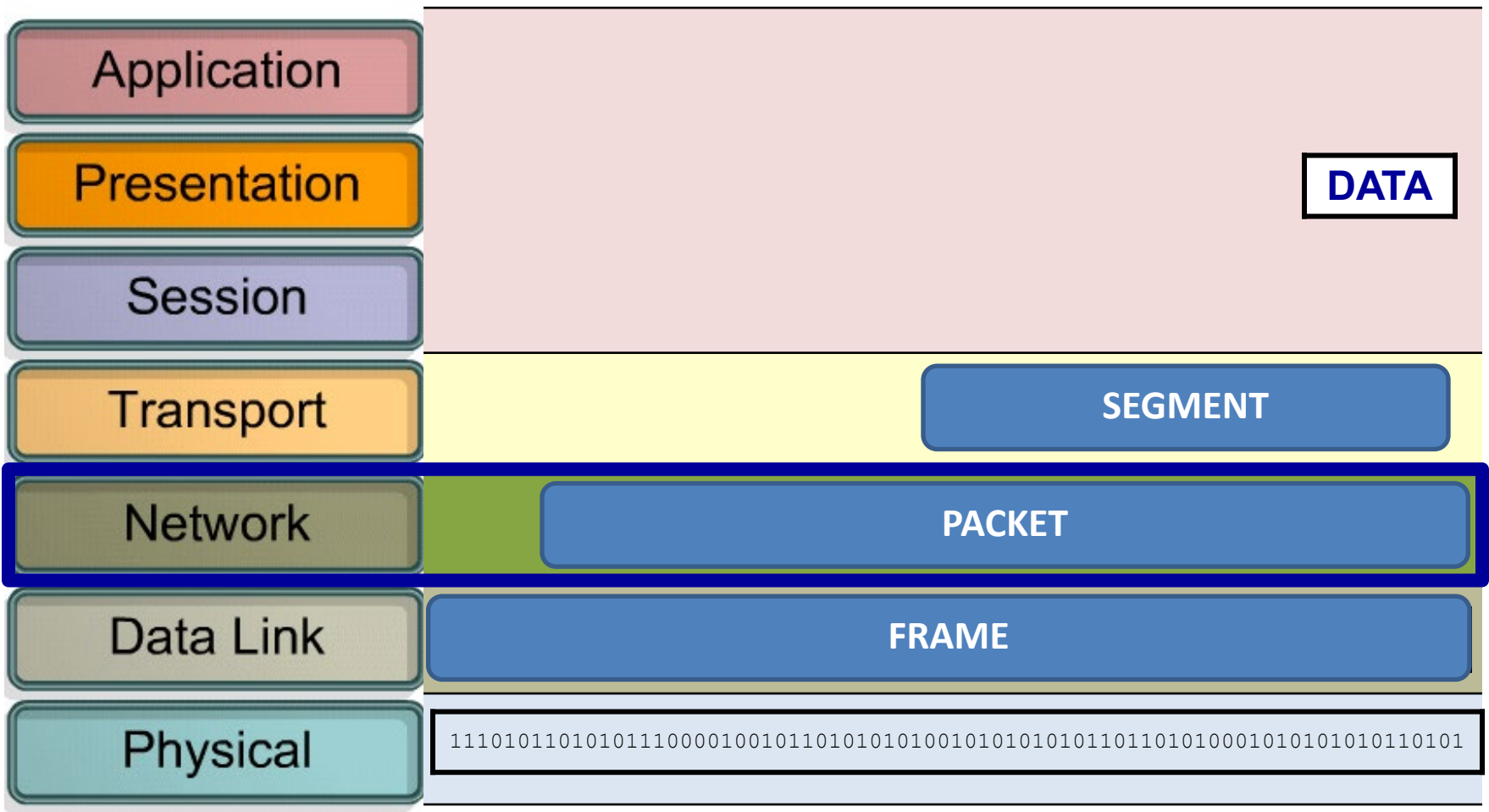


MREŽNI SLOJ

Predmet: Računarske mreže

Predavač: dr Dušan Stefanović

ENKAPSULACIJA



FUNKCIJA MREŽNOG SLOJA

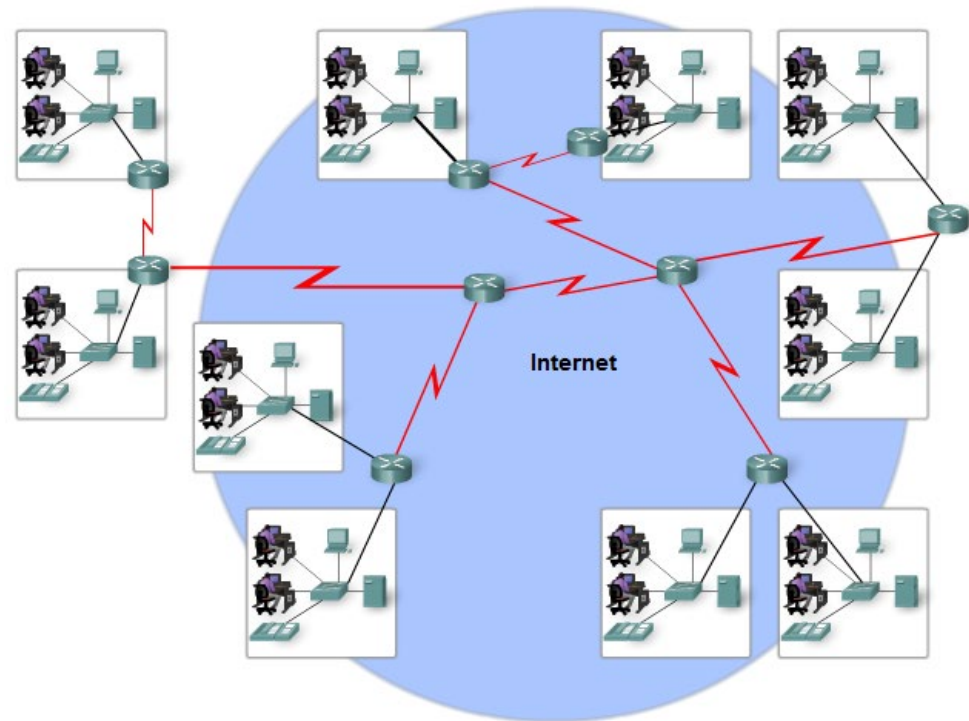
Mrežni sloj obavlja četri osnovna procesa:

Adresiranje krajnih uređaja

Enkapsulacija

Rutiranje

De-enkapsulacija



PROTOKOLI MREŽNOG SLOJA

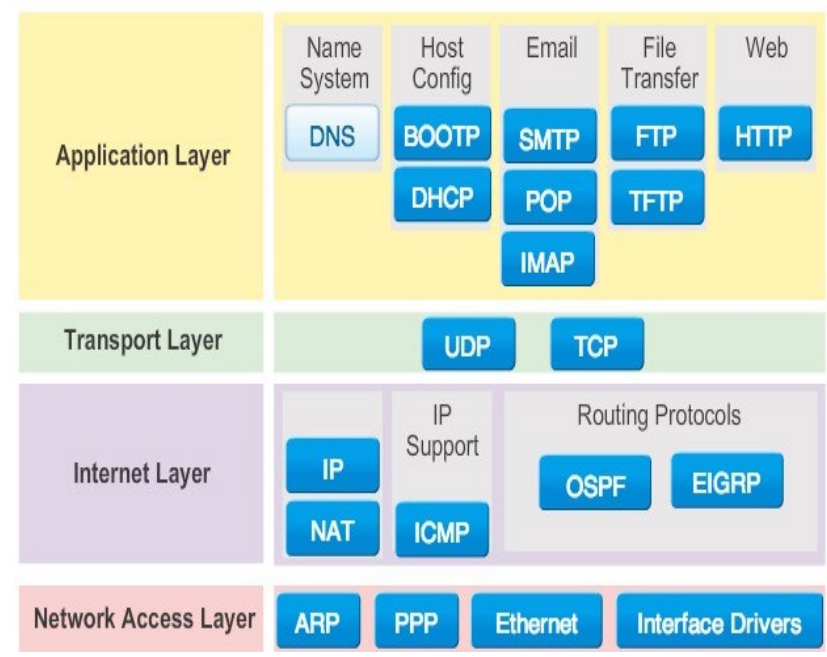
Standardni Network Layer Protokoli

- Internet Protocol version 4 (IPv4)
- Internet Protocol version 6 (IPv6)

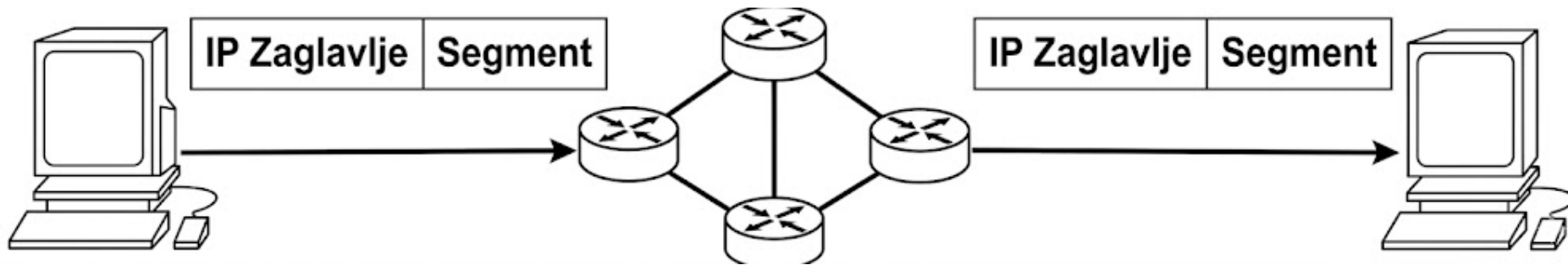
Zastareli Network Layer Protokoli

- Novell Internetwork Packet Exchange (IPX)
- AppleTalk
- Connectionless Network Service (CLNS/DECNet)

TCP/IP Protocol Suite and Communication Process



KARAKTERISTIKE IPv4 PROTOKOLA



Connectionless (Bezkonekcionni servis):

Ne uspostavlja konekciju pre nego što krene sa razmenom podataka

Best effort delivery:

Ne garantuje isporuku paketa.

Media independent:

