



Fakulta elektrotechniky
a informatiky

Počítačové siete

IP adresácia, podsieťovanie

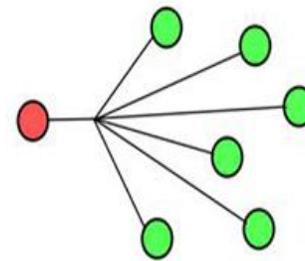
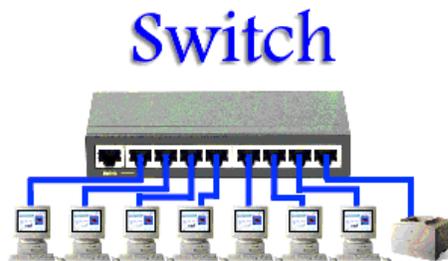
Miroslav Michalko

Katedra počítačov a informatiky

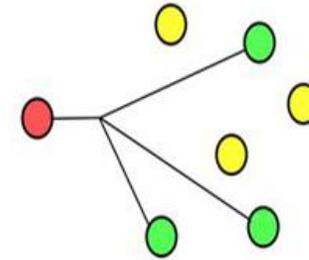
23.2.2026

Typy komunikácie

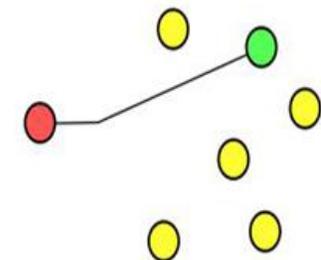
- Unicast
- Broadcast
- Multicast



(a) Broadcast

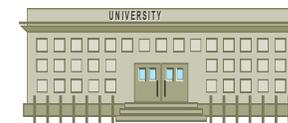
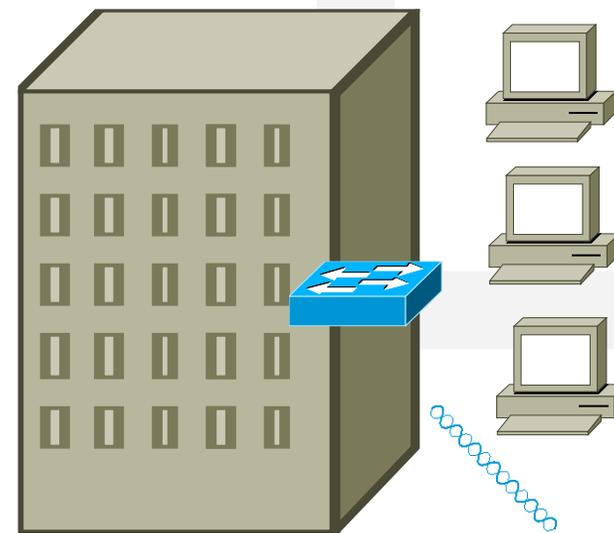


