

RAČUNARSKE MREŽE/ INTERNET KOMUNIKACIJE

Lekcija 8: Internet sloj – IP adresiranje

leto 2018/2019


Prof. dr Branimir M. Trenkić

Visoka škola elektrotehnike i računarstva
strukovnih studija

TCP/IP - Uvod

- **Internet** je zasnovan na **TCP/IP referentnom modelu**
- Definiše **tri sloja**: mrežni, transportni i aplikacioni
- Podržan je **skupom protokola** koje se zove **TCP/IP stek**
- Glavni protokoli TCP/IP steka su:
 - **TCP** koji pokriva **transportni** i
 - **IP** zajedno sa još nekoliko manjih protokola pokriva **mrežni sloj**

LAN - Uvod

- LAN su
 - **Broadcast** mreže
 - Zasnovane na **deljivom** prenosnom medijumu
- 
- **Glavni problem** kojim se bave LAN standardi - **kontrola pristupa medijumu**
- Razmatrali smo dva LAN standarda:
 - **Ethernet** i
 - **Token Ring**

LAN - Uvod

- **Ethernet**

- Danas predstavlja **dominantan** oblik LAN-a
- Za **kontrolu pristupa** medijumu koristi se **princip izbegavanja kolizija**

- **Token Ring**

- Funkcionisanje je zasnovano na **principu prosleđivanja tokena**

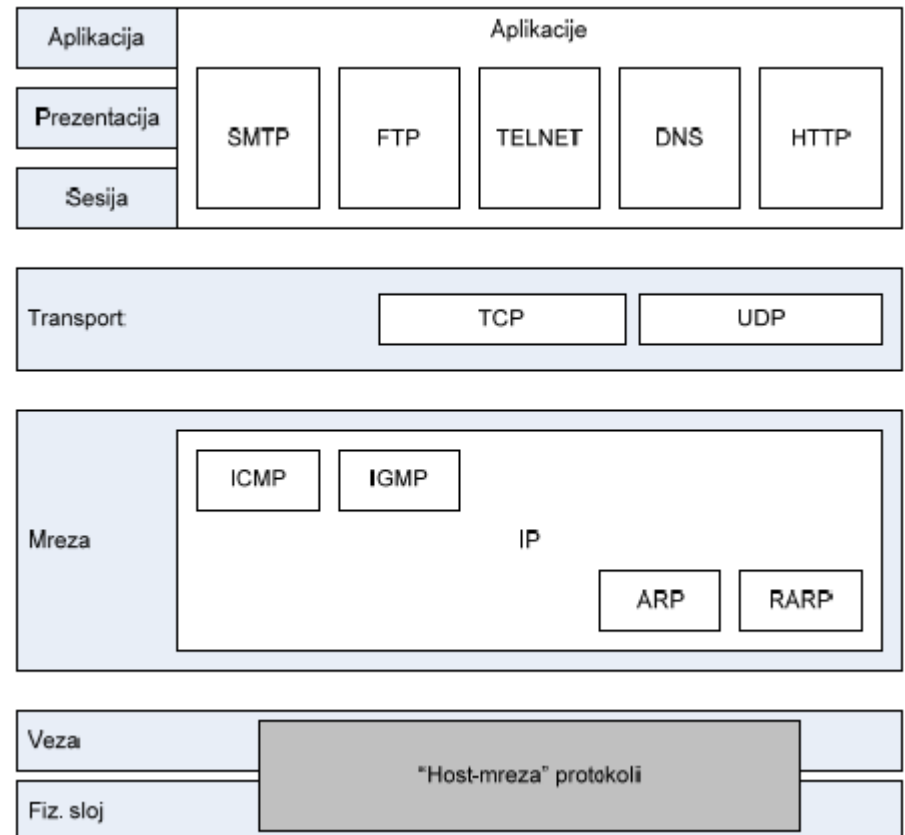
TCP/IP protokoli

- **TCP/IP** je hijerarhijski skup protokola sačinjen od interaktivnih, ali ne obavezno i međusobno nezavisnih modula
- Svaki ostvaruje neku specifičnu funkciju
- **OSI model**
 - Definiše koje funkcije pripadaju kom sloju
- Slojevi **TCP/IP modela**
 - Sadrže relativno nezavisne protokole koji se mogu kombinovati zavisno od potreba sistema