Transparentan (nezavistan) je od prenosnog medijuma

BEZKONEKCIONI SERVIS



Letter

IZVOR NE ZNA

Da li je odrediše aktivno

Da li je poruka stgla

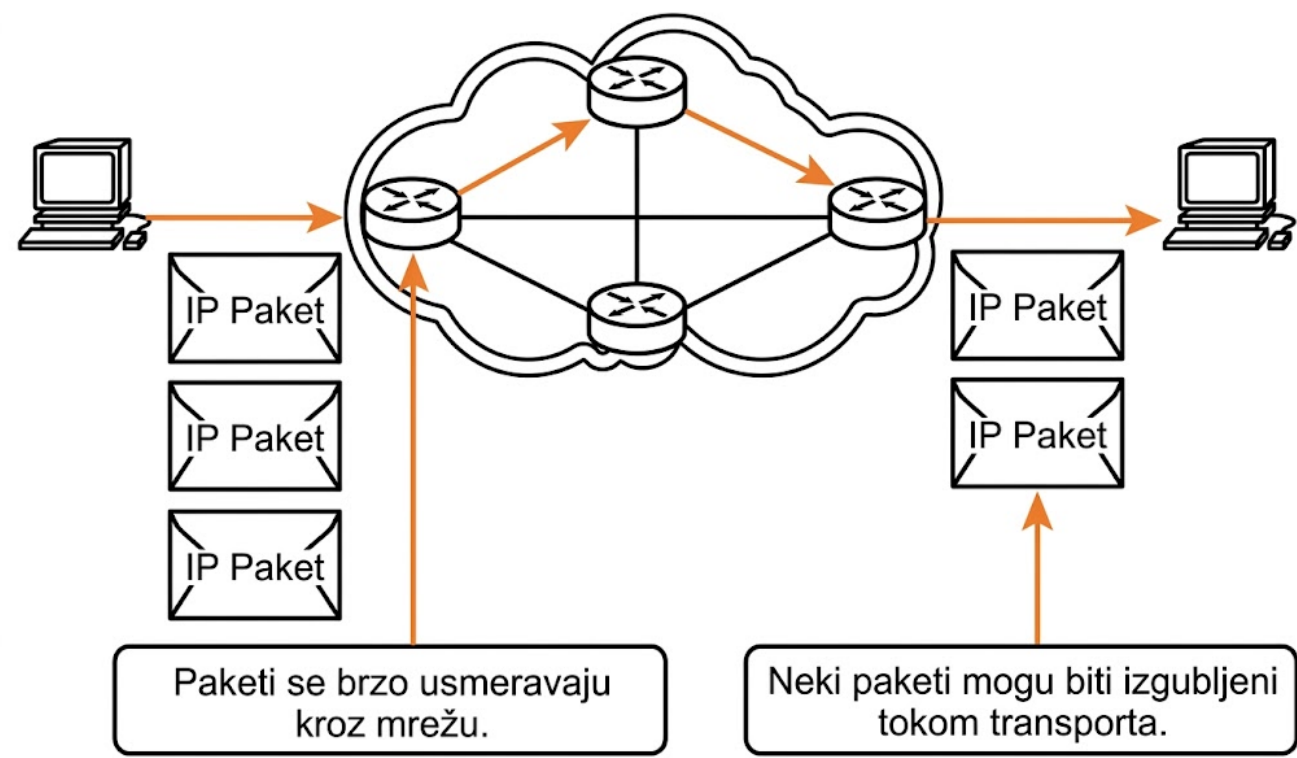
Da li odredište može da pročita poruku

ODREDIŠTE NE ZNA

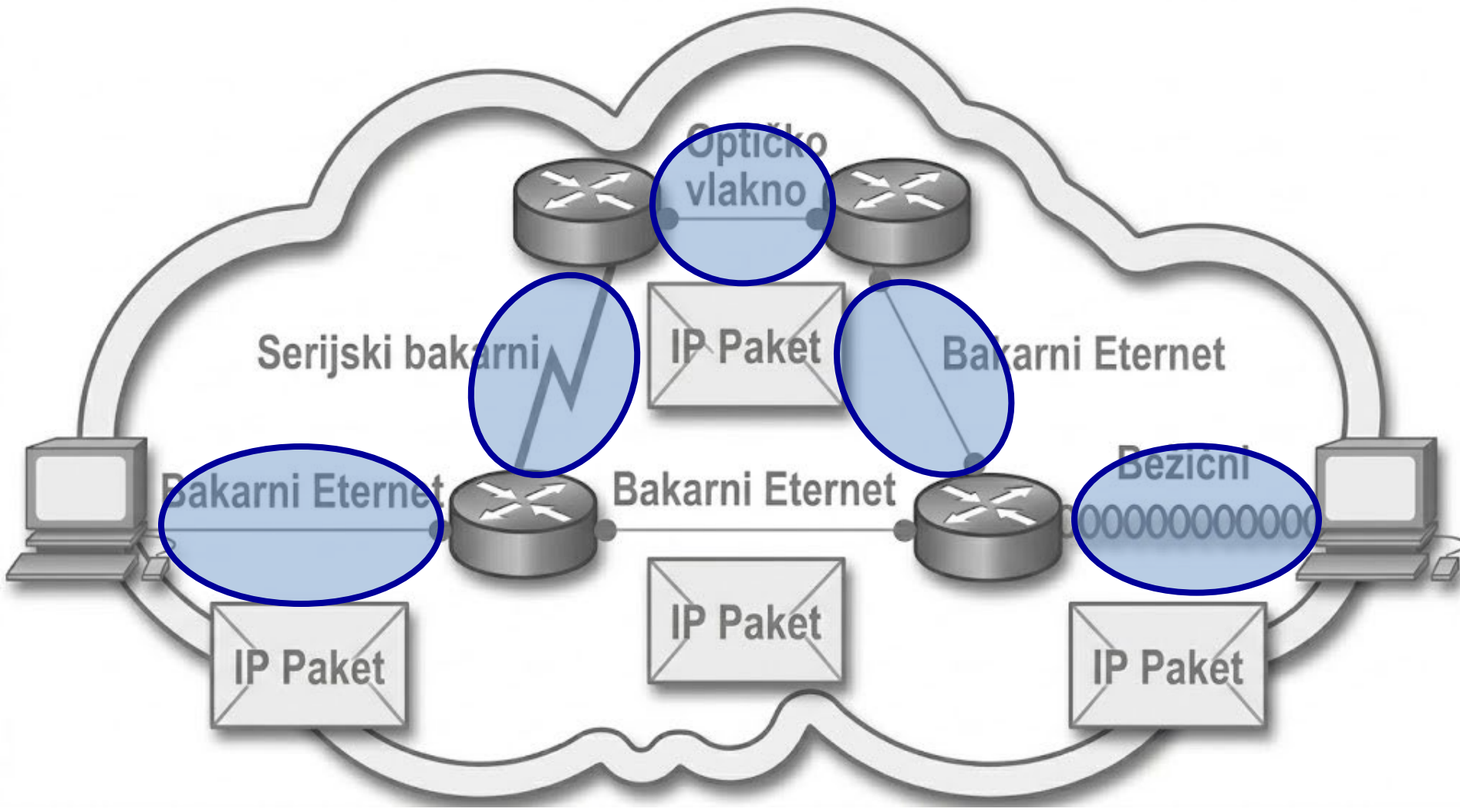
Kada će poruka stići

BEST EFFORT ISPORUKA

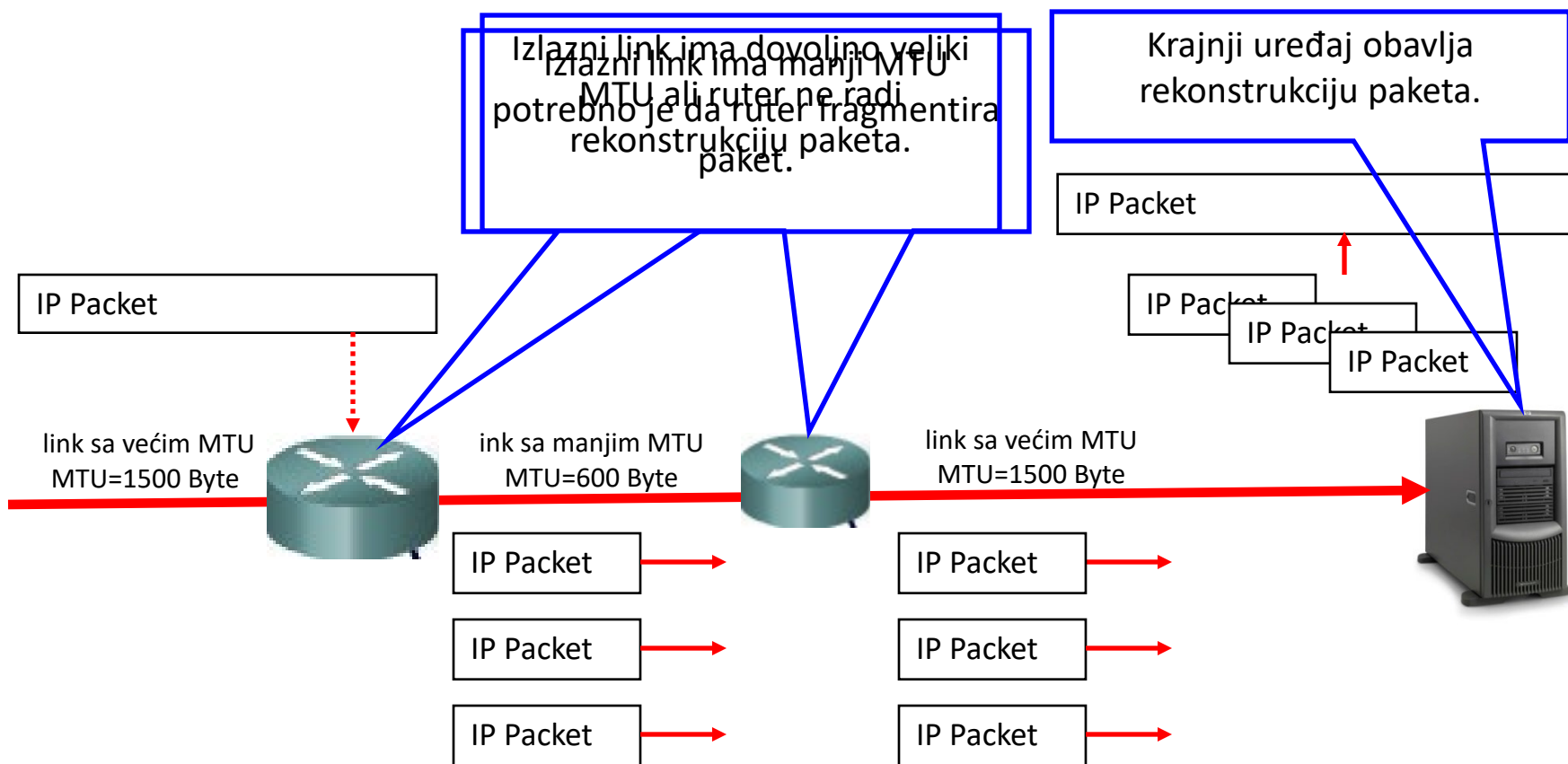
- Nepouzdan prenos, IP ne garantuje da će svi poslani paketi stići do odredišta.
- Drugi protokoli se bave praćenjem paketa i njihovom isporukom (TCP)
- Zadatak IP-a je što manji header i efikasno rutiranje



IPV4 – NE ZAVISI OD PRENOSNOG MEDIJUMA

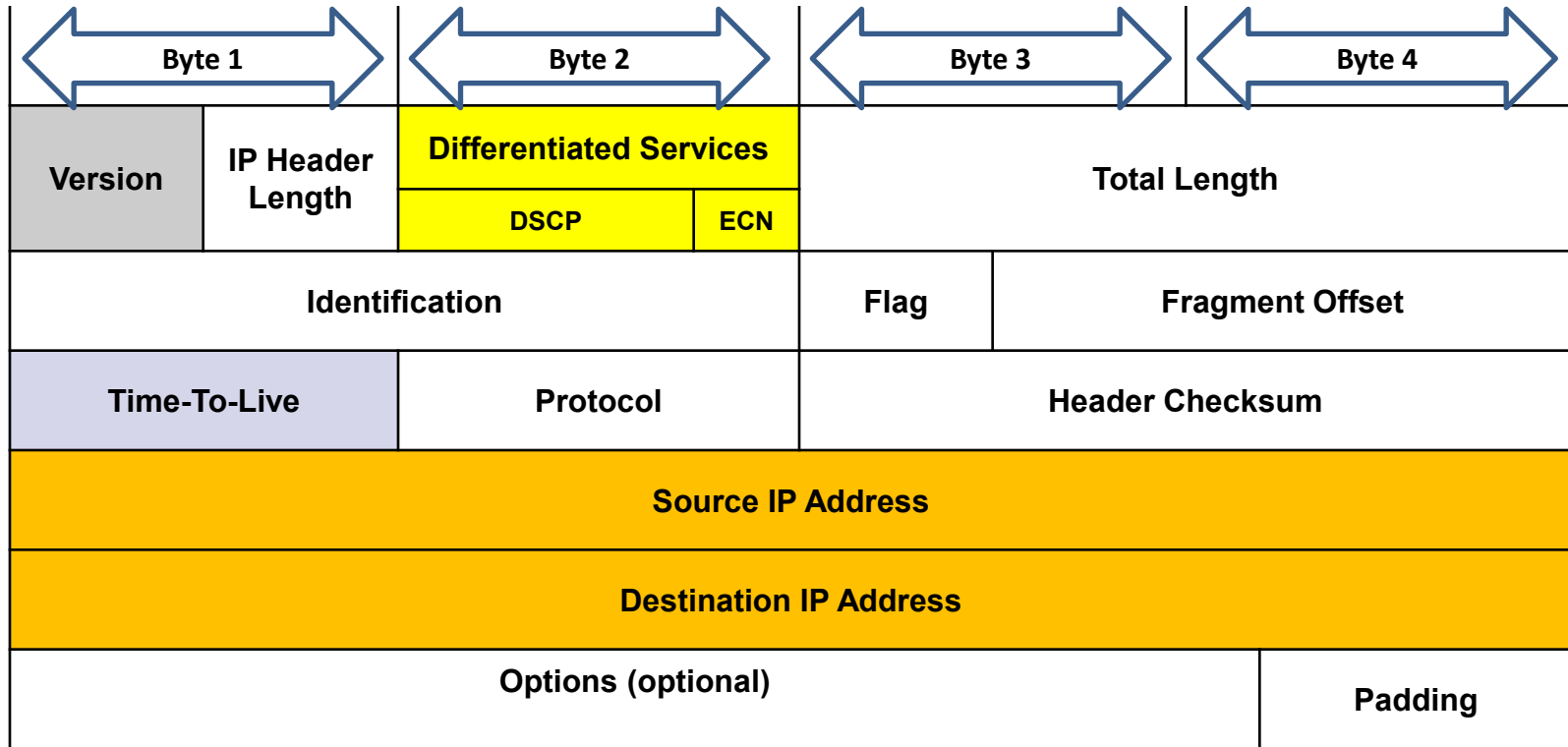


Maximum Transmission Unit (MTU)



- Fragmentacija unosi dodatno kašnjenje i iskorišćenje CPU-a.
- *Fragment Offset* polje u IPv4 verziji identifikuje redosled fragmenata

IPv4 ZAGLAVLJE



IPv4 ZAGLAVLJE U WIRESHARK-U

Microsoft: \Device\NPF_{7BB3C130-30C5-4419-B79E-C0868085ABED} [Wireshark 1.8.2 (SVN Rev 44520 from /trunk-1.8)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.00000000	fe80::b1ee:c4ae:a11ff02::c		SSDP	208	M-SEARCH * HTTP/1.1
2	0.30588900	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	66	56081 > http [SYN] Seq=0 win=8192 Len=0 MSS=1260 WS=4 SACK_P...
3	0.30723400	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	66	56082 > http [SYN] Seq=0 win=8192 Len=0 MSS=1260 WS=4 SACK_P...
4	0.31007200	192.168.1.1	192.168.1.109	TCP	66	http > 56081 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=5840 Len=0 MSS=1460 S...
5	0.31018800	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	54	56081 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=66780 Len=0
6	0.31092800	192.168.1.1	192.168.1.109	TCP	66	http > 56082 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 win=5840 Len=0 MSS=1460 S...
7	0.31103000	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	54	56082 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 win=66780 Len=0
8	0.35044400	192.168.1.109	192.168.1.1	HTTP	425	GET / HTTP/1.1