(b) Multicast

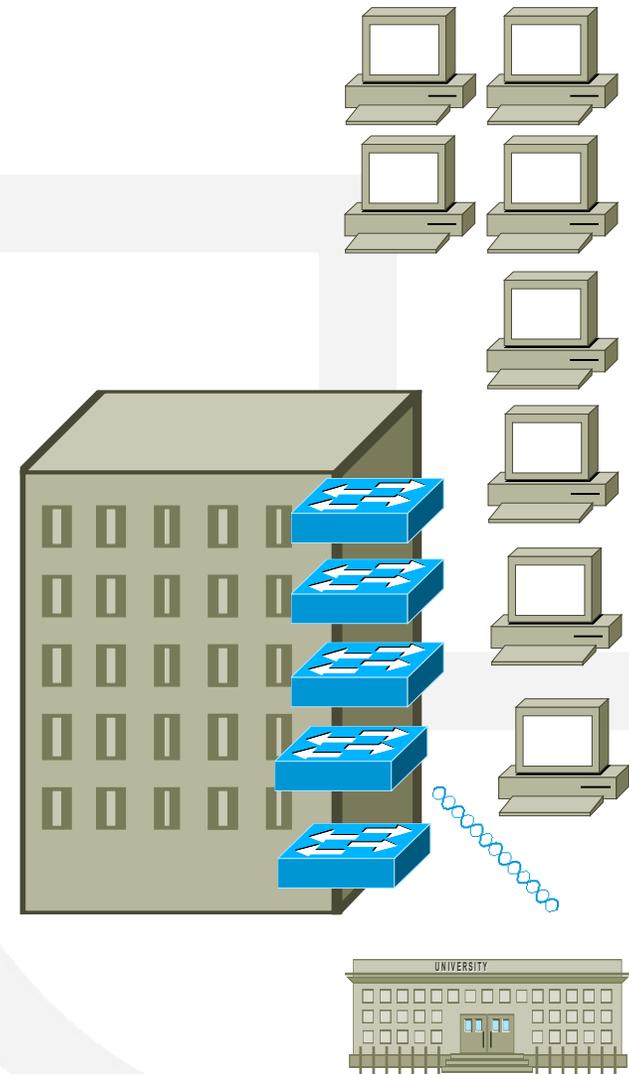


(c) Unicast

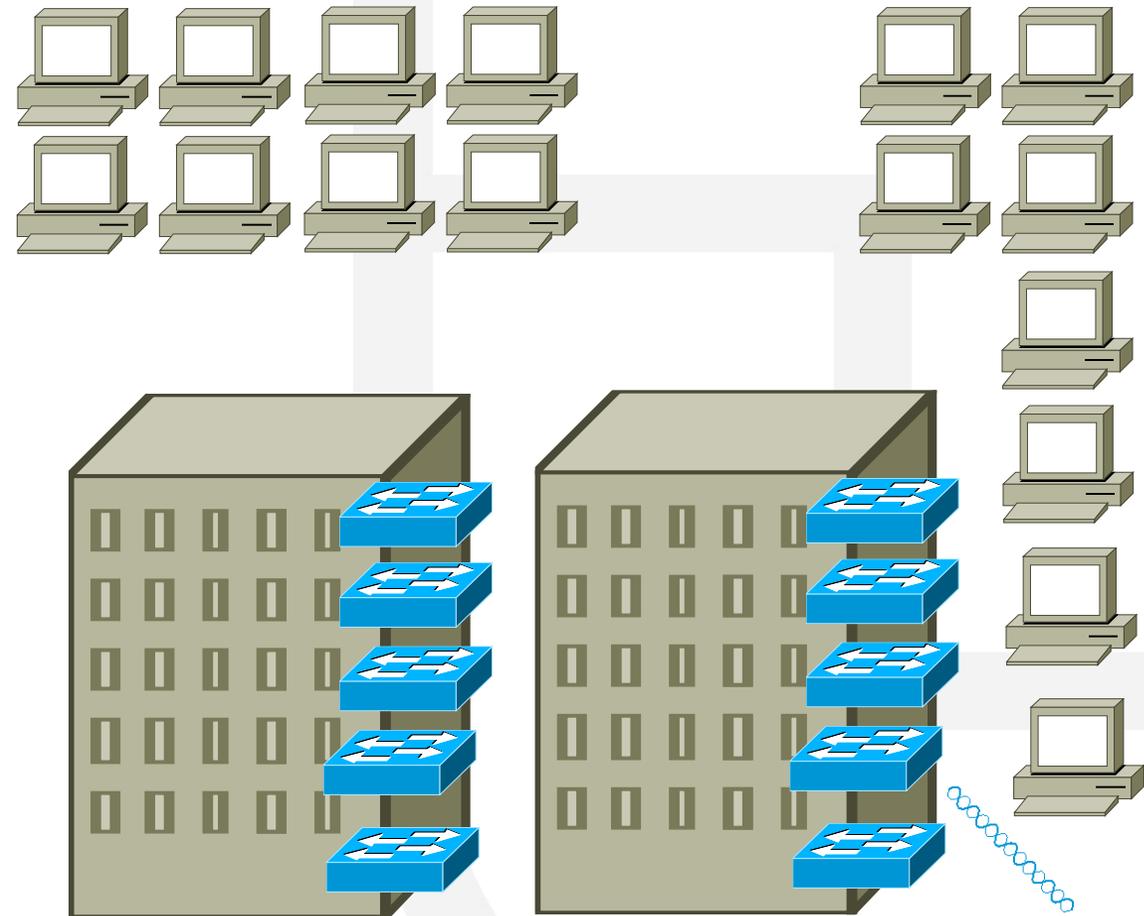
Príbeh L2 sveta



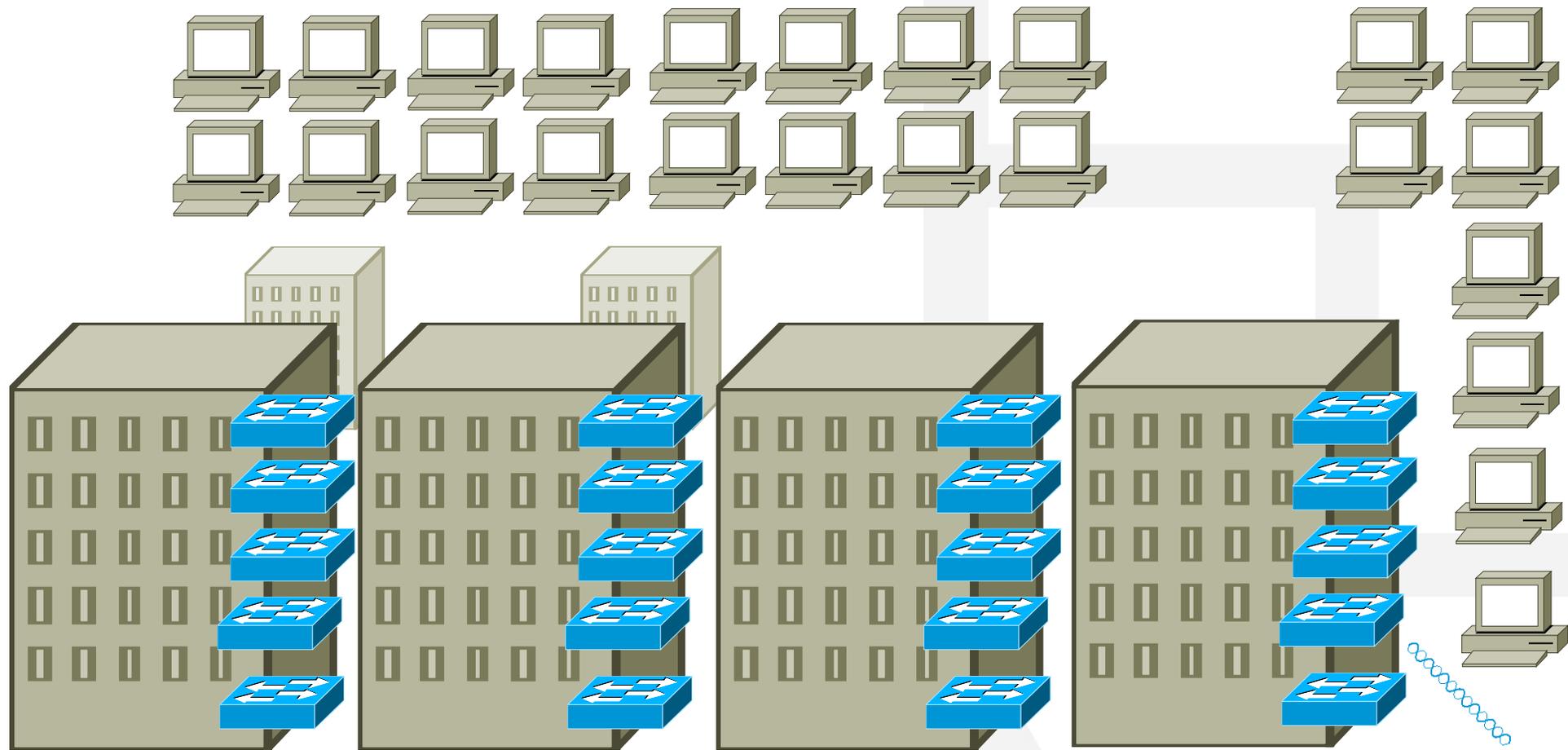
Príbeh L2 sveta



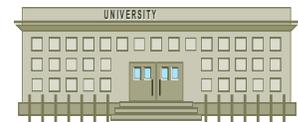
Príbeh L2 sveta



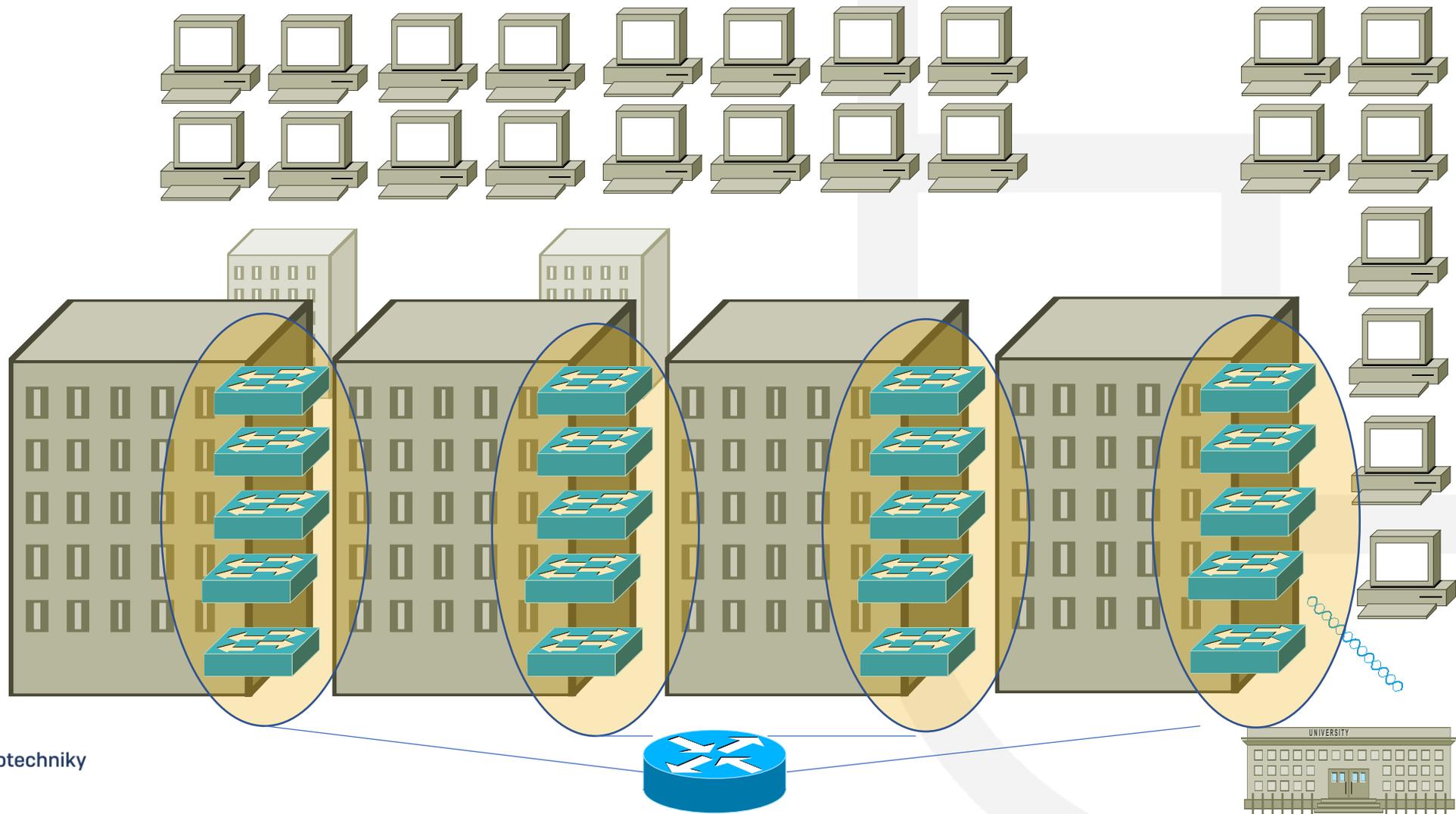
Príbeh L2 sveta



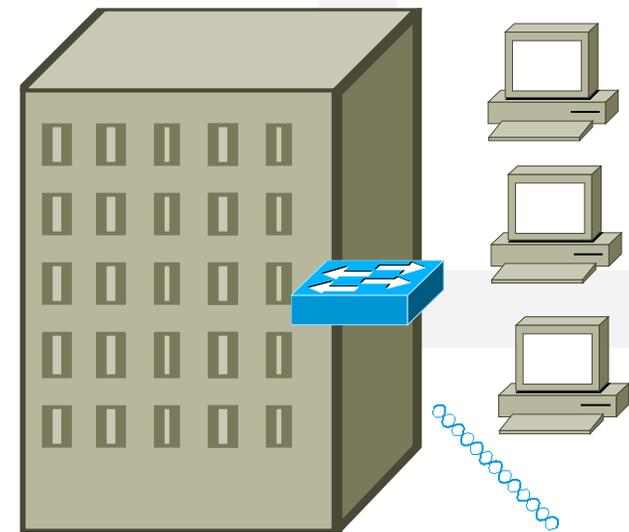
BROADCAST = PROBLÉM



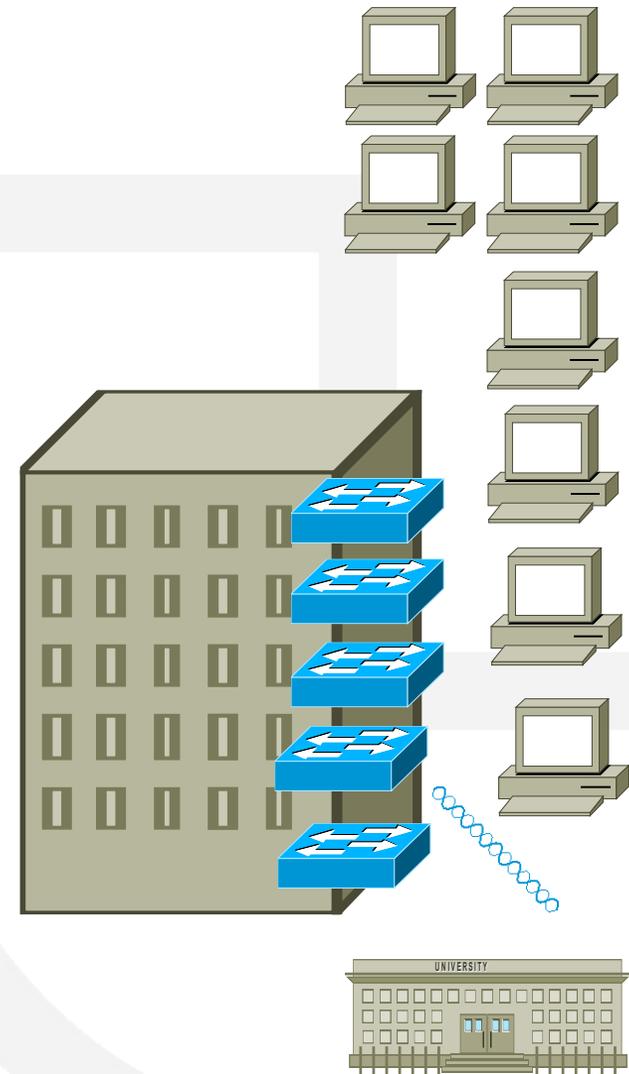
Príbeh L2 sveta



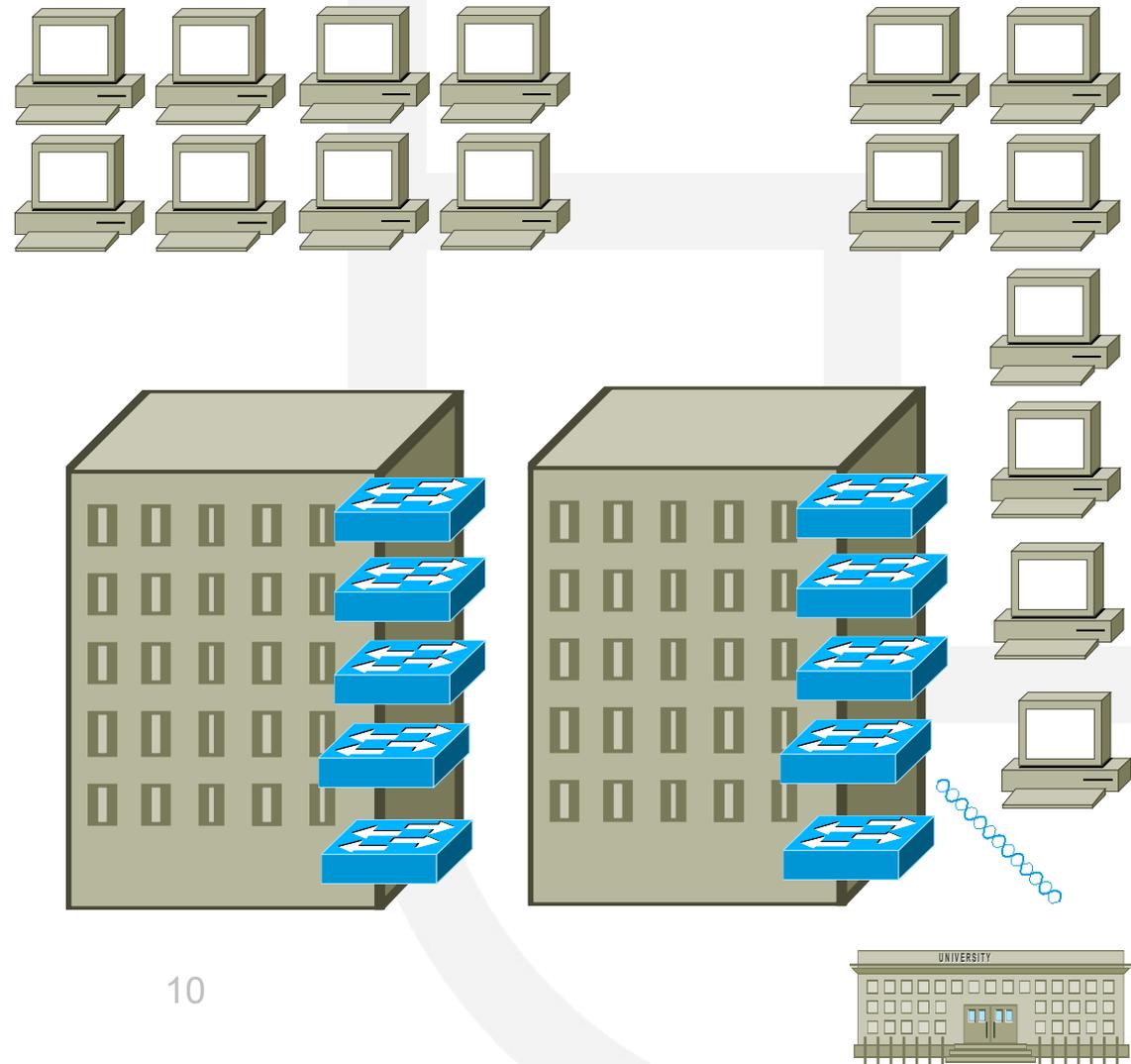
Príbeh L2 sveta



