

## IP adrese

### Uvod u mreže.

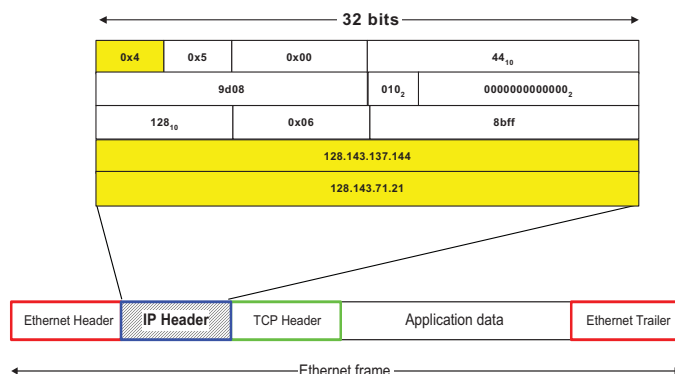
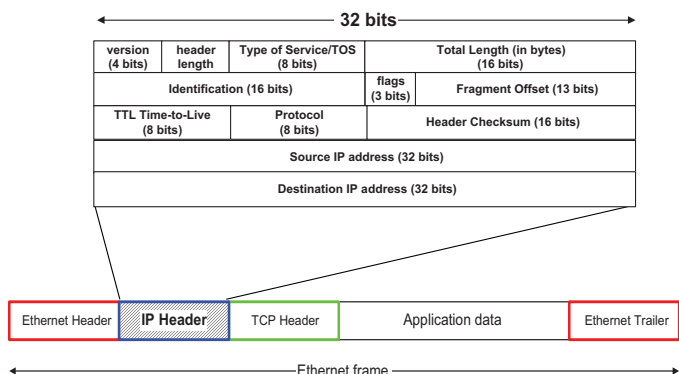
Čitava prezentacija je posvećen IP adresama.

## IP adrese

- Struktura IP adresa
- Classful IP adrese
- Ograničenja i problemi sa classful IP adresama
- Subnetting
- CIDR
- IP verzija 6 adresiranje

## IP adrese

## IP adrese



## Šta je IP adresa?

- IP adresa je jedinstvena globalna (svima poznata) adresa za mrežno okruženje
- Izuzeci:
  - Dinamički dodjeljena IP adresa (→ DHCP, vježbe broj 7)
  - IP adresa u privatnim mrežama (→ NAT, vježbe broj 7)
- IP adresa:
  - je **32 bit dug** identifikator
  - enkodira mrežni broj (**mrežni prefiks**) i **host broj**

## Mrežni prefiks i host broj

- Mrežni prefiks identifikuje o kojoj je mreži riječ i host broj identifikuje određeni (specifični) host (u stvari, okruženje na mreži).

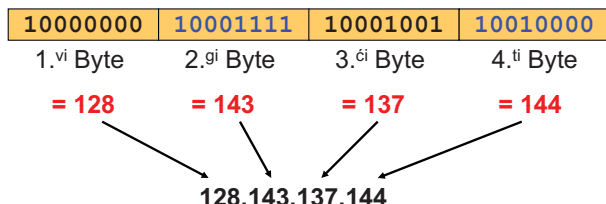
mrežni prefiks      host broj

- **Kako znamo koliko je dug mrežni prefiks?**
  - **Prije 1993:** Mrežni prefiks je implicitno definisan (vidi **class-based adresiranje**)
  - ili
  - **Poslije 1993:** Mrežni prefiks je prikazan pomoću **netmaske**.

## Tačkasti decimalni zapis

- IP adrese su pisane u takozvanom **tačkasto decimalnom zapisu**.
- Svaki bit se identifikuje pomoću decimalnog broja koji se nalazi u rangu [0..255]:

- **Primjer:**



## Specijalne IP adrese

- **Rezervisane ili (po konvenciji) specijalne adrese:**

- **Loopback okruženja**

- sve adrese od 127.0.0.1 do 127.255.255.255 su rezervisane za loopback okruženja
    - Mnogi sistemi koriste 127.0.0.1 kao loopback adresu
    - loopback okruženju je dodijeljeno ime "localhost"

- **IP adresa od mreže**

- Host broj je postavljen na sve nule, npr. 128.143.0.0

- **Broadcast adresa**

- Host broj su sve jedinice, e.g., 128.143.255.255
    - Broadcast ide prema svim hostovima u mreži
    - Često se ignorise zbog sigurnosnih razloga