Frame 2: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0

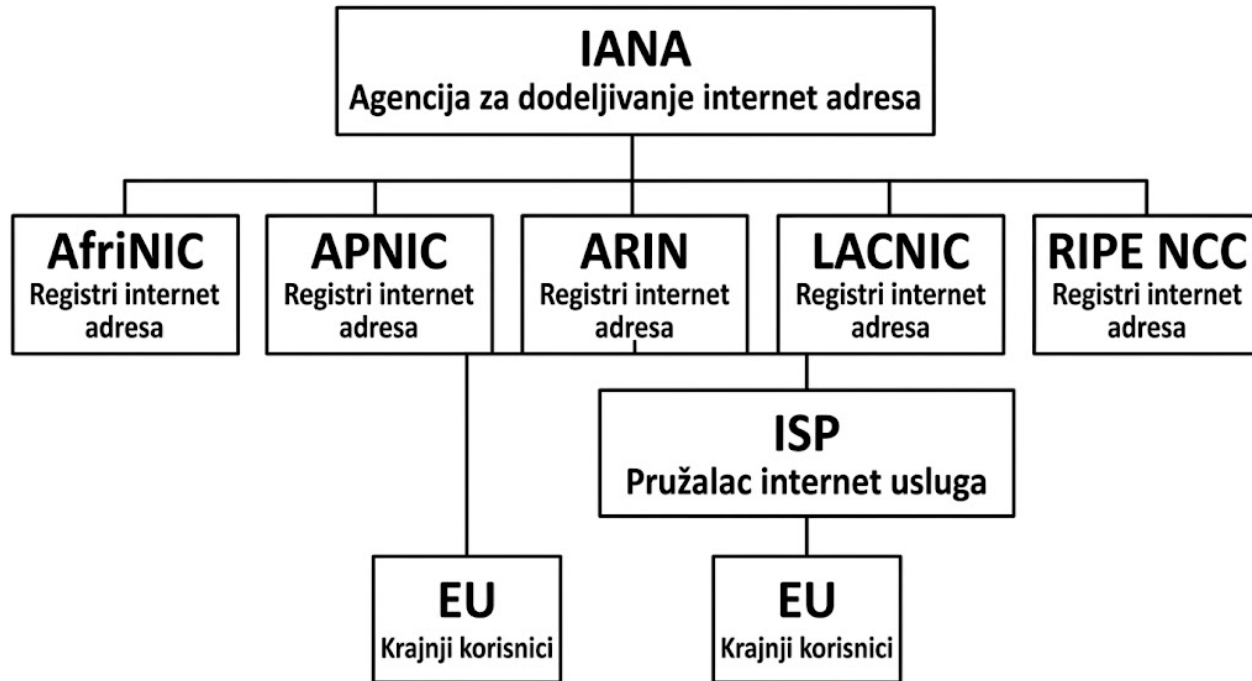
- Ethernet II, Src: IntelCor_45:5d:c4 (24:77:03:45:5d:c4), Dst: Cisco-Li_a0:d1:be (00:18:39:a0:d1:be)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.109 (192.168.1.109), Dst: 192.168.1.1 (192.168.1.1)**
 - Version: 4
 - Header length: 20 bytes
 - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))
 - Total Length: 52
 - Identification: 0x31fc (12796)
 - Flags: 0x02 (Don't Fragment)
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 128
 - Protocol: TCP (6)
 - Header checksum: 0x4509 [correct]
 - Source: 192.168.1.109 (192.168.1.109)
 - Destination: 192.168.1.1 (192.168.1.1)
 - [Source GeoIP: Unknown]
 - [Destination GeoIP: Unknown]
- Transmission Control Protocol, Src Port: 56081 (56081), Dst Port: http (80), Seq: 0, Len: 0

```

0000  00 18 39 a0 d1 be 24 77 03 45 5d c4 08 00 45 00  ..9...$w .E]...E.
0010  00 34 31 fc 40 00 80 06 45 09 c0 a8 01 6d c0 a8  .41.@... E....m..
0020  01 01 db 11 00 50 a0 cc 44 95 00 00 00 00 80 02  ...P.. D.....
0030  20 00 0b 5c 00 00 02 04 04 ec 01 03 03 02 01 01  ..\.....
0040  04 02  ..
  
```

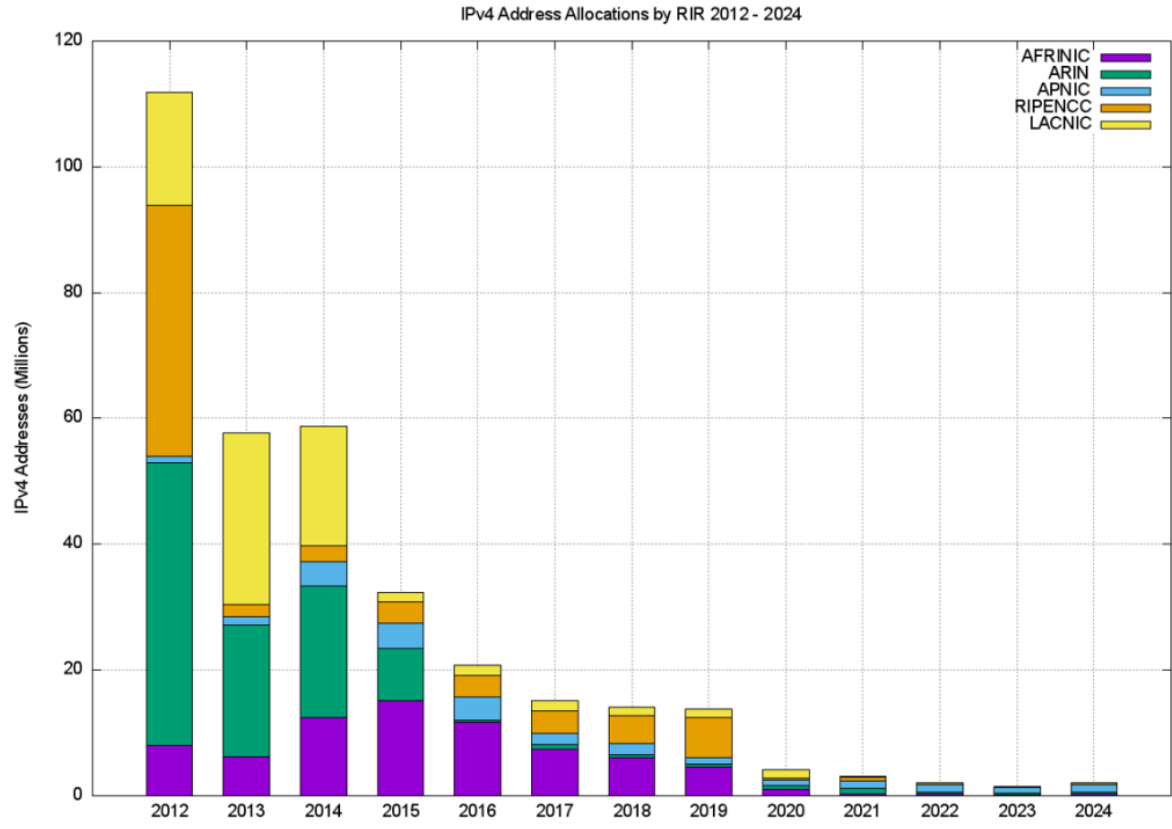
Internet Protocol Version 4 (ip), 20 bytes Packets: 16 Displayed: 16 Marked: 0 Dropped: 0 Profile: Default

IPv4 OGRANIČENJA



- IPv4 adresiranje danas dovodi do
 - Nedostatak IPv4 adresa
 - Ogromne ruting tabele na Internetu
 - Problem sa end-to-end konektivnošću

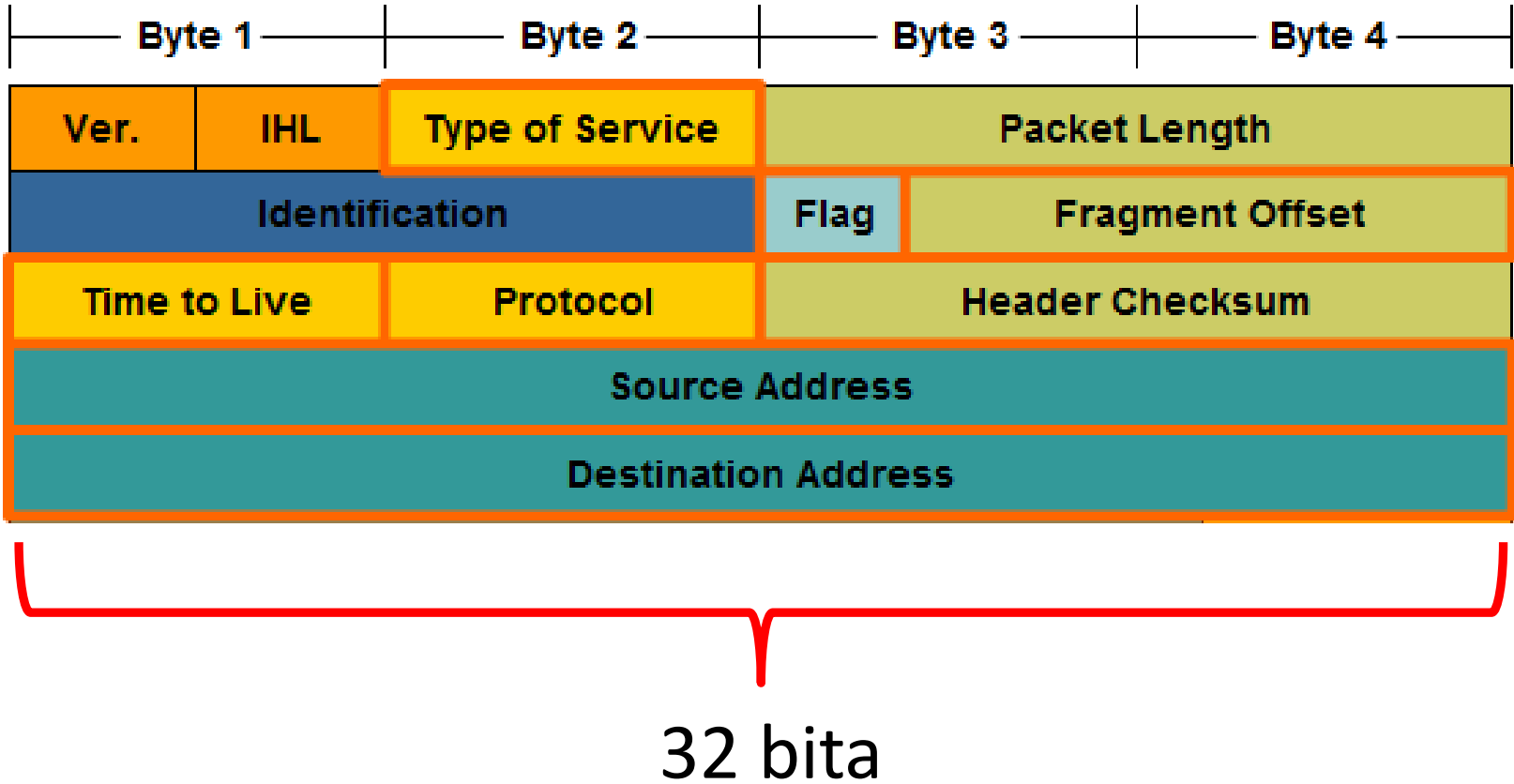
TROŠENJE IPv4 ADRESA



- IPv4 ima ograničen broj slobodnih javnih IPv4 adresa.
- Iako postoji 4 milijarde IPv4 adresa, porastom IP uređaja od kojih je većina uvek uključena dovelo je do nedostatka IPv4 adresa

IPv4 Adrese

IPv4 ZAGLAVLJE



IPV4 ADRESA

- IPv4 Adresa sastoji se iz 32 bita

1010100111000111010001011000100

10101001 11000111 01000101 10001001

- Predstavlja se formatu koji je razdvojen tačkom (dotted decimal notation) da bi se vrednost od jednog bajta(octet) predstavila u dekadnom formatu

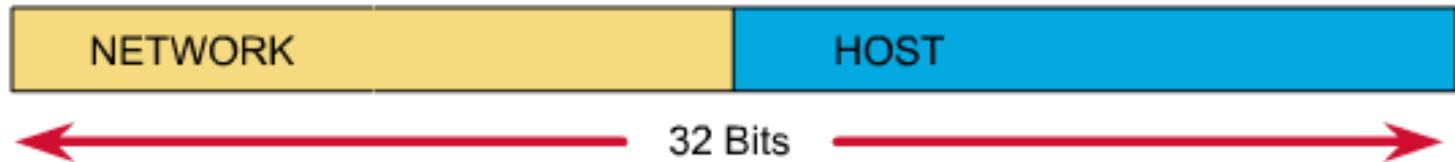
10101001 11000111 01000101 10001001

169 . 199 . 69 . 137

IPV4 ADRESA

IPv4 adresa sastoji se iz dva dela:

- mrežnog dela (identifikuje mrežu)
- host dela (identifikuje host)



- Subnet maska određuje granicu između mrežnog i host dela

VRSTE IPV4 ADRESA

Mrežna adresa
sadrži sve nule u
host delu IP adrese

Network Address

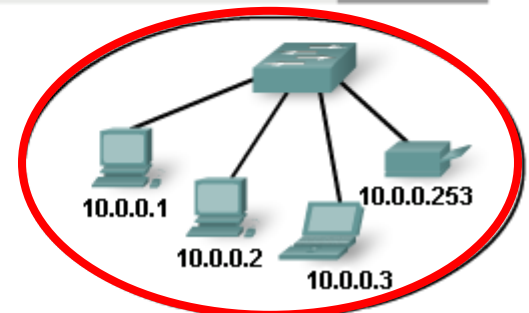
Broadcast Address

Host Address

Roll over to learn more.

Subnet Mask: 255.255.255.0

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



- **Network adresa** – Ova adresa identifikuje mrežu
- Broadcast adresa – Specijalna adresa za slanje poruke svim uređajima u mreži
- Host adresa – Adrese koje se zadaju računarima u mreži

VRSTE IPv4 ADRESA

Broadcast adresa sadrži sve jedinice u host delu IP adrese

Network Address

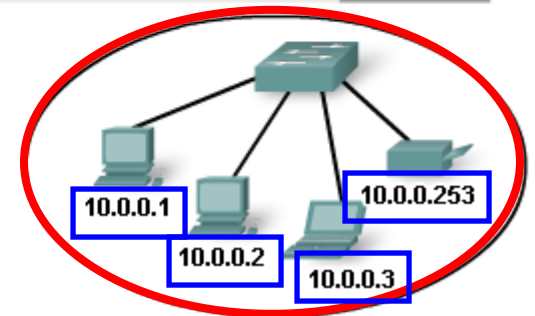
Broadcast Address

Host Address

Roll over to learn more.

Subnet Mask: 255.255.255.0

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



- Network adresa – Ova adresa identifikuje mrežu
- **Broadcast adresa** – Specijalna adresa za slanje poruke svim uređajima u mreži
- Host adresa – Adrese koje se zadaju računarima u mreži

VRSTE IPV4 ADRESA

Host adresa
sadrži vse
kombinacije sem sve
jedinice ili sve nule

Network Address

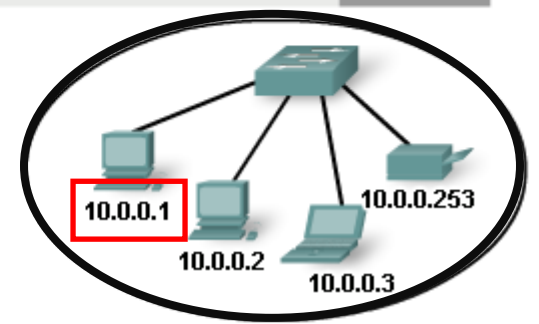
Broadcast Address

Host Address

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

Roll over to learn more.

Subnet Mask: 255.255.255.0



- Network adresa – Ova adresa identifikuje mrežu
- Broadcast adresa – Specijalna adresa za slanje poruke svim uređajima u mreži
- **Host adresa** – Adrese koje se zadaju računarima u mreži

PODELA IPV4 ADRESE NA HOST I NETWORK DEO

Razdvaja:

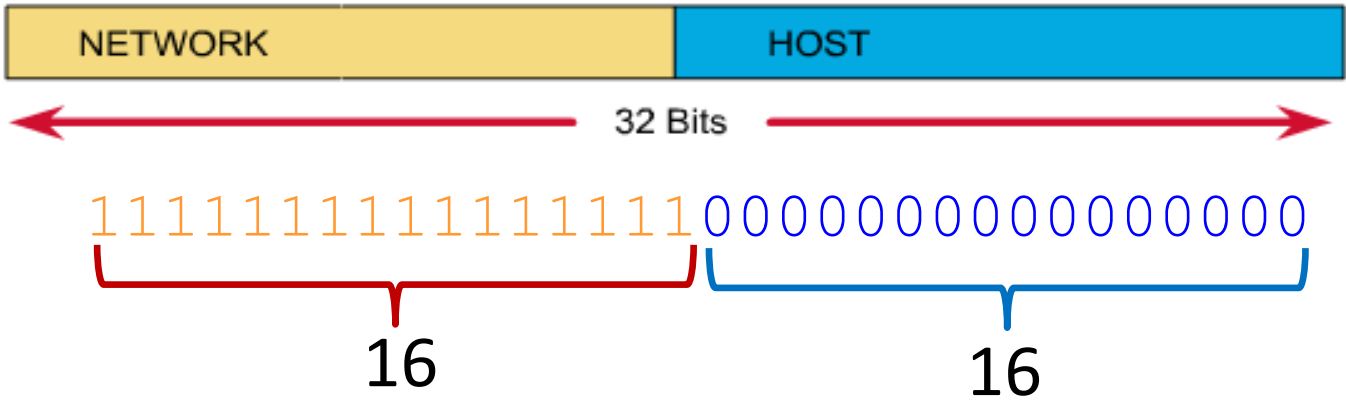
Network deo i Host deo

32 bita

“1” identifikuju Network deo

“0” identifikuju Host deo

SUBNET MASKA



Dotted decimal: 255. 255. 0 . 0

Slash notacija: /16

ODREĐIVANJE MREŽNE ADRESE

Network Adresa: 192.168.1.0

Subnet Maska: 255.255.255.0

Network IP Adresa binarna prezentacija:

network	host
11000000.10101000.00000001	00000000

Subnet Mask binarna prezentacija:

11111111.11111111.11111111	00000000
----------------------------	----------

Prefix Length: /24

192.168.1.0

Network Host

ZADATAK

Mrežna Adresa

Subnet Mask

172.0.0.0

255.0.0.0

172.16.0.0

255.255.0.0

192.168.1.0

255.255.255.0

192.168.0.0

255.255.0.0

192.168.0.0

255.255.255.0

10.1.1.0

/24

10.2.0.0

/16

10.0.0.0

/16

REŠENJE

Mrežna Adresa

172.0.0.0

172.16.0.0

192.168.1.0

192.168.0.0

192.168.0.0

10.1.1.0

10.2.0.0

10.0.0.0

Subnet Mask

255.0.0.0

255.255.0.0

255.255.255.0

255.255.0.0

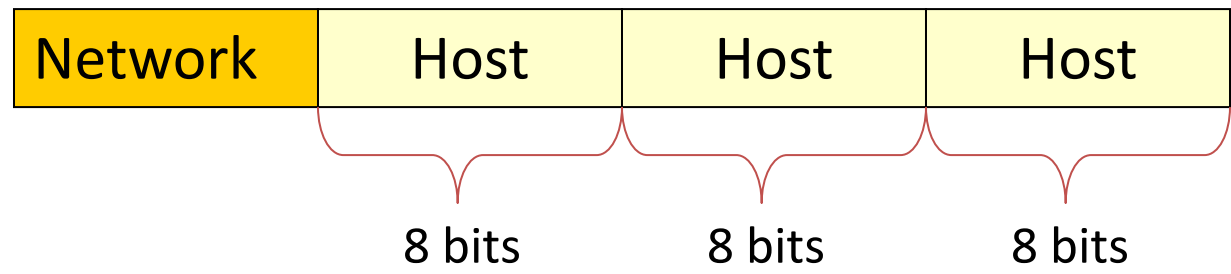
255.255.255.0

/24

/16

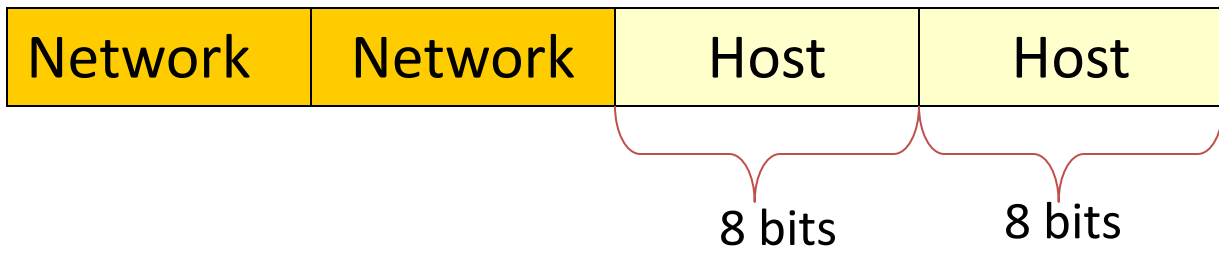
/16

SUBNET: 255.0.0.0 (/8)



24 bita je rezervisano za HOST, može se adresirati 2^{24} . To je ukupno 16,777,216 hosta!

SUBNET: 255.255.0.0 (/16)



16 bita je rezervisano za HOST, može se adresirati 2^{16} . To je ukupno 65,536 hosta!

ODREĐIVANJE HOST ADRESA

<u>Network Address</u>	<u>Subnet Mask</u>	<u>Broadcast Address</u>
172.0.0.0	255.0.0.0	172.255.255.255
172.0.0.1 - 172.255.255.254		
172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.255.255
172.16.0.1 - 172.16.255.254		
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.255
192.168.1.1 - 192.168.1.254		
192.168.0.0	255.255.0.0	192.168.255.255
192.168.0.1 - 192.168.255.254		
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.255
192.168.0.1 - 192.168.0.254		

SUBNET MASKA: GRANICE UNUTAR OKTETA

- Subnet maska ne mora da bude na granicama okteta

Network Adresa

172.1.16.0 → 10101100.00000001.00010000.00000000

Subnet Mask

255.255.240.0 → 11111111.11111111.11110000.00000000

SUBNET MASKA: GRANICE UNUTAR OKTETA

PRIMER 1

192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000

192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001
192.168.1.2	11000000.10101000.00000001.00000010
...	
192.168.1.29	11000000.10101000.00000001.00011101
192.168.1.30	11000000.10101000.00000001.00011110

192.168.1.31	11000000.10101000.00000001.00011111
(broadcast)	

Ukupan broj hosta: $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ hosta

SUBNET MASKA: GRANICE UNUTAR OKTETA

PRIMER 2

172.1.16.0	10101100.00000001.00010000.00000000
------------	-------------------------------------

255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000
---------------	-------------------------------------

172.1.16.1	10101100.00000001.00010000.00000001
------------	-------------------------------------

...

172.1.31.254	10101100.00000001.00011111.11111110
--------------	-------------------------------------

172.1.31.255	10101100.00000001.00011111.11111111
--------------	-------------------------------------

(broadcast)

Ukupan broj hosta: $2^{12} - 2 = 4,096 - 2 = 4,094$ hosta

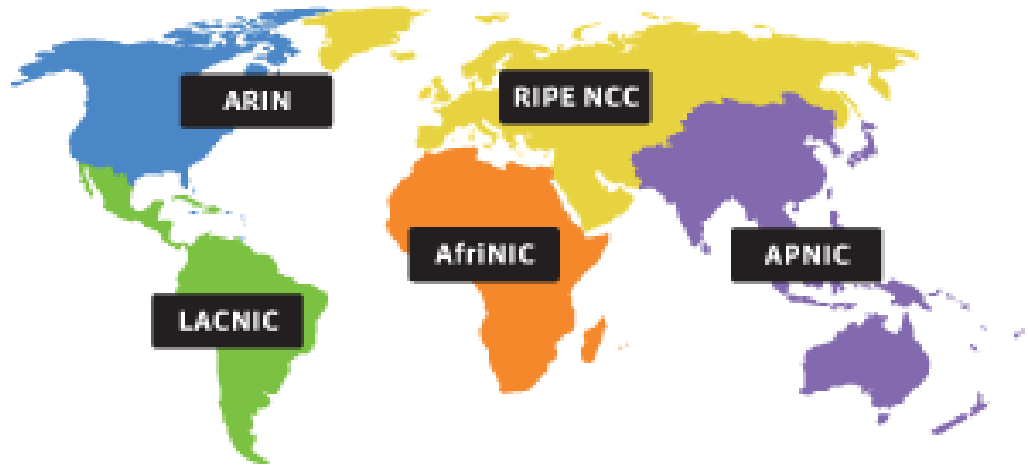
ORGANIZACIJA ZADUŽENA ZA DODELU IP ADRESA



**Internet Assigned
Numbers Authority (IANA)**
(<http://www.iana.net>)
upravlja IP adresnim
opsegom

Adresni opseg je dodeljen
RIR-ovima radi lakšeg
upravljanja adresama

RIR (Regional Internet Registry)



SVET JE PODELJEN NA 5 REGIONA (RIR-A)



1
AfrINIC (African Network Information Centre) – **AFRIKA**
<http://www.afrinic.net>

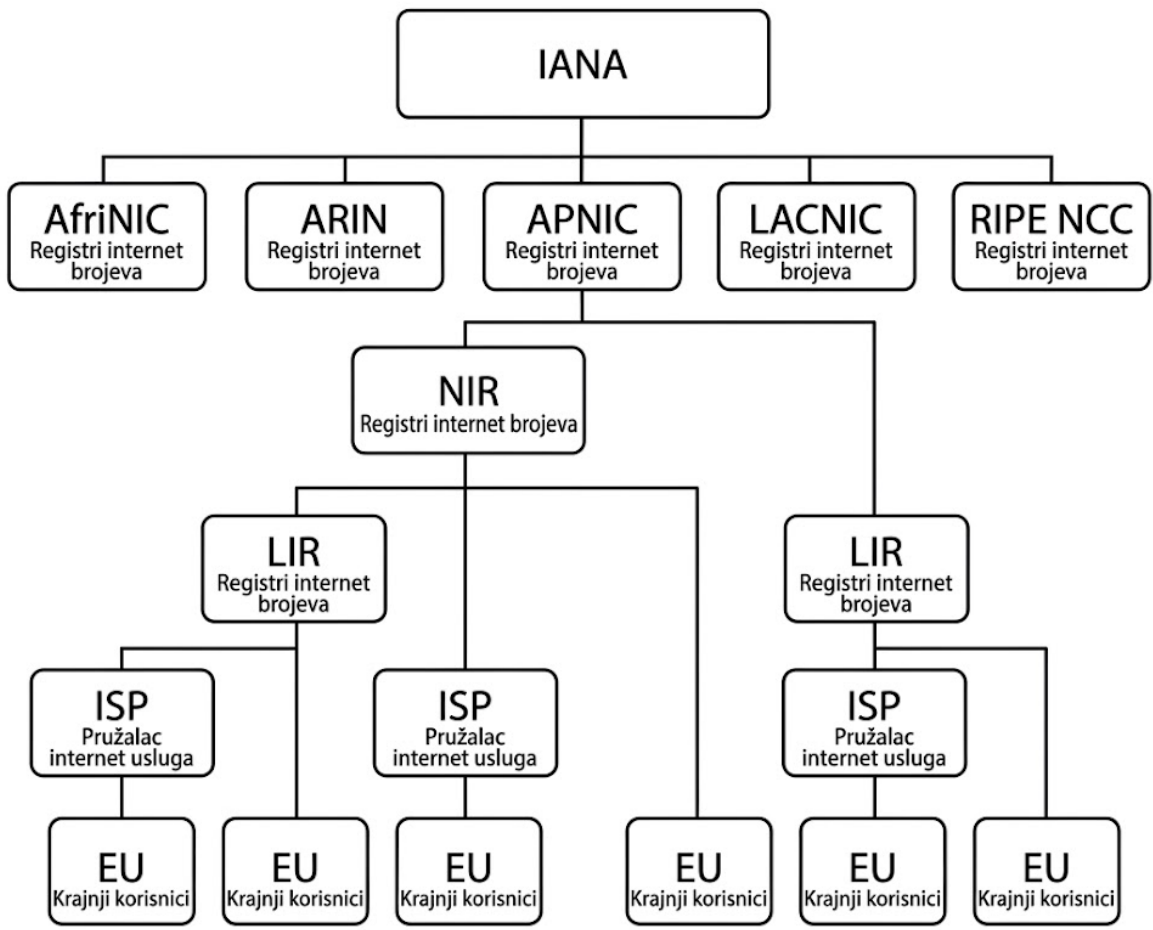
2
APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - **Azia/Pacifik Region**
<http://www.apnic.net>

3
ARIN (American Registry for Internet Numbers) – **Severna Amerika**
<http://www.arin.net>

4
LACNIC (Regional Latin-American and Caribbean IP Address Registry) – Južna Amerika i Karibska ostrva
<http://www.lacnic.net>

5
RIPE NCC (Reseaux IP Europeans) - Evropa, Srednji Istok i Centralna Azia
<http://www.ripe.net>

HIJARARHIJSKA DISTRIBUCIJA IP ADRESA

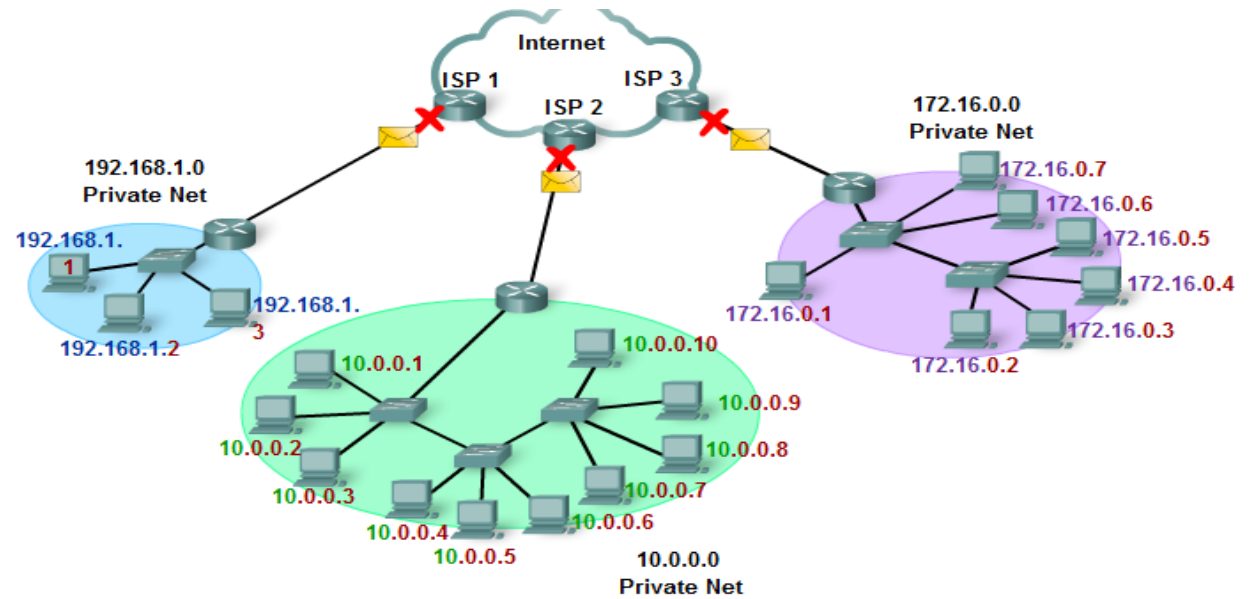


- Nacionalni internet registri
- Lokalni internet registri
- Pružaoci internet usluga
- Krajnji korisnici

SPECIJALNE IPv4 ADRESE

- **Default Route**
 - 0.0.0.0
- **Loopback Adresa**
 - Adresa koja usmerava saobraćaj ka host-u koji je i generisao saobraćaj.
 - 127.0.0.0 - 127.255.255.255
- **Link-Local Adresa**
 - 169.254.0.0 - 169.254.255.255 (169.254.0.0 /16)
 - Automatski se zadaju host-u od strane OS-a kada host ne može da dobije regularnu IP adresu.
- **TEST-NET Adresa**
 - 192.0.2.0 to 192.0.2.255 (192.0.2.0 /24)
 - Namenjene su učenju.
 - Ove adrese se koriste u dokumentaciji i primerima.

PRIVATNE IP ADRESE



RFC 1918

- 10.0.0.0 to 10.255.255.255 (10.0.0.0 /8)
- 172.16.0.0 to 172.31.255.255 (172.16.0.0 /12)
- 192.168.0.0 to 192.168.255.255 (192.168.0.0 /16)

Ove adrese nisu rutabilne na Internetu

- koriste se u kombinaciji sa NAT/PAT servisom

SUBNET MASKA i AND OPERACIJA

- Subnet maska se koristi da se u IP adresi odvoji mrežni deo od host dela.
- Subnet maska host-u govori kojoj mreži pripada.
- **VRLO JE VAŽNO DA HOST ZNA KOJOJ MREŽI PRIPADA.**
 - da li da frejm šalje u svojoj mreži?
 - da li da frejm šalje u drugoj mreži?

AND OPERACIJA

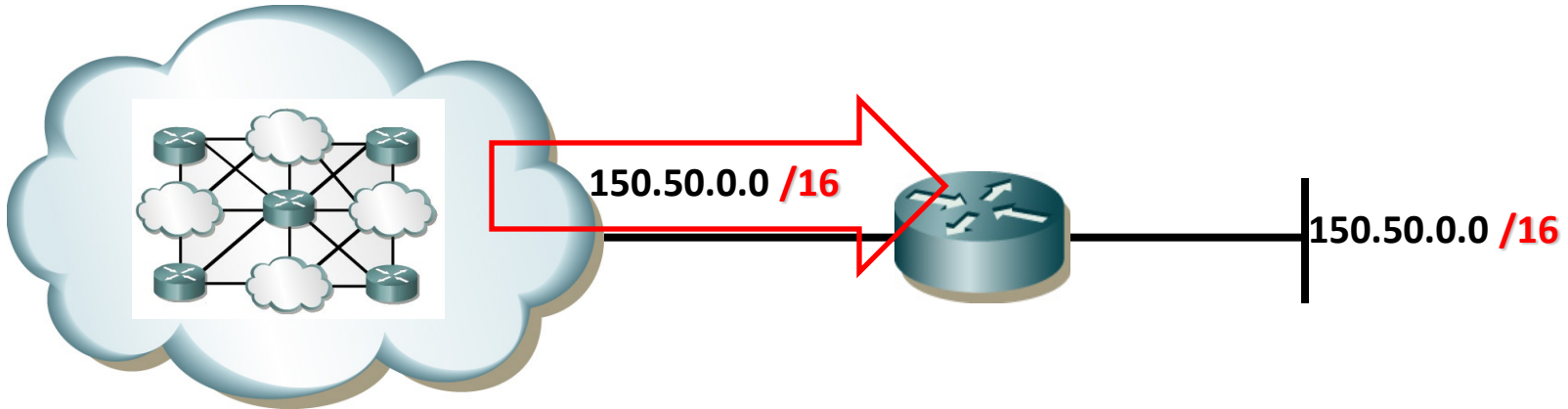
		Network	Host
Host IP:	172.16.33.10	10101100.00010000	.00100001.00001010
Mask:	255.255.0.0	11111111.11111111	.00000000.00000000

Net Add:	172.16.0.0	10101100.00010000	.00000000.00000000

SUBNET MASKA i AND OPERACIJA

	Network	Host
Host IP: 172.1.17.9	10101100.00000001.00010001.00001001	
Mask: 255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000	
	-----	-----
Net Add: 172.1.16.0	10101100.00000001.00010000.00000000	

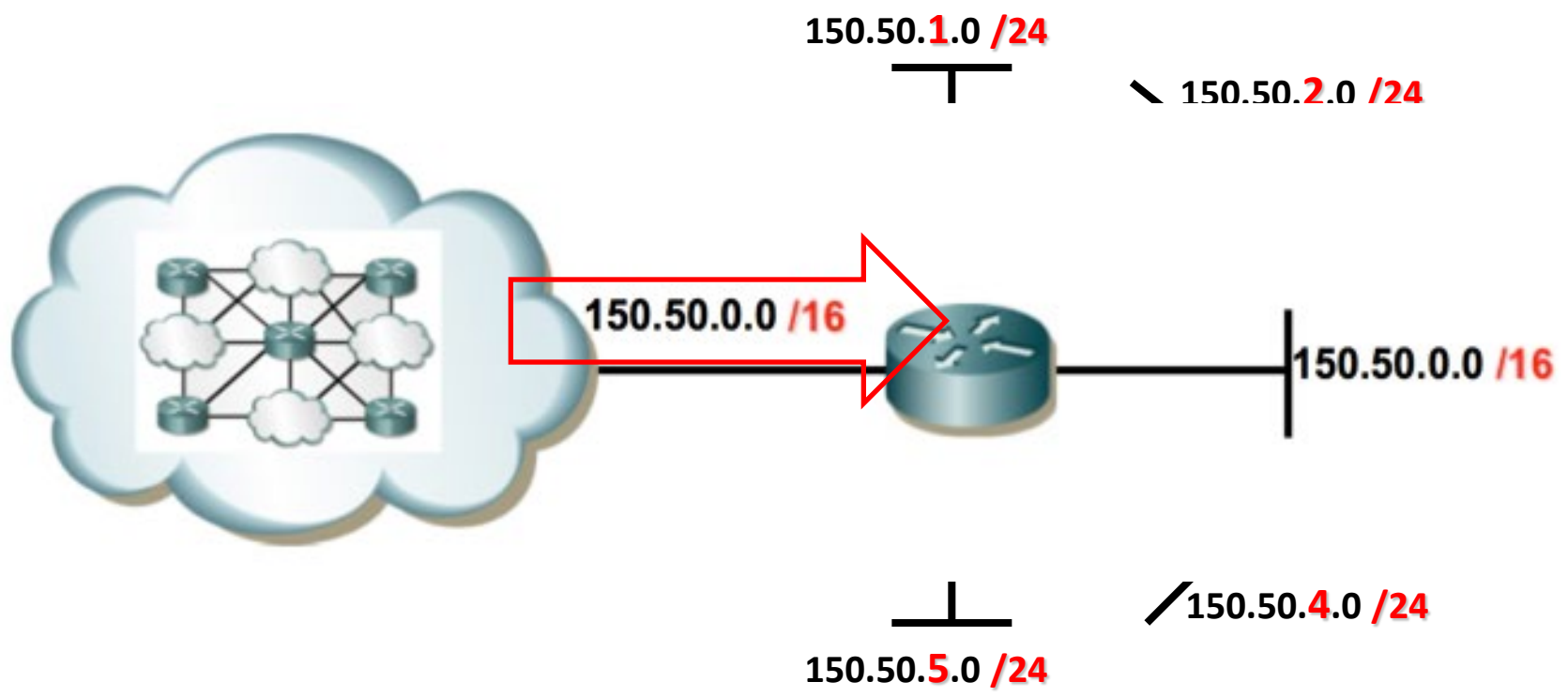
VELIKE IP MREŽE



- U velikim mrežama, *flat* mreža izaziva veliki broj problema
 - Ogroman broadcast saobraćaj (e.g., DHCP, ARP) u jednoj IP mreži.
 - Bezbednost i upravljanje strukturom same organizacije (help desk, finansije, wireless, proizvodnja,...)
- Mreža sa maskom /16 može da podrži do 65,534 hosta
 - Ne postoji potreba za tolikim brojem uređaja u jednoj IP mreži

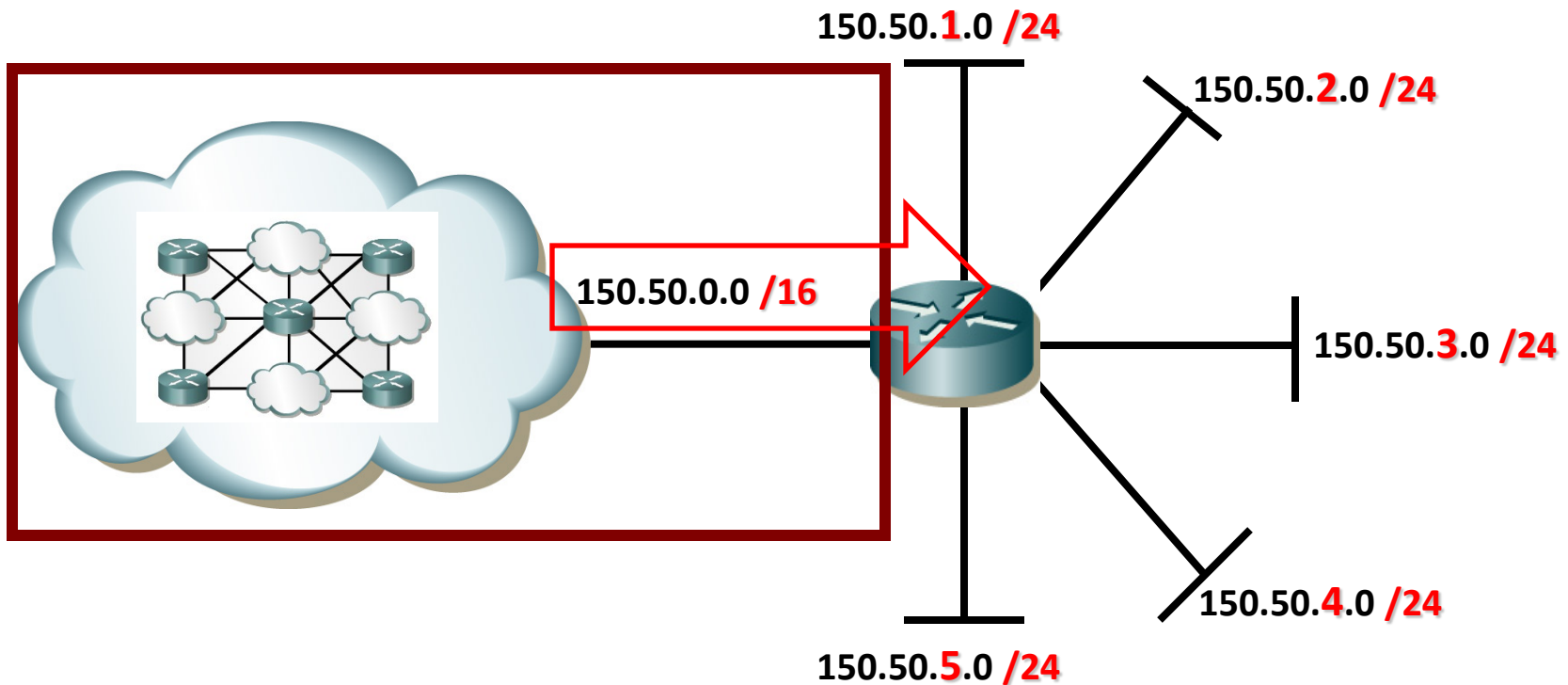
PODMREŽE (SUBNETING)

- Velike mreže se segmentiraju u manje podmreže koje se zovu “Subnets”.