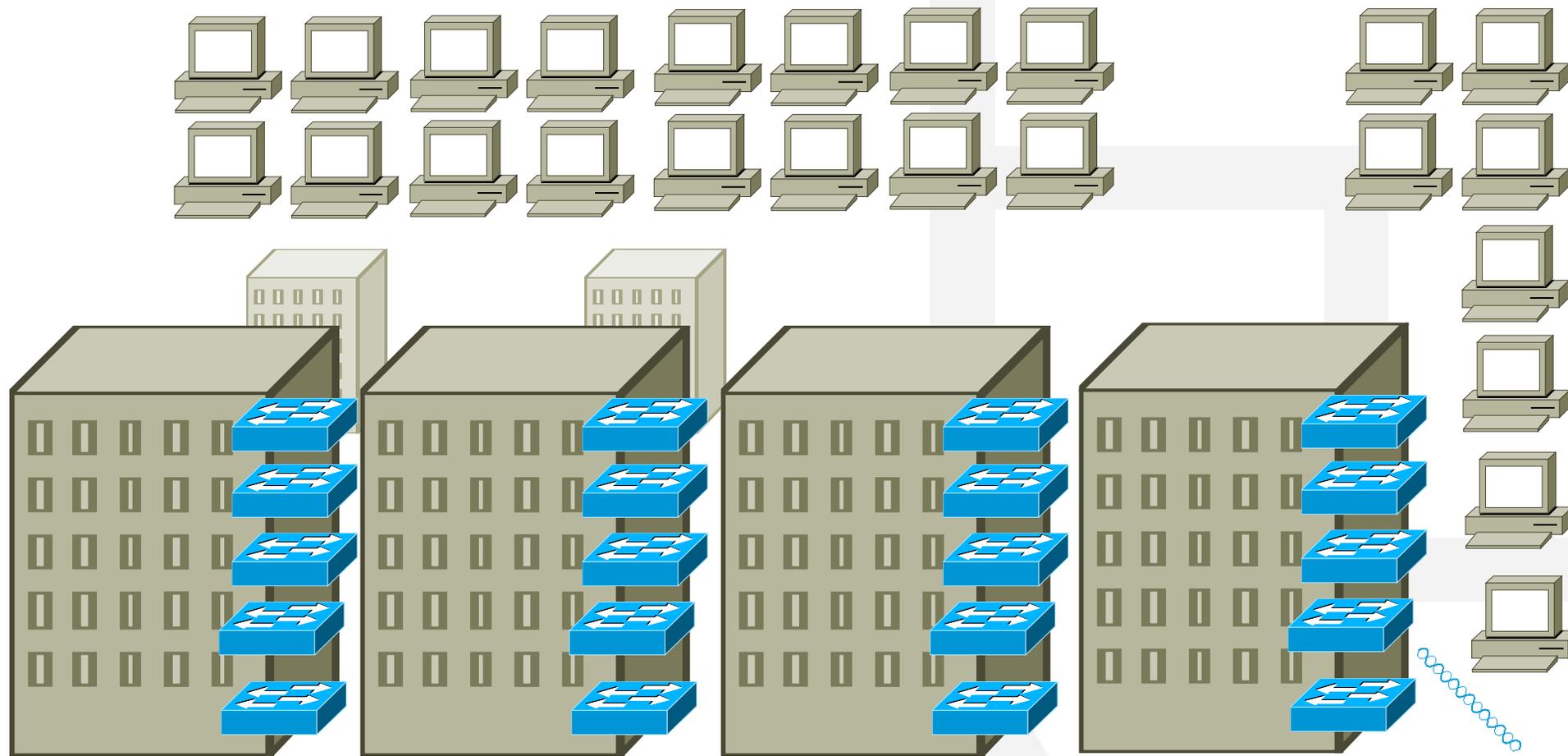
Príbeh L2 sveta



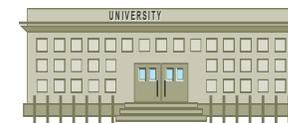
Príbeh L2 sveta



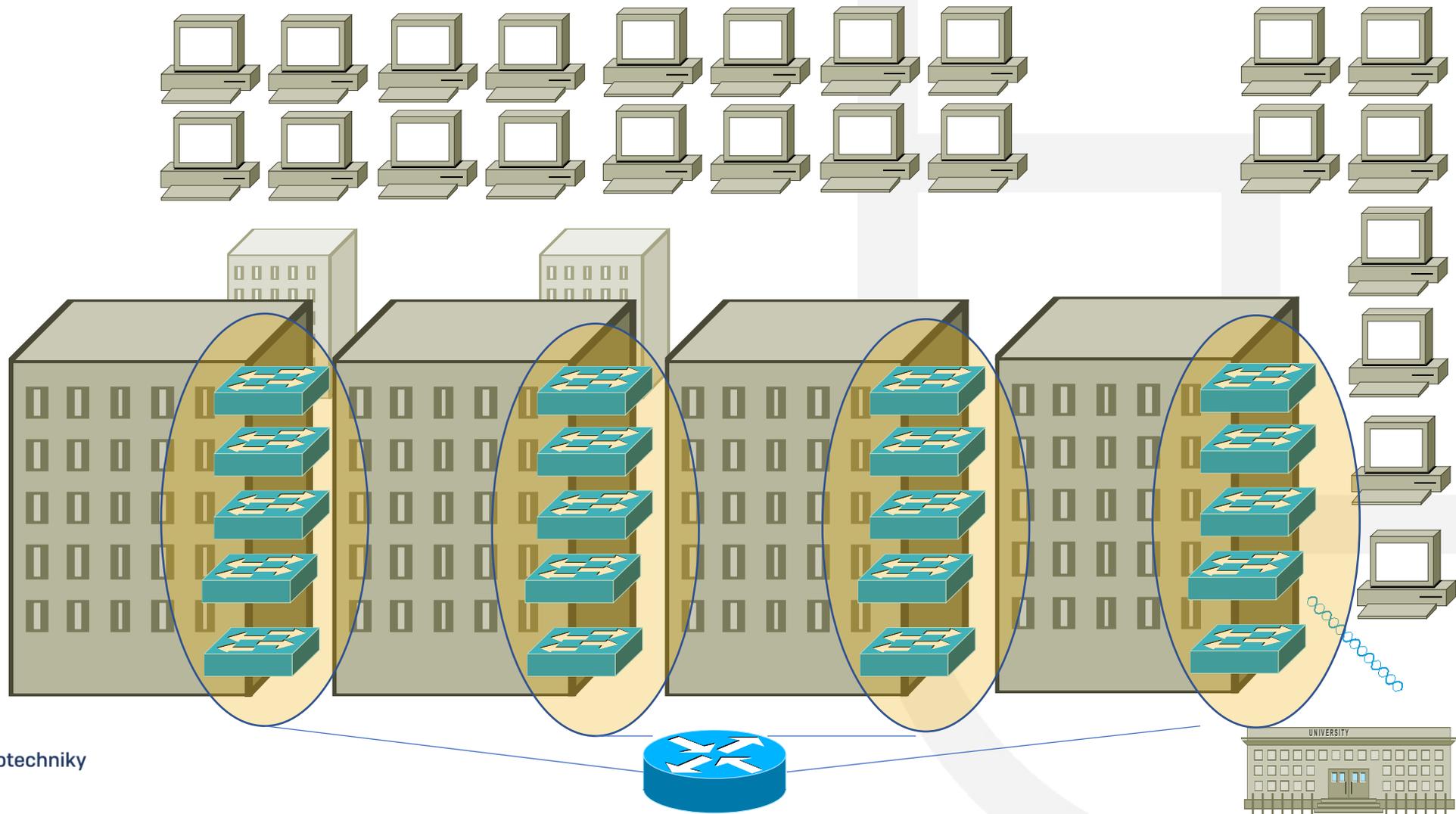
Príbeh L2 sveta



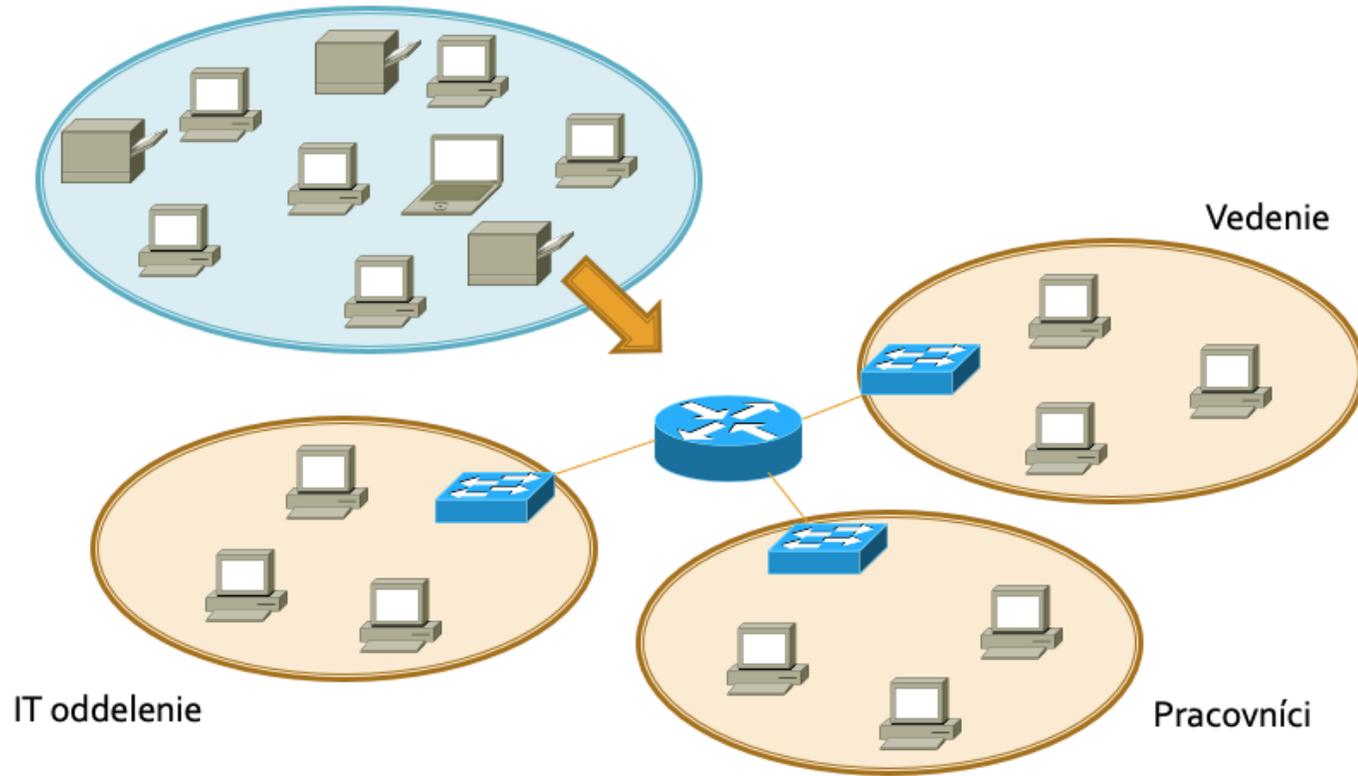
BROADCAST = ¹¹PROBLÉM



Príbeh L2 sveta



Delenie na menšie podsiete

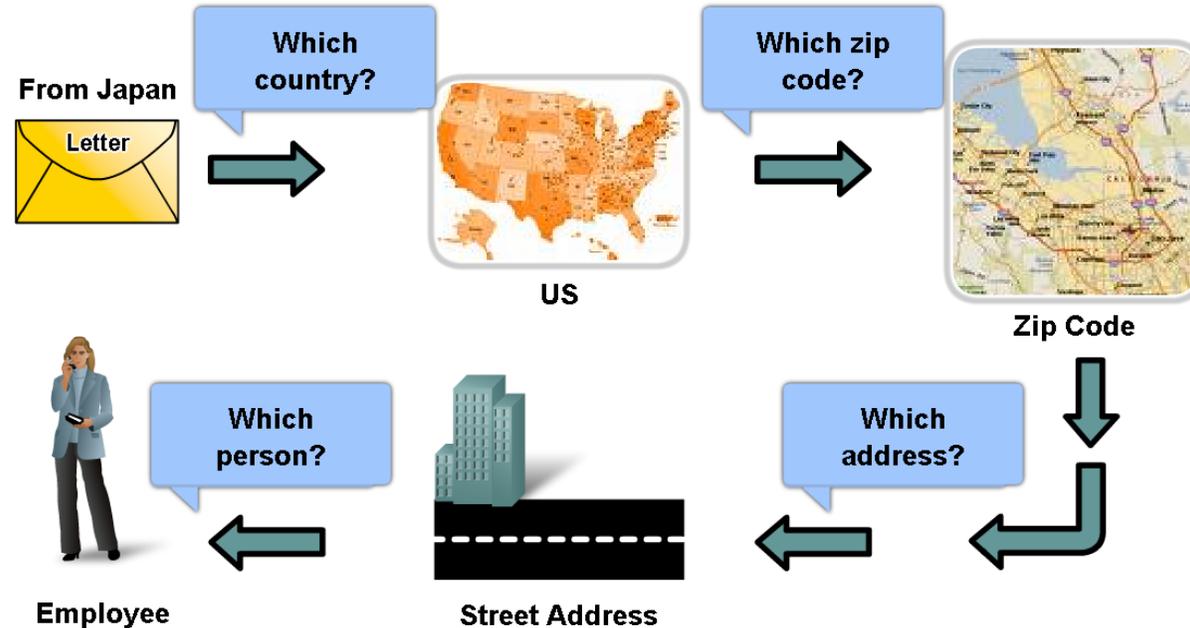


IPv4 adresácia

Hierarchický dizajn

Hierarchical Addressing

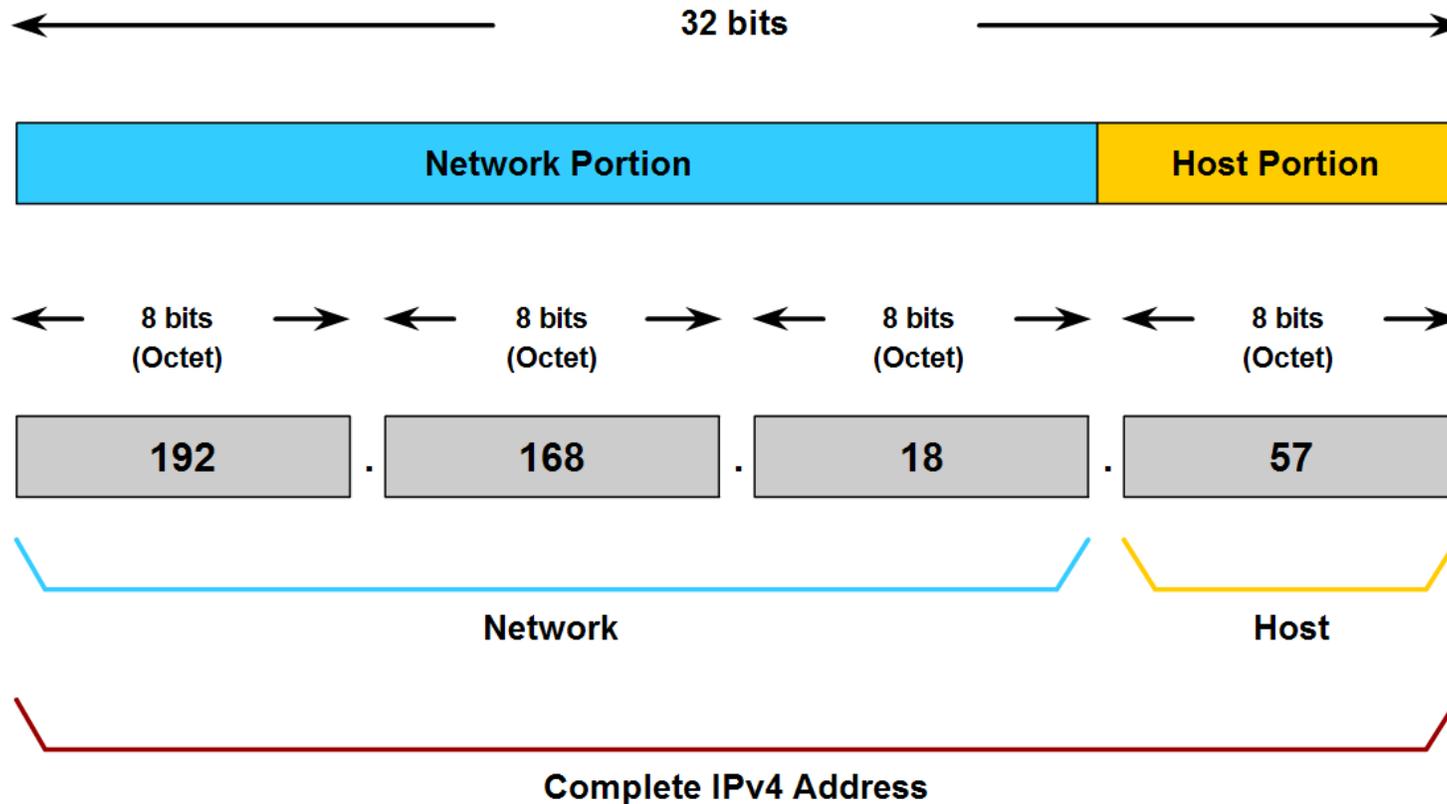
TO: Jane Doe 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134, USA



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

IPv4 adresácia

Hierarchical IPv4 Address



Triedy IP

IP Address Classes

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)		

** All zeros (0) and all ones (1) are invalid hosts addresses.

Trieda C

IP: **192.168.10.0**

SM: 255.255.255.0

IP: 11000000.10101000.00001010.00000000

SM: 11111111.11111111.11111111.00000000

SIETĽOVÁ ČASŤ
(NETWORK PORTION)

KLIENSKÁ ČASŤ
(HOST PORTION)

Počet kombinácií v klientskej časti: $2^n = 2^8 = 256$

Trieda B

IP: **147.232.0.0**

SM: 255.255.0.0

IP: 10010011.11101000.00000000.00000000

SM: 11111111.11111111.00000000.00000000

SIEŤOVÁ ČASŤ
(NETWORK PORTION)

KLIENSKÁ ČASŤ
(HOST PORTION)

Počet kombinácií v klientskej časti: $2^n = 2^{16} = 65\,536$

Trieda A

IP: **15.0.0.0**

SM: 255.0.0.0

IP: 00001111.00000000.00000000.00000000

SM: 11111111.00000000.00000000.00000000

SIEŤOVÁ ČASŤ
(NETWORK PORTION)

KLIENTSKÁ ČASŤ
(HOST PORTION)



Počet kombinácií v klientskej časti: $2^n = 2^{24} = 16\,777\,216$

IP siete & Broadcast

IP: **192.168.10.0**
SM: 255.255.255.0

IP: 11000000.10101000.00001010.00000000
IP: 11000000.10101000.00001010.00000001
IP: 11000000.10101000.00001010.00000010

....

IP: 11000000.10101000.00001010.11111101
IP: 11000000.10101000.00001010.11111110
IP: 11000000.10101000.00001010.11111111

> IP siete

Použitelné
IP
 $2^n - 2$

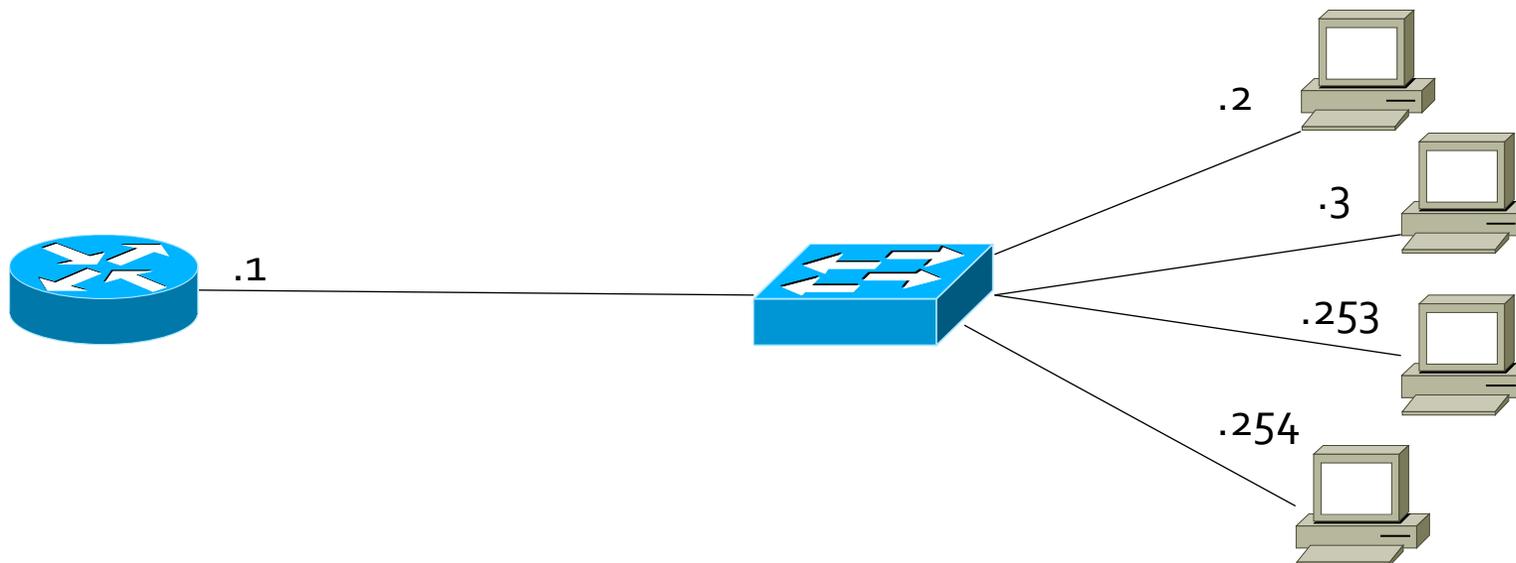
> Broadcast

Subnetting

IP: 192.168.10.0

SM: 255.255.255.0

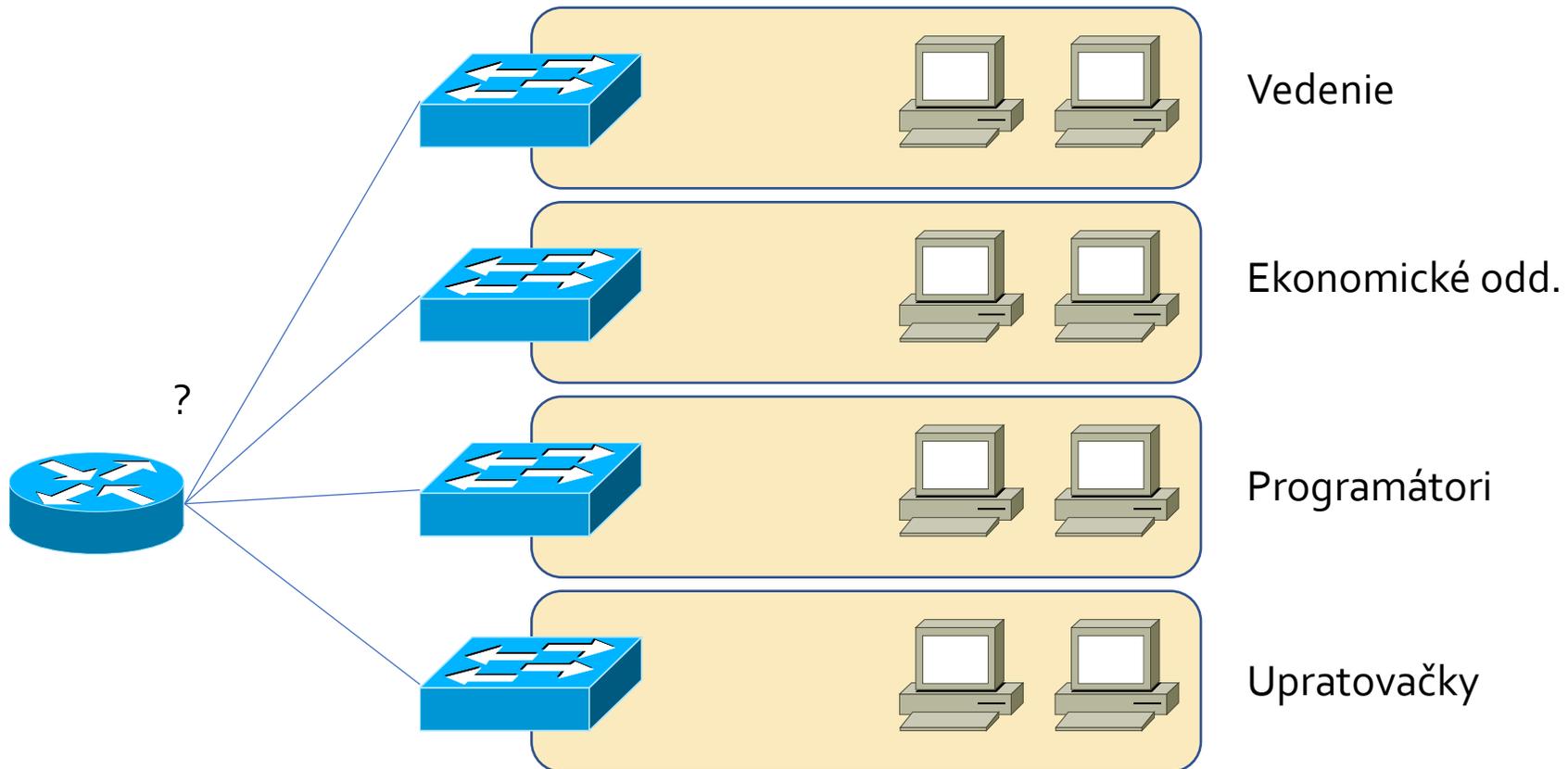
Úloha: rozdeliť existujúcu sieť na 4 menšie podsiete



Subnetting

IP: 192.168.10.0

SM: 255.255.255.0



Subnetting

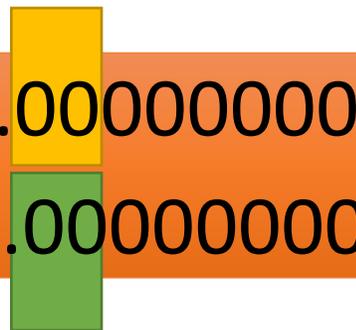
IP: 192.168.10.0

SM: 255.255.255.0

Úloha: rozdeliť existujúcu sieť na **4** menšie podsiete

IP: 11000000.10101000.00001010.00000000

SM: 11111111.11111111.11111111.00000000



HOST PORTION

Subnetting

IP: 192.168.10.0

SM: 255.255.255.0

Úloha: rozdeliť existujúcu sieť na 4 menšie podsiete

NETWORK PORTION

HOST PORTION

$2^n - 2 = 2^6 - 2 = 62$ PC

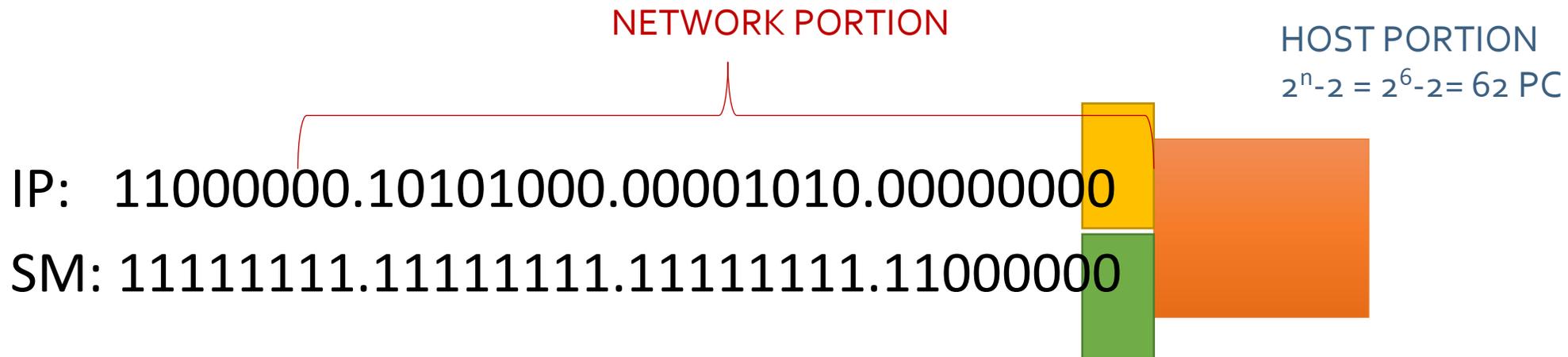
IP: 11000000.10101000.00001010.00000000

SM: 11111111.11111111.11111111.11000000

Nová SM: 255.255:255.192

Subnetting

- 00: 11000000.10101000.00001010.00000000 - 1.podsieť
- 01 : 11000000.10101000.00001010.01000000 - 2.podsieť
- 10 : 11000000.10101000.00001010.10000000 - 3.podsieť
- 11 : 11000000.10101000.00001010.11000000 - 4.podsieť



Nová SM: 255.255:255.192

Subnetting – 1. podsiet'

IP: 11000000.10101000.00001010.**00**000000

11000000.10101000.00001010.**00**000000

11000000.10101000.00001010.**00**000001

....

11000000.10101000.00001010.**00**111110

11000000.10101000.00001010.**00**111111

IP siete

Použiteľné
IP

Broadcast

IP siete: 192.168.10.0 / SM: 255.255.255.192 resp. /26

Rozsah **použiteľných IP:** 192.168.10.1 – 192.168.10.62

Broadcast IP: 192.168.10.63

Subnetting – 2. podsiet'

IP: 11000000.10101000.00001010.**01**000000

11000000.10101000.00001010.**01**000000

11000000.10101000.00001010.**01**000001

....

11000000.10101000.00001010.**01**111110

11000000.10101000.00001010.**01**111111

IP siete

Použiteľné
IP

Broadcast

IP siete: 192.168.10.64 / SM: 255.255.255.192 resp. /26

Rozsah **použiteľných IP:** 192.168.10.65 – 192.168.10.126

Broadcast IP: 192.168.10.127

Subnetting – 3. podsiet'

IP: 11000000.10101000.00001010.**10**0000000

11000000.10101000.00001010.**10**0000000

11000000.10101000.00001010.**10**0000001

....

11000000.10101000.00001010.**10**1111110

11000000.10101000.00001010.**10**1111111

IP siete

Použiteľné
IP

Broadcast

IP siete: 192.168.10.**128** / SM: 255.255.255.192 resp. /26

Rozsah **použiteľných IP:** 192.168.10.**129** – 192.168.10.**190**

Broadcast IP: 192.168.10.**191**

Subnetting – 4. podsiet'

IP: 11000000.10101000.00001010.**11**000000

11000000.10101000.00001010.**11**000000

11000000.10101000.00001010.**11**000001

....

11000000.10101000.00001010.**11**111110

11000000.10101000.00001010.**11**111111

IP siete

Použiteľné
IP

Broadcast

IP siete: 192.168.10.**192** / SM: 255.255.255.192 resp. /**26**

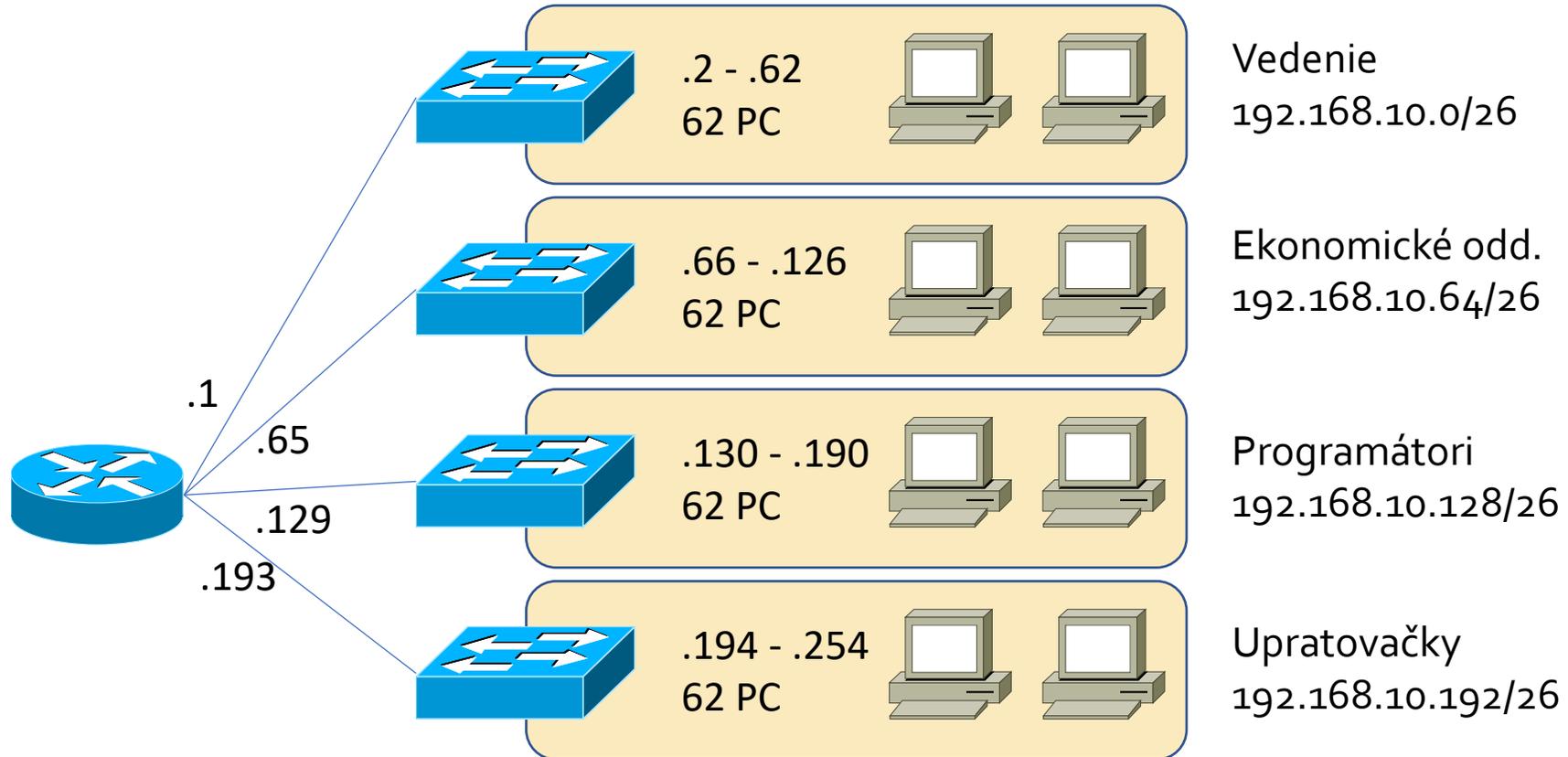
Rozsah **použiteľných IP:** 192.168.10.**193** – 192.168.10.**254**

Broadcast IP: 192.168.10.**255**

Subnetting

IP: 192.168.10.0

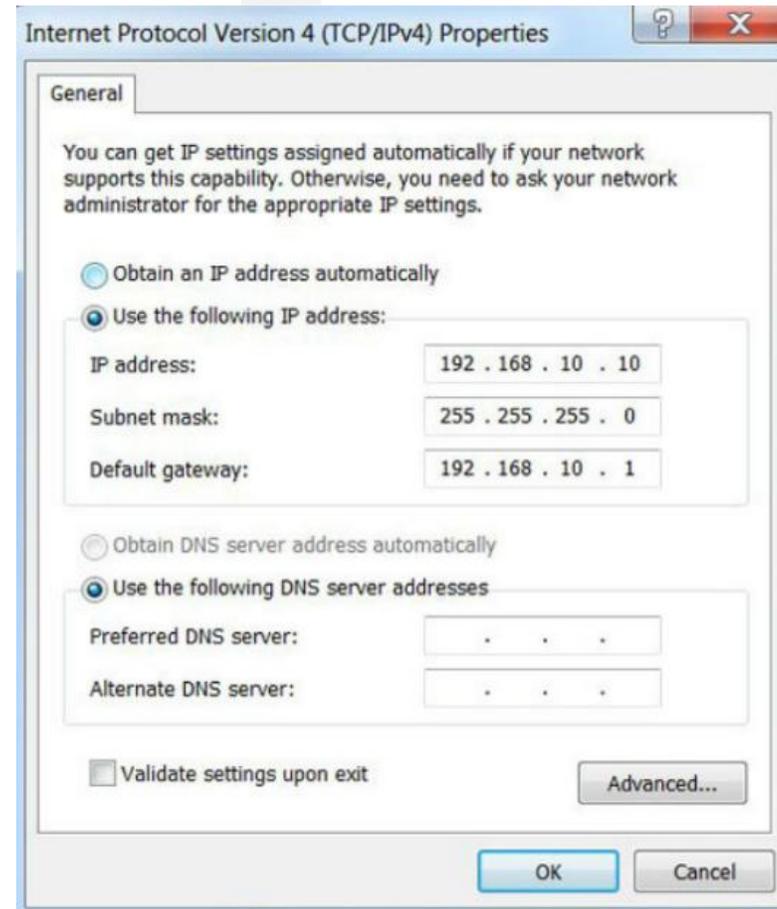
SM: 255.255.255.0



Maska podsiete

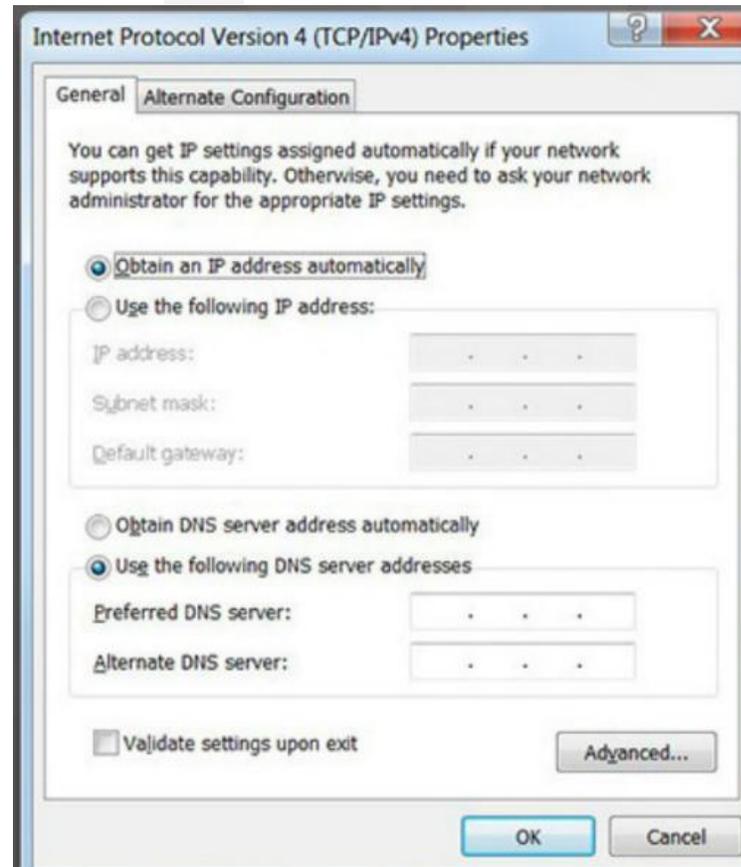
Na koncovom zariadení musia byť nakonfigurované tri IPv4 adresy:

- **Jedinečná IPv4 adresa** pre koncové zariadenie.
- **Maska podsiete** - identifikuje sieťovú / hostiteľskú časť IPv4 adresy.
- **Predvolená brána** - (angl. *default gateway*) IP adresa rozhrania lokálneho smerovača.



Pridelenie dynamických IPv4 adries koncovému zariadeniu

- Väčšina sietí na dynamické priradenie IPv4 adries používa DHCP protokol.
- DHCP server poskytuje IPv4 adresu, masku podsiete, predvolenú bránu a ďalšie informácie o konfigurácii.
- DHCP dáva „do prenájmu“ adresy zariadeniam len po určitú dobu.
- Ak je zariadenie vypnuté al. odpojené zo siete, adresa sa vráti späť pre opätovné použitie.



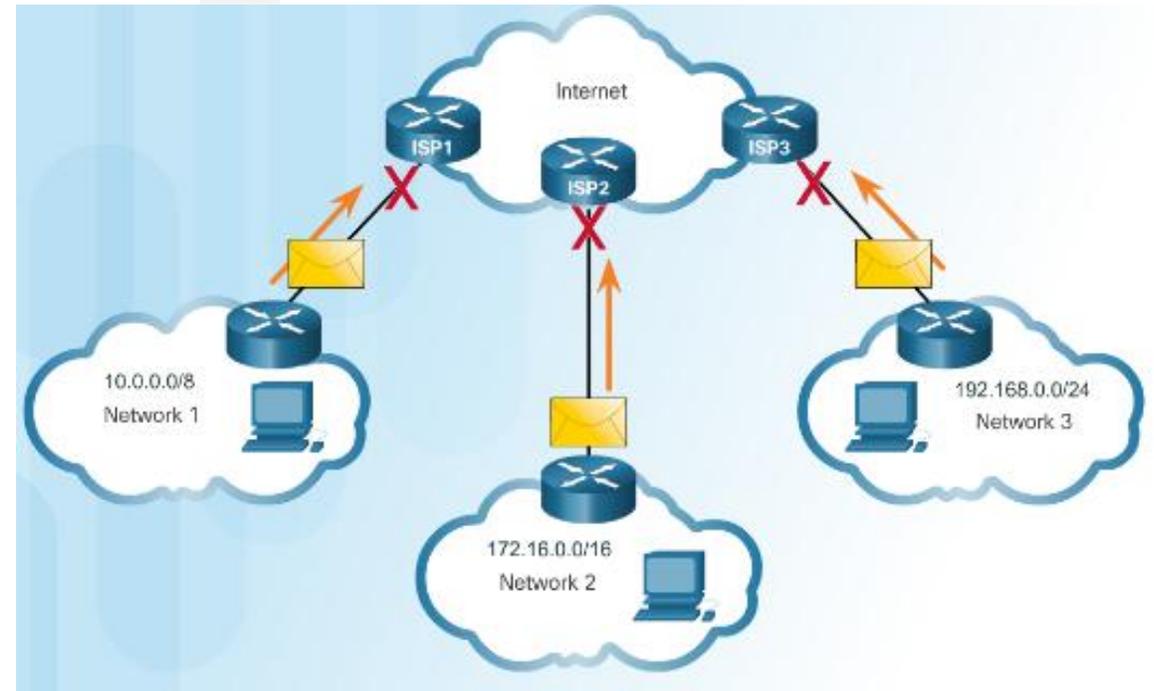
Verejné a privátne IPv4 adresy

Privátne adresy

- Nie sú smerovateľné
- Používajú sa iba vo vnútorných sieťach.
- Aby boli smerovateľné musia byť preložené na verejnú IPv4 adresu.
- Definuje RFC 1918

Skupiny súkromných adries

- **10.0.0.0/8**
resp. 10.0.0.0 až 10.255.255.255
- **172.16.0.0/12**
resp. 172.16.0.0 až 172.31.255.255
- **172.16.0.0/16**
resp. 192.168.0.0 až 192.168.255.255



Špeciálne IPv4 adresy

Loopback adresy (127.0.0.0/8)

- Používa sa na koncovom zariadení na overenie, či je funkčná konfigurácia TCP/IP protokolu.

Link-local adresy (169.254.0.0/16)

- Bežne známe ako adresy automatického privátneho adresovania (APIPA).
- Používa OS Windows na automatickú konfiguráciu, ak DHCP server nie je k dispozícii.

TEST-NET adresy (192.0.2.0/24)

- Používajú sa na výučbu.

Ping loopback rozhrania

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\NetAcad> ping 127.0.0.1

Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 127.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\NetAcad> ping 127.1.1.1

Pinging 127.1.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.1.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 127.1.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

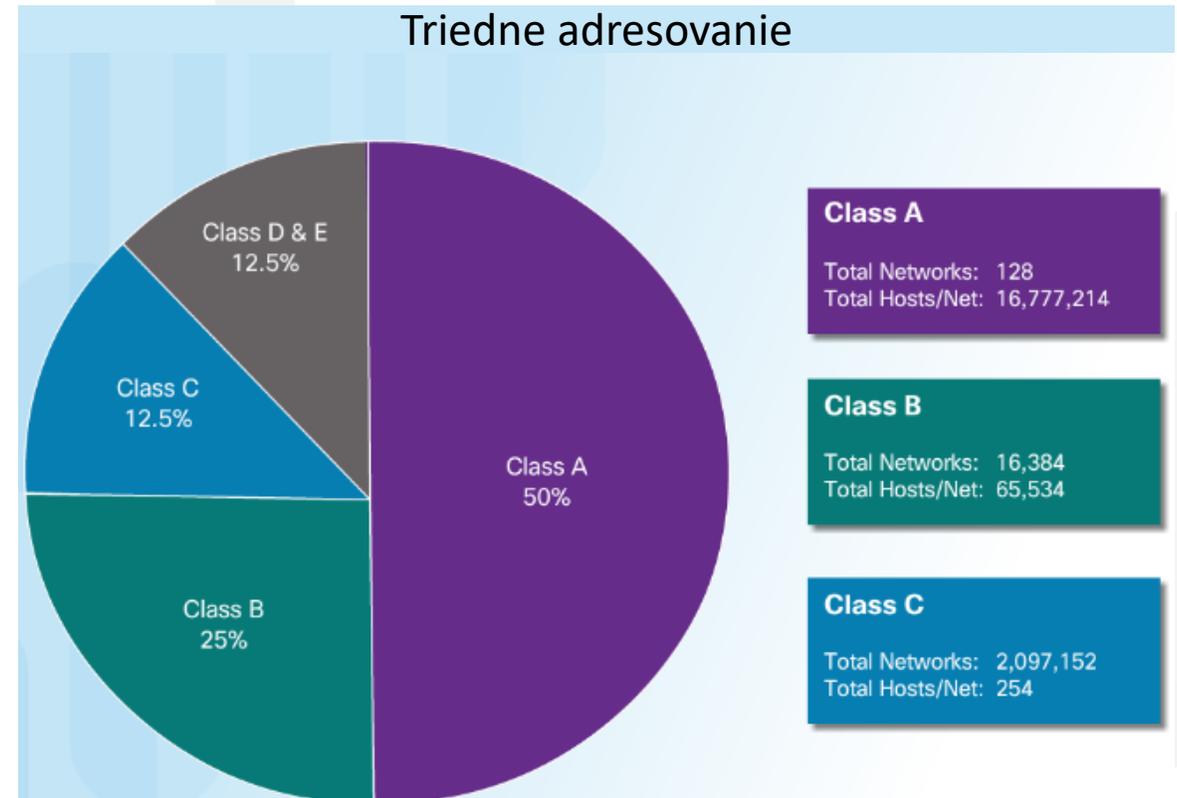
C:\Users\NetAcad>
```

Beztriedne adresovanie

Triedené adresovanie zbytočných míňalo a vyčerpávalo dostupné IPv4 adresy.

Beztriedne adresovanie zavedené v 90. rokoch predstavilo:

- CIDR, beztriedne smerovanie
- Umožnilo ISP prideľovať IPv4 adresy v ľubovoľnej hranici adresného bitu (dĺžka prefixu) - namiesto použitia A, B alebo C tried.



IPv6 adresácia

Potreba IPv6

IPv6 verzus IPv4:

- Má väčší 128-bitový adresný priestor
- 340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456 adries
- Rieši obmedzenia pomocou IPv4 protokolu
- Pridáva doplnky, napr. automatická konfigurácia adries.

Prečo je IPv6 potrebné:

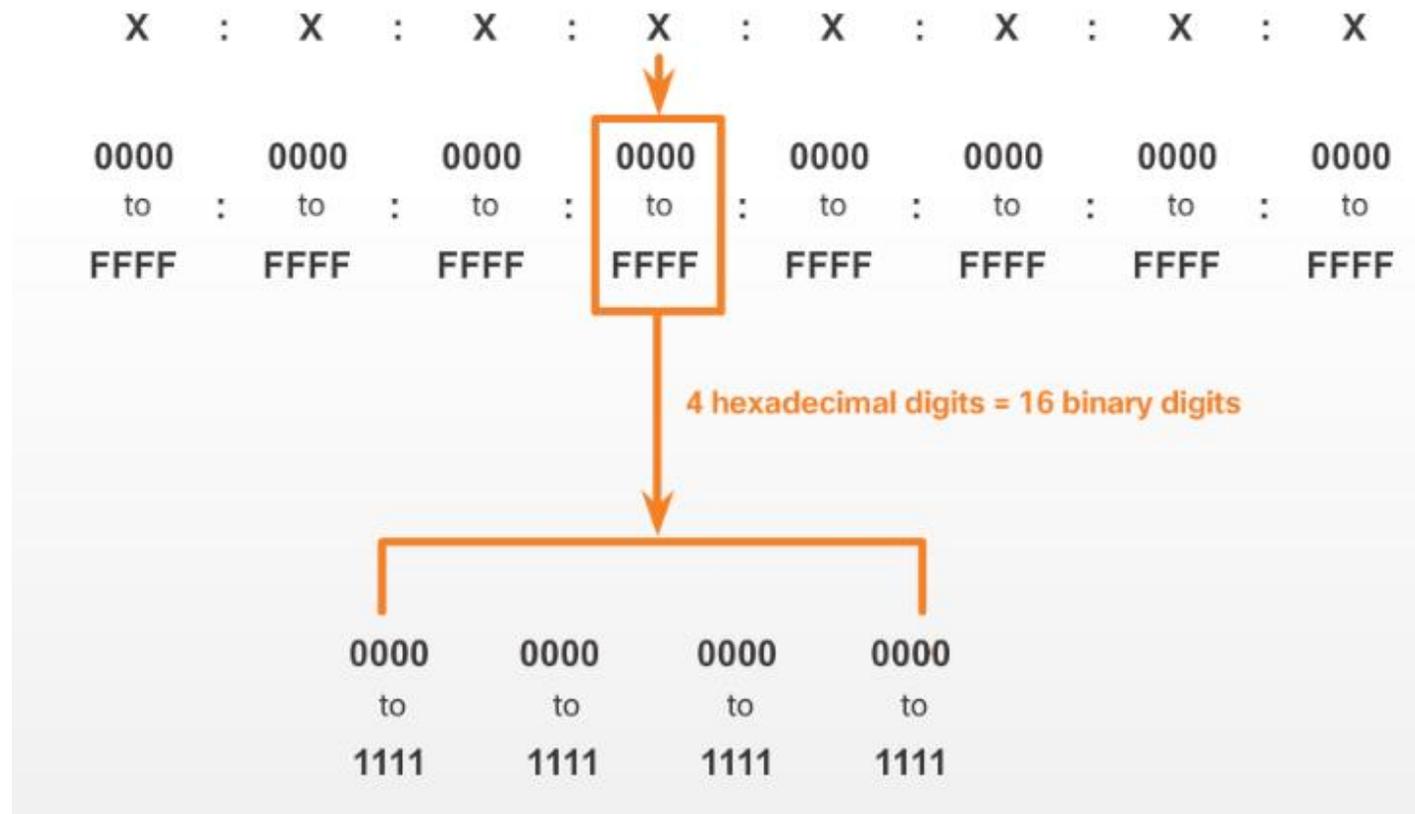
- Internetová populácia rýchlo narastá
- Vyčerpanie IPv4
- Problémy s NAT
- Internet vecí



Reprezentácia IPv6 adresy

IPv6 adresy:

- dĺžka 128 bitov
- každý 4-tý bit je reprezentovaný jedným hexadecimálnym číslom
- hextet - neoficiálny výraz odkazujúci na segment 16 bitov al. štyri hexadecimálne hodnoty.



Reprezentácia IPv6 adresies

Preferovaný formát IPv6

2001	:	0DB8	:	0000	:	1111	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
2001	:	0DB8	:	0000	:	00A3	:	ABCD	:	0000	:	0000	:	1234
2001	:	0DB8	:	000A	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0100
2001	:	0DB8	:	AAAA	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0123	:	4567	:	89AB	:	CDEF
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001	:	FF00	:	0200
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000

Pravidlo 1: vynechanie hlavných 0

Preferred	2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200
No leading 0s	2001: DB8: 0:1111: 0: 0: 0: 200

Preferred	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
No leading 0s	2001: DB8: A:1000: 0: 0: 0: 100

Preferred	0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000
No leading 0s	0: 0: 0: 0: 0: 0: 0: 0

Pravidlo 2: vynechanie všetkých 0 segmentov

Dvojitá dvojbodka (:) môže nahradiť akýkoľvek jeden súvislý reťazec jedného al. viacerých 16-bitových segmentov (hextetov) pozostávajúcich zo všetkých 0.