TCP/IP protokoli

- Pojam **hijerarhijski** znači da je **svaki protokol višeg nivoa podržan** od strane jednog ili više protokola nižeg nivoa

TCP/IP i OSI model:



TCP/IP protokoli

- Mrežni (Internet) sloj

- **Glavni protokol** na mrežnom nivou je **IP** (*Internet Protocol*)
- Sloj mreže sadrži još nekoliko **pomoćnih protokola** (**ARP**, **RARP**, **ICMP**, **IGMP** i dr.)
- Internet sloj je odgovoran za **isporuku** paketa od hosta do hosta na Internetu
- Glavna briga ovog sloja je: (A) **rutiranje paketa** i (B) **izbegavanje zagušenja**
- Odgovara mrežnom sloju OSI modela

TCP/IP protokoli

- Transportni sloj - TCP

- TCP je transportni protokol konekcionog tipa koji omogućava uspostavljanje **pouzdanog toka** bajtova **između dve** udaljene **aplikacije**
- TCP obavlja **segmentaciju** toka bajtova na **poruke** koje prosleđuje internet sloju
- Na strani odredišta, TCP **rekonstruiše** tok bajtova i prosleđuje ga aplikaciji
- Bavi se **kontrolom protoka** kako bi sprečio da brzi predajnik pretrpa porukama sporog prijemnika koje on ne može da obradi

TCP/IP protokoli

- Transportni sloj - UDP

- *User Datagram Protocol*

- UDP je **jednostavan**, nepouzdan, *beskonekcioni transportni protokol* za **aplikacije** koje ne zahtevaju **strogu kontrolu grešaka** i redosleda pristizanja paketa
 - Radi se o aplikacijama kao što su one koje **prenose audio i video**, kod kojih je **brza isporuka** paketa važnija od precizne isporuke

TCP/IP protokoli

- Aplikacioni sloj

- **TCP/IP** model ne predviđa prezentacioni i sloj sesije
- **Funkcije** ovih slojeva pripojene aplikacionom sloju
- To znači da **aplikacije moraju samostalno** da realizuju funkcije koje se odnose na sesiju i prezentaciju podataka ako su im takve funkcije uopšte potrebne
- Aplikacioni sloj sadrži veći broj protokola visokog nivoa

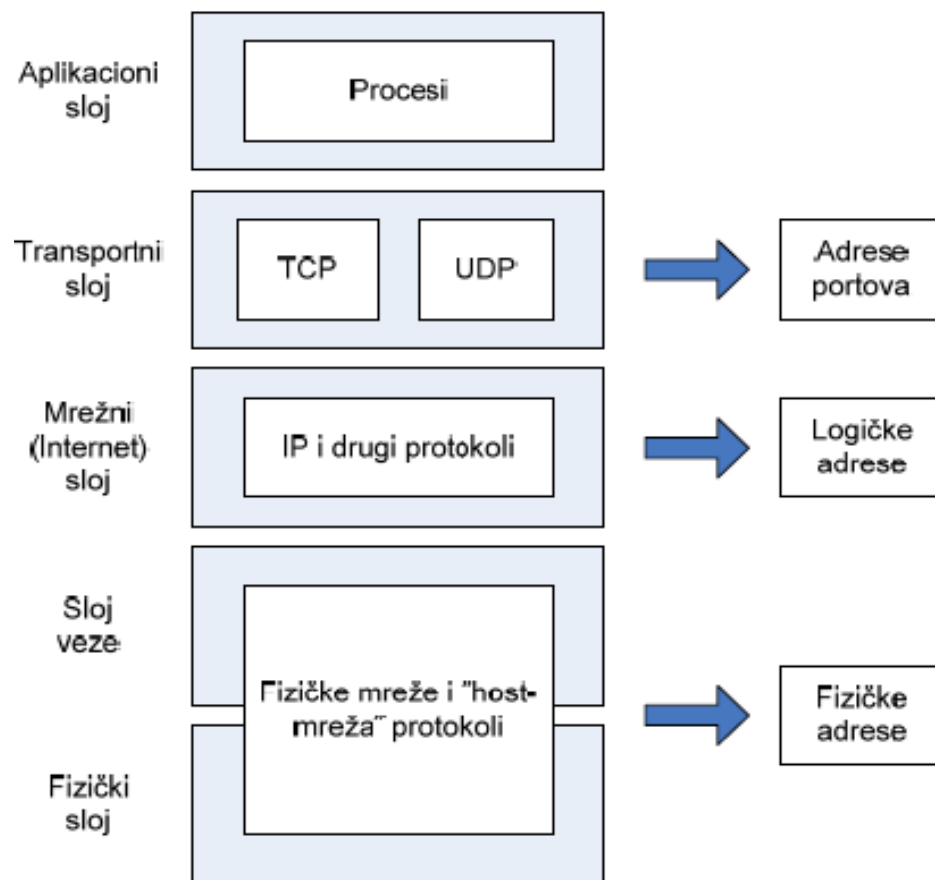
TCP/IP protokoli

- Aplikacioni sloj
- Prvobitno su razvijeni protokoli:
 - **TELNET** (virtuelni terminal),
 - **FTP** (*File Transfer Protocol*) - protokol za prenos fajlova i
 - **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*) - protokol za prenos elektronske pošte
- Vremenom, aplikacioni sloj je proširen brojnim protokolima:
 - **DNS** (*Domain Name System*) - za preslikavanje imena hostova u njihove mrežne adrese i
 - **HTTP** - za pribavljanje strana na Web-u

Adresiranje

- TCP/IP protokoli koriste tri nivoa adresiranja: (I) fizičke adrese, (II) logičke ili mrežne (IP) adrese i (III) adrese portova

Svaki tip **adresa** vezan je za jedan **sloj** TCP/IP **arhitekture**:



Adresiranje

- Fizička adresa
- Fizička adrese je **adresa čvora na LAN-u**
- Ovo je adresa najnižeg nivoa koja se **koristi na nivou sloja veze** za identifikaciju prijemnog i predajnog čvora povezanih na zajednički prenosni medijum (ili link)
- **Važnost** fizičke adrese je **ograničena na lokalnu mrežu (LAN)**
- **Veličina i format** fizičke adrese zavisi od **tipa lokalne mreže**

Adresiranje

- Fizička adresa
- Kod Ethernet-a se koriste **6-bajtna** (48-bitna) fizička adresa
 - Fabrički utisnute u karticu mrežnog adaptera
- Kod mreže tipa **LocalTalk** adrese su **1-bajtna** i dinamičke
 - Adresa čvora se menja uvek kada se čvor uključi

Adresiranje

- Fizička adresa
 - **unicast** ili **individualna** (samo jedan primalac okvira),
 - **multicast** ili **grupna** (okvir je namenjen grupi čvorova)
i
 - **broadcast** ili **opšta** (okvir je namenjen svim sistemima koji su priključeni na lokalnu mrežu)
- Neke mreže podržavaju sva tri tipa adresa, kao što je to slučaj sa **Ethernet**-om
- Pojedine mreže ne podržavaju grupne ili opšte fizičke adrese

Adresiranje

- Logičke adrese
- Logičke adrese se koriste kao **adrese hostova** i **rutera** na Internetu
- **Globalne** (univerzalne) **adrese** koje ne zavise od tipa fizičke mreže na koju je sistem priključen
- Fizičke adrese nisu adekvatne za među-mrežnu komunikaciju, s obzirom na **različite formate fizičkih adresa** koje se koriste kod različitih tipova mreža

Adresiranje

- Logičke adrese
- Neophodna je **univerzalna šema adresiranja** koja će obezbediti **jedinstvenu identifikaciju svakog hosta ili rutera**, nezavisno od njegovog lokalnog mrežnog okruženja
- Logičke adrese na Internetu, poznate kao **IP adrese**, su **32-bitne**
 - Ne postoje dva javno vidljiva i dostupna hosta na Internetu sa istom IP adresom
- Logičke adrese, kao i fizičke, mogu biti: **individualne**, **grupne** ili **opšte**

Adresiranje

- Adrese portova
- **IP adrese i fizičke adrese** su neophodne kako bi se podaci preneli **od izvornog do odredišnog hosta**
- Međutim, isporuka podataka odredišnom hostu, nije krajnji cilj komunikacije preko Interneta
- Komunikacioni sistem koji omogućava prenos podataka sa jednog na neki drugi računar nije kompletan
- Današnji računari mogu da izvršavaju **više procesa u isto vreme!**

Adresiranje

- Adrese portova
- Krajnji cilj komunikacije preko Interneta je **komunikacija između udaljenih procesa**
- Iz tog razloga neophodan je metod za identifikaciju procesa
- Kod TCP/IP arhitekture, ova identifikacija se naziva **adresom porta**
- Adrese porta su **16-bitne**
 - Svi procesi koji se izvršavaju na istom hostu imaju različite adrese portova

Internet sloj

- **Internet** je heterogena globalna mreža sačinjena od ogroman broj nezavisnih mreža, različitih tipova, međusobno povezanih ruterima
- Na nivou **pojedinačnih mreža** koriste se
 - **Različiti** prenosni medijumi i
 - **Različiti** komunikacioni **protokoli** fizičkog i sloja veze
- Zadatak Internet sloja je da unificira sve te razlike i omogućiti komunikaciju između krajnih sistema

Internet sloj

- **Problemi** koji se rešavaju na **Internet sloju** u su vezi sa:
 - Logičkim adresiranjem,
 - Rutiranjem datagrama,
 - Fragmentacijom datagrama i
 - U izvesnoj meri sa kontrolom zagušenja i
 - obezbeđivanjem zahtevanog nivoa kvaliteta servisa
- Za jedinstvenu identifikaciju sistema priključenih na Internet (hostova i rutera) koriste se tzv. Internet (IP) adrese

Internet sloj

- Na Internetu se koristi *paketski prenos*
- Na strani izvora informacija deli na manje jedinice, tzv. *datagram* koji se nezavisno prenose od rutera do rutera sve do krajnjeg odredišta
- *Rutiranjem* datagrama od izvornog do odredišnog hosta bavi se *IP protokol*
- Prevažhodno se izvršava u ruterima
 - Funkcija rutera je da svaki primljeni datagram, a shodno njegovoj odredišnoj IP adresi, usmeri dalje ka sledećem ruteru ili odredišnom hostu

Internet sloj

- Postupak *fragmentacije*
- U izvesnim situacijama, ruter mora da **podeli datagram** na više manjih datagrama, tzv. *fragmenata*
- Fragmenti nastavljaju put kao nezavisne jedinice, da bi se na odredišnom hostu objedinili u prvobitni datagram
- Pravila za fragmentaciju i defragmentaciju datagrama su, takođe, definisana IP protokolom

Internet sloj

- Pored IP protokola, Internet sloj TCP/IP steka sadrži još nekoliko **pomoćnih protokola**
- **ARP** (*Address Resolution Protocol*)
- IP koristi ARP protokol za preslikavanje IP adresa na fizičke adrese koje važe u konkretnoj fizičkoj mreži
- **ICMP** (*Internet Control Message Protocol*)
- ICMP protokol obezbeđuje povratne informacije izvornom hostu o eventualnim problemima nastalim u rutiranju datagrama

IP adresiranje

- **Mogućnost globalne komunikacije** između svih povezanih uređaja predstavlja jednu od **glavnih karakteristika Interneta**
- ***Pretpostavka globalne komunikacije*** je postojanje **univerzalne šeme adresiranja** koja se koristi za jedinstvenu identifikaciju svakog priključenog uređaja
 - Ideničan zahtev postoji i **u telefoniji**, gde svaki pretplatnik poseduje jedinstveni telefonski broj – u kombinaciji sa pozivnim brojem države i pozivnim brojem grada)

IP adresiranje

- **Identifikator** koji se koristi na IP sloju TCP/IP protokol steka naziva se IP adresom
- Internet ili IP adresa je **32-bitna** (ili 4-bajtna) **adresa** (identifikator) koja na jedinstven i univerzalan način definiše vezu hosta ili rutera na Internet
- IP adrese su jedinstvene u smislu da svaka adresa definiše jednu i samo jednu vezu (priključak) na Internet
- **Dva uređaja** na Internetu nikada ne mogu imati istu IP adresu

IP adresiranje

- Ako uređaj (najčešće ruter) **poseduje dve Internet veze**, preko dve različite mreže, onda će on **imati i dve IP adrese**
- ***IP adrese su univerzalne*** u smislu da **svaki host** koji želi da se poveže na Internet **mora poštovati opšte usvojeni sistem IP adresiranja**

IP adresiranje

- Adresni prostor
- Adresni prostor čine sve adrese koje protokol može koristiti
- Ako protokol predviđa **N bita** za predstavljanje adresa, tada je **veličina adresnog prostora 2^N**
- IP protokol u verziji **IPv4** koristi 32-bitne adrese, što znači da je njegov adresni prostor veličine **2^{32}** , odnosno **4.294.967.296**
- To znači da kada ne bi postojala dodatna ograničenja, na Internet bi moglo da se priključi više od **4 milijarde uređaja**

IP adresiranje

- Notacija
- Internet adrese se često zapisuju u tačkastoj decimalnoj notaciji
- Svaki od četiri **bajta** adrese se zapisuje kao **decimalni broj**, od **0** do **255**
- Najniža IP adresa je oblika **0.0.0.0** (sve 0), a najviša **255.255.255.255** (sve jedinice)

binarna notacija: 10000000 00001011 00000011 00011111

tačkasta decimalna notacija: 128.11.3.31



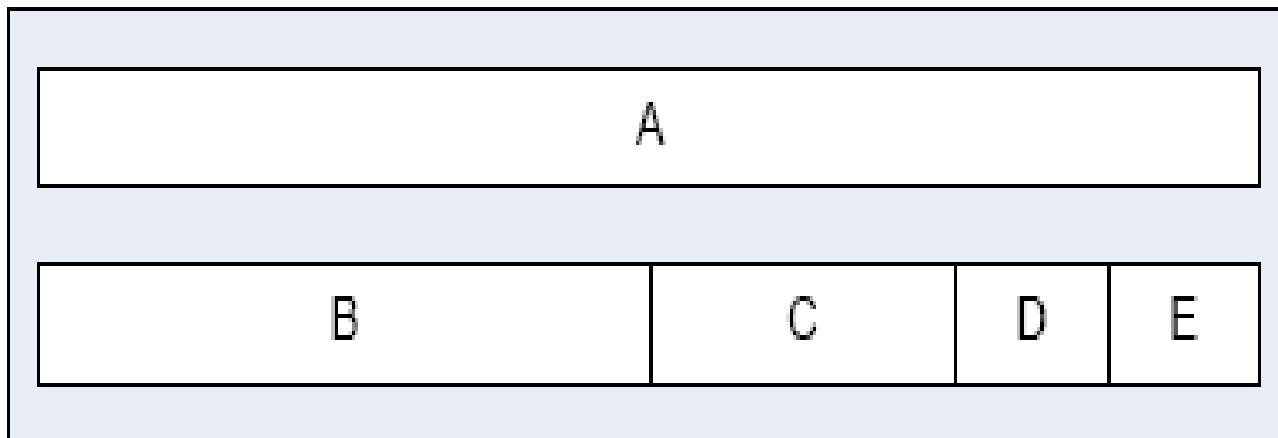
Klasno IP adresiranje

- **Kada je uvedeno** IP adresiranje korišćen je **koncept klasa**, odnosno **šema klasnog IP adresiranja**
- **Sredinom '90-ih** uvedena je **nova šema**, tzv. **besklasno adresiranje**, koja je vremenom gotovo u potpunosti potisnula prvobitnu šemu
- **Dva razloga** za izučavanje klasnog IP adresiranja:
 - Deo Interneta **još uvek koristi klasno** adresiranje;
 - Poznavanje koncepta klasnog adresiranja je neophodan za razumevanje besklasnog adresiranja

Klasno IP adresiranje

- Kod klasnog IP adresiranja, prostor IP adresa je podeljen na **pet klasa**: **A**, **B**, **C**, **D** i **E**
- Svaka klasa zauzima jedan ***kontinualni deo adresnog prostora***

Adresni prostor



Klasno IP adresiranje

- **Klasa A** pokriva čak **polovinu** adresnog prostora, **klasa B** **1/4**, **klasa C** **1/8**, a **klase D** i **E** po jednu **1/16**
- Broj adresa u svakoj klasi dat je u tabeli:

Klasa	Broj adresa	Procenat
A	$2^{31} = 2,147,483,648$	50%
B	$2^{30} = 1,073,741,824$	25%
C	$2^{29} = 536,870,912$	12.5%
D	$2^{28} = 268,435,456$	6.25%
E	$2^{28} = 268,435,456$	6.25%

Klasno IP adresiranje

- Određivanje klase
- Svaka IP adresa pripada jednoj klasi
- **Pripadnost** IP adrese **klasi** može se odrediti na osnovu binarnog ili decimalnog oblika adrese
- Ako je **adresa** data **u binarnom obliku**
- Adresa pripada klasi A ako njen krajnji levi bit ima vrednost **0**. Pripadnost klasi B se prepoznaje po početnoj sekvenci **10**, klasi C po sekvenci **110**, klasi D po **1110** i klasi E po **četiri početne 1-ce (1111)**

Klasno IP adresiranje

- Određivanje klase
- Ako je **adresa** data u binarnom obliku

	Prvi bajt	Drugi bajt	Treći bajt	Četvrti bajt
Klasa A	0			
Klasa B	10			
Klasa C	110			
Klasa D	1110			
Klasa E	1111			

Klasno IP adresiranje

- Određivanje klase
- Da bi smo odredili klasu IP adrese date u obliku tačkaste-decimalne notacije, potrebno je pogledati samo prvi (krajnji levi) bajt (broj) adrese

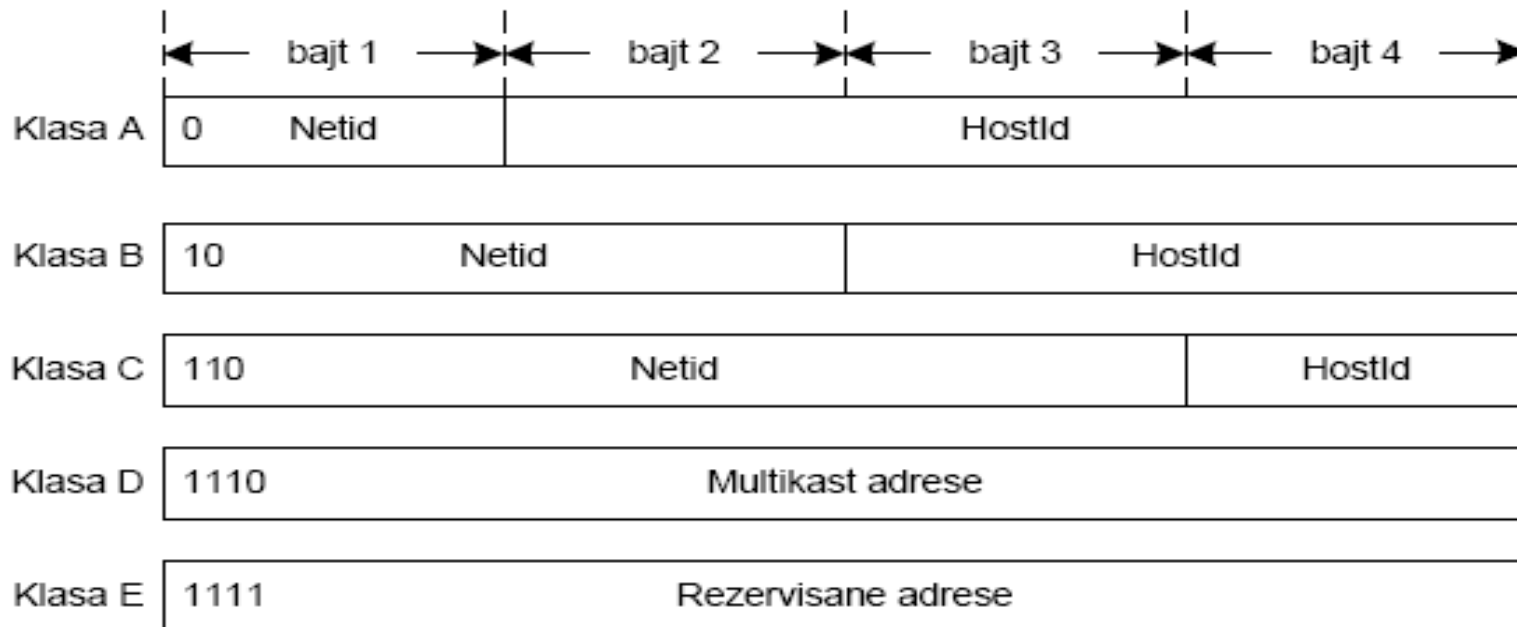
	Prvi bajt	Drugi bajt	Treći bajt	Četvrti bajt
Klasa A	0 - 127			
Klasa B	128 - 191			
Klasa C	192 - 223			
Klasa D	224 - 239			
Klasa E	240 - 255			