PODMREŽE (SUBNETS)

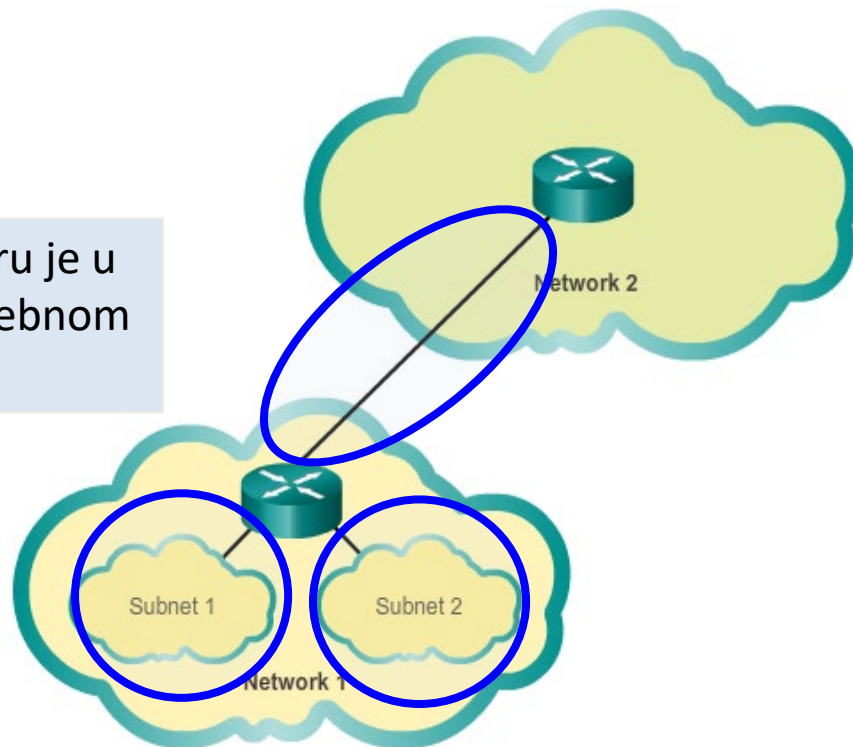
- Podmrežavanje ne utiče kako spoljni svet vidi našu mrežu već obezbeđuje dodatnu strukturu unutar organizacije.



KOMUNIKACIJA IZMEĐU PODMREŽA

- Ruter je neophodan za komunikaciju između podmreža.
 - Svaki interfejs na ruteru je u različitoj mreži.
 - IP uređaji u mreži koriste interfejs rutera kao svoj **default gateway**.

Svaki interfejs na ruteru je u različitoj mreži i u posebnom broadcast domenu.



DIZAJNIRANJE ADRESNE ŠEME

Razmotriti adresni plan na osnovu:

Broja hosta po podmreži

Kako će hostu biti zadana adresa (dinamički ili statički)

Definišite standarde za dodelu IP adresa unutar podmreže:

Ruterima se dodeljuju prve validne IP adrese iz opsega

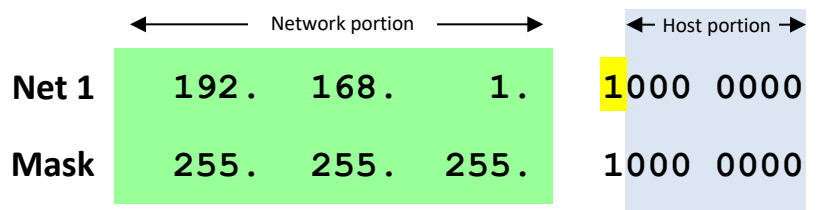
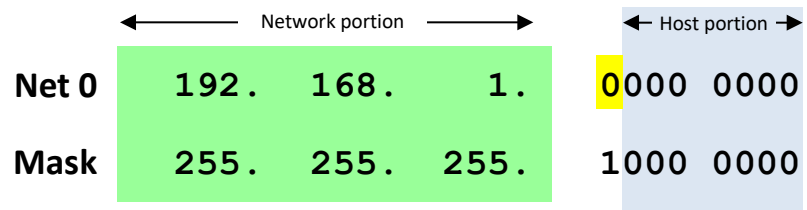
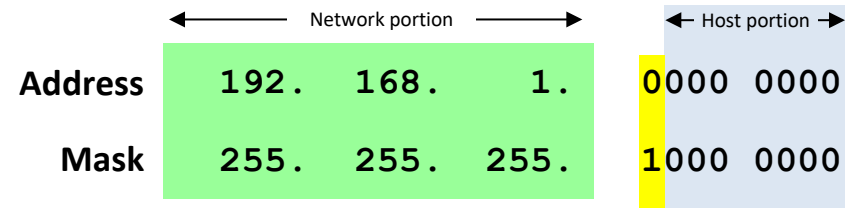
Štampačima, serverima se dodeljuju statičke IP adrese

Korisnicima obično dinamičke IP adrese

PODMREŽE (SUBNETS)

Za kreiranje podmreža pozajmljujemo bite iz HOST dela mrežne adrese

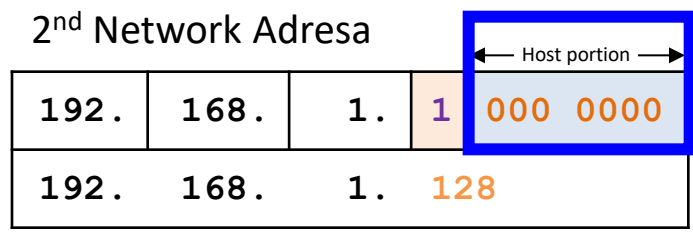
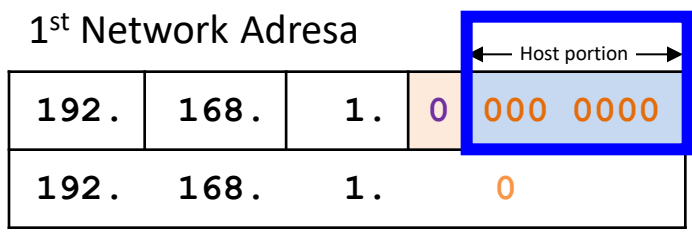
Za mrežo 192.168.1.0/24 ako pozajmimo samo jedan bit iz HOST dela možemo kreirati dve podmreže



ODREĐIVANJE MREŽNE I BROADCAST ADRESE

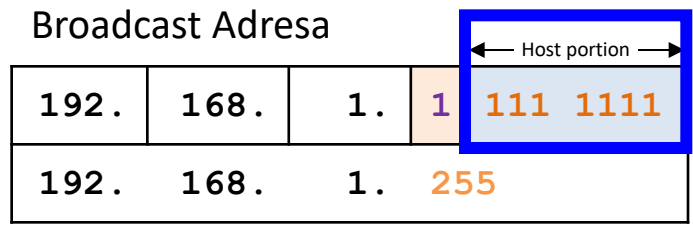
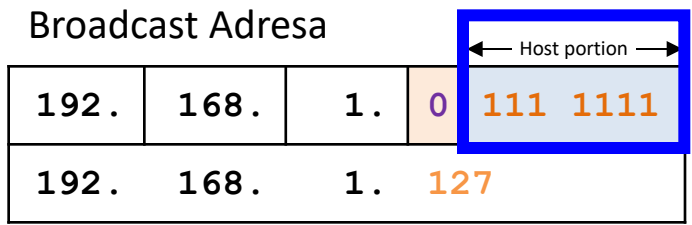
• Network adresa:

- Sve 0 u host delu adrese.



• Broadcast adresa:

- Sve 1 u host delu adrese.



ODREĐIVANJE HOST ADRESA

- Prva host adresa:

1st Host Adresa

192.	168.	1.	0	000 0001
192.	168.	1.	1	

2nd Host Adresa

192.	168.	1.	1	000 0001
192.	168.	1.	129	

- Zadnja Host adresa:

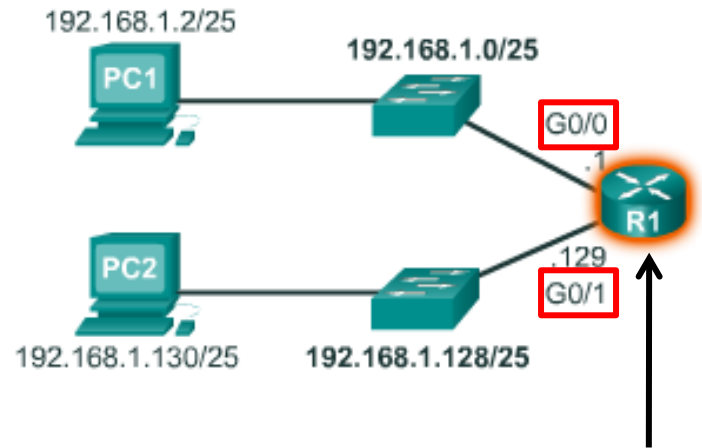
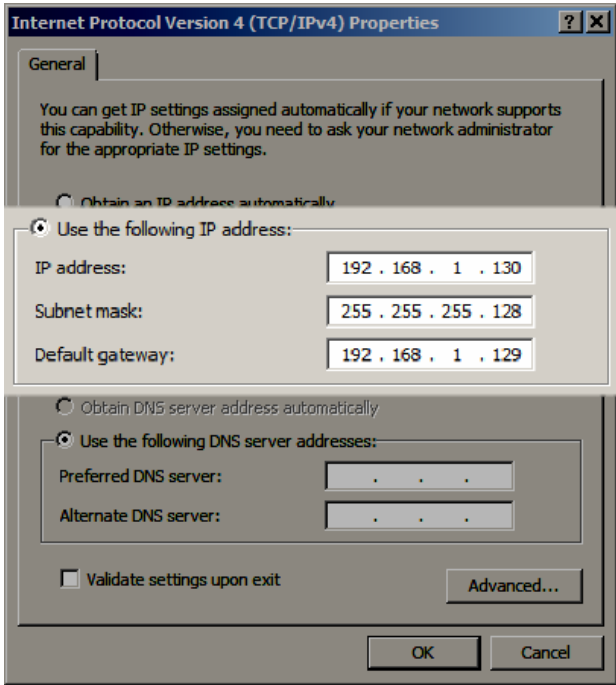
Broadcast Adresa

192.	168.	1.	0	111 1110
192.	168.	1.	126	

Broadcast Adresa

192.	168.	1.	1	111 1110
192.	168.	1.	254	

KONFIGURACIJA UREĐAJA



```

R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.128
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)# ip address 192.168.1.129
255.255.255.128
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)#
    
```

PODMREŽAVANJE

- Za svaki pozajmljeni bit broj podmreža se udvostručava
- Primer:
 - **1000** 0000 : za 1 pozajmljen bit , 2 podmreže mogu se formirati.
 - **1100** 0000 : za 2 pozajmljena bita , 4 podmreže mogu se formirati
 - **1110** 0000 : za 3 pozajmljena bita , 8 podmreže mogu se formirati
 - **1111** 0000 : za 4 pozajmljena bita , 16 podmreže mogu se formirati
 - **1111** **1000** : za 5 pozajmljena bita , 32 podmreže mogu se formirati
 - **1111** **1100** : za 6 pozajmljena bita , 64 podmreže mogu se formirati
- Za svaku podmrežu javlja se manji broj adresa koji je dostupan hostovima.

ZADATAK

Formirati maksimalan broj pod mreža tako da svaka pod mreža može da adresira do 50 IP uređaja.

Od provajdera ste dobili mrežnu adresu 192.168.1.0/24

IP: 192.168.1. 0 0 0 0 0 0 0 0

SM: 255.255.255. 1 1 0 0 0 0 0 0

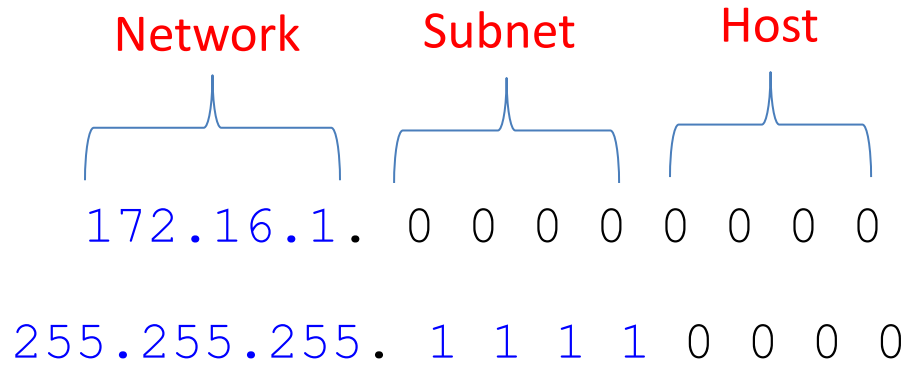
192.168.1. 0 0 0 0 0 0 0 0	192.168.1.0/26
192.168.1. 0 1 0 0 0 0 0 0	192.168.1.64/26
192.168.1. 1 0 0 0 0 0 0 0	192.168.1.128/26
192.168.1. 1 1 0 0 0 0 0 0	192.168.1.192/26

- **Broj hosta po pod mreži:** 6 bita, 64-2 hosta, **64 IP adrese, 62 su upotrebljive**
- **Broj pod mreža:** 2 bita ili **4 pod mreža**

ZADATAK 1

- Želimo da iz mreže 172.16.1.0/24 kreiramo što više podmreža sa po 12 hosta po podmreži
- Nova Subnet Maska: **255.255.255.240 (/28)**
 - Broj hosta po podmreži: 4 bita, 16-2 hosta, **14 hosta**
 - Broj podmreža: 4 bita ili **16 podmreža**

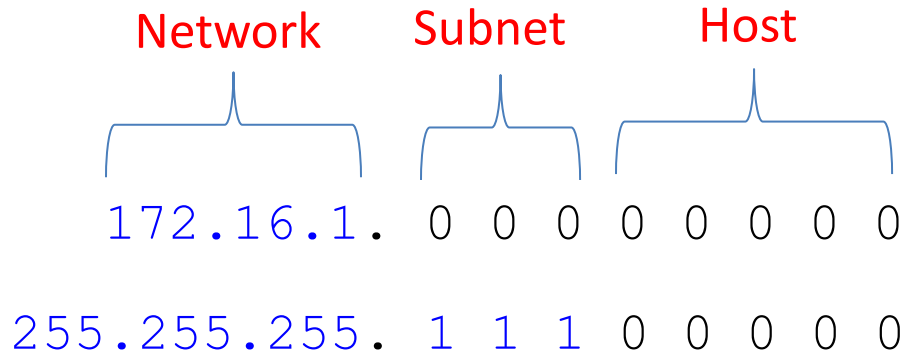
FLSM (FIX LENGTH SUBNET MASK)



ZADATAK 2

- Želimo da iz mreže 172.16.1.0/24 kreiramo 6 podmreža sa što više hosta po podmreži
- Nova Subnet Maska: **255.255.255.224 (/27)**
 - Broj hosta po podmreži: 5 bita, 32-2 hosta, **30 hosta**
 - Broj podmreža: 3 bita ili **8 podmreža**

FLSM (FIX LENGTH SUBNET MASK)



SUBNET KALKULATOR

Subnet Calculator

Network Class: A B C

First Octet Range: 192 - 223

IP Address: 192 . 168 . 0 . 1

Hex IP Address: C0A8.00.01

Subnet Mask: 255.255.255.0

Wildcard Mask: 0.0.0.255

Subnet Bits: 0

Mask Bits: 24

Maximum Subnets: 1

Hosts per Subnet: 254

Host Address Range: 192.168.0.1 - 192.168.0.254

Subnet ID: 192.168.0.0

Broadcast Address: 192.168.0.255

Subnet Bitmap: 110nnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh

IP Subnet Calculator

The IP Subnet Mask Calculator enables subnet network calculations using network class, IP address, subnet mask, subnet bits, mask bits, maximum required IP subnets and maximum required hosts per subnet.

Results of the subnet calculation provide the hexadecimal IP address, the wildcard mask, for use with ACL (Access Control Lists), subnet ID, broadcast address, the subnet address range for the resulting subnet network and a subnet bitmap.

For classless supermetting, please use the CIDR Calculator. For classful supermetting, please use the IP Supermet Calculator. For simple ACL (Access Control List) wildcard mask calculations, please use the ACL Wildcard Mask Calculator.

Note: These online network calculators may be used totally free of charge provided their use is from this url (www.subnet-calculator.com).

Advanced Subnet Calculator

SOLARWINDS

Address Details Classful Subnet Calculator CIDR Calculator Subnet Addresses

IP Address: 192.168.10.0

Subnet Mask: 255.255.255.192

Mask Bits: 26

Number of Subnets: 4

Host Bits: 6

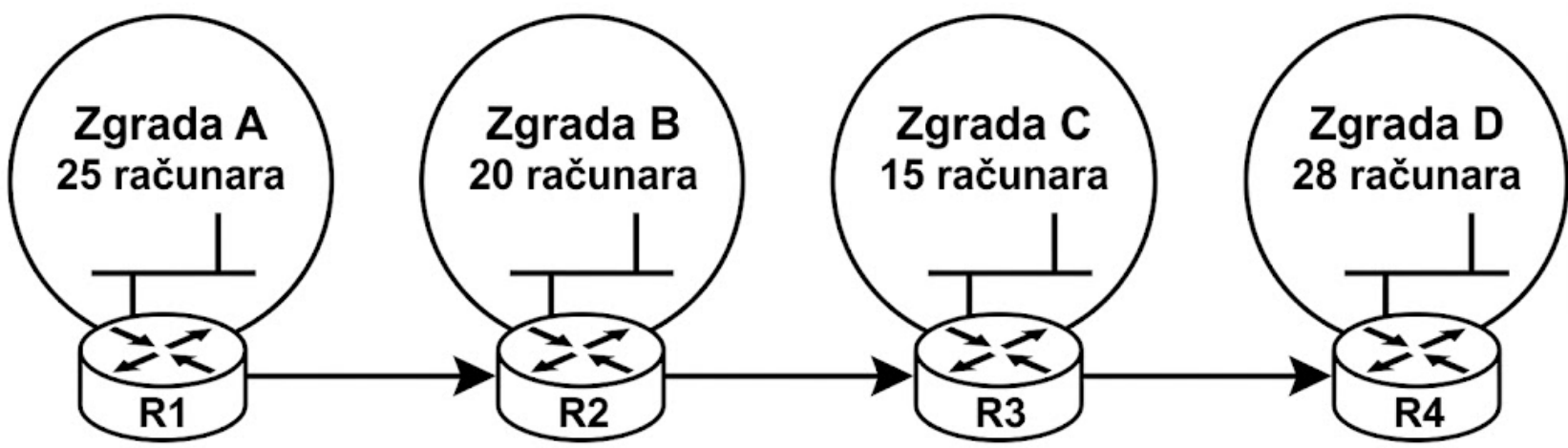
Hosts per Subnet: 62

Subnet Bit Mask: 110nnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.sshhhhhh

Subnet	Mask	Inverse Mask	Subnet Size	Host Range	Broadcast
192.168.10.0	255.255.255.192	0.0.0.63	62	192.168.10.1 to 192.168.10.62	192.168.10.63
192.168.10.64	255.255.255.192	0.0.0.63	62	192.168.10.65 to 192.168.10.126	192.168.10.127
192.168.10.128	255.255.255.192	0.0.0.63	62	192.168.10.129 to 192.168.10.190	192.168.10.191
192.168.10.192	255.255.255.192	0.0.0.63	62	192.168.10.193 to 192.168.10.254	192.168.10.255

VLSM ŠEMA ADRESIRANJA

- Do sada svaka podmreža je bila iste veličine sa istim brojem hostova.
 - U praksi je retka situacija da svaka podmreža ima potrebu za istim brojem host-ova
 - VLSM omogućava znatno bolje **iskorišćenje adresnog opsega** i efikasniju sumarizaciju



- Na slici koliko podmreža je potrebno formirati?
 - 7 podmreža različite veličine.

ZADATAK 2

Zgrada A: $2^x - 2 \geq 25 \Rightarrow 2^x \geq 27 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow SM = 27$ (32-5)

Zgrada B: $2^x - 2 \geq 20 \Rightarrow 2^x \geq 22 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow SM = 27$ (32-5)

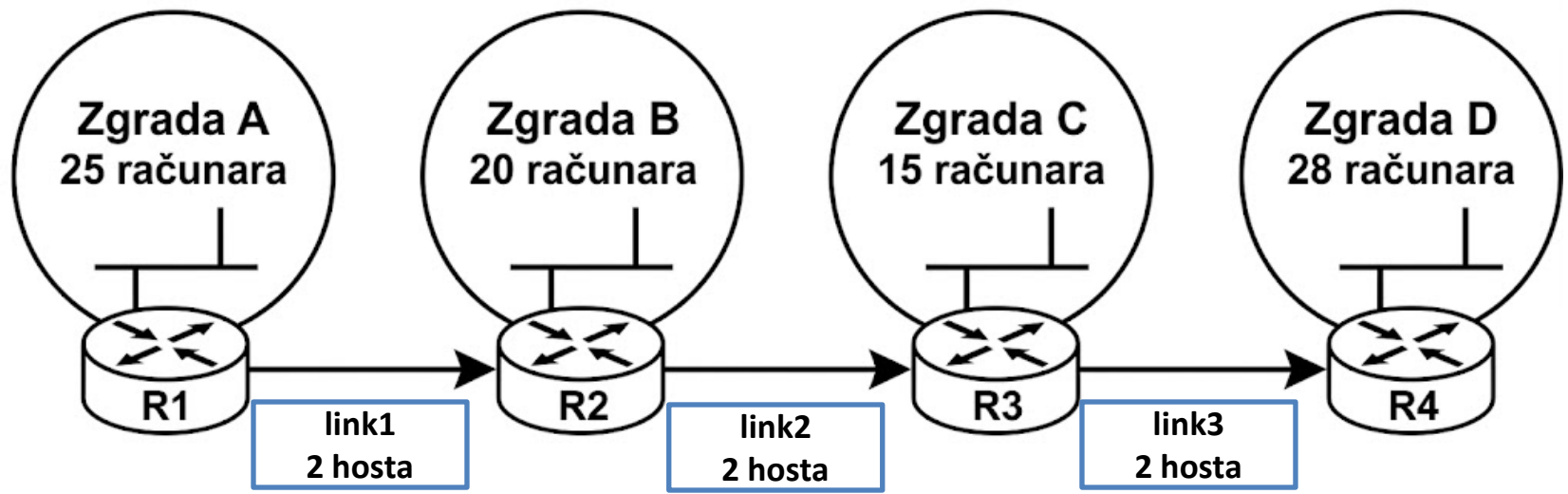
Zgrada C: $2^x - 2 \geq 15 \Rightarrow 2^x \geq 17 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow SM = 27$ (32-5)

Zgrada D: $2^x - 2 \geq 28 \Rightarrow 2^x \geq 30 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow SM = 27$ (32-5)

Link 1: $2^x - 2 \geq 2 \Rightarrow 2^x \geq 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow SM = 30$ (32-2)

Link 2: $2^x - 2 \geq 2 \Rightarrow 2^x \geq 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow SM = 30$ (32-2)

Link 3: $2^x - 2 \geq 2 \Rightarrow 2^x \geq 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow SM = 30$ (32-2)



VLSM ŠEMA ADRESIRANJA

Zgrada A: $2^x - 2 >= 25 \Rightarrow 2^x >= 27 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow$ SM= 27 (32-5)

Zgrada B: $2^x - 2 >= 20 \Rightarrow 2^x >= 22 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow$ SM= 27 (32-5)

Zgrada C: $2^x - 2 >= 15 \Rightarrow 2^x >= 17 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow$ SM= 27 (32-5)

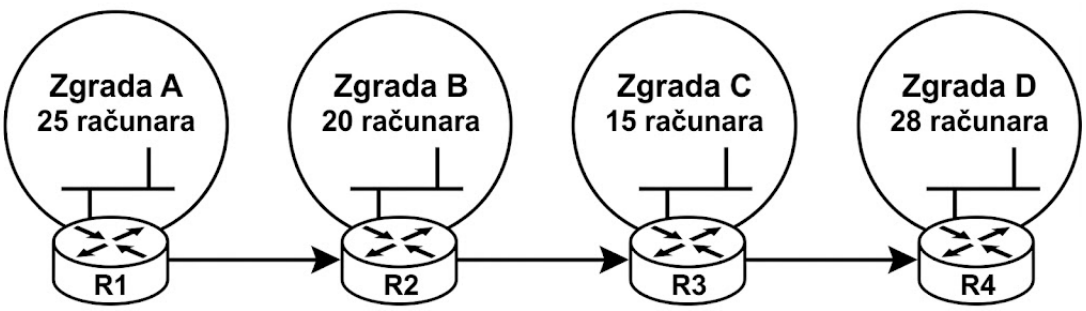
Zgrada D: $2^x - 2 >= 28 \Rightarrow 2^x >= 30 \Rightarrow x = 5$ bita (host) $\Rightarrow 2^5 = 32 \Rightarrow$ SM= 27 (32-5)

Link 1: $2^x - 2 >= 2 \Rightarrow 2^x >= 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow$ SM= 30 (32-2)

Link 2: $2^x - 2 >= 2 \Rightarrow 2^x >= 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow$ SM= 30 (32-2)

Link 3: $2^x - 2 >= 2 \Rightarrow 2^x >= 4 \Rightarrow x = 2$ bita (host) $\Rightarrow 2^2 = 4 \Rightarrow$ SM= 30 (32-2)

$32+32+32+32+4+4+4=140$ IP adresa
 $2^x > 140 \Rightarrow x=8$ bita \Rightarrow SM=24(dodeljuje ISP)

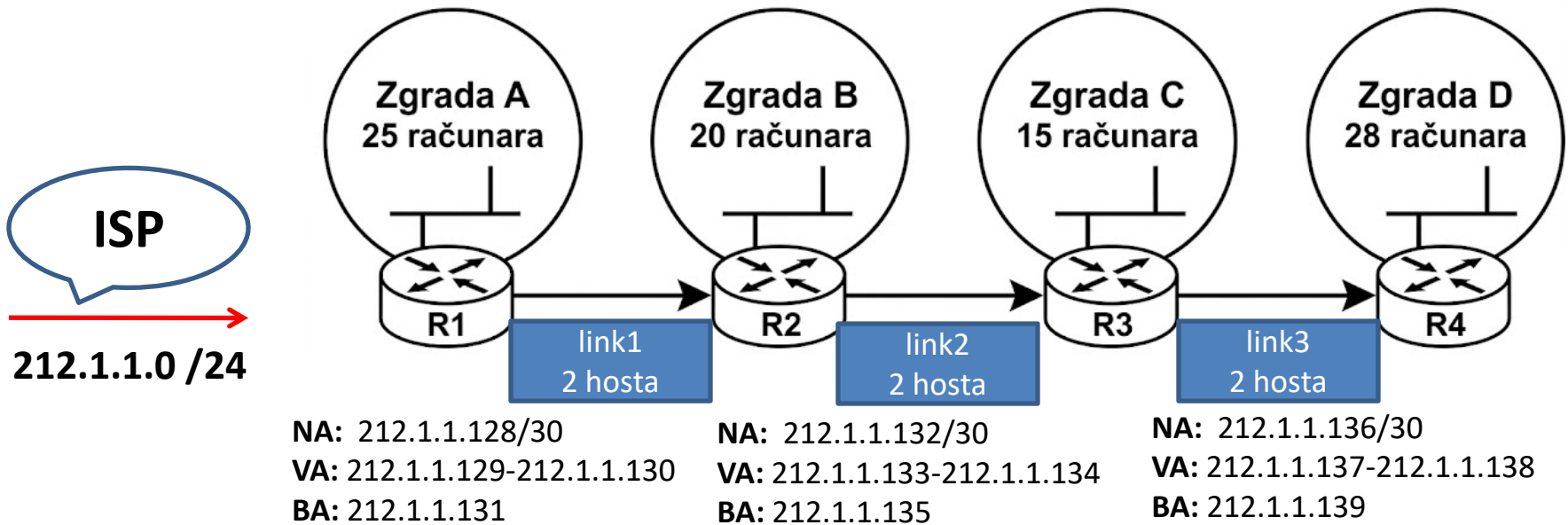


VLSM ŠEMA ADRESIRANJA

ISP MREŽNA ADRESA: 212.1.1.0 /24

Zgrada A: SM= 27 **Zgrada B:** SM= 27 **Zgrada C:** SM= 27 **Zgrada D:** SM= 27
Link 1 : SM= 30 **Link 2 :** SM= 30 **Link 3 :** SM= 30

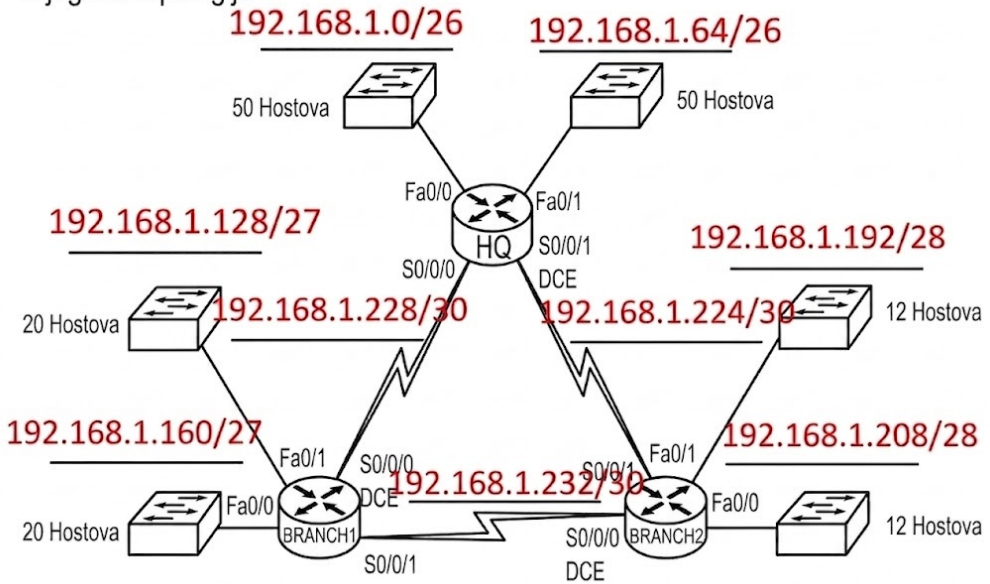
NA: 212.1.1.0 /27	NA: 212.1.1.32 /27	NA: 212.1.1.64 /27	NA: 212.1.1.96 /27
VA: 212.1.1.1-212.1.1.30	VA: 212.1.1.33-212.1.1.62	VA: 212.1.1.65-212.1.1.94	VA: 212.1.1.97-212.1.1.126
BA: 212.1.1.31	BA: 212.1.1.63 /	BA: 212.1.1.95	BA: 212.1.1.127



DIZAJN VLSM ŠEME ADRESIRANJA

Na osnovu dobijene mrežne IP adrese 192.168.1.0/24 kreirati adresnu šemu na osnovu slike

Dijagram topologije



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask
HQ	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.192
	Fa0/1	192.168.1.65	255.255.255.192
	S0/0/0	192.168.1.229	255.255.255.252
	S0/0/1	192.168.1.225	255.255.255.252
Branch1	Fa0/0	192.168.1.161	255.255.255.224
	Fa0/1	192.168.1.129	255.255.255.224
	S0/0/0	192.168.1.230	255.255.255.252
	S0/0/1	192.168.1.232	255.255.255.252
Branch2	Fa0/0	192.168.1.193	255.255.255.240
	Fa0/1	192.168.1.209	255.255.255.240
	S0/0/0	192.168.1.234	255.255.255.252
	S0/0/1	192.168.1.226	255.255.255.252

MODELI ADRESIRANJA

- 1981, RFC 791 je IPv4 32-bitnu adresu podelio u tri različite klase
 - Klasa A koristi 8 bita za identifikaciju mreže,
 - Klasa B koristi 16 bita,
 - Klasa C koristi 24 bita.
 - Ovakav format je poznat kao **classful IP addressing** (klasna šema adresiranja).
- IP adrese su se vrlo brzo trošile
- Internet Engineering Task Force (IETF) predstavila je **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)** metodu adresiranja
 - CIDR koristi Variable Length Subnet Masking (VLSM) koja pomaže u boljem iskorišćenju IPv4 adresnog prostora

BEZKLASNO ADRESIRANJE

- **CIDR i VLSM** su omogućile da ISP svojim klijentima dodeljuje mreže van klasnih granica.
- ISP je mogao da dodeli jednom klijentu deo adresa klasne mreže a drugom klijentudrugi deo adresa iste klasne mreže
- Tehnike koje su produžileživotni vek IPv4 su:
 - **VLSM & CIDR** notation (1993, RFC 1519)
 - **Network Address Translation** (1994, RFC 1631)
 - **Private Addressing** (1996, RFC 1918)

KLASNO ADRESIRANJE

Class	High Order Bits	Start	End
Class A	0	0.0.0.0	127.255.255.255
Class B	10	128.0.0.0	191.255.255.255
Class C	110	192.0.0.0	223.255.255.255
Multicast	1110	224.0.0.0	239.255.255.255
Experimental	1111	240.0.0.0	255.255.255.255

	1st Octet	2st Octet	3st Octet	4st Octet	<u>Subnet Mask</u>
Class A	Network	Host	Host	Host	255.0.0.0 or /8
Class B	Network	Network	Host	Host	255.255.0.0 or /16
Class C	Network	Network	Network	Host	255.255.255.0 or /24

Number of Networks and Hosts per Network for Each Class

Address class	First Octet Range	Number of Possible Networks	Number of Host per Networks
Class A	0 to 127	128 (2 are reserved)	16,777,214
Class B	128 to 191	16,348	65,534
Class C	192 to 223	2,097,152	254

VEŽBA

1. 192.168.1.3 Klasa _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ do _____

2. 1.12.100.31 Klasa _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ do _____

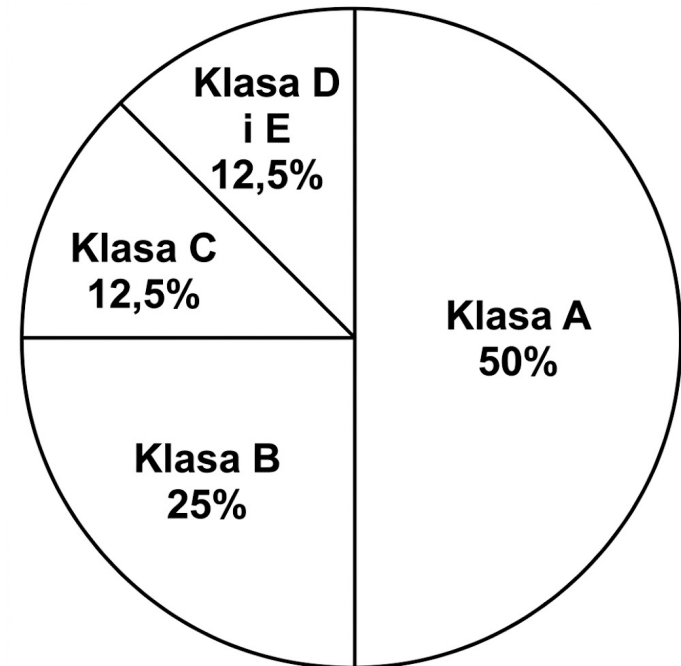
3. 172.30.77.5 Klasa _____ Default Mask: _____
Network: _____ Broadcast: _____
Hosts: _____ do _____

REŠENJE

1. 192.168.1.3 Klasa C Default Mask: 255.255.255.0
Network: 192.168.1.0 Broadcast: 192.168.1.255
Hosts: 192.168.1.1 do 192.168.1.254
2. 1.12.100.31 Klasa A Default Mask: 255.0.0.0
Network: 1.0.0.0 Broadcast: 1.255.255.255
Hosts: 1.0.0.1 do 1.255.255.254
3. 172.30.77.5 Klasa B Default Mask: 255.255.0.0
Network: 172.30.0.0 Broadcast: 172.30.255.255
Hosts: 172.30.0.1 do 172.30.255.254

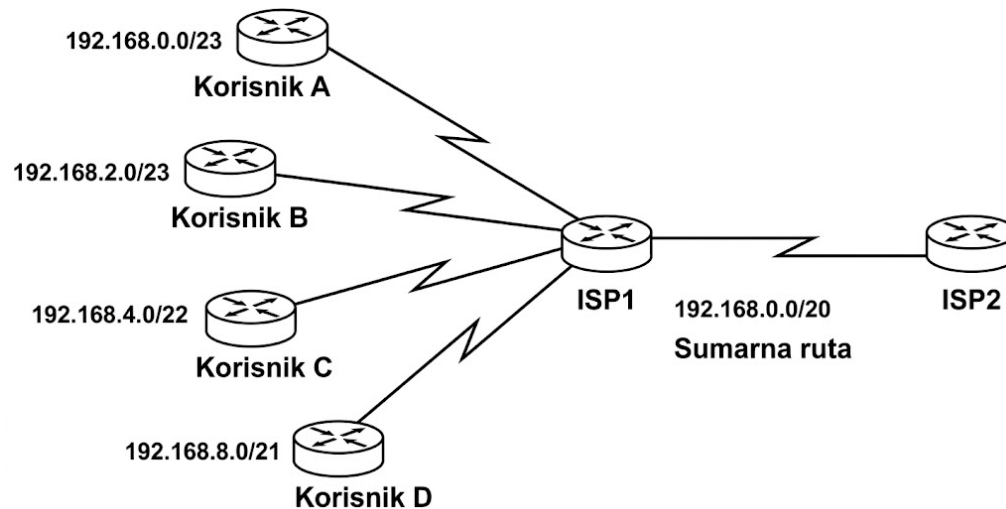
KLASNO ADRESIRANJE

- Na osnovu klasnog adresiranja javilo se nesrazmerno trošenje adresa koje je bilo prisutno na početku razvoja Interneta kada su kompanije dobijale adrese klase A.
- Neke kompanije i državne organizacije i dalje koriste adrese klase A.
 - General Electric poseduje 3.0.0.0/8,
 - Apple Computer poseduje 17.0.0.0/8,
 - U.S. Postal Service poseduje 56.0.0.0/8
- Neravnomerna raspodela IP adresa dovela je do ubrzanog trošenja IP adresa i ogromnih ruting tabela
- Klasa A sadrži 50% IP adresa sa svega 126 mreža



SUMARIZACIJA

- CIDR omogućava da više mreža budu sumarizovane u jednu ili nekoliko manjih mreža
- Sumarizacija se ostvaruje pozajmljivanjem bita iz mrežnog dela
- Sumarizacija je značajno pomogla u **smanjivanju veličine ruting tabele**
 - **brže pretraživanje ruting tabele**
 - **manje zauzeće memorije**



SUPERNET MREŽA

Ukoliko sumarizovana mreža ima manji prefiks (subnet mask) od clasfull mreža koje se sumarizuju reč je o **supernet mreži**