Možné použiť len jedenkrát.

Preferred	2 0 0 1 : 0 D B 8 : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : A B C D : 0 0 0 0 : 0 0 0 0 : 0 1 0 0
No leading 0s	2 0 0 1 : D B 8 : 0 : 0 : A B C D : 0 : 0 : 1 0 0
Compressed	2 0 0 1 : D B 8 :: A B C D : 0 : 0 : 1 0 0
or	
Compressed	2 0 0 1 : D B 8 : 0 : 0 : A B C D :: 1 0 0

Only one :: may be used.

Pravidlo 2: vynechanie všetkých 0 segmentov

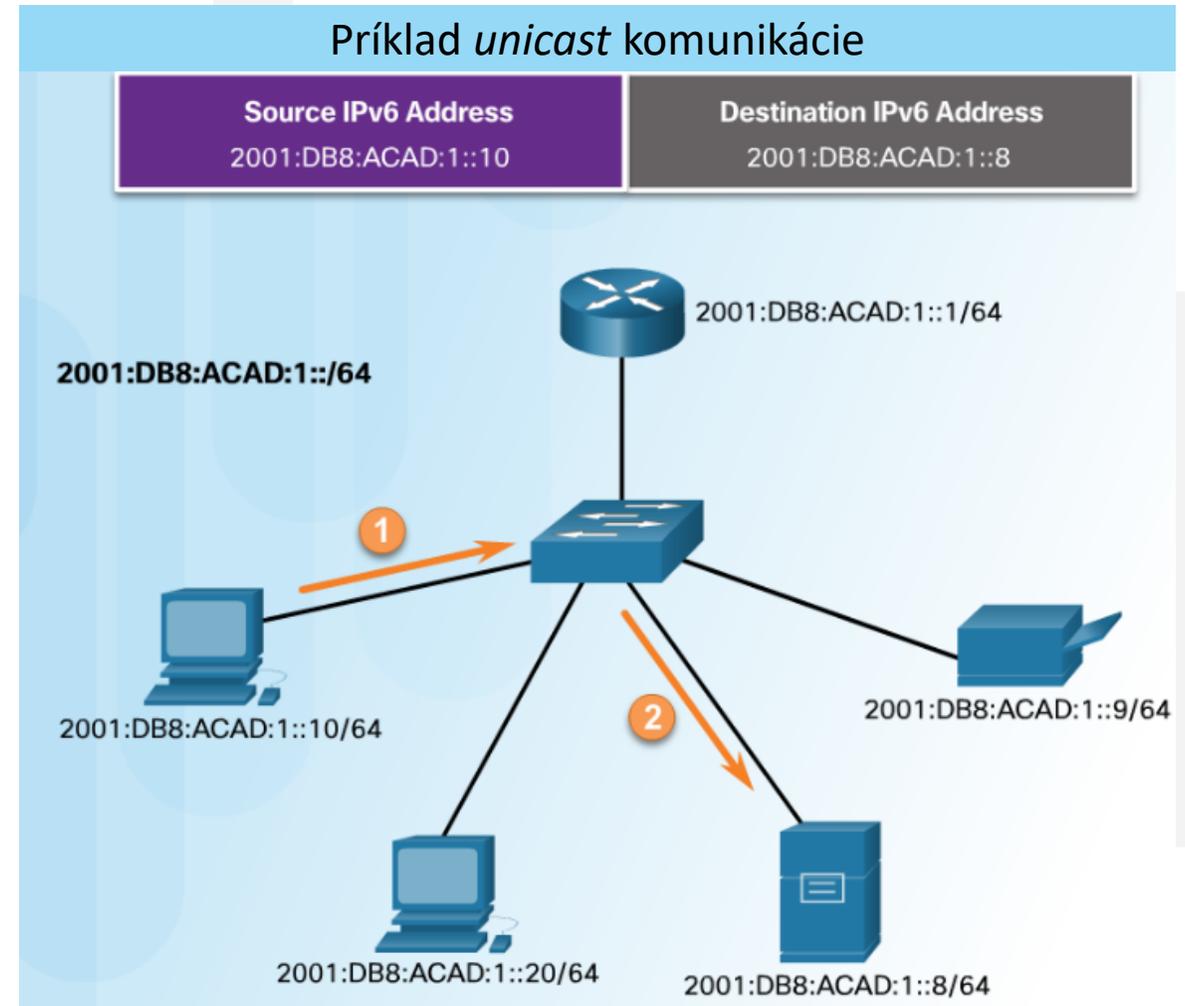
Dvojitá dvojbodka (:) môže nahradiť akýkoľvek jeden súvislý reťazec jedného al. viacerých 16-bitových segmentov (hextetov) pozostávajúcich zo všetkých 0.

Preferred	FF02 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
No leading 0s	FF02 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1
Compressed	FF02 :: 1

Preferred	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
No leading 0s	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0
Compressed	::

IPv6 komunikácia

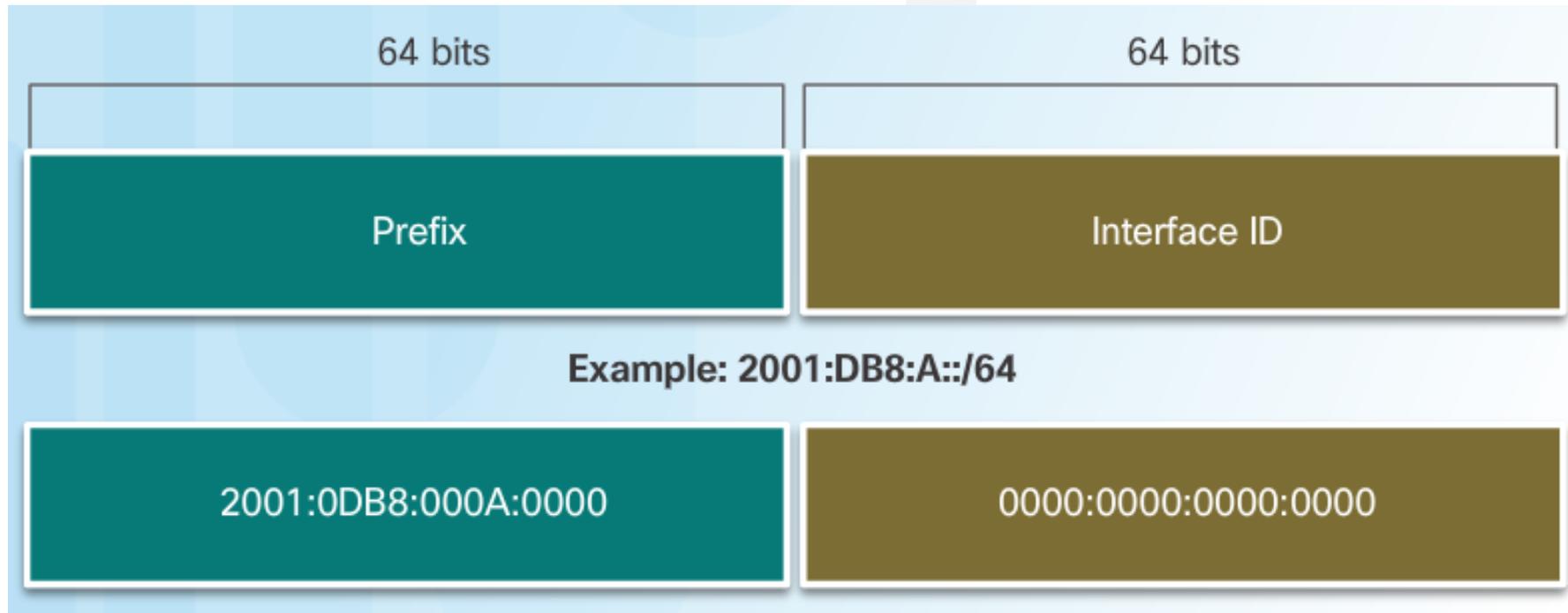
- **Unicast** - IPv6 adresa s jedným zdrojom.
- **Multicast** - IPv6 multicast adresa sa používa na odosielanie jedného IPv6 paketu skupine cieľov.
napr. ff02::1 – všetky uzly v sieti
ff02::2 – všetky smerovače
- **Anycast** - IPv6 anycast adresa je akákoľvek IPv6 unicast adresa, kt. môže byť naraz priradená viacerým zariadeniam.
napr. 2001:4860:4860::8888
google-dns



Dĺžka IPv6 prefixu

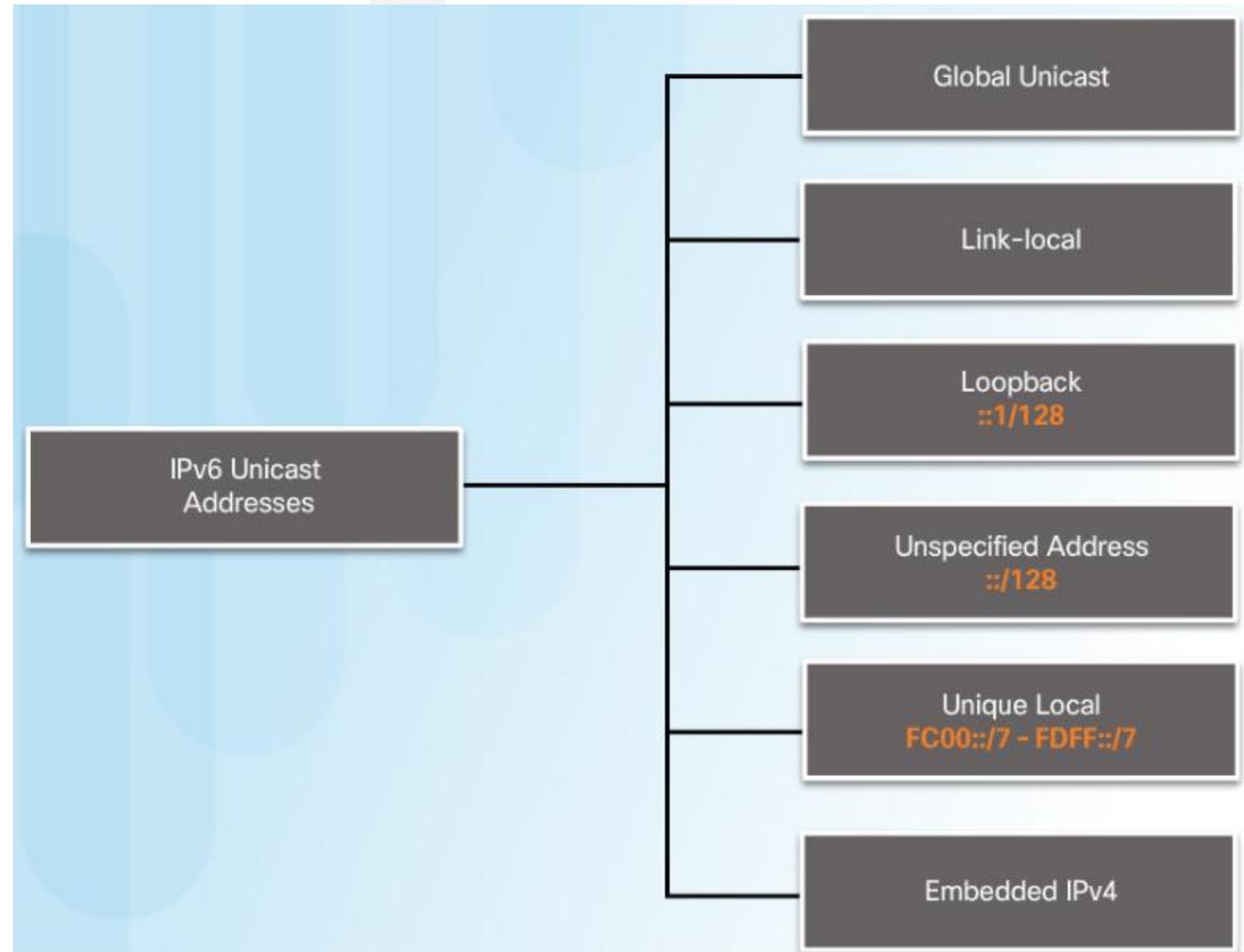
Dĺžka IPv6 prefixu sa používa na označenie sieťovej časti IPv6 adresy:

- Dĺžka prefixu sa môže pohybovať od 0 do 128.
- Typická dĺžka prefixu IPv6 protokolu pre väčšinu LAN je /64



IPv6 unicast adresy

- **Global Unicast** – ide o globálne jedinečné adresy smerované v internete.
- **Link-local** - slúži na komunikáciu s inými zariadeniami na rovnakej lokálnej linke. Vyhradené pre jednu linku.
- **Unique local** - slúži na lokálnu adresáciu v rámci lokality a l. medzi obmedzeným počtom lokalít.

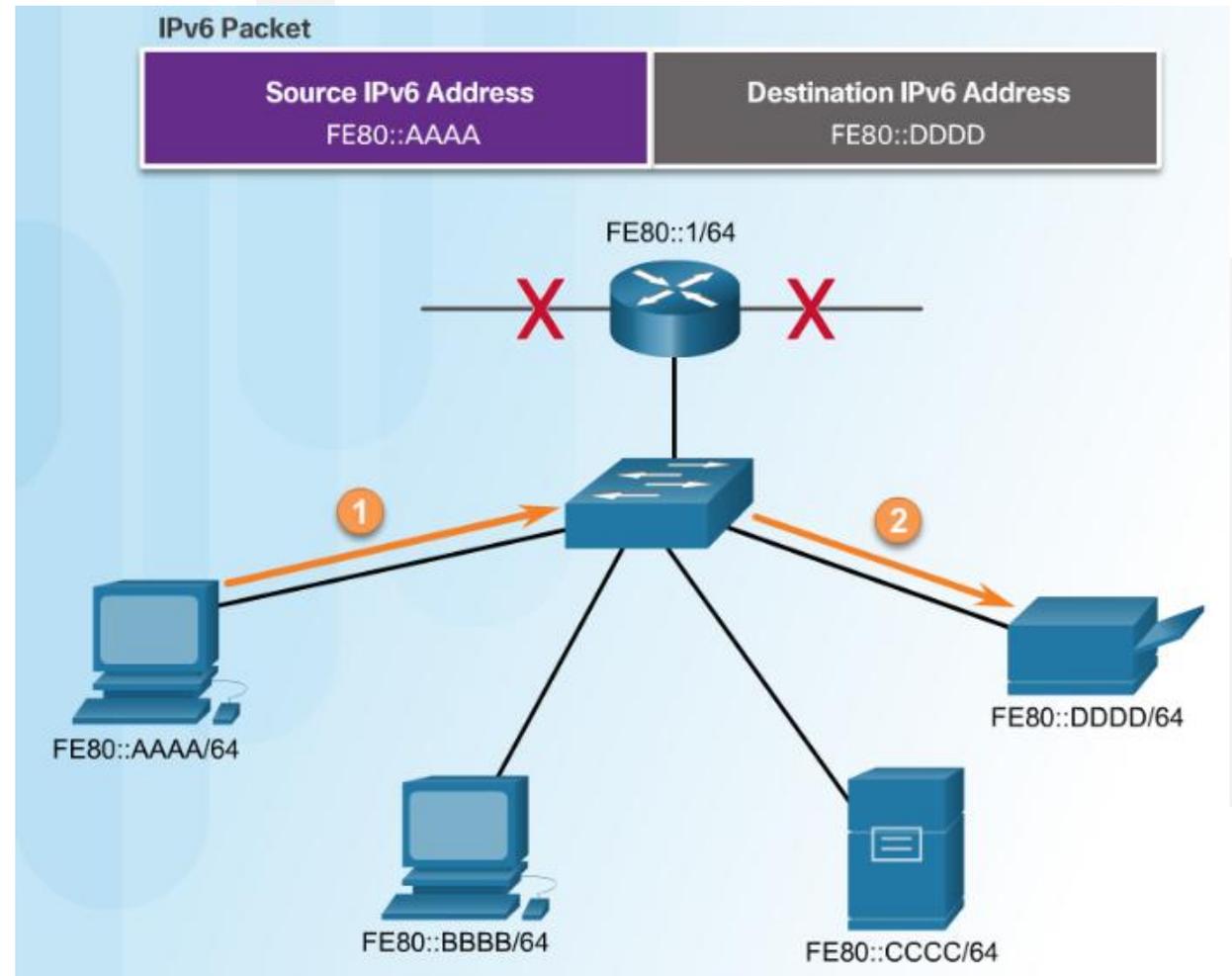


IPv6 link local unicast adresy

IPv6 **link-local unicast** adresy:

- Umožňujú zariadeniu komunikáciu s inými zariadeniami podporujúcimi protokol IPv6, ale iba na rovnakom prepojení.
- Sú vytvorené aj v prípade, že zariadeniu nebola pridelená globálna IPv6 unicast adresa.
- Sú z rozsahu **FE80::/10**.

Pozn.: Lokálna adresa smerovača je zvyčajne sa používa ako predvolená brána pre iné zariadenia na prepojení.

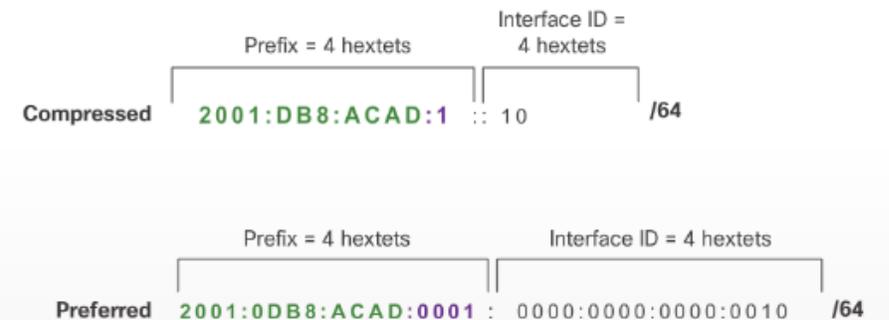
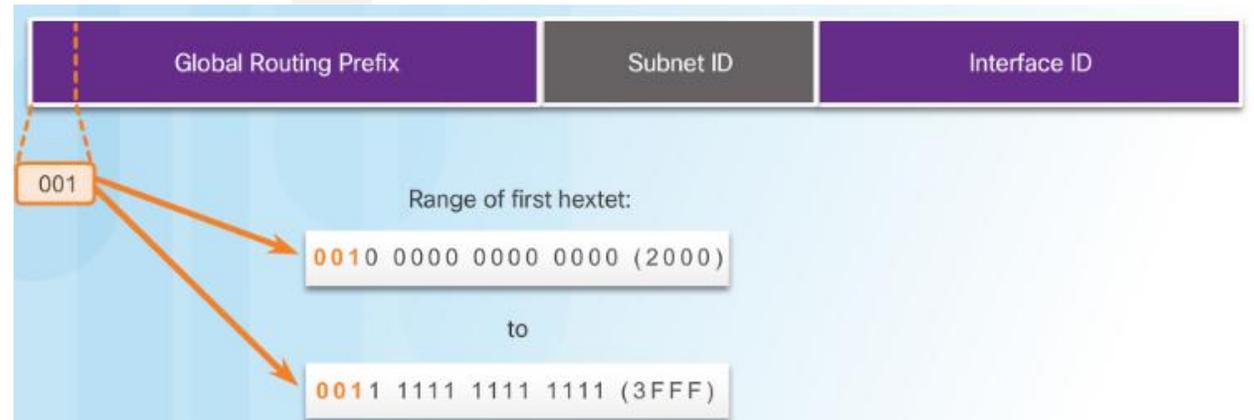


Štruktúra IPv6 globálnych unicast adries

V súčasnosti sa priradzujú iba globálne adresy s prvými tromi bitmi 001 al. **2000::/3**

Globálna unicast adr. má tri časti:

- **Globálny prefix pre smerovanie:** sieťová časť adresy, kt. prideliť ISP. Väčšinou /48.
- **ID podsiete** - slúži na podsieťovanie v rámci organizácie.
- **ID rozhrania** - zodpovedá adresnej časti IPv4 adresy.

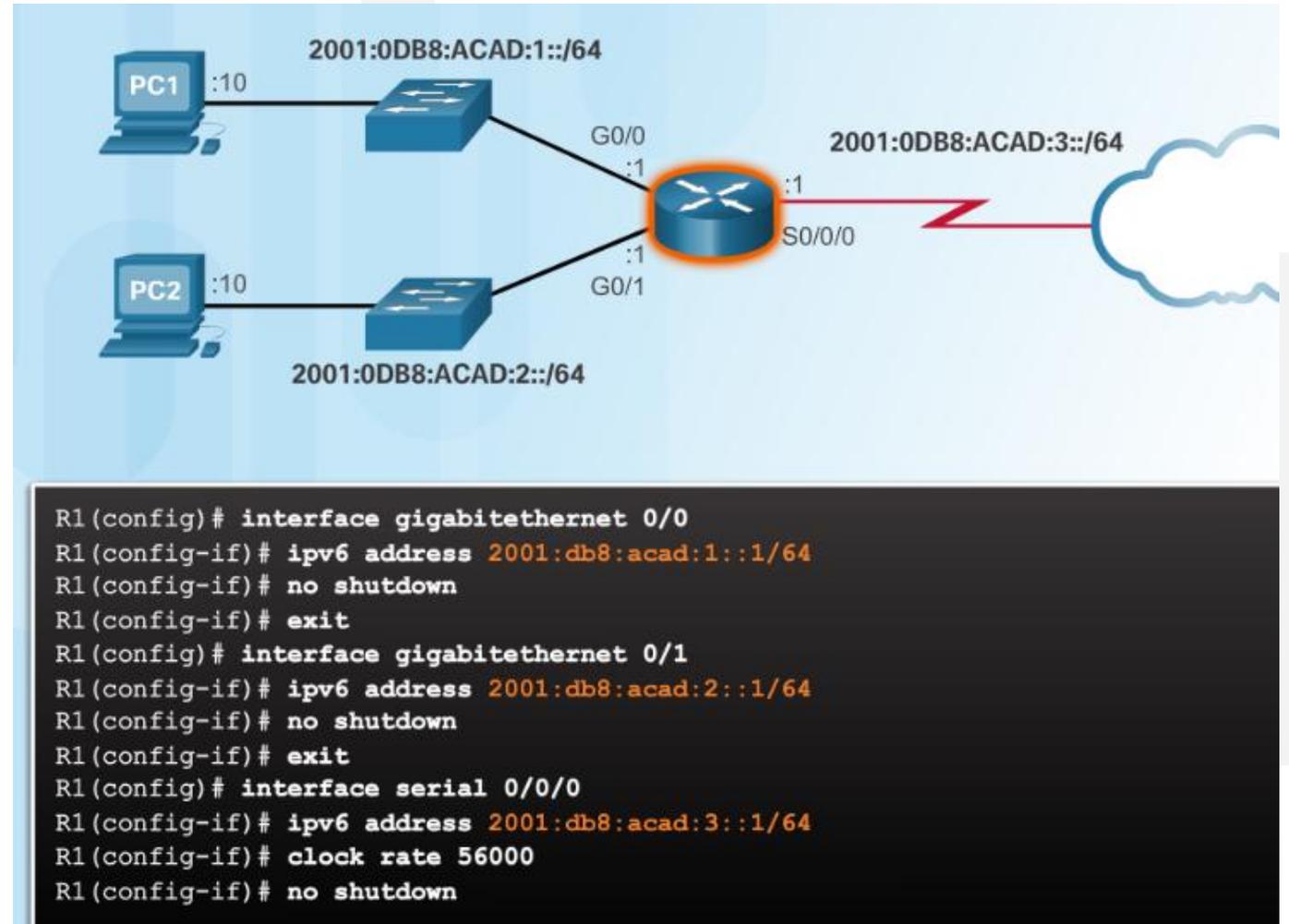


Global Routing Prefix = 2001:0DB8:ACAD
Subnet ID = 0001
Interface ID = 0000:0000:0000:0010

Statická konfigurácia IPv6 adres

Konfigurácia smerovača:

- Podobné príkazy pre IPv4, nahradzuje sa IPv6 za IPv4
- Príkaz pre konfiguráciu a globálnej IPv6 unicast adresy na rozhraní:
ipv6 address
[ipv6Adresa/dlžkaPrefixu]



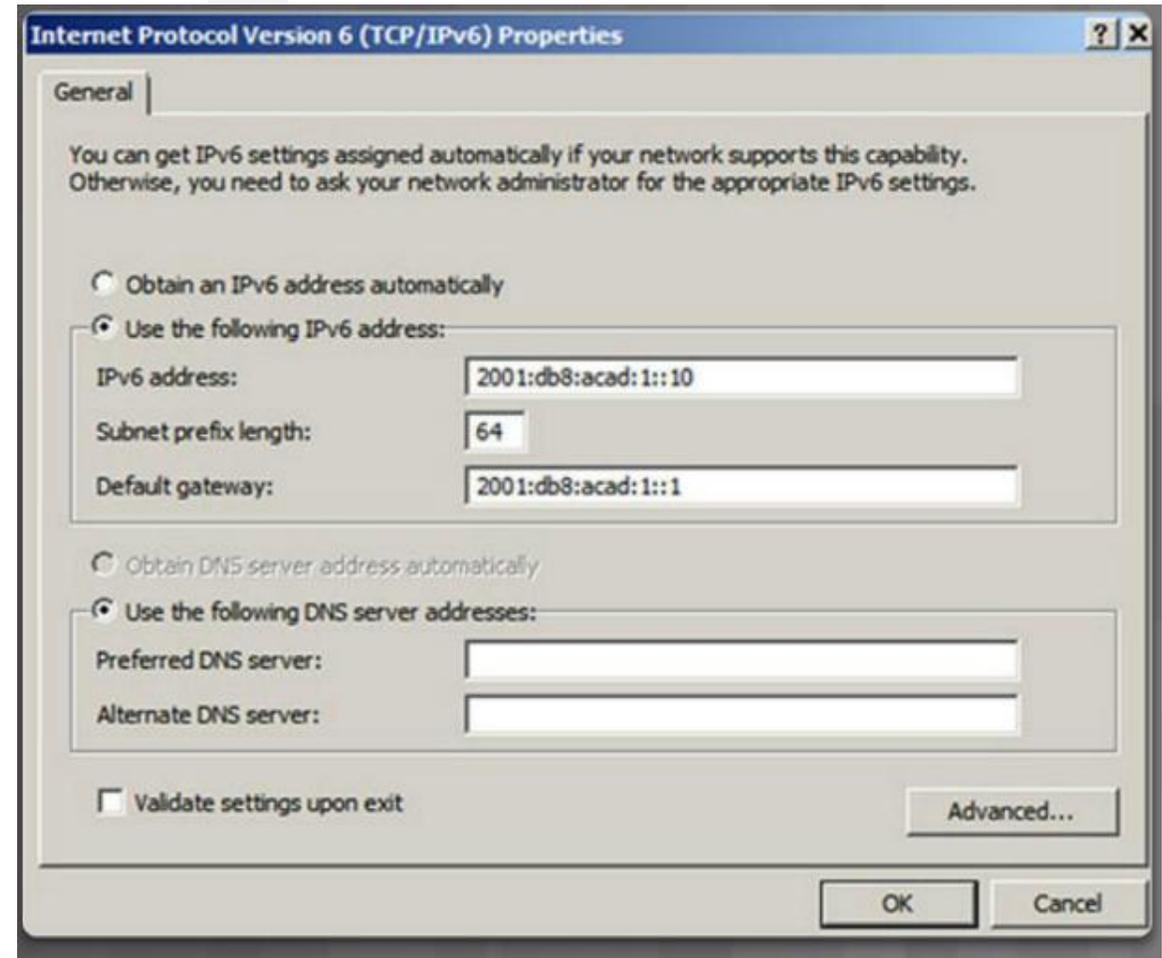
Statická konfigurácia globálnej unicast adresy

Konfigurácia koncového zariadenia:

- Manuálna konfigurácia IPv6 adresy na PC je podobná ako pri konfigurácii IPv4 adresy.
- Predvolená adresa brány môže byť nakonfigurovaná tak, aby zodpovedala lokálnej adrese al. globálnej adrese.

Dynamické priradenie IPv6 adresy:

- SLAAC (bezstavové)
- Stateful DHCPv6 (stavové)



Overenie konfigurácie IPv6 adres

Príkazy na overenie konfigurácie IPv6 protokolu sú podobné ako IPv4:

- `show ipv6 interface brief`
- `show ipv6 route`

Príkaz ping pre protokol IPv6 je totožný s príkazom používaným s protokolom IPv4, okrem toho, že sa používa IPv6 adresa.

```
R1# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0    [up/up]
 FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
 2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/1    [up/up]
 FE80::FE99:47FF:FE75:C3E1
 2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/0/0           [up/up]
 FE80::FE99:47FF:FE75:C3E0
 2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/0/1           [administratively down/down]
 unassigned
R1#
```

```
R1# show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static

C 2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
   via GigabitEthernet0/0, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:1::1/128 [0/0]
   via GigabitEthernet0/0, receive
C 2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]
   via GigabitEthernet0/1, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]
   via GigabitEthernet0/1, receive
C 2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]
   via Serial0/0/0, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
   via Serial0/0/0, receive
L FF00::/8 [0/0]
   via Null0, receive
R1#
```

```
R1# ping 2001:db8:acad:1::10
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:DB8:ACAD:1::10, timeout
is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5)
R1#
```



Fakulta elektrotechniky
a informatiky

Ďakujem za pozornosť

Zdroje

Použité obrázky sú použité z obsahu Programu sieťových akadémií Cisco NetAcad v rámci platnej licencie pre ich využívanie pre potreby výučby.