



UNIVERSITY OF ŽILINA  
Faculty of Management Science  
and Informatics

# PIKS, prednáška 6

## Adresovanie v IPv4 sieťach

**Introduction to Networks v7.0 – časti 11.0 až 11.5 z kapitola 11 + kapitola 5**

Katedra informačných sietí

Fakulta riadenia a informatiky, UNIZA



Networking  
Academy



# Obsah prednášky

- Opakovanie – L3 sieťová vrstva
- **IPv4 adresy**
- **Úvod do subsieťovania v IPv4**

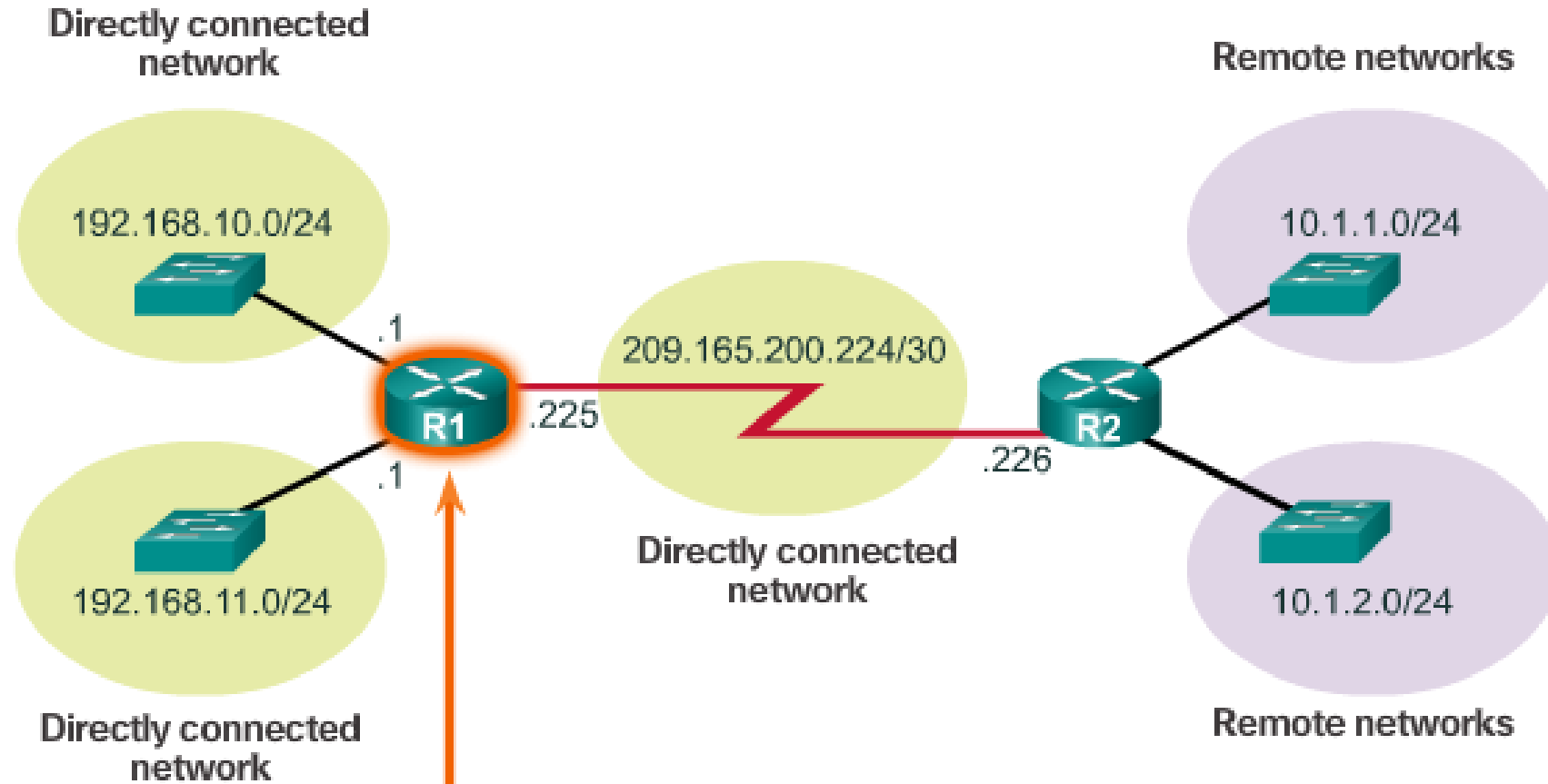
## Netacad:

- 5 Number Systems
- 11 - IPv4 Addressing
  - 11.0 Introduction
  - 11.1 IPv4 Address Structure
  - 11.2 IPv4 Unicast, Broadcast, and Multicast
  - 11.3 Types of IPv4 Addresses
  - 11.4 Network Segmentation
  - 11.5 Subnet an IPv4 Network

# Smerovače a ich činnosť

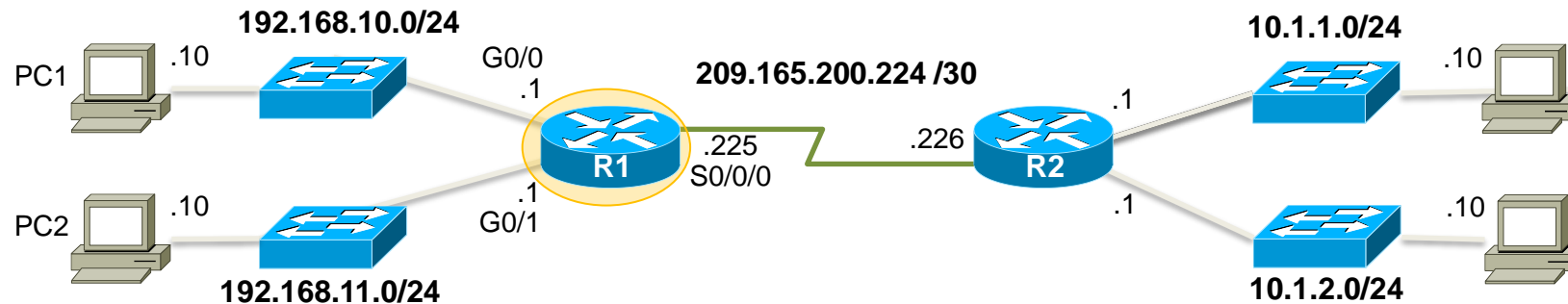
- Ktoré zariadenie je kľúčové pre činnosť sieťovej vrstvy? **-> smerovač (router)**
  - Prepája viaceré siete
  - Má viacero sieťových rozhraní, môžu byť rôzneho typu
- Čo si uchováva pre proces smerovania? **-> smerovaciu tabuľku**
  - Čo obsahuje?
    - Zoznam sietí a cesty k nim
    - Adresa siete sa podobá predčíslu, napr. predčíslie telefónneho operátora, predčíslie primárnej oblasti, predčíslie PSČ, ...
    - Smerovačom stačí poznať adresy sietí, nie jednotlivé uzly v nich
  - Čo robí smerovač, ak pre niektorý paket nepozná cieľovú sieť? **-> paket zahodí**
- Ako sa rozhoduje v IPv4 alebo IPv6 sieťach každý smerovač?
  - O každom pakete individuálne a sám za seba? **-> áno**
  - Ovplyvňuje ho rozhodovanie okolitých smerovačov? **-> nie**

# Smerovače a ich činnosť



R1 has three directly connected networks: 192.168.10.0/24, 192.168.11.0/24, and 209.165.200.224/30. R1 also has two remote networks that it can learn about from R2: 10.1.1.0/24 and 10.1.2.0/24.

# Smerovacia tabuľka smerovača (IPv4)



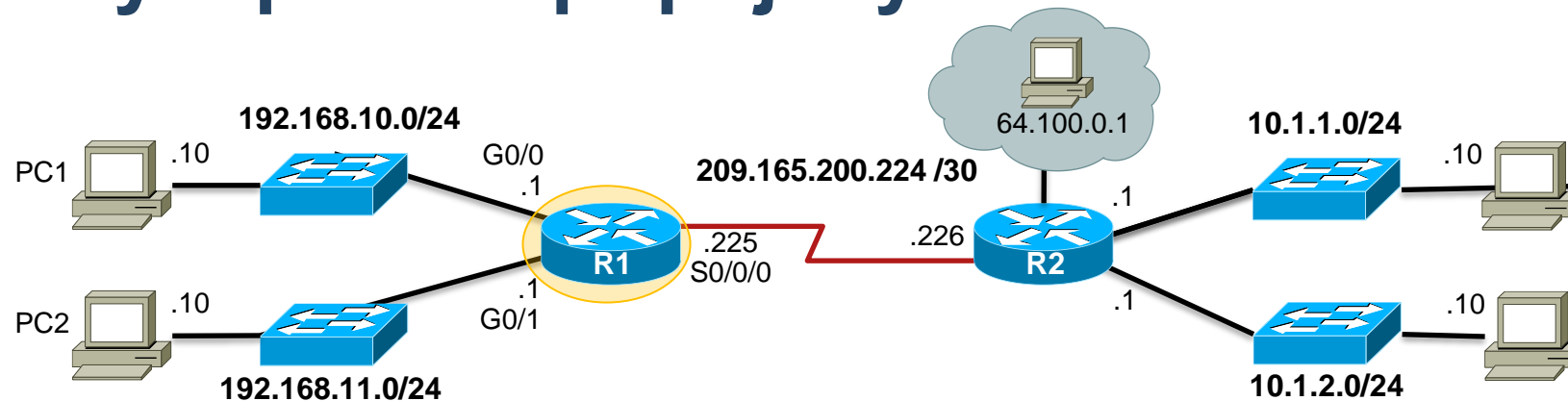
```

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, Serial10/0/0
L   209.165.200.225/32 is directly connected, Serial10/0/0
    
```

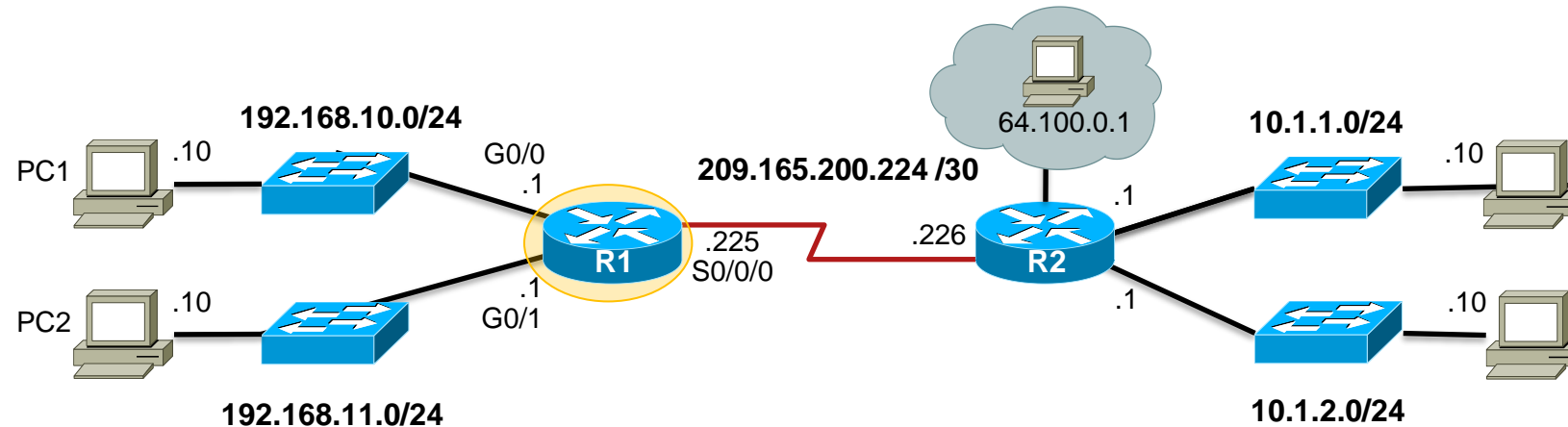
# Záznamy o priamo pripojených sieťach



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

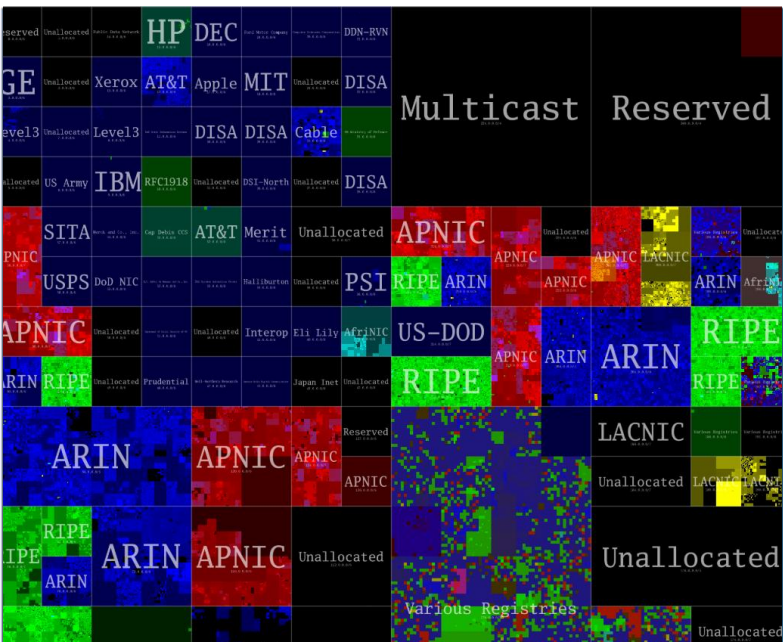
	Typ záznamu – aký mechanizmus ho vložil do smerovacej tabuľky
	Adresa cieľa, o ktorom tento záznam hovorí
	Rozhranie, cez ktoré sa k cieľu ide

# 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



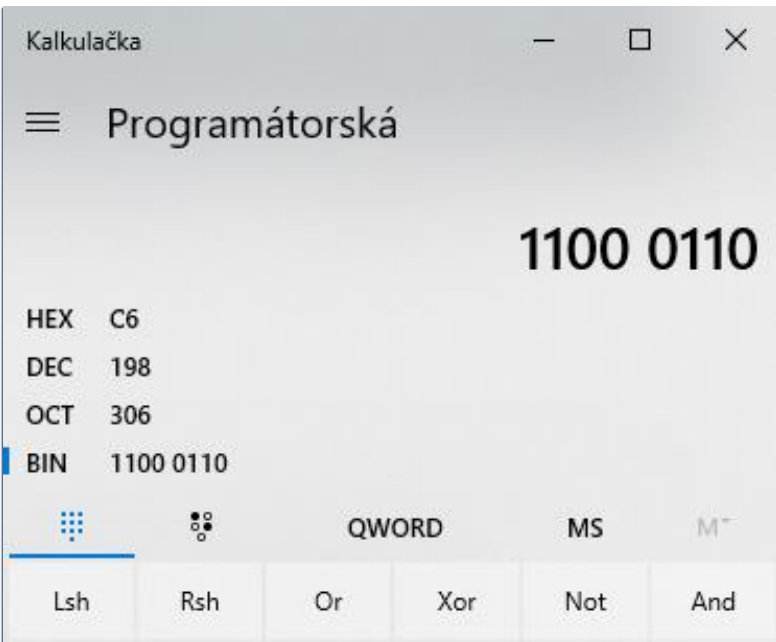
# IPv4 sieťové adresy

<https://www.caida.org/research/id-consumption/whois-map/images/whois-20071001.png>

## 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?

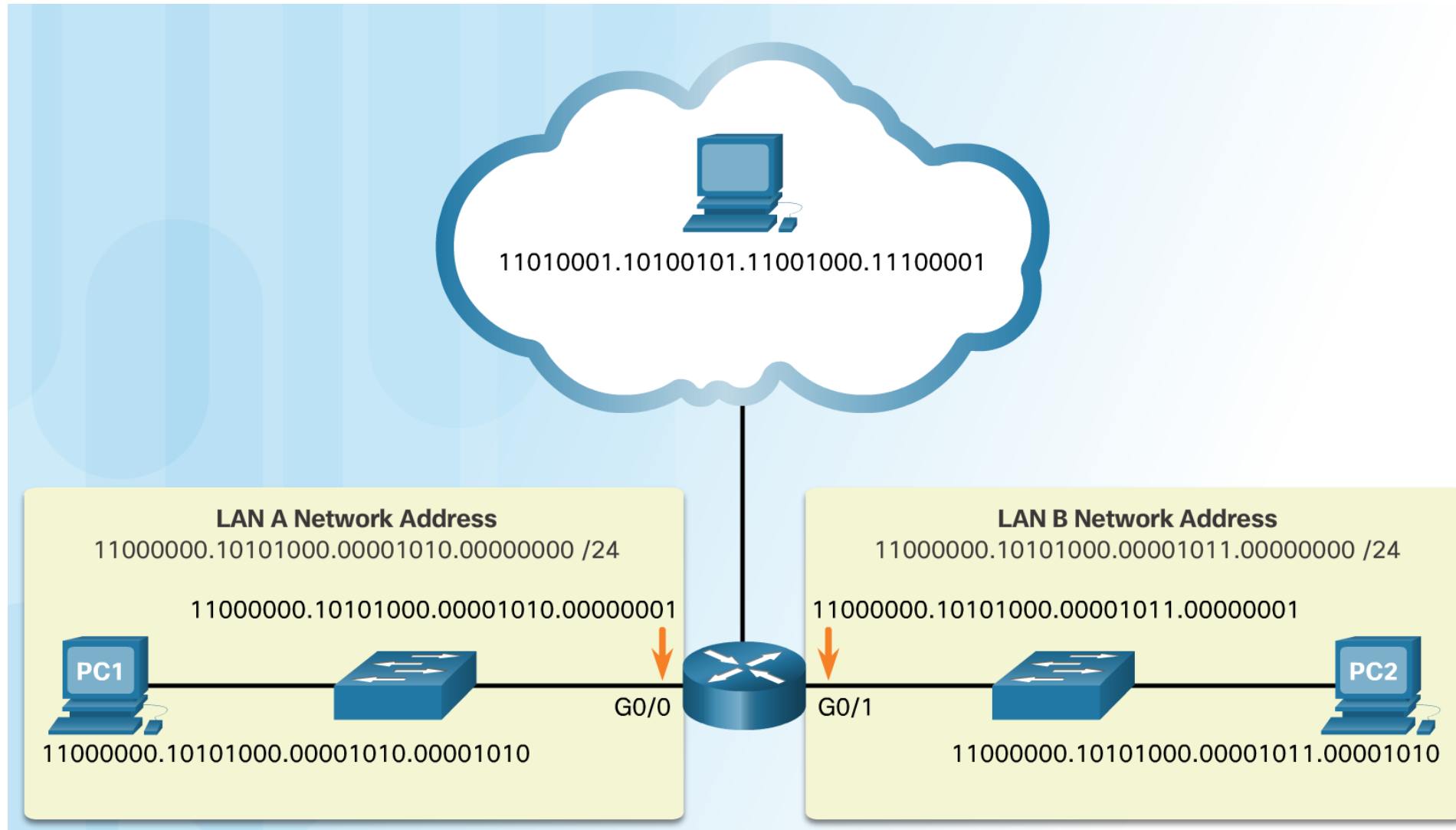




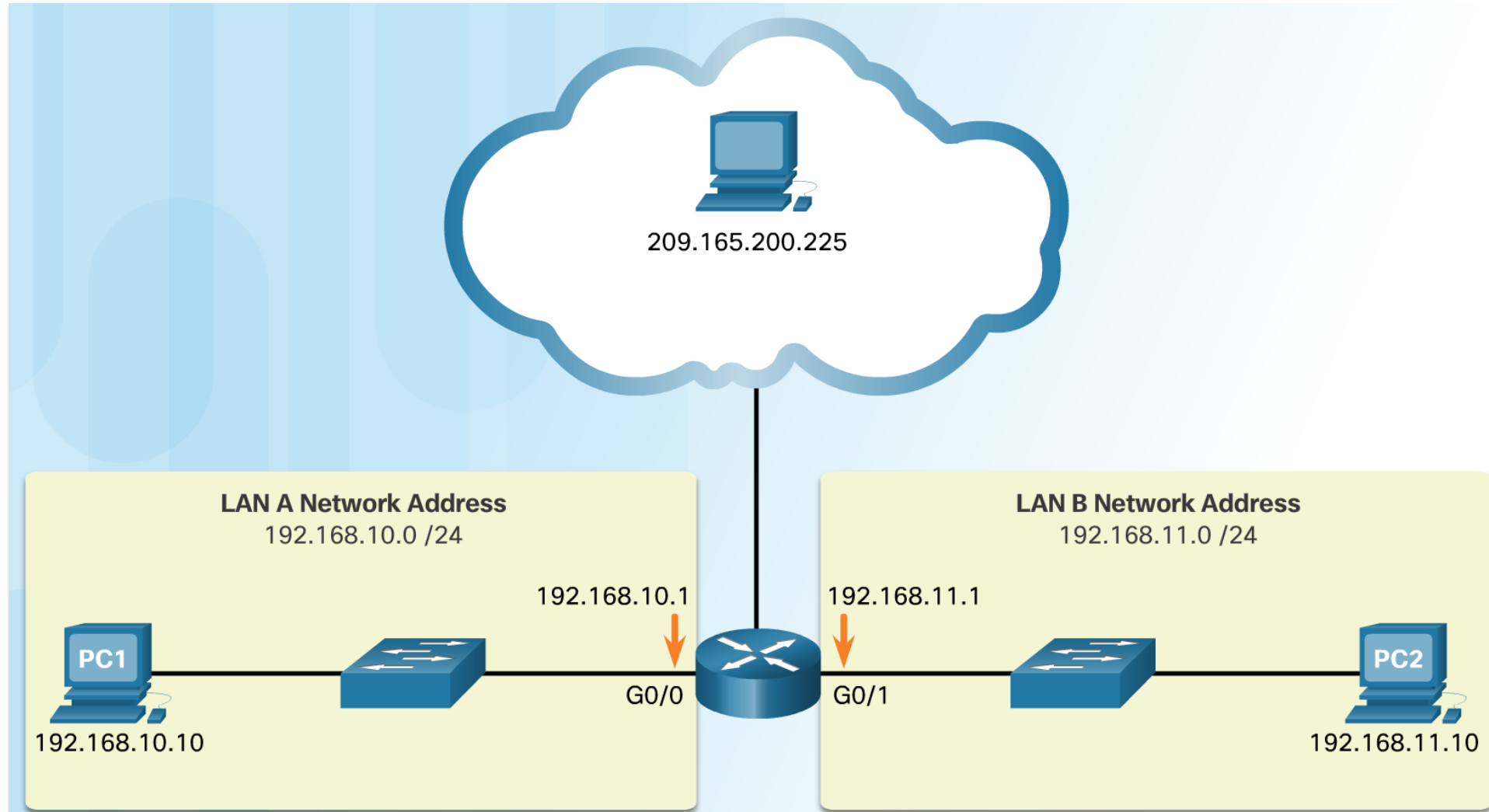
## Konverzia medzi binárnou a desiatkovou sústavou

Zopakovanie vedomostí zo strednej školy

# IPv4 adresy v binárnom tvare



# IPv4 adresy v desiatkovom tvare



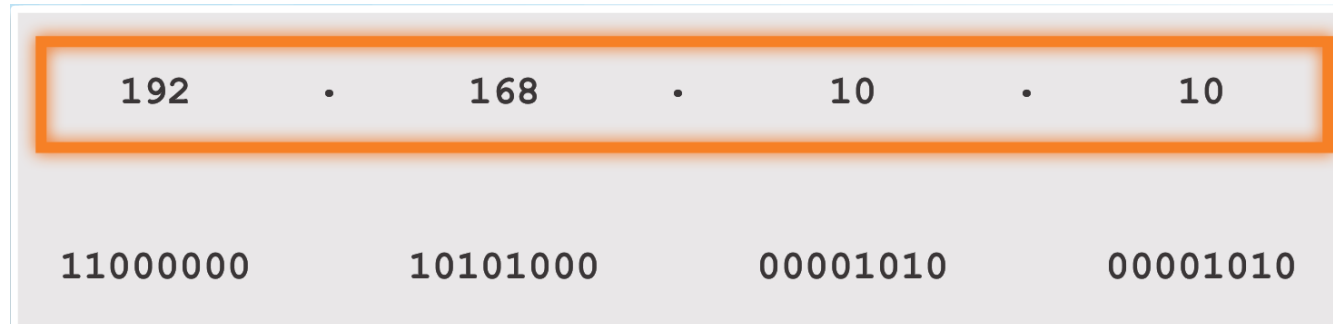
# IPv4 adresa

- **32-bitová adresa**

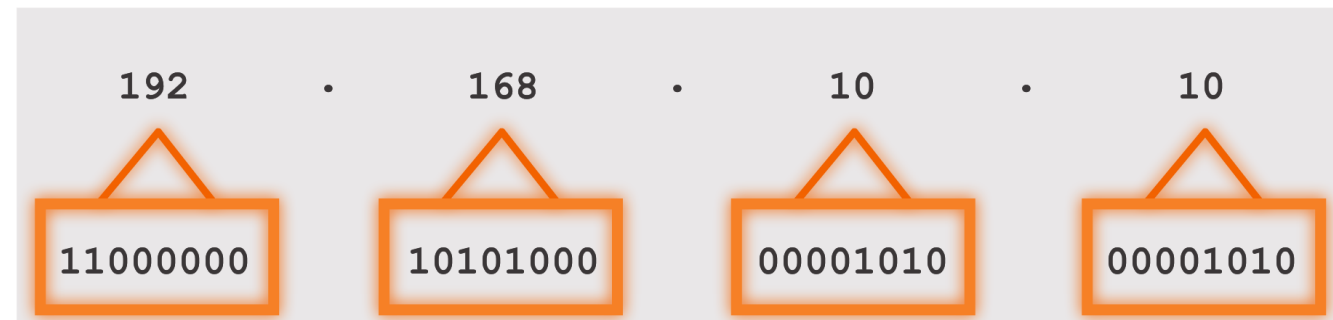
11000000101010000000101000001010

- 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 binárneho 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:

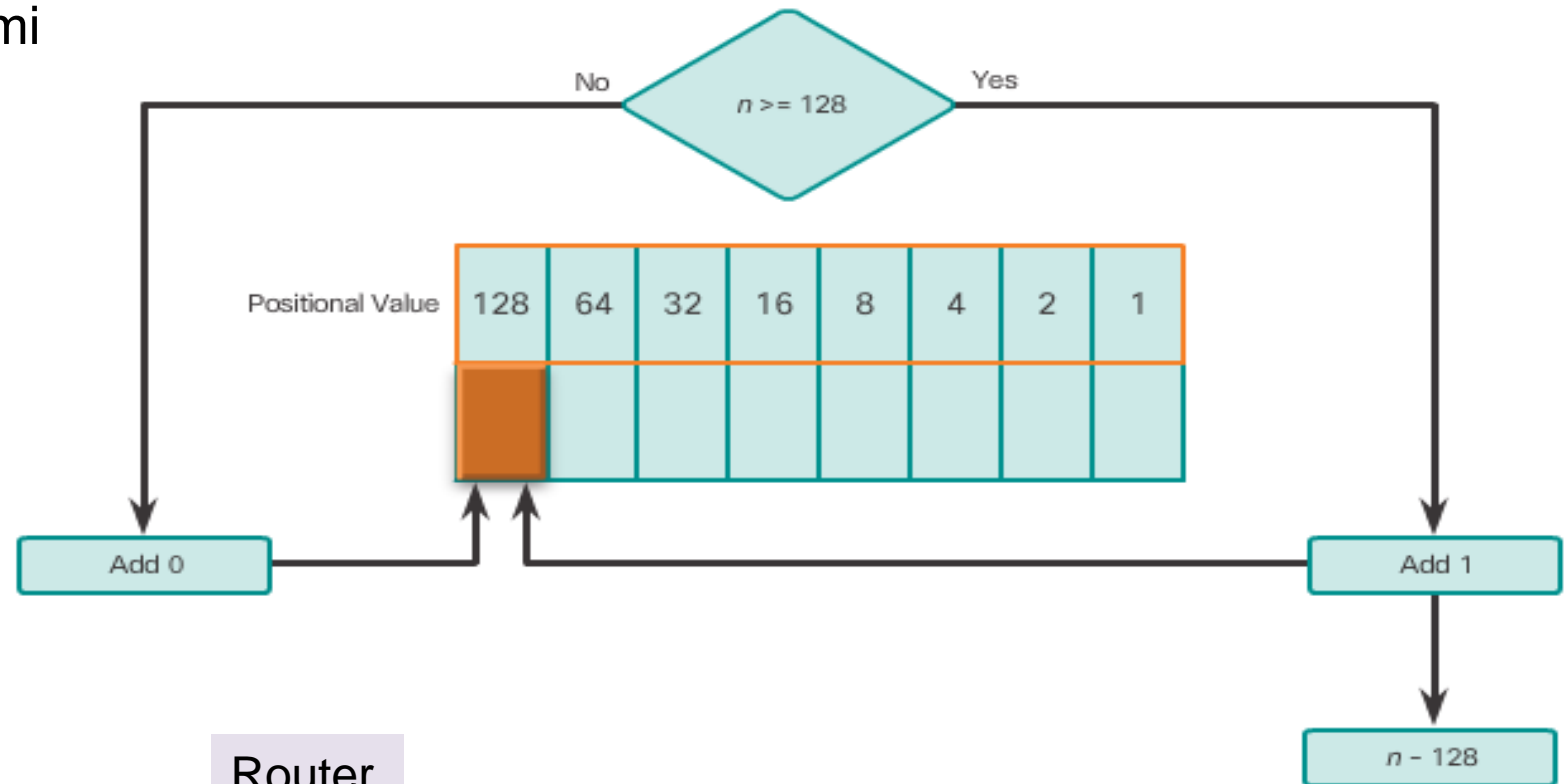
11000000.10101000.00001011.00001010

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

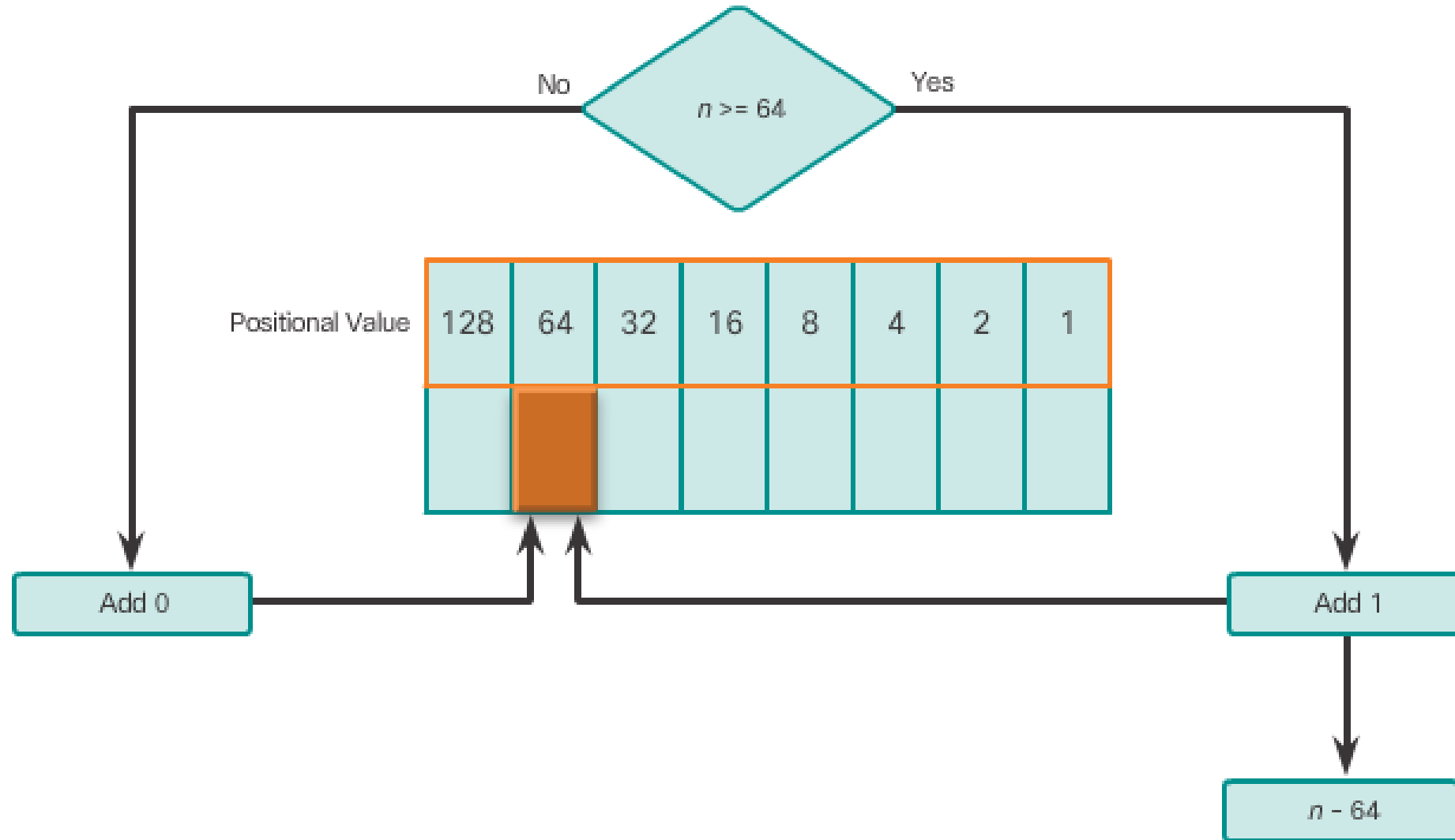
Default gateway: 192 . 168 . 2 . 1

Router

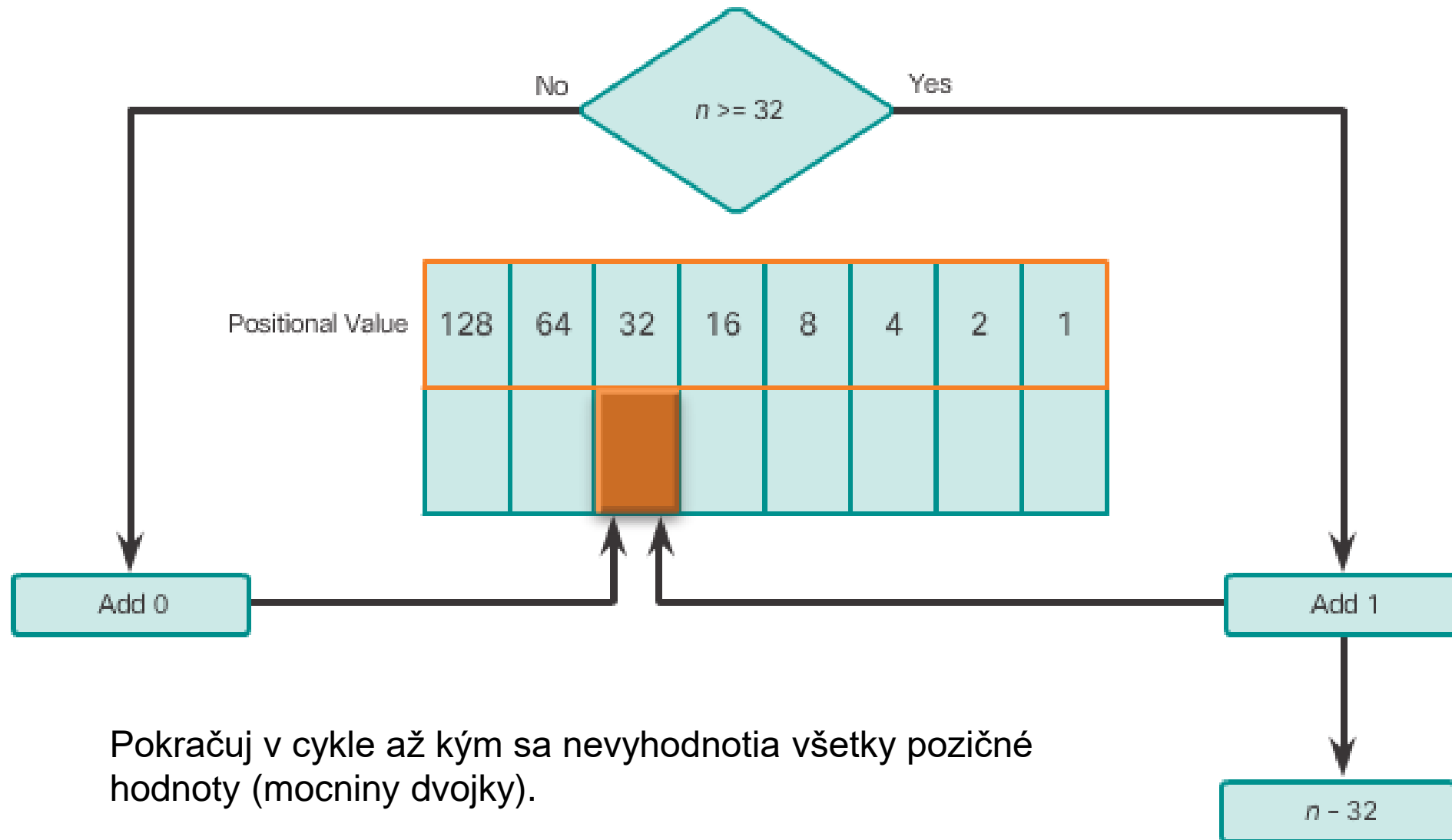
R1# show ip interface brief

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



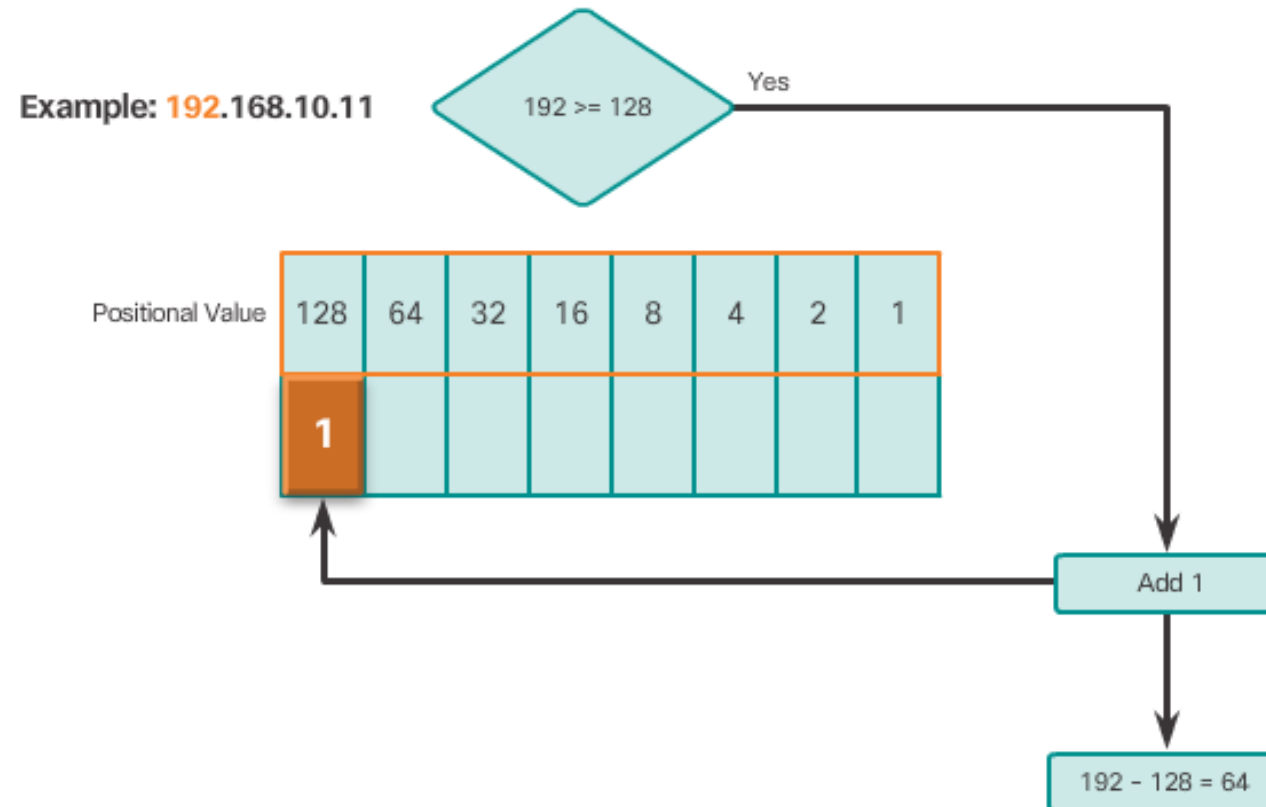
# Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru



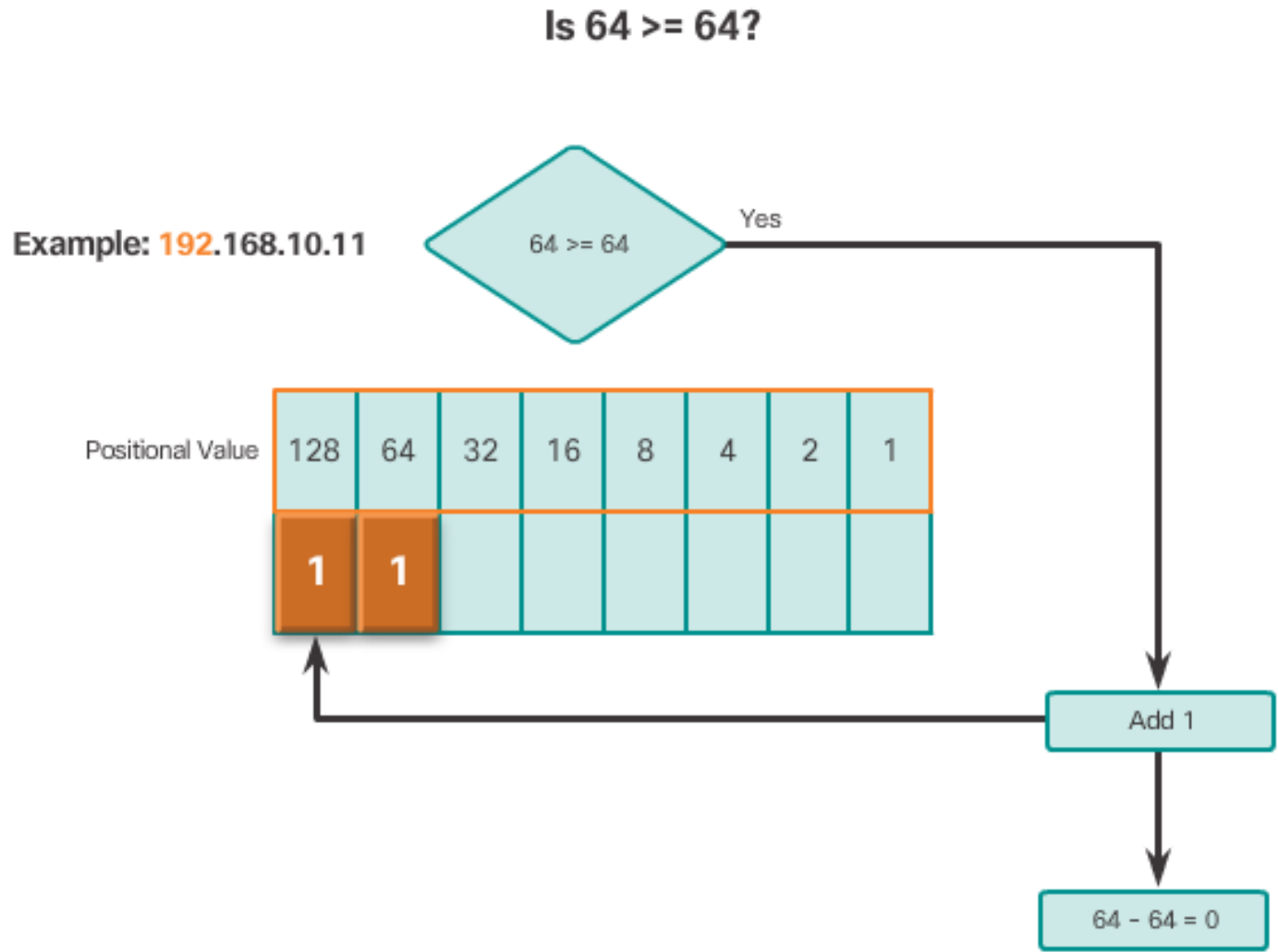
# Konverzia z desiatkového do binárneho tvaru

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

Is 192 >= 128?



# 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.

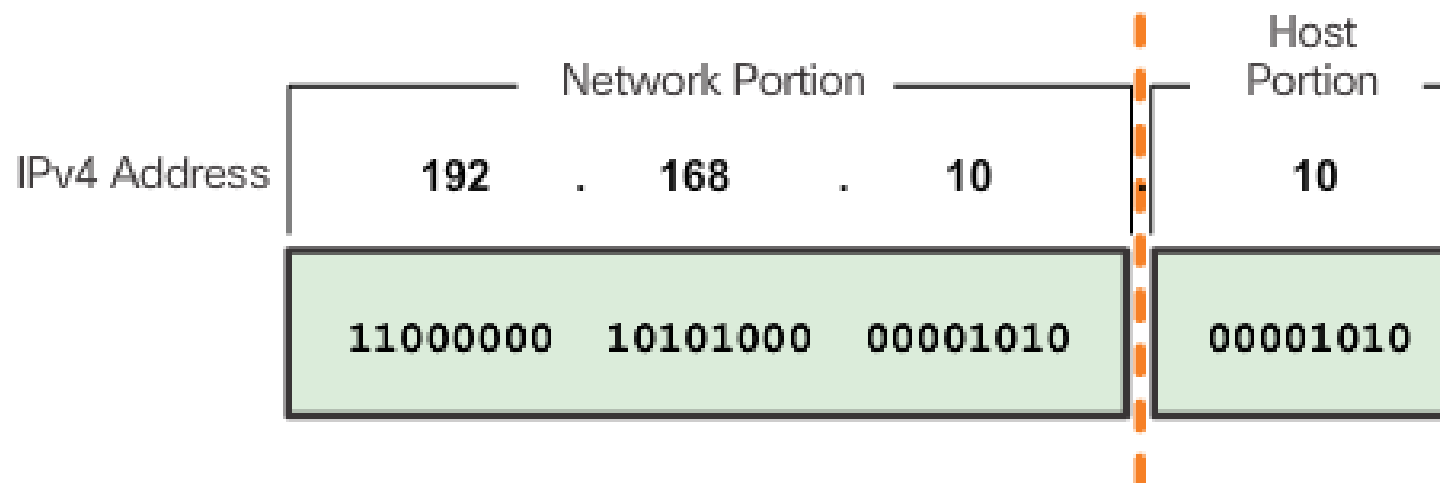




## Štruktúra IPv4 adresy

# 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 adres, 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**

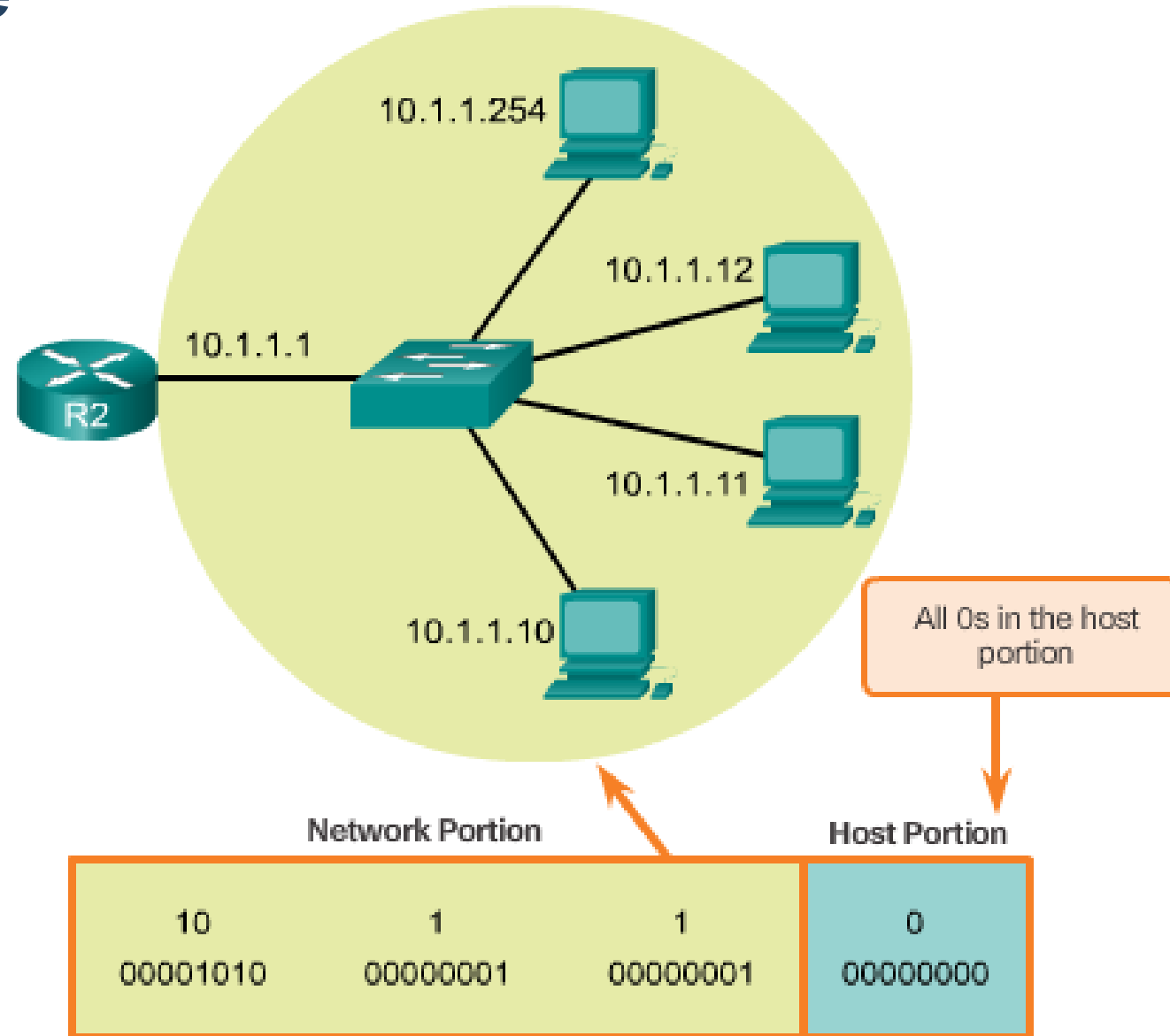


# Adresa siete, broadcast, adresa uzla

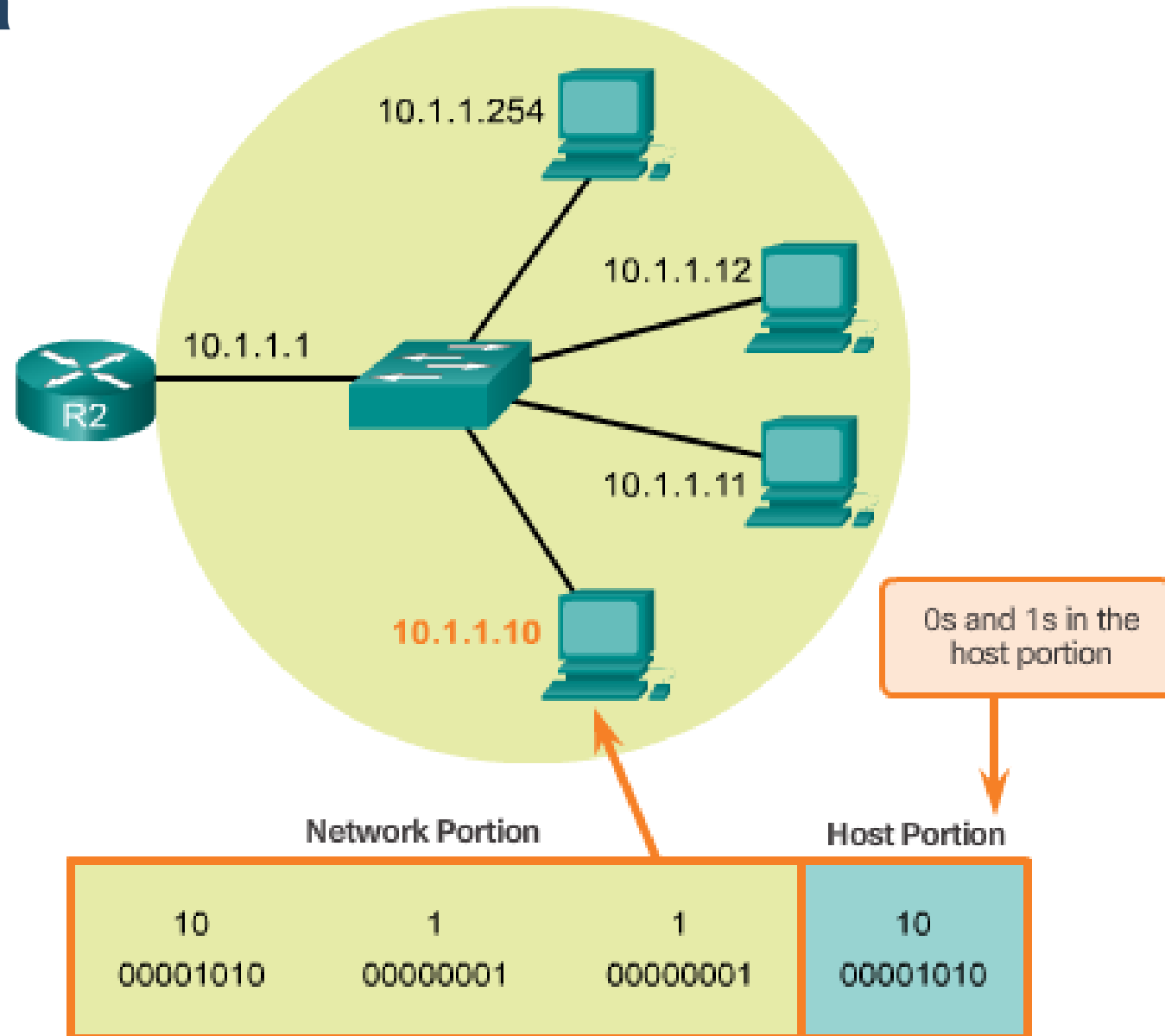
- Podľa toho, čo IP adresa označuje, rozoznávame
  - Adresu siete:** **Najnižšia** adresa s daným predčíslím, označuje sieť ako celok (predčíslie sa doplní **nulami** do 32 bitov)
  - Broadcastovú adresu:** **Najvyššia** adresa s daným predčíslím, počúva na nej každá stanica v danej sieti (predčíslie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

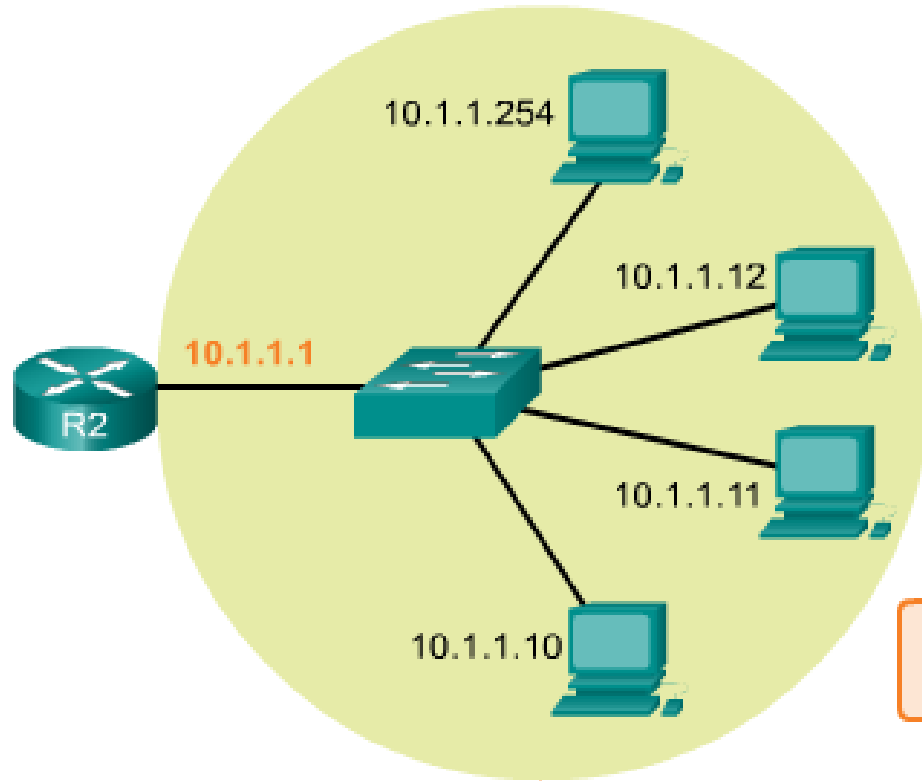
# Adresa siete



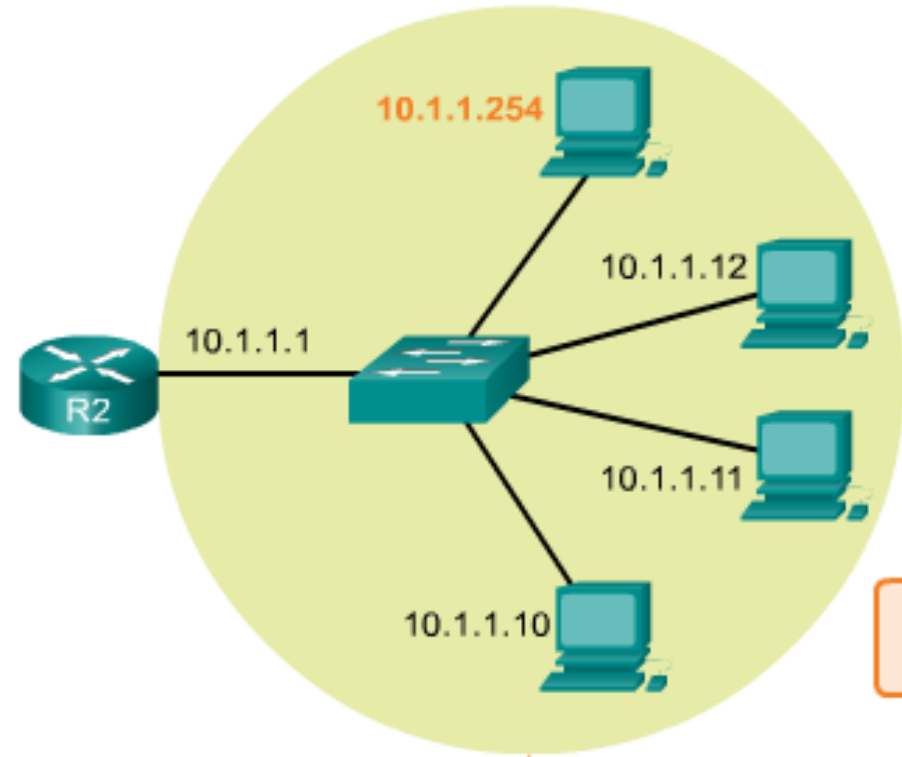
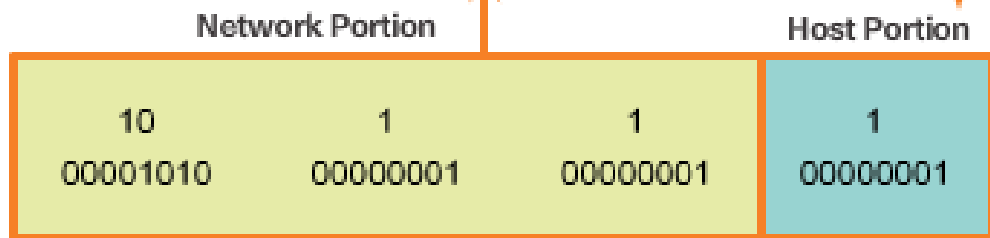
# Adresa uzla



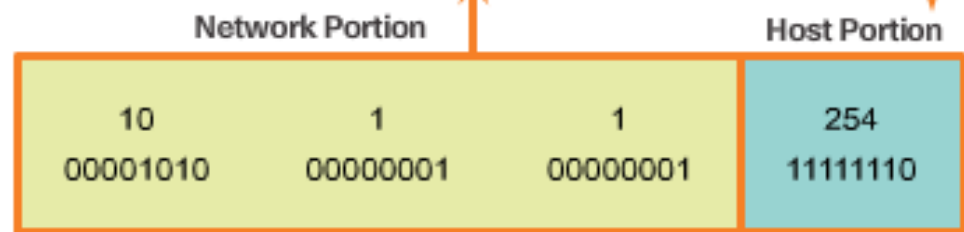
# Adresa uzla - prvá a posledná použiteľná IP



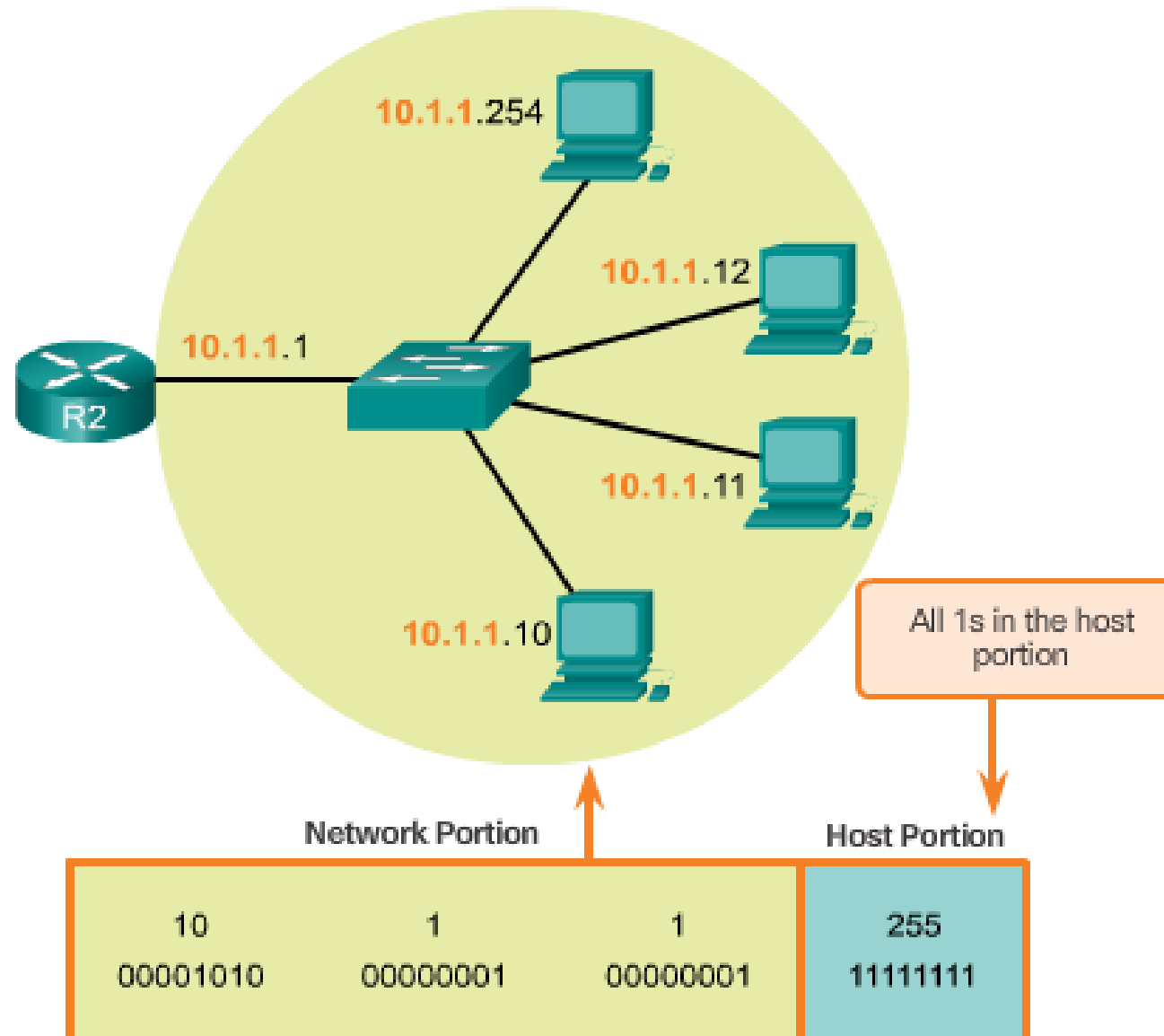
All 0s and a 1 in the host portion



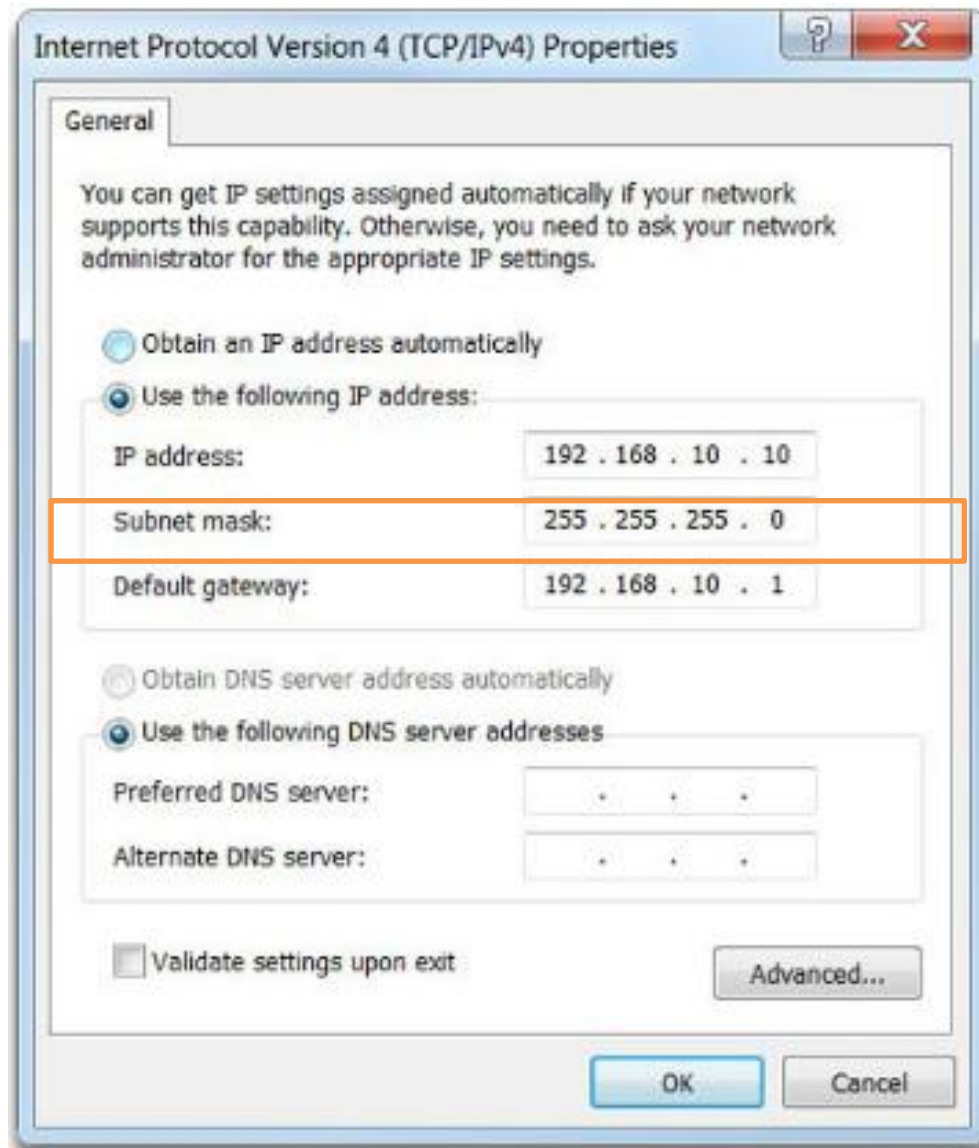
All 1s and a 0 in the host portion



# Broadcastová adresa



# Sieťová maska (Subnet Mask)





# Význam bitov siet'ovej masky

	Network Portion			Host Portion			
IPv4 Address	192	.	168	.	10	.	10
	11000000	10101000	00001010	00001010			
Subnet Mask	255	.	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:

$$\begin{array}{r} \downarrow \\ 172.19.254.0 \\ \& 255.240.0.0 \\ \hline 172.16.0.0 \end{array}$$

- 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)

- 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: 183.26.106.212 + 4 - 1 = **183.26.106.215**
  - 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

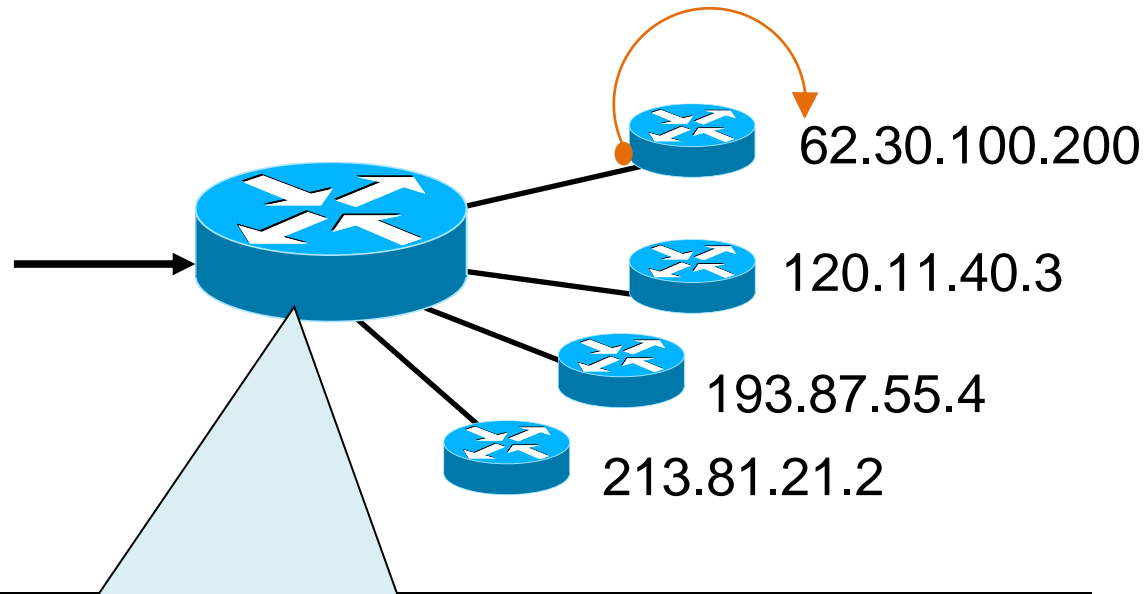
# Použitie adresy a masky v IP

- 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“ predčíslie istej dĺžky a porovnáva sa s predčíslím známej siete v smerovacej tabuľke
  - Hľadá sa vždy zhoda v čo najdlhšom predčíslí
  - Tzv. **longest-prefix-match**

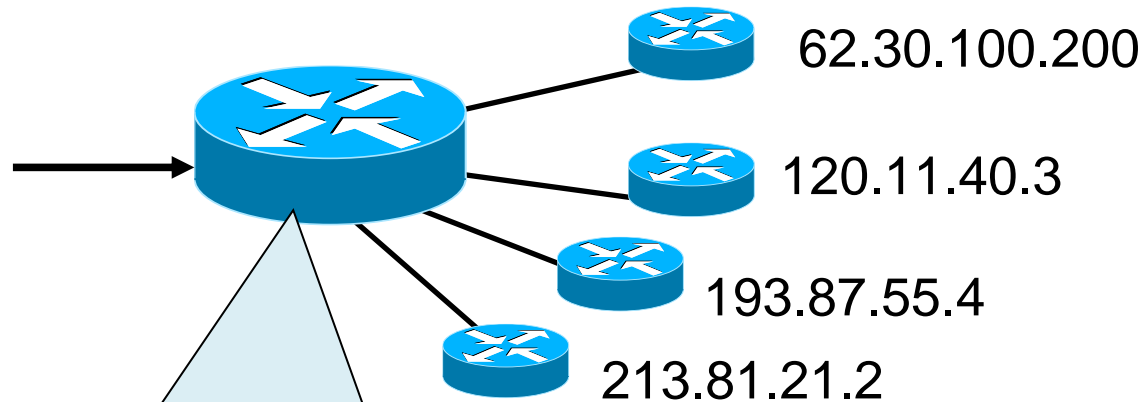
# Činnosť IP smerovačov – príklad



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 (pokrač.)

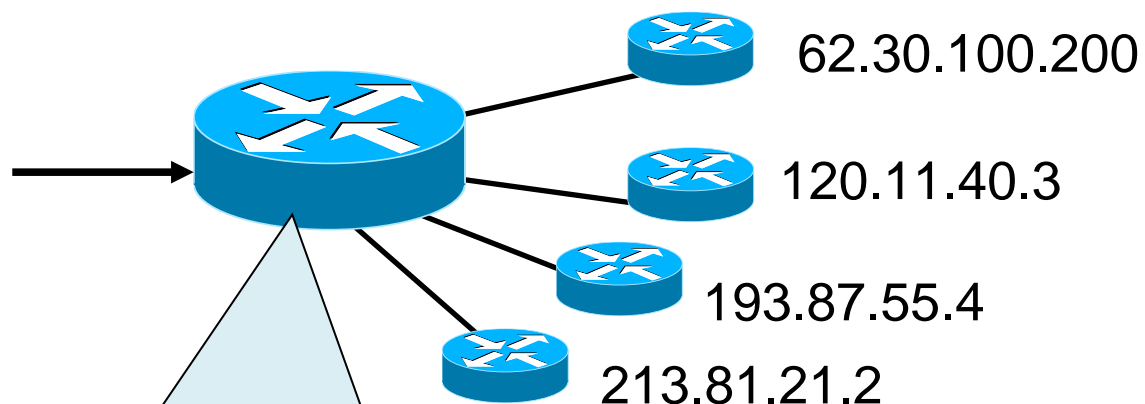


Cieľ paketu: 87.197.31.42

$87.197.31.42 \& 255.255.255.248 = 87.197.31.40 \rightarrow \text{NH } 62.30.100.200$

Maska	Cieľová sieť	Next hop (NH)
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 (pokrač.)



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

Cieľ paketu: 213.81.187.59

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

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

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

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

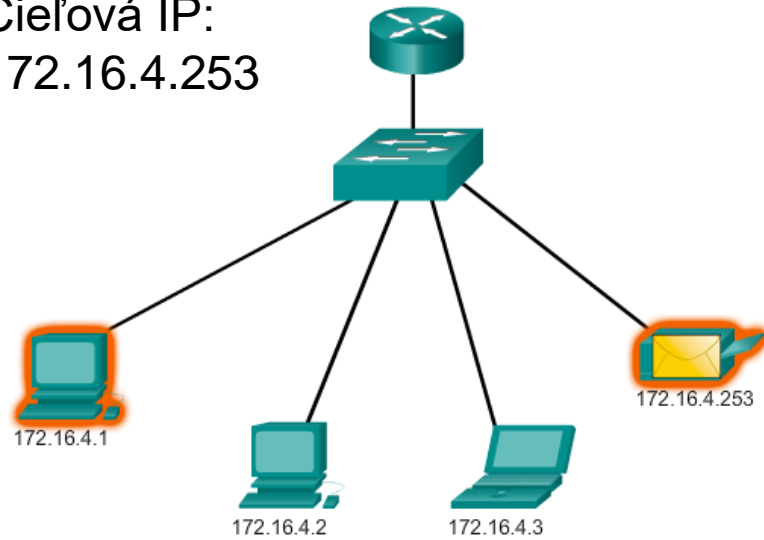


## IPv4 Unicast, Broadcast, a Multicast

# Typy komunikácie v IPv4

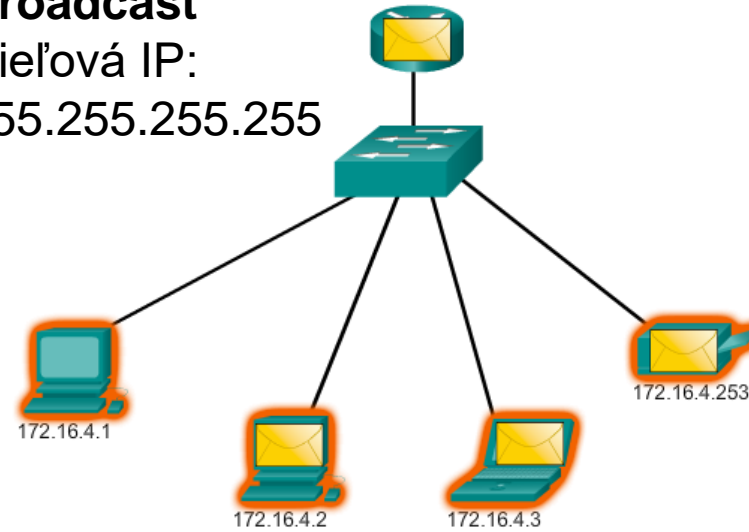
## Unicast

Cieľová IP:  
172.16.4.253



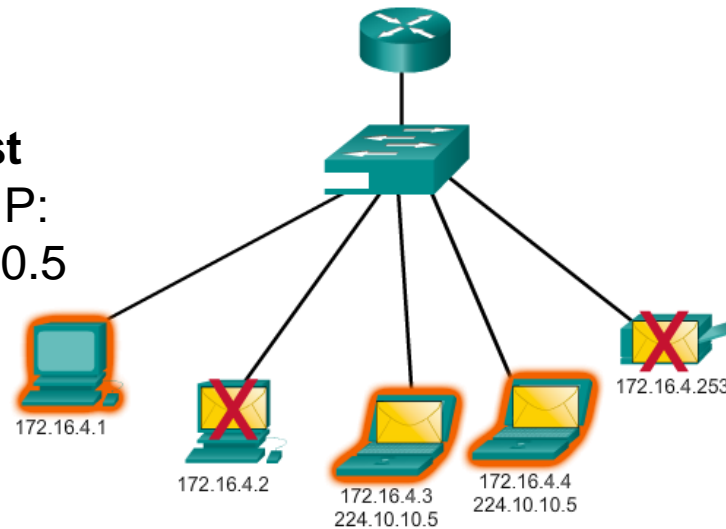
## Broadcast

Cieľová IP:  
255.255.255.255



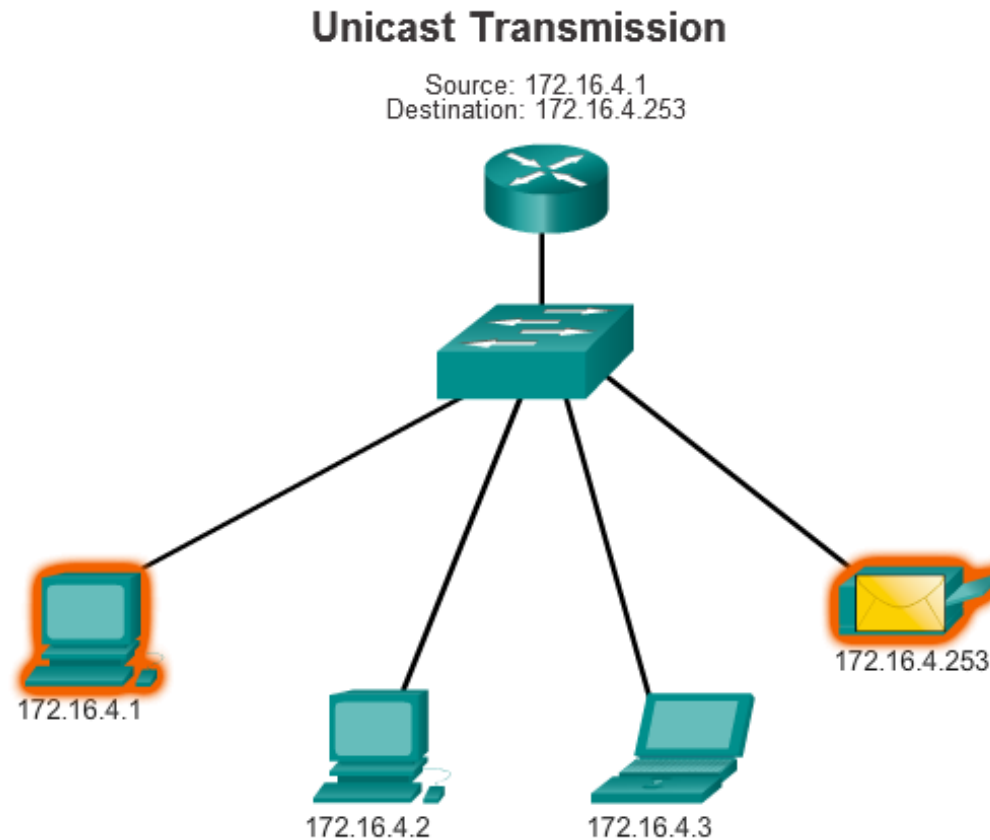
## Multicast

Cieľová IP:  
224.10.10.5



# Unicast v IPv4

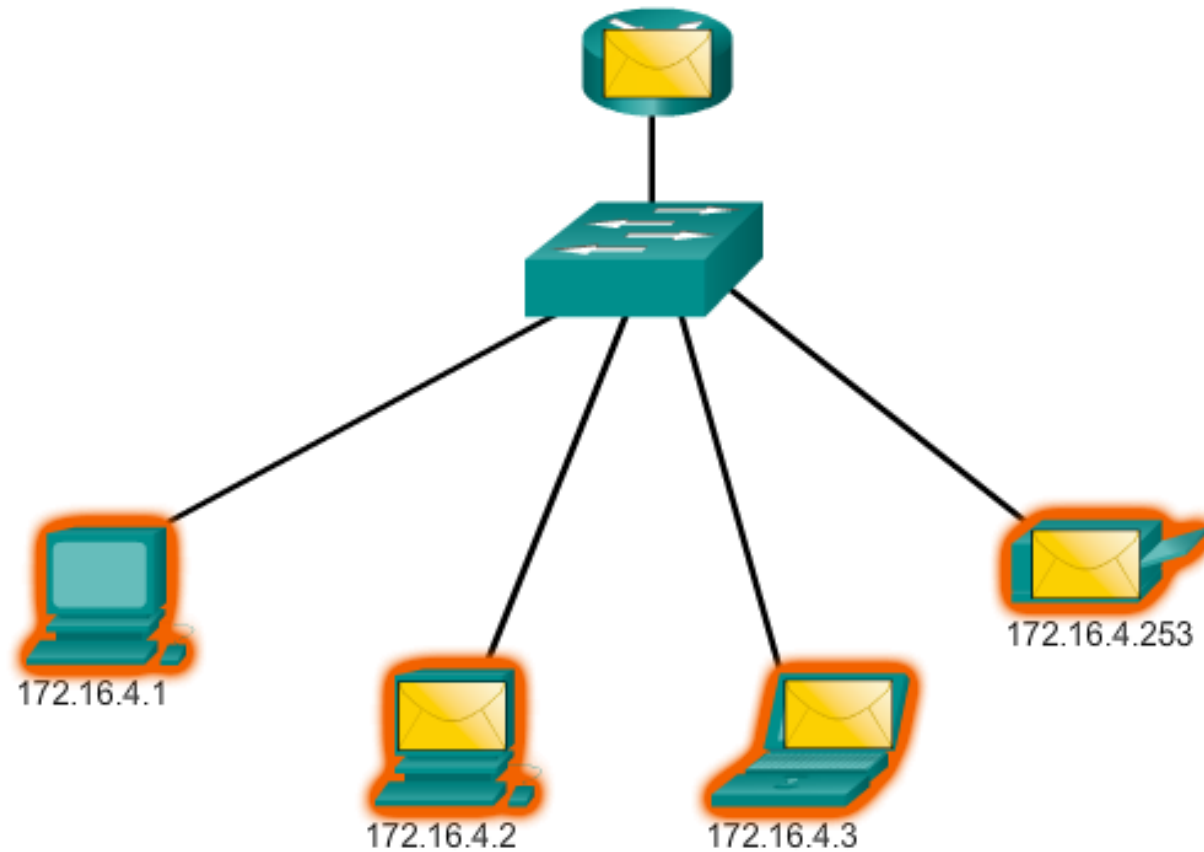
- Bežná komunikácia koncových uzlov, host-to-host.
- Zdrojová adresa každého paketu je vždy typu unicast.



# Broadcast v IPv4

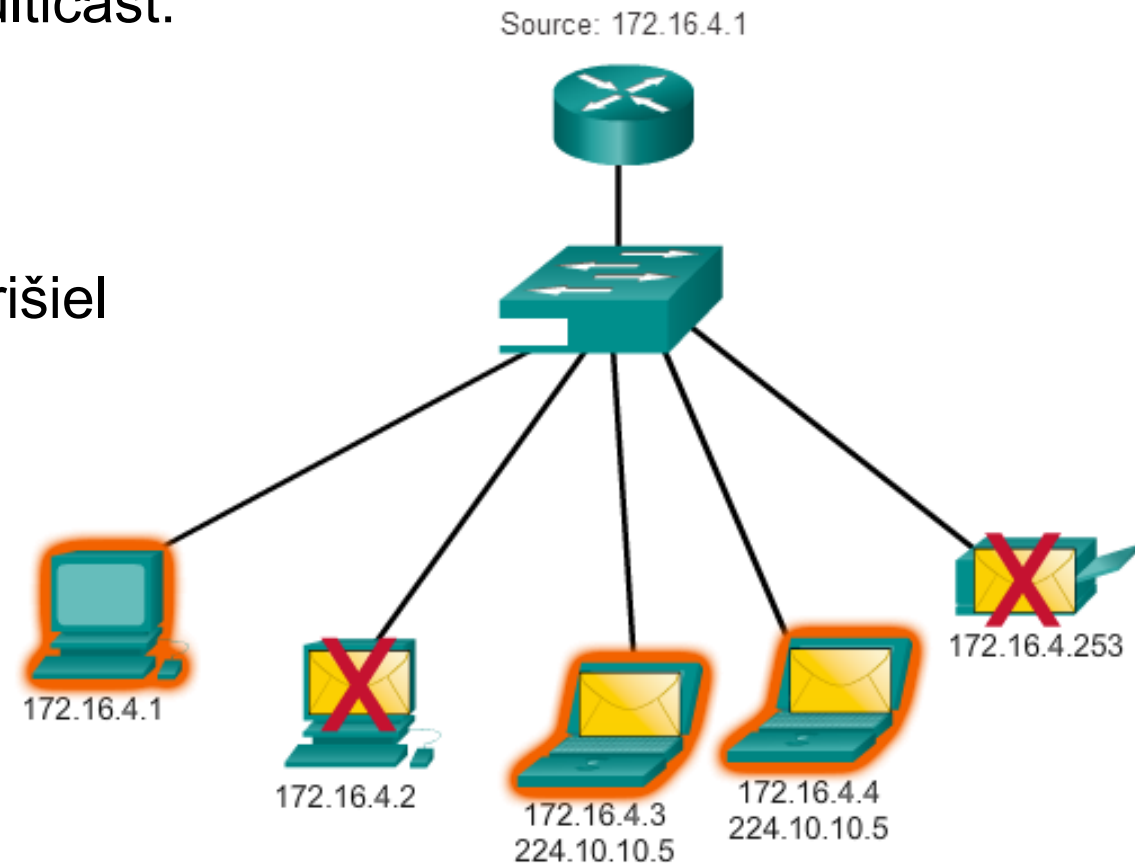
## Limited Broadcast Transmission

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





Typy IPv4 adres



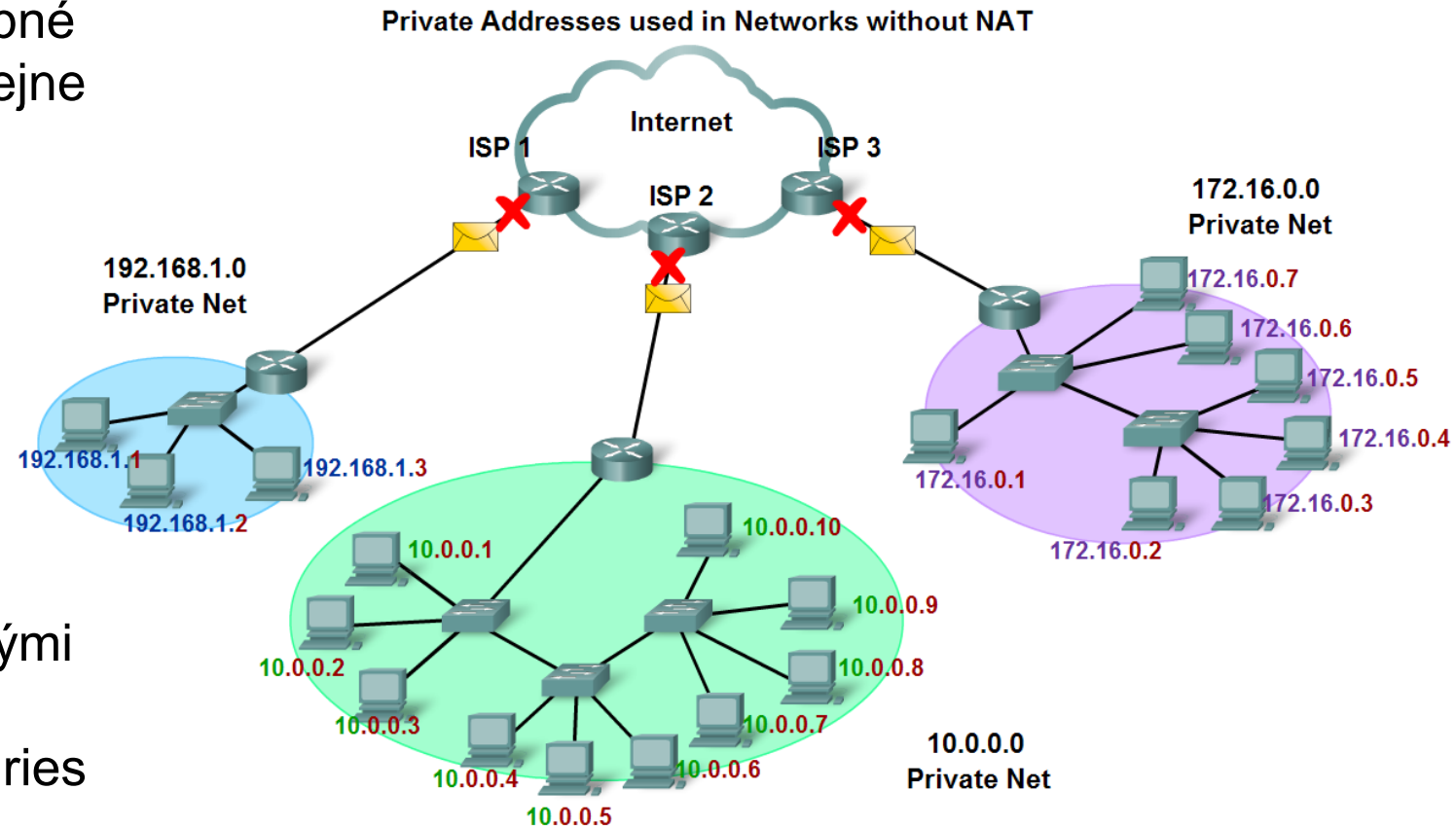
# Vyhradené rozsahy IP adries

- 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

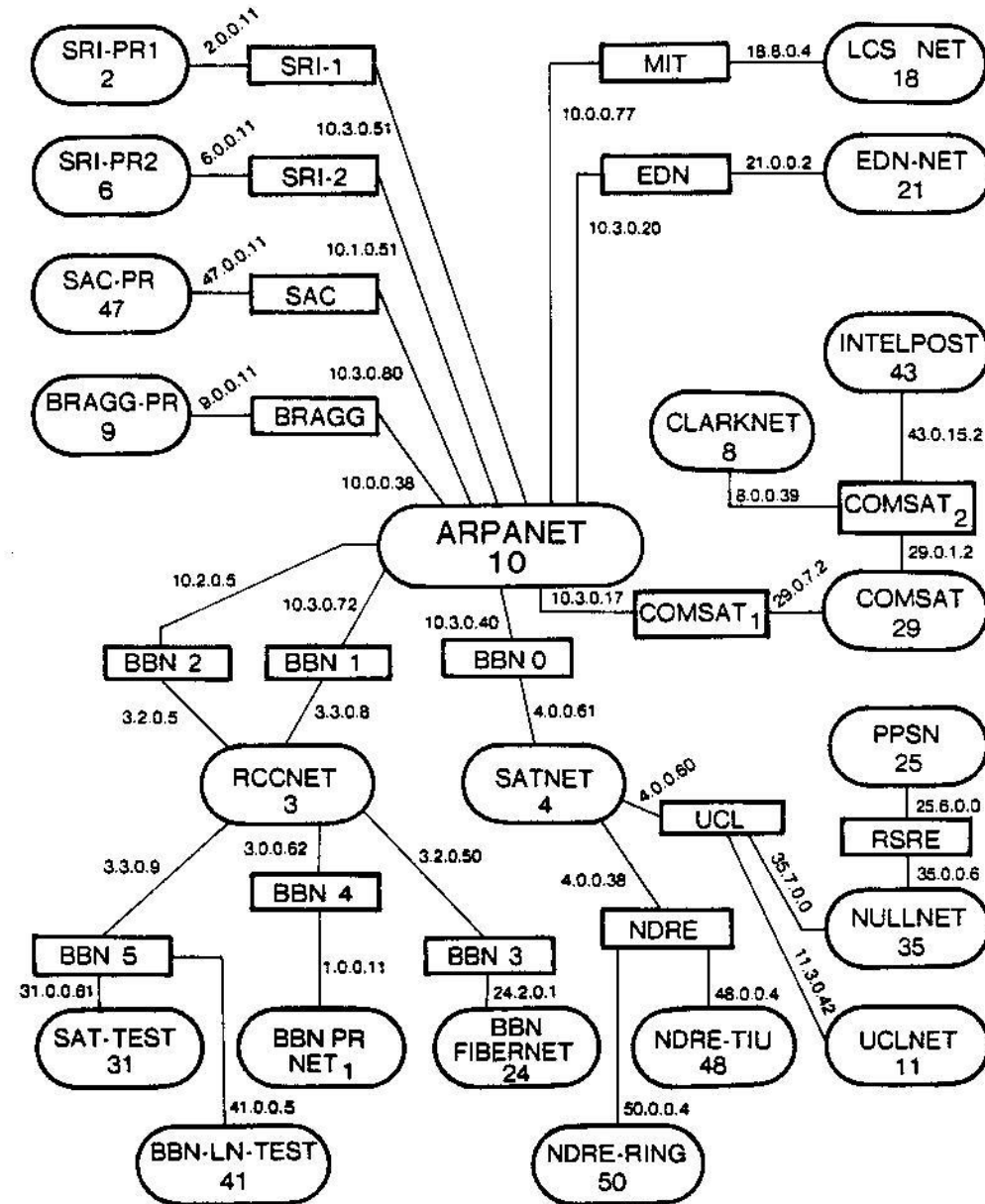
IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
If Metric Network Destination      Gateway
-----
10 311 :::/0                  fe80::fee3:3cff:febe:b27
1 331 ::1/128                 On-link
10 311 fe80::/64              On-link
10 311 fe80::6ce4:4b68:db81:65ec/128
On-link
1 331 ff00::/8                On-link
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

# Adresovanie v IP

- Takto vyzeral Internet vo februári 1982
- Veľmi rýchlo sa však ukázalo, že takéto grációzne pridelovanie adries nie je efektívne
- Aby nebolo treba IP protokol prerábať, autori IP vymysleli „barličku“:  
**triedy adries**
- Adresovanie pomocou tried adries je označované ako **classful addressing**



# 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 predčíslia 1B
  - Trieda B:  $64 \cdot 256$  sietí, v každej  $256^2$  staníc, dĺžka predčíslia 2B
  - Trieda C:  $32 \cdot 256^2$  sietí, v každej 256 staníc, dĺžka predčíslia 3B
    - Všetky počty sú približné
- Keďže veľkosti predčíslí sú premenlivé, zavádzame pojem „IP adresa siete“
  - Predčíslie 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
  - Predčíslie 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 adresy v IPv4

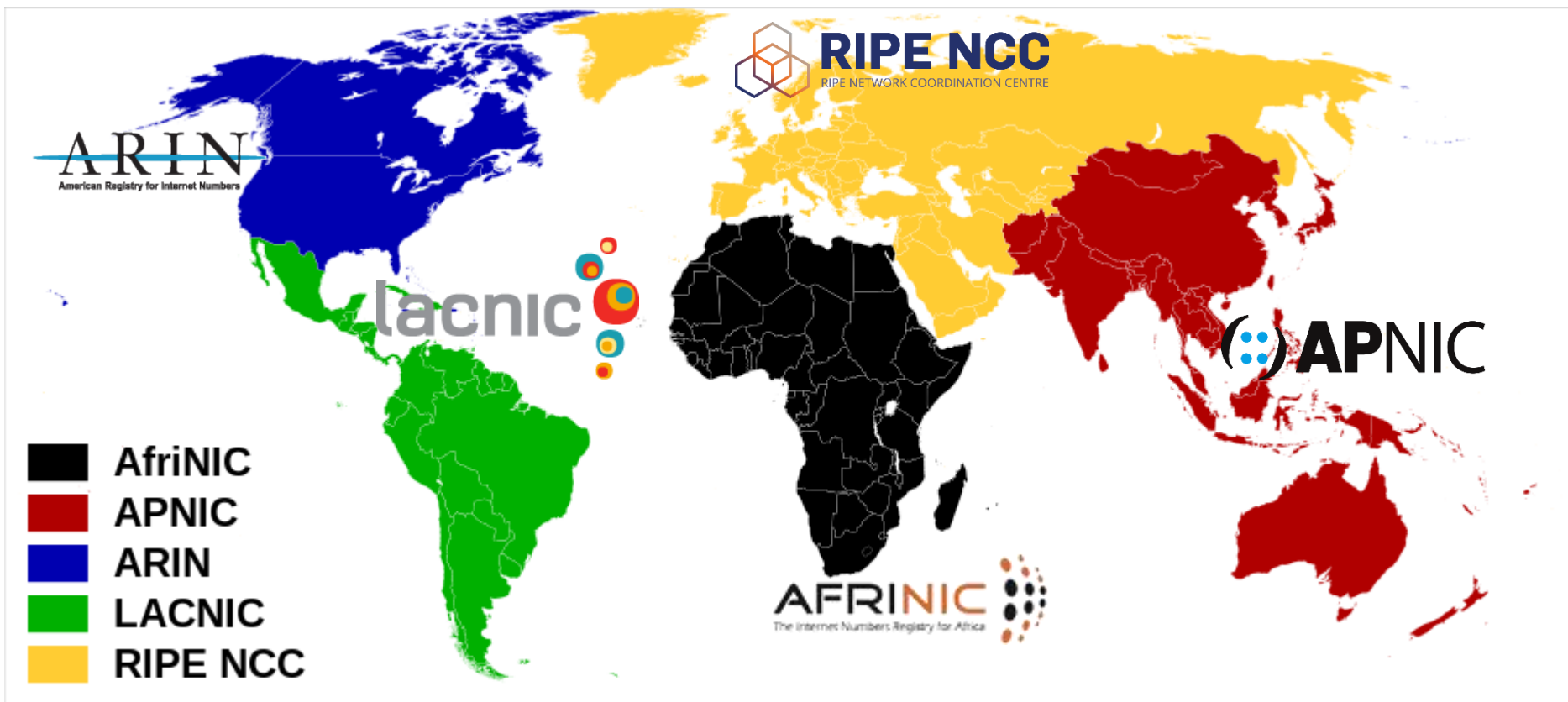
Address Class	1st octet range (decimal)	1st octet bits (green bits do not change)	Network(N) and Host(H) parts of address	Default subnet mask (decimal and binary)	Number of possible networks and hosts per network
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 nets ( $2^7$ ) 16,777,214 hosts per net ( $2^{24-2}$ )
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 pridelovali 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



- **African Network Information Center (AFRINIC)** pre Afriku
- **Asia-Pacific Network Information Centre (APNIC)** pre Áziu, Austráliu, Nový Zéland a susedné krajiny.
- **American Registry for Internet Numbers (ARIN)** pre USA, Kanadu, niektoré časti Karibiku a Antarktídu.
- **Latin America and Caribbean Network Information Centre (LACNIC)** pre Latinskú Ameriku a časť Karibiku.
- **Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)** pre Európu, Rusko, Stredný východ a centrálnu časť Ázie



# Subsiet'ovanie IPv4 siete

## Na konci by sme mali vediet':

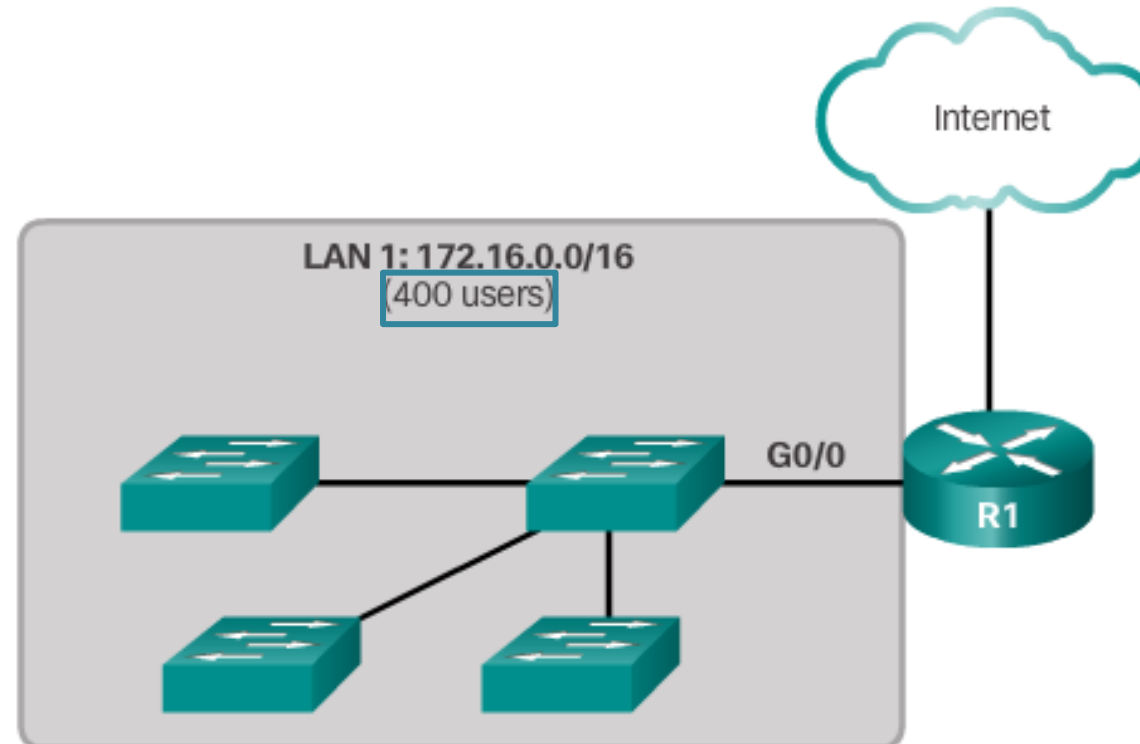
- Vysvetliť ako sa robí subsiet'ovanie sieťových segmentov a aj prečo.
- Vytvoriť subsiete pre pôdvodnú sieť s prefixom /24.
- Vytvoriť subsiete pre pôdvodnú sieť s prefixom /16 a /8.



## Segmentácia sietí

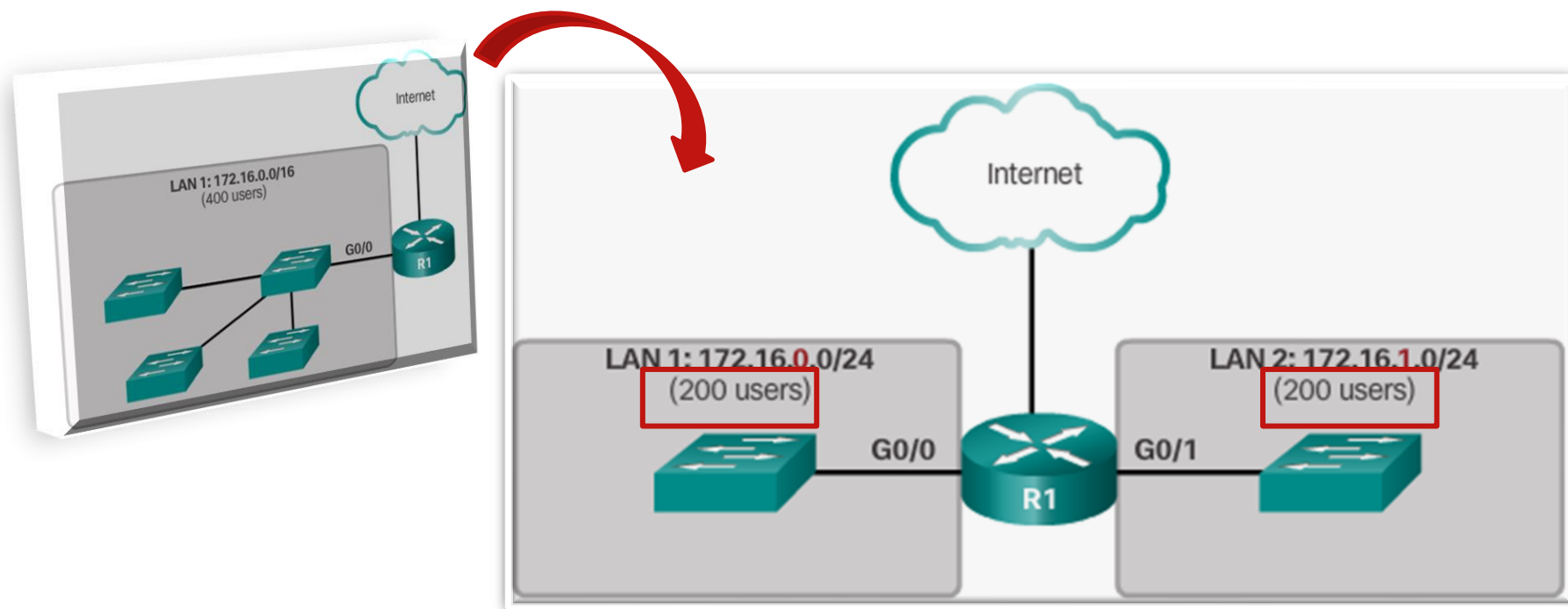
# Problémy veľkých broadcastových domén

- **Každé rozhranie smerovača** pripája jednu broadcastovú doménu, broadcasty sa šíria iba v rámci 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

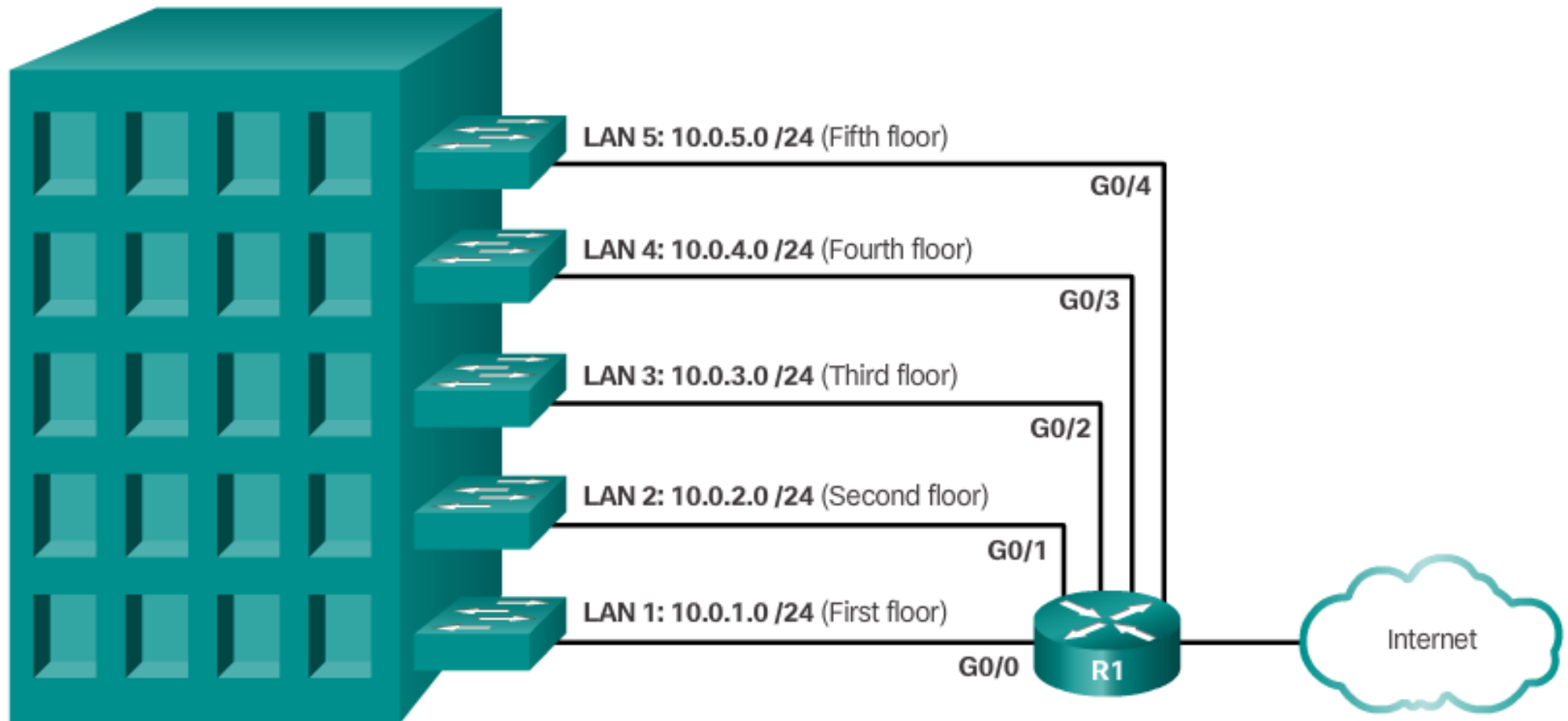
- Riešenie: redukovať veľkosť siete vytvorením menších broadcastových domén procesom nazývaným „podsieťovanie“ (subnetting)
- Rozdelením pôvodnej siete na menšie podsiete (subnets)



- Aké sú však kritériá pre tvorbu podsietí?

# Podsiete podľa umiestnenia

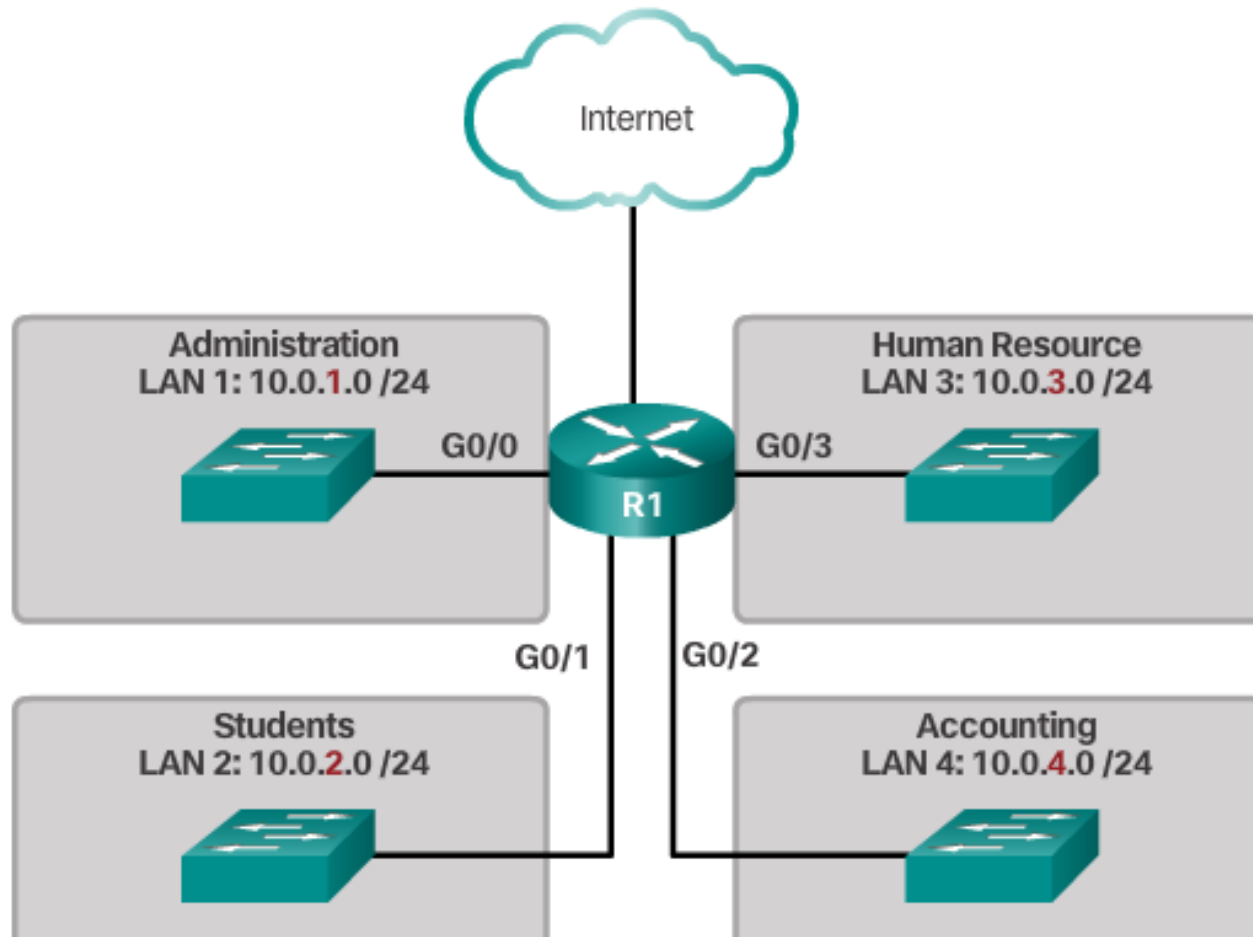
- Sieťoví administrátori môžu zoskupiť zariadenia a služby do podsietí podľa ich umiestnenia.





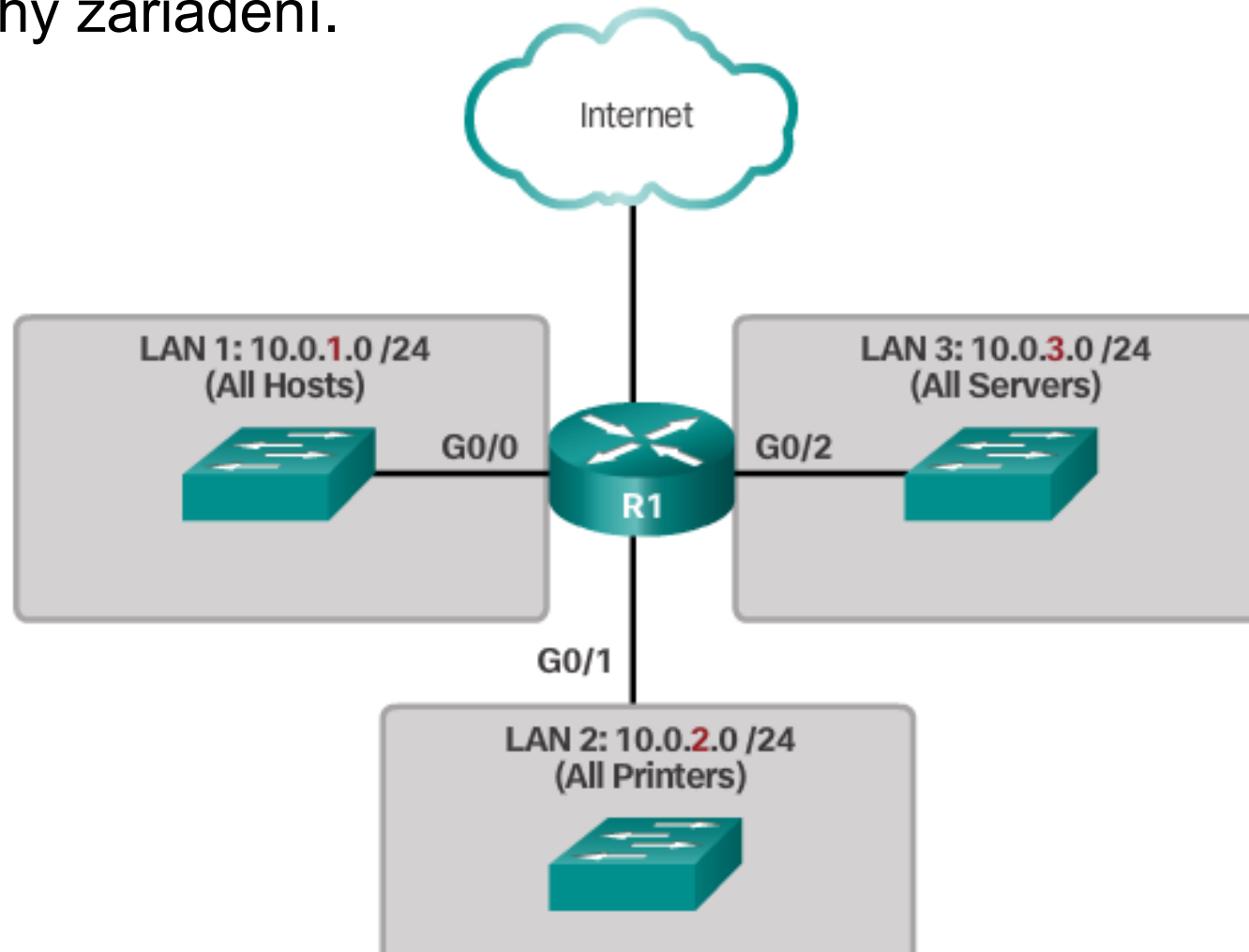
# Podsiete podľa typu organizačnej štruktúry

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



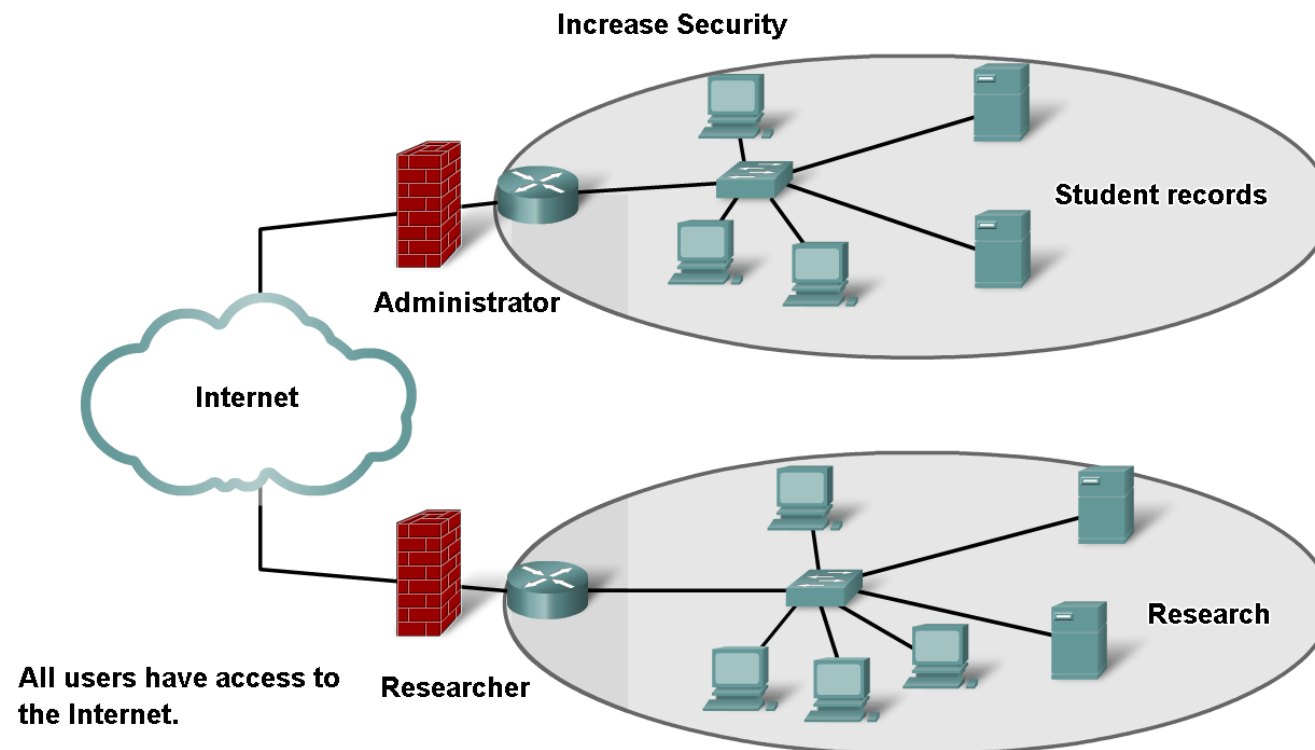
# Podsiete podľa typu zariadení

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



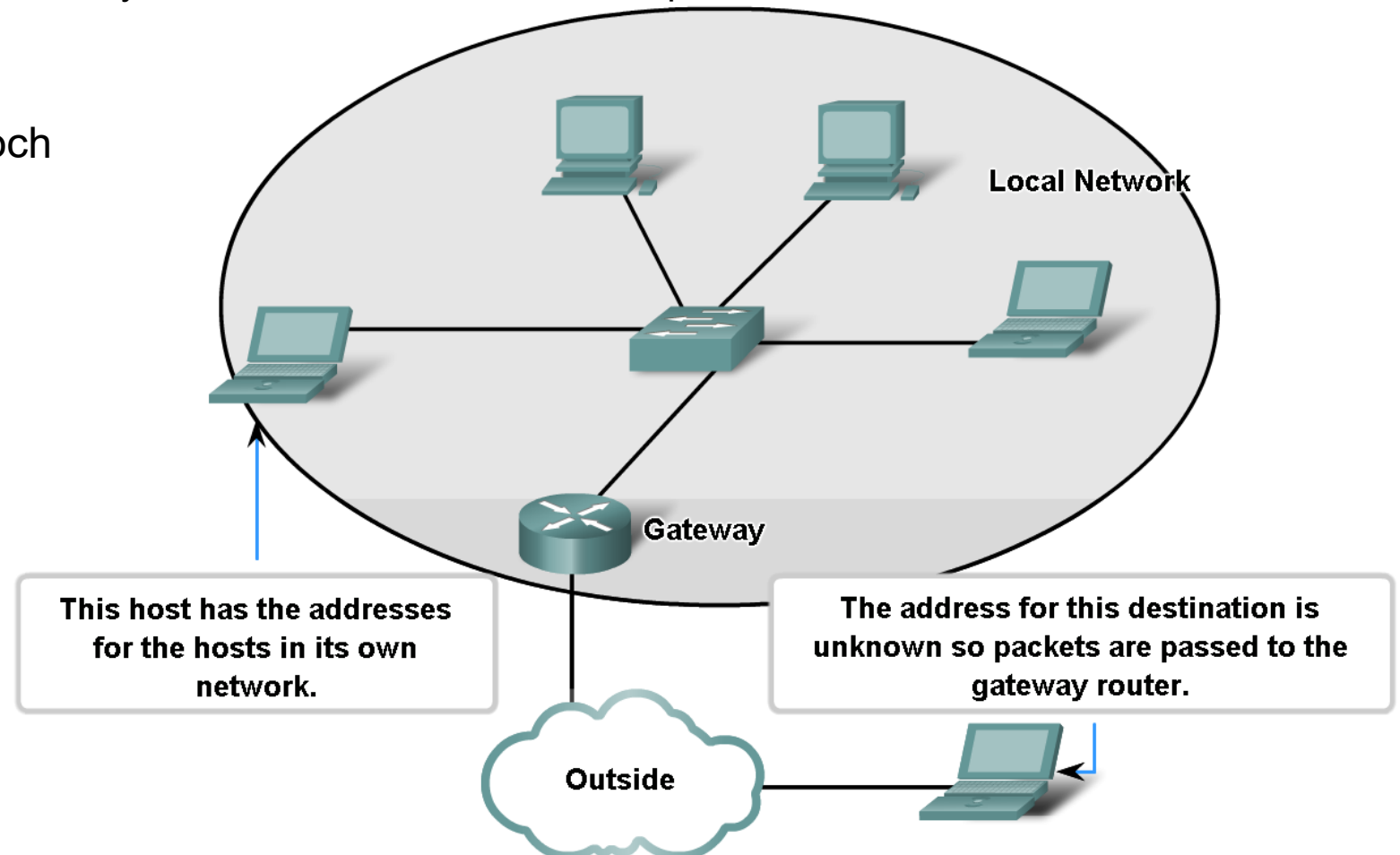
# Vytváranie podsietí pre zvýšenie bezpečnosti

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



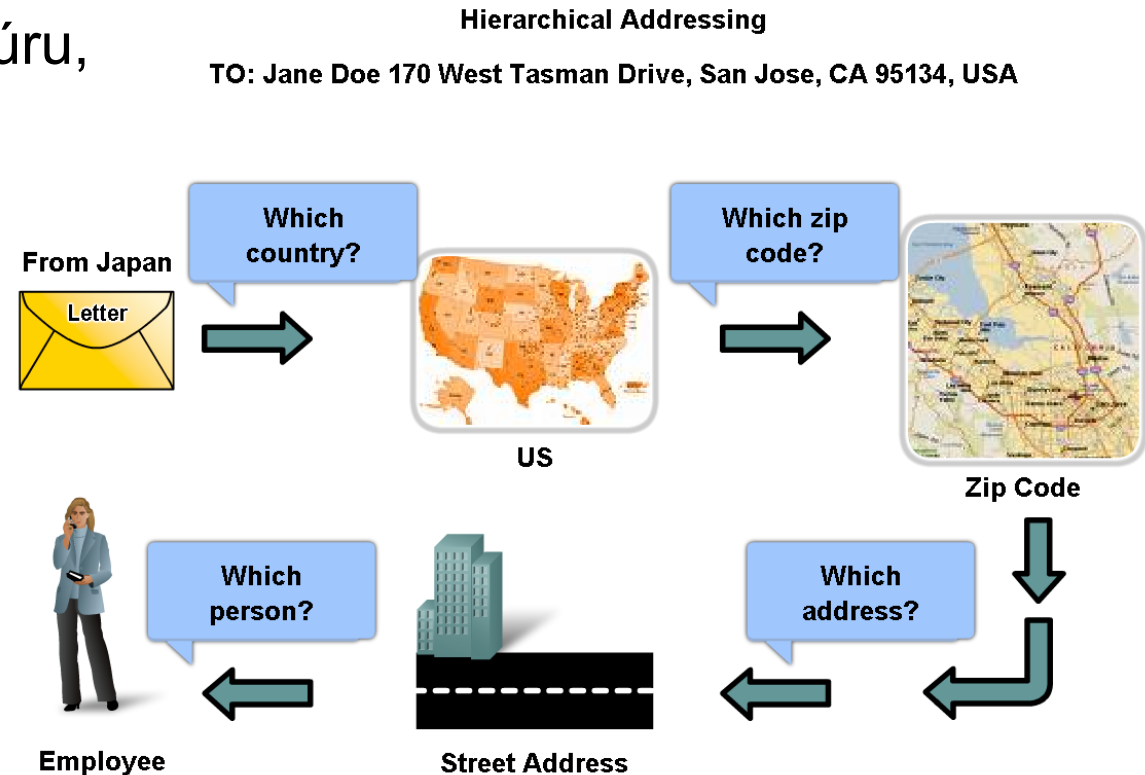
# Vytváranie podsietí pre efektívnejšie doručovanie dát

- 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 **zmenšuje 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.



# Úvod do subsiet'ovania 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 predčíslenia 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 octet (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 - 10.0.255.254</u>	<u>10.0.255.255</u>
<u>10.2.0.0/16</u>	<u>10.2.0.1 - 10.2.255.254</u>	<u>10.2.255.255</u>
<u>10.3.0.0/16</u>	<u>10.3.0.1 - 10.3.255.254</u>	<u>10.3.255.255</u>
<u>10.4.0.0/16</u>	<u>10.4.0.1 - 10.4.255.254</u>	<u>10.4.255.255</u>
<u>10.5.0.0/16</u>	<u>10.5.0.1 - 10.5.255.254</u>	<u>10.5.255.255</u>
<u>10.6.0.0/16</u>	<u>10.6.0.1 - 10.6.255.254</u>	<u>10.6.255.255</u>
<u>10.7.0.0/16</u>	<u>10.7.0.1 - 10.7.255.254</u>	<u>10.7.255.255</u>
...	...	...
<u>10.255.0.0/16</u>	<u>10.255.0.1 - 10.255.255.254</u>	<u>10.255.255.255</u>

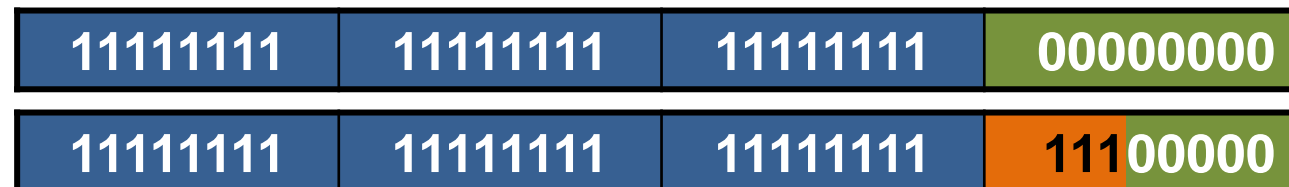
# Tvorba podsietí na hraniciach bajtov

- Subsietovanie 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>10.0.2.255</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>10.1.1.255</u>
<u>10.1.2.0/24</u>	<u>10.1.2.1</u> - <u>10.1.2.254</u>	<u>10.1.2.255</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 predčíslu, 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 predčíslie 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



# 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	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nhhhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnhhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnhhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnhhh 11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnhh 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



<b>Original</b>	192.	168.	1.	0	000	0000	1 Network
<b>Mask</b>	255.	255.	255.	0	000	0000	

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

<b>Net 0</b>	192.	168.	1.	0	000	0000	2 Subnets
<b>Net 1</b>	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.

<b>Mask</b>	255.	255.	255.	1	000	0000
-------------	------	------	------	---	-----	------

## Dotted Decimal Addresses

Požičiame si 1 bit z host časti



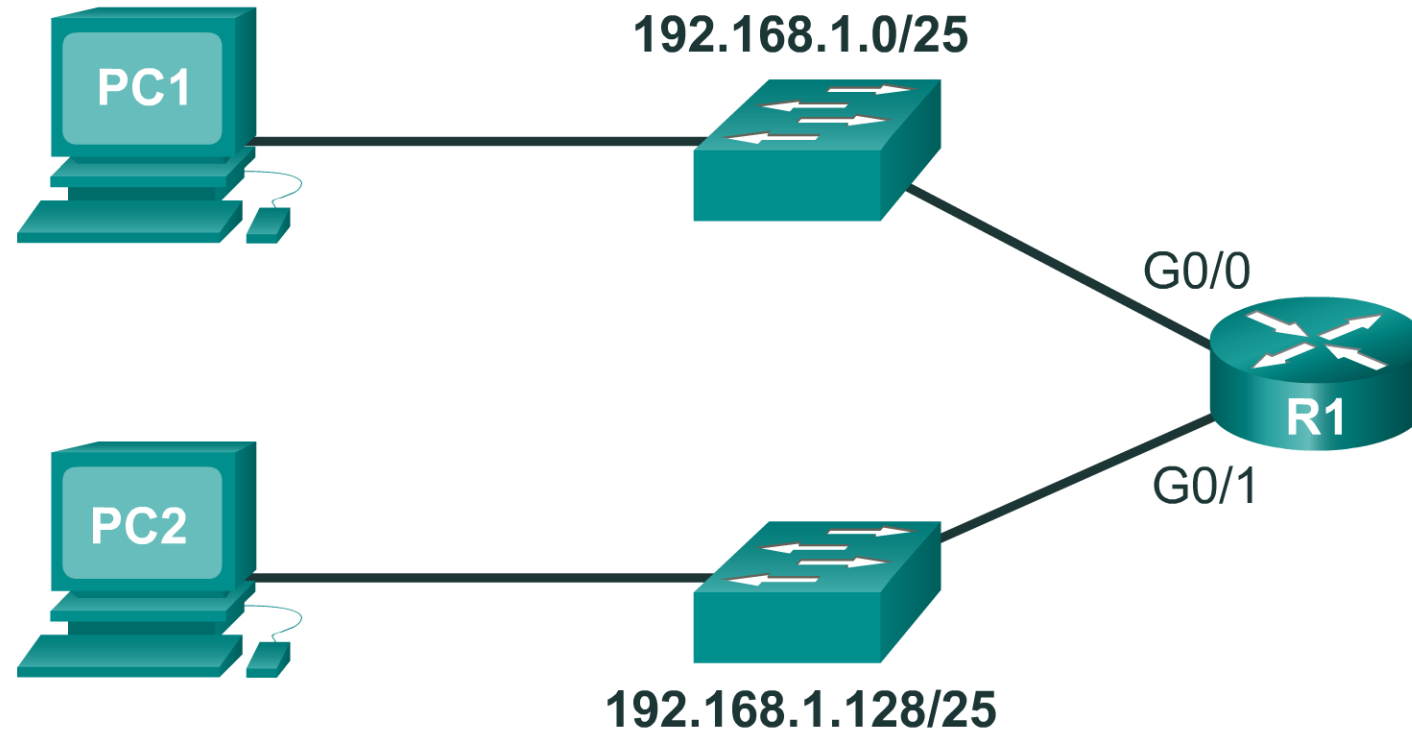
<b>Original</b>	192.	168.	1.	0	000	0000	1 Network
<b>Mask</b>	255.	255.	255.	0	000	0000	

	192.	168.	1.	<b>0/25</b>			2 Subnets
<b>Net 0</b>	192.	168.	1.	0	000	0000	
	192.	168.	1.	<b>128/25</b>			2 Subnets
<b>Net 1</b>	192.	168.	1.	1	000	0000	

	255.	255.	255.	<b>128</b>		
<b>Mask</b>	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

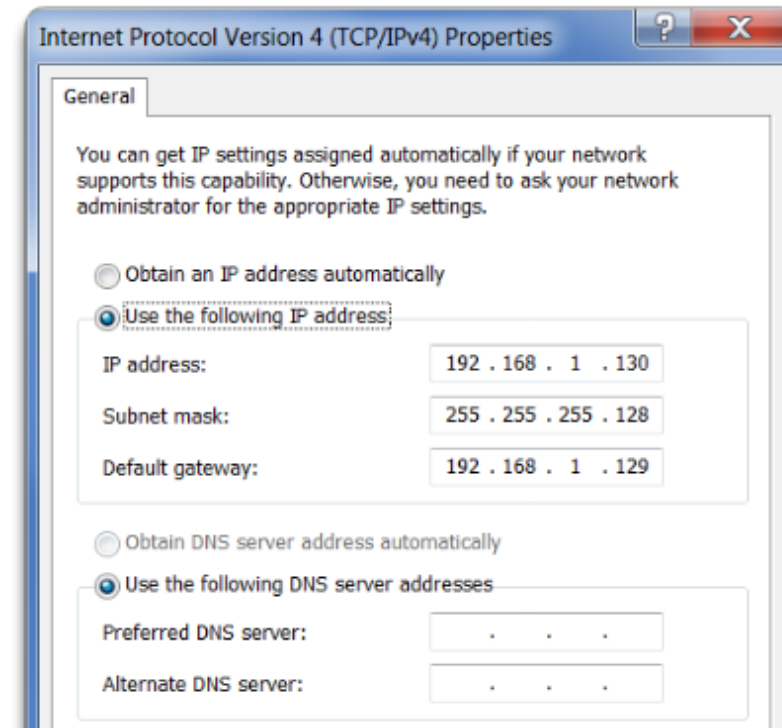
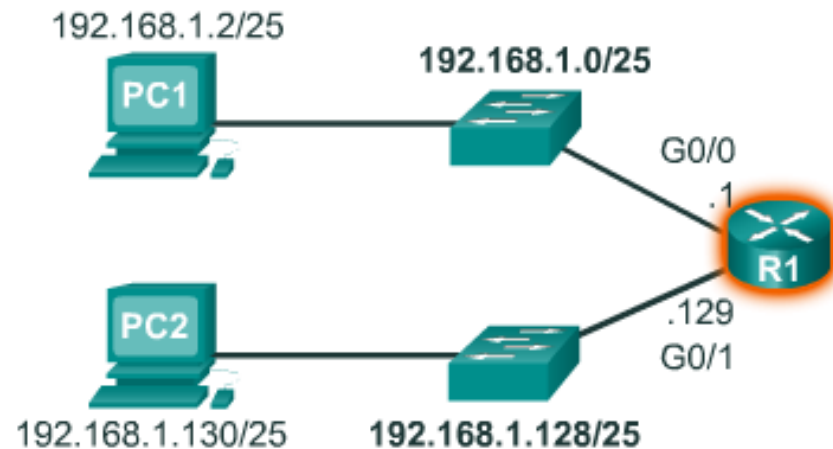
- Príklad pridelenia IP adres pre sieťové zariadenia:
  - Prvá použiteľná IP adresa – pre rozhranie smerovača
  - Druhá použiteľná IP adresa – pre PC



# Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 2 podsiete

## Assign a Valid Host IP Address

### Configure R1 Gigabit Interfaces



```
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
```

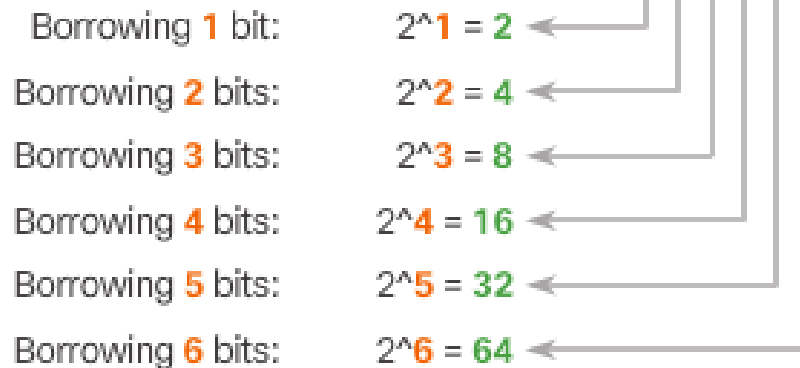
# Výpočet počtu subsietí

$$2^n$$

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

192 . 168 . 1 . 0

nnnnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh



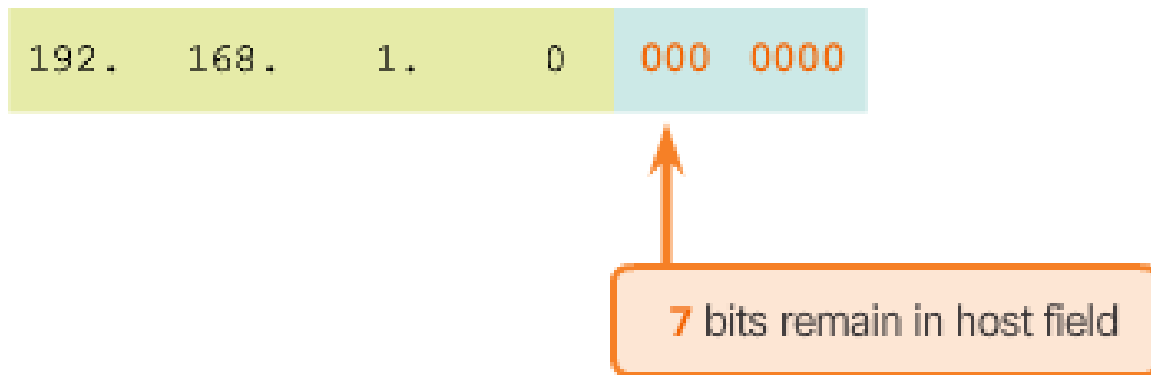
Príklad: ak  $n=1$ , t.j.  
beriem iba 1 bit na  
subsieťovanie, tak  
viem adresovať iba  
 $2^n=2^1=2$  subsiete

# Výpočet počtu použiteľných IP v danej subsieti

$$2^m - 2$$

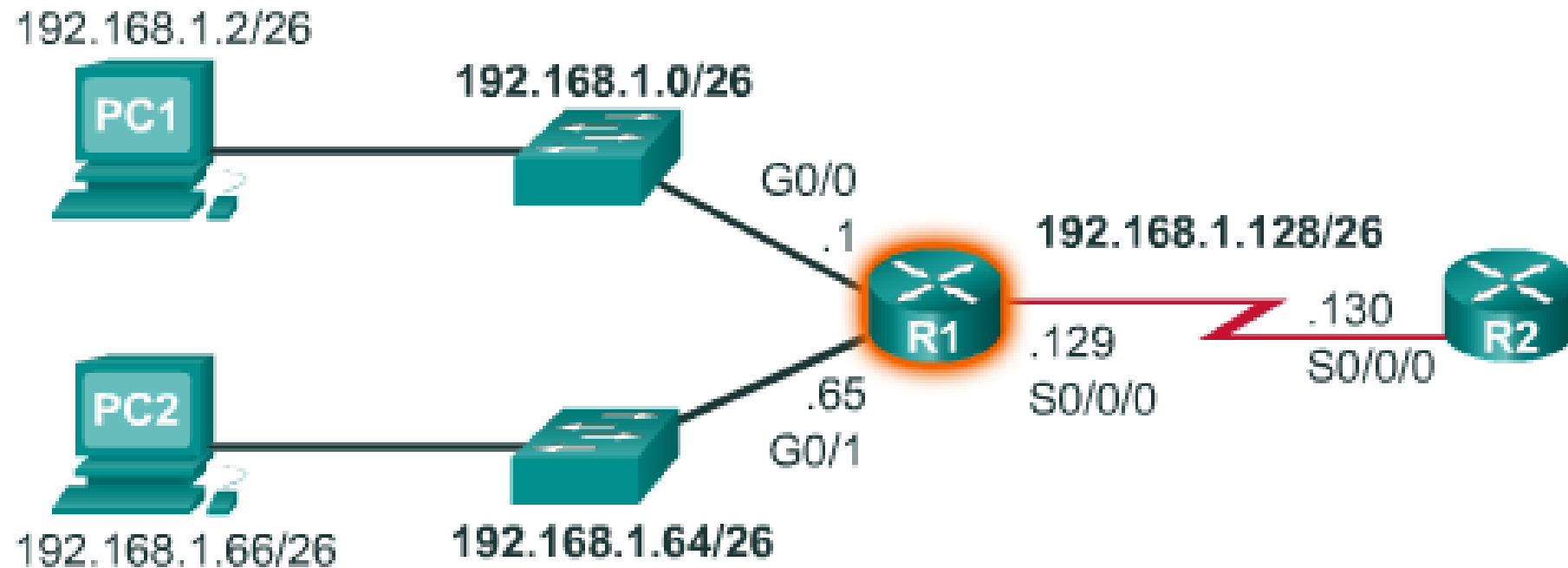
kde  $m$  = počet zvyšných bitov v host part po subsietovaní pre adresovanie hostov

**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:

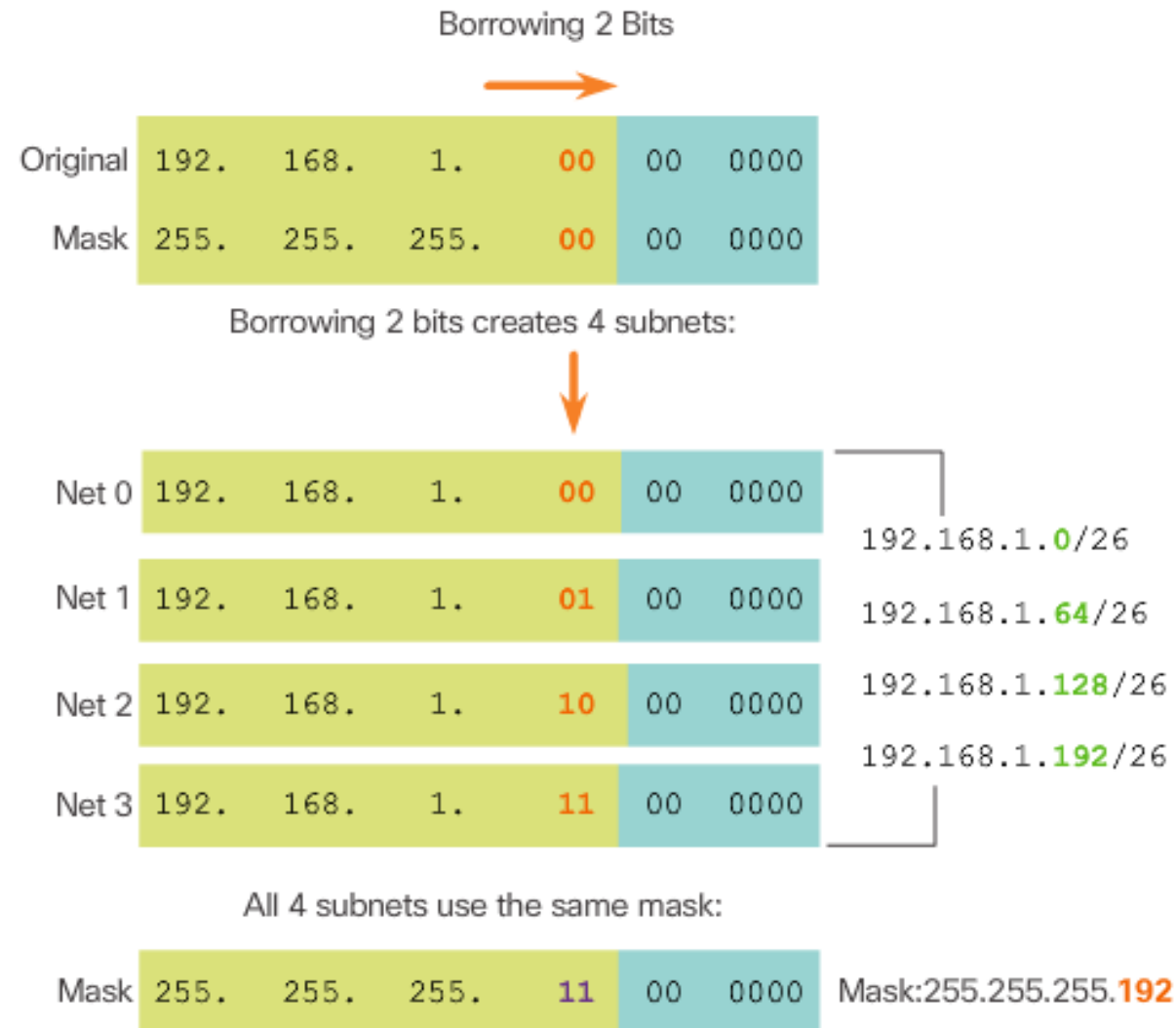


$2^7 = 128$  hosts per subnet  
 $2^7 - 2 = 126$  valid hosts per subnet

# Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsieci



# 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

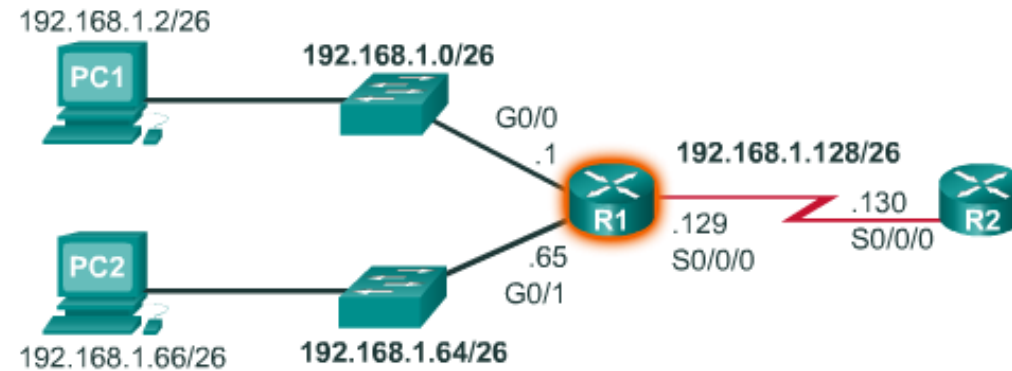
192. 168. 1. 00 11 1111 = 192.168.1.63

# Rozdelenie 192.168.1.0/24 na 4 podsiete

Siet' 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
Siet' 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
Siet' 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
Siet' 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?





UNIVERSITY OF ŽILINA  
Faculty of Management Science  
and Informatics



# Ďakujem za pozornosť

## Priestor pre Vaše otázky

Obsahom boli časti časti 11.0 až 11.5 z kapitoly 11 (polovica),  
a kapitola 5 na Netacad.

Vedomosti si možno overiť v kvíze 5.3. Kvíz z kapitoly 11 ešte nerobiť.

Vyjadrite anonymnú spätnú väzbu na [prednášku](#)  
(ak ste sa zúčastnili), a [cvičenie](#) tohto týždňa.



Networking  
Academy