- **Test / Eksperimentalne adrese**

Rangovi određenih adresa su rezervisani za "eksperimentalnu upotrebu". Paket će biti dostavljen ako on sadrži ovu ciljanu adresu (vidi RFC 1918):

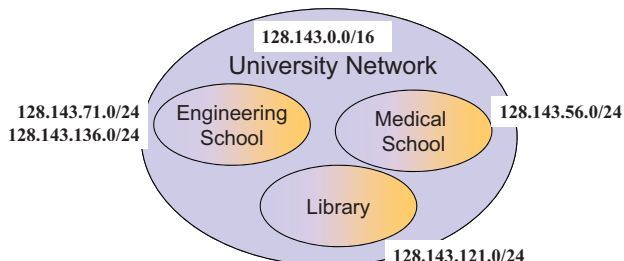
- 10.0.0.0        - 10.255.255.255
- 172.16.0.0    - 172.31.255.255
- 192.168.0.0   - 192.168.255.255

- **Konvencija (ali nije rezervisana riječ)**

Default gateway ima host broj koji je stavljen na '1', npr. 192.0.1.1

## Dodjeljivanje adresa pomoću subnetting-a

- Svakom dijelu organizacije je dodijeljen rang IP adresa (subnets ili subnetworks (podmreže))
- Adresa u svakoj subnet (podmreži) se može upravljati lokalno



## Primjer

- **Primjer:** ellington.cs.virginia.edu

128.143

137.144

- Mrežna adresa je: 128.143.0.0 (or 128.143)
- Host broj je: 137.144
- Netmask-a je: 255.255.0.0 (or ffff0000)
  
- Prefiks ili CIDR zapis: 128.143.137.144/16  
» Mrežni prefiks je 16 bita dug

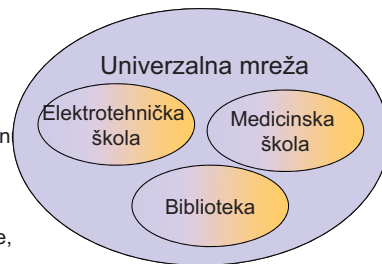
## Subnetting

- **Problem:** Organizacije imaju svoje mnogostruke mreže koje su nezavisno organizovane

- **Rješenje 1:** Dodijeliti odvojen mrežnu adresu za svaku mrežu

- Teško za upravljanje
    - Za one izvan organizacije, svaka mreža mora biti adresabilna.

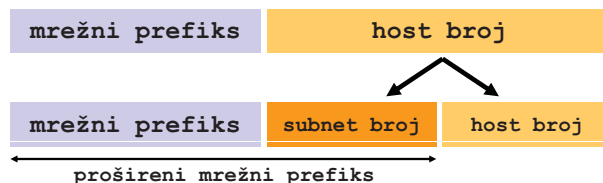
- **Rješenje 2:** Dodati novi (dodatni) nivo hijerarhije strukturi IP adrese



→ Subnetting

## Osnovna ideja Subnetting-a

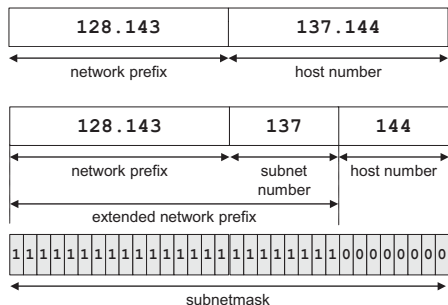
- Podijeliti host broj udio od IP adrese na **subnet broj** i na (manji) **host broj**.
- Rezultat ovoga je 3-slojna (troslojna) hijerarhija



- **Tada:**
  - Subnets (podmreže) se mogu proizvoljno urediti unutar organizacije
  - Iznutra, subnets se tretiraju kao odvojene mreže
  - Subnet struktura nije vidljiva izvan organizacije

## Subnetmask

- Routeri i host-ovi koriste **prošireni mrežni prefiks (subnetmask)** da bi identifikovali početak host broja



## Prednosti subnetting-a

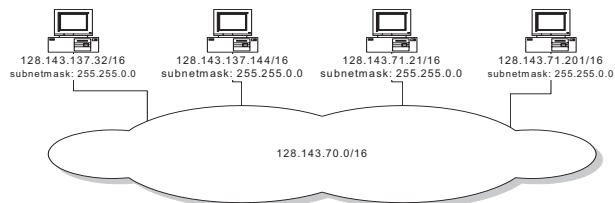
- Pomoću subnetting-a, IP adresa koristi 3-slojnu hijerarhiju:
  - » Mreža
  - » Subnet (podmreža)
  - » Host
- Reducira se kompleksnost router-a. S obzirom da vanjski router ne zna ništa o subnetting-u, kompleksnost (složenost) routing tabele kod vanjskih router-a je smanjena.
- Napomena: Dužina subnet mask-e ne mora biti ista kod svih podmreža.

## Primjer: Subnetmask

- 128.143.0.0/16 je IP adresa mreže
- 128.143.137.0/24 je IP adresa podmreže
- 128.143.137.144 je IP adresa host-a
- 255.255.255.0 (or ffffff00) je subnetmask host-a
- Kada se subnetting koristi, u opštem slučaju pričamo o "subnetmask" (umjesto netmask) i "subnet" (podmreža) (umjesto mreža)
- Upotreba subnetting-a ili dužina od subnetmask određuje mrežni administrator
- Dosljednost subnetmask-i je odgovornost administratora

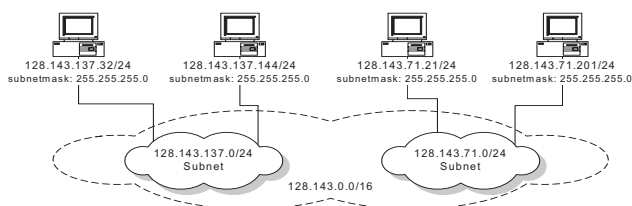
## Bez subnetting-a

- Svi hostovi misle da su ostali hostovi na istoj mreži



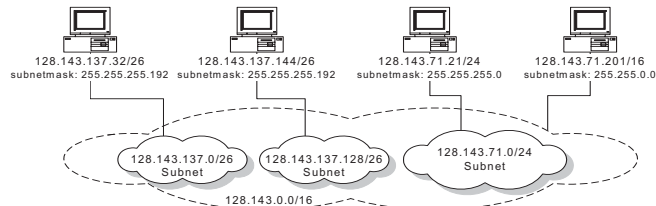
## Sa subnetting-om

- Hostovi sa istim proširenim mrežnim prefiksom pripadaju istoj mreži



## Sa subnetting-om

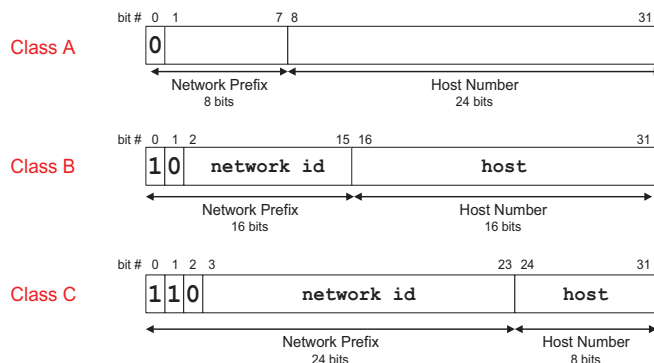
- Različite subnetmask-e vode na različite poglede o veličini opsega mreže



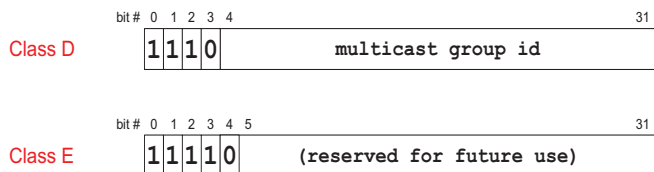
## Klasifikacija IP adresa (sve do 1993)

- Kada su Internet adrese standardizirane (u ranim 1980s), Internet prostor internet adresa je bio podjeljen na klase:
  - Klasa A:** Mrežni prefiks je 8 bita dug
  - Klasa B:** Mrežni prefiks je 16 bita dug
  - Klasa C:** Mrežni prefiks je 24 bita dug
- Svaka IP adresa sadrži ključ koji identifikuje o kojoj je klasi riječ:
  - Klasa A:** IP adresa počinje sa "0"
  - Klasa B:** IP adresa počinje sa "10"
  - Klasa C:** IP adresa počinje sa "110"

## Stari način: Klase Internet adresa



## Stari način: Klase Internet adresa



- Mi ćemo pričati o multicast adresama nekad kasnije.

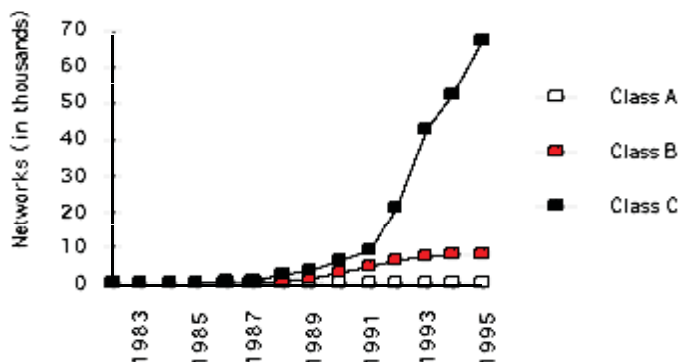
## Problem sa Classful IP adresama

- U ranim 1990s, originalna šema classful adresa je imala veliki broj problema
  - Ravni prostor za adrese.** Tabele Rout-era na kičmi (osnovi) Internet-a je trebala da ima vrijednost za svaku adresu na internetu. Kada je Klasa C mreža počela da se naširoko upotrebljava, ovo je počelo da predstavlja problem. Do 1993, veličina tabela Routera je počela da prevazilazi kapacitet routera.

### Ostali problemi:

- Premalen broj mrežni adresa za velike mreže**
  - Klasa A i Klasa B adresa su prestale da postoje
- Ograničena fleksibilnost za mrežne adrese:**
  - Klase A and B adresa su ubijene (>64,000 addresses)
  - Klasa C adresa je nedovoljan (zahtjeva se 40 Klasa C adresa)

## Raspodjela Classful adresa



## CIDR - Classless Interdomain Routing

- IP router osnova ima jednu tabelu sa vrijednostima potrebnih routeru za svaku mrežnu adresu:
  - Sa subnetting-om, kičma (osnova) router-a samo treba da zna jednu vrijednost za svaku od Klasa A, B, ili C mreža
  - Ovo je prihvatljivo samo za Klasu A i Klasu B mreža
    - $2^7 = 128$  Klasa A mreža
    - $2^{14} = 16,384$  Klasa B mreža
  - Ali ovo nije prihvatljivo za Klasu C mreža
    - $2^{21} = 2,097,152$  Klasa za C mreža
- Već 1993, veličina router tabela počinje da prevazilazi kapacitet routera
- Kao posljedica: Klasno-bazirana zaduženja IP adresa treba da se napusti

## CIDR - Classless Interdomain Routing

- **Ciljevi:**
  - Novo tumačenje prostora za IP adrese
  - Reorganizacija zaduženja IP adresa radi povećanja efikasnosti
  - Dozvoliti route-r agregaciji (gomilanju) da minimizira vrijednosti u router tabelama
- **CIDR (Classless Interdomain routing)**
  - napuštanje dosadašnjeg zapisa o klasama
  - **Ključni koncept:** dužina mrežnog prefiksa u IP adresama je proizvoljna
  - **Posljedica:** Veličina mrežnog prefiksa mora biti dostupna sa IP adresom

## Zašto ljudi još uvijek govore o...

- CIDR eliminiše koncept Klasa A, B, i C mreža i zamjenjuje je sa mrežnim prefiksom
  - Postojanje classful mrežne adrese je konvertovano u CIDR adrese:  
**128.143.0.0 → 128.143.0.0/16**
  - Promjena nije zahvatila mnogo (prethodno postojeće) mreže preduzeća
    - Mnogi mrežni administratori (posebno na univerzitetskim kampusima) nisu ni primjetili promjenu (i još uvijek ovore o...
- (Napomena: CIDR je predstavljen kao vanjska funkcija od BGPv4 kao interdomain routing protocol.)*

## CIDR i dodjele adresa

- Osnova ISP-ova je omogućiti veliki blok IP adresnog prostora i onda preraspodijeliti dijelove tih adresnih blokova na svoje korisnike.

### Primjer:

- Predpostavimo da ISP posjeduje adresni blok **206.0.64.0/18**, koji predstavlja 16,384 ( $2^{14}$ ) IP adresa
- Predpostavimo da klijent zahtjeva 800 host adresa
- Sa **Classful adresama:** treba da dodijeli Klasu B adresa (i time profučka ~64,700 adresa) ili četiri individualne Klase C adresa (i uvede 4 nova routera u globalnu Internet router tabelu)
- Sa **CIDR:** Dodijeliće /22 blok, npr., 206.0.68.0/22, i time dodijeliti blok od 1,024 ( $2^{10}$ ) IP adresa.

## CIDR Zapis

- Primjer CIDR zapisa neke IP adrese:  
**192.0.2.0/18**
  - "18" je dužina prefiksa. Taj broj tvrdi da je prvih 18 bita predstavlja mrežni prefiks adrese (i preostalih 14 bita je dostupno za specifičnu host adresu)
- CIDR zapis može zamijeniti korisne subnetmaske (ali je puno više poopšteno)
  - IP adresa 128.143.137.144 i subnetmask-a 255.255.255.0 postaju 128.143.137.144/24
- CIDR zapis dozvoljava ponor (ispuštanje) tralng nula mrežne adrese:  
**192.0.2.0/18** se može pisati kao **192.0.2/18**

## Blokovi CIDR adresa

- CIDR zapis se može fino izraziti pomoću blokova adresa
- Blokove koristimo kad dodjeljujemo IP adrese za kompanije i za router tabele (route-r agregacija (gomilanje))

CIDR blok prefiks	# (broj) host adresa
/27	32
/26	64
/25	128
/24	256
/23	512
/22	1,024
/21	2,048
/20	4,096
/19	8,192
/18	16,384
/17	32,768
/16	65,536
/15	131,072
/14	262,144
/13	524,288

## CIDR i Routiranje

- **Agregacija vrijednosti u ruter tabelama:**
  - 128.143.0.0/16 i 128.144.0.0/16 su predstavljeni kao 128.142.0.0/15
- **Najduža prefiks podudarnost:** Routerov pogled u tabele pronalazi router vrijednost koji se podudara sa najdužim prefiksom

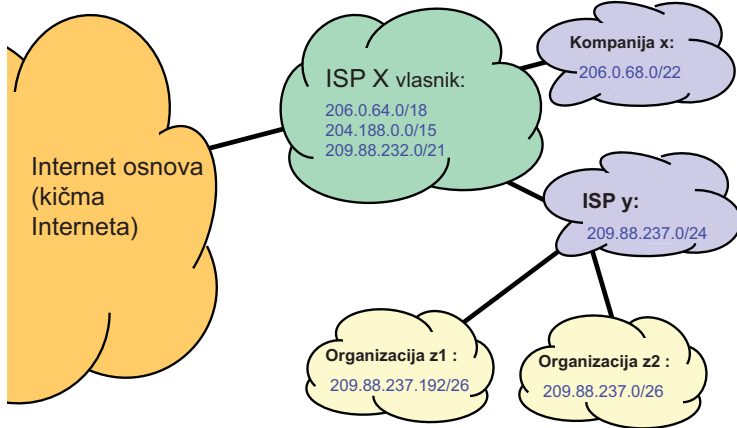
Šta je izlazno okruženje za 128.143.137.0/24 ?

Prefiks	Okruženje
128.0.0.0/4	okruženje #5
128.128.0.0/9	okruženje #2
128.143.128.0/17	okruženje #1

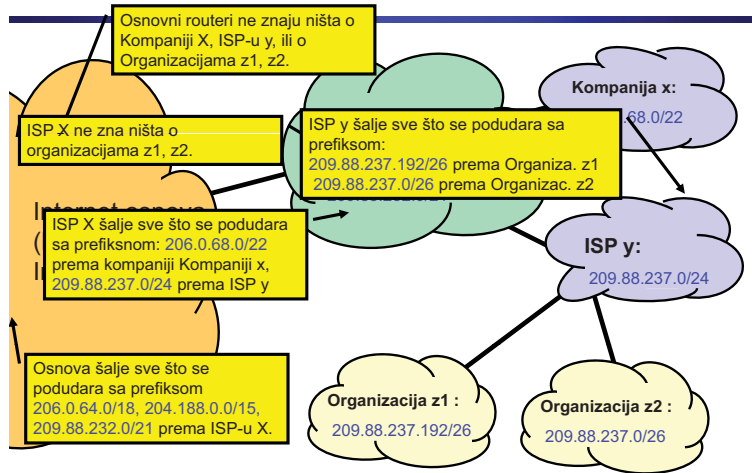
Ruter agregacija može biti iskorištena kad su IP blok adrese dodijeljene na hijerarhisk način

Router tabela

## CIDR i Router informacije



## CIDR i Router informacije

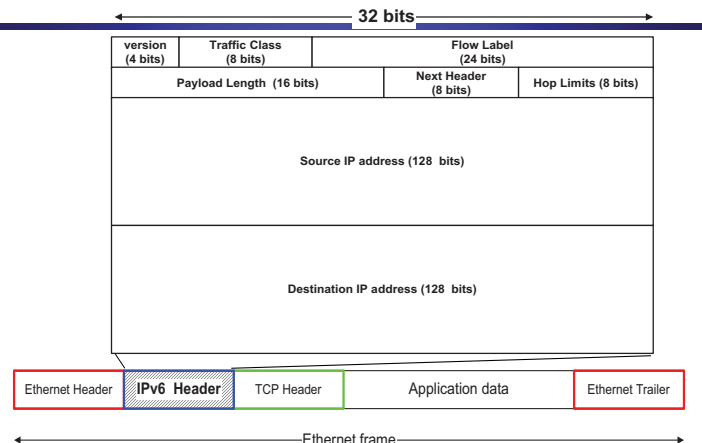


## IPv6 - IP Verzija 6

### • IP Verzija 6

- Je nasljednik trenutno korištene IPv4
- Specifikacije su završene 1994
- Napravljena su poboljšanja od IPv4 (nisu revolucionarne promjene)
- Jedna (nije jedina!) karakteristika od IPv6 je značajno povećanje IP adresa na **128 bita (16 byta)**
  - IPv6 će riješiti – u doglednoj budućnosti – probleme sa IP adresama
  - $10^{24}$  adresa po kvadratnom inču na površini zemlje.

## IPv6 Zaglavlje



## IPv6 protiv IPv4: Poređenje adresiranja

- **IPv4** ima maksimum od  $2^{32} \approx 4$  billiona adresa
- **IPv6** ima maksimum od  $2^{128} = (2^{32})^4 \approx 4$  billiona x 4 billiona x 4 billiona x 4 billiona adresa

## Zapis od IPv6 adrese

- **Konvencija (dogovor):** 128-bitna IPv6 adresa je napisana kao **osam 16-bit-ni cijelih brojeva** (koriste se heksadecimalne cifre za svaki cijeli)
 

**CEDF:BP76:3245:4464:FACE:2E50:3025:DF12**
- **Kraći zapis:**
  - Skraćivanje vodećih nula:
 

**CEDF:BP76:0000:0000:009E:0000:3025:DF12**  
 $\rightarrow$  **CEDF:BP76:0:0:9E:0:3025:DF12**
  - “:0000:0000:0000” se mogu pisati kao “::”
 

**CEDF:BP76:0:0:FACE:0:3025:DF12**  $\rightarrow$  **CEDF:BP76::FACE:0:3025:DF12**
  - IPv6 adrese se izvode iz IPv4 adresa koje imaju 96 vodećih nula bit-ova. Konvencija nam dozvoljava da koristimo IPv4 zapis za krajnja 32 bit-a.
 

**::80:8F:89:90**  $\rightarrow$  **::128.143.137.144**

## IPv6 Provider-based adresiranje

---

- Prva IPv6 adresa će biti smještena na provider-based planu

010	Registar ID	Provider ID	Subscriber ID	Subnetwork ID	Okruženje ID
-----	----------------	----------------	------------------	------------------	-----------------

- **Tip:** Je postavljena na "010" za provider-based adrese
- **Registar:** identifikuje agenciju koja će registrovati adrese  
*Sljedeća polja imaju promjenjivu dužinu (preporučena dužina je u "()")*
- **Provider:** Id Internet pristupni provider (*16 bits*)
- **Subscriber:** Id od organizacije na provider-u (*24 bits*)
- **Subnetwork:** Id od subnet unutar organizacije (*32 bits*)
- **Okruženje:** identificira okruženje na čvoru (*48 bits*)

## Literatura

---

- "Mastering Networks: An Internet Lab Manual"; Jorg Liebeherr, Magda El Zarki; Chapter 0.
- "TCP/IP Tutorial and Technical Overview"; Lydia Parziale, David T. Britt, Chuck Davis, Jason Forrester, Wei Liu, Carolyn Matthews, Nicolas Rosselot; Eighth Edition (December 2006), Chapter 3.1.
- <http://www.cs.virginia.edu/~itlab/book/slides/>