Klasno IP adresiranje

- **Netid i Hostid**
- IP adrese u klasama **A**, **B** i **C** podeljene su na dva dela: **netid** i **hostid**
- Ovi delovi su promenljive dužine, zavisno od klase kojoj adresa pripada
- **Netid** identifikuje mrežu na Internetu,
- **Hostid** identifikuje host u mreži
- U klasi A, **jedan bajt** definiše **netid**, a **tri bajta** **hostid**; u klasi B, po **dva bajta** se koriste za **netid** i **hostid**; u klasi C, **tri bajta** definišu **netid**, a **jedan** **hostid**

Klasno IP adresiranje

- **Netid i Hostid**
- Adrese iz **klase D** se koriste kao **multicat** adrese
- Adrese iz **klase E** su rezervisane za neke **buduće primene**



Klase i blokovi

- Svaka klasa podeljena na **fiksni broj blokova** fiksne veličine
- **Klasa A**
 - Podeljena na **128 (2^7) blokova**
 - Svaki blok ima različit **netid**
 - **Prvi blok** pokriva adrese 0.0.0.0 do 0.255.255.255 (**netid 0**)
 - **Drugi blok** pokriva adrese 1.0.0.0 do 1.255.255.255 (**netid 1**)
 - **Poslednji blok** pokriva adrese 127.0.0.0 do 127.255.255.255 (**netid 127**)

Klase i blokovi

- **Klasa A**
 - Sve adrese u bloku imaju isti prvi bajt (*netid*), a razlikuju se po vrednostima preostala tri bajta (*hostid*)
 - **Prvi i poslednji blok** u klasi A rezervisani su za **posebne namene** (kao što ćemo uskoro videti)
 - Jedan blok (**netid 10**) se koristi za **privatne adrese** (za izolovane mreže koje nisu povezane na Internet)
 - **Preostalih 125** blokova su raspoloživi **za dodelu zainteresovanim organizacijama**
 - To znači da je ukupan **broj organizacija** koje mogu posedovati adresu iz klase A **samo 125**
 - Svaki blok u klasi A sadrži čak **16.777.216** adresa !

Klase i blokovi

- **Klasa B**
- Podeljena je na **16.384 (2^{14}) bloka**, pri čemu svaki blok ima različito *netid*
- **Šesnaest blokova** su rezervisani za **privatne adrese**
- Preostalih **16.368** raspoloživi **za dodelu organizacijama**
 - **Prvi blok** pokriva adrese 128.0.0.0 do 128.0.255.255 (***netid 128.0***)
 - **Poslednji blok** pokriva adrese 191.255.0.0 do 191.255.255.255 (***netid 191.255***)

Klase i blokovi

- **Klasa B**
- Uočimo da sve adrese iz istog bloka imaju **ista prva dva bajta** (*hostid*), a da se razlikuju po vrednosti druga dva bajta (*hostid*)
- **Ukupan broj organizacija** kojima se može dodeliti blok iz klase B iznosi **16.368**
- **Svaki blok** iz ove klase sadrži **65.536 hostova**
 - Organizacija mora biti dovoljno velika da iskoristi sve ove adrese

Klase i blokovi

- **Klasa C**
- Podeljena na **2.097.152 bloka**, pri čemu svaki blok ima različito ***netid***
- **256 blokova** su rezervisani za **privatne adrese**
- Preostalih 2.096.896 predviđeni su za dodelu organizacijama
- **Prvi blok** obuhvata adrese 192.0.0.0 do 192.0.0.255. (***netid 192.0.0***)
- **Poslednji blok** obuhvata adrese 223.255.255.0 do 223.255.255.255 (***netid 223.255.255***).

Klase i blokovi

- **Klasa C**
- Uočimo da su **prva tri bajta** (*netid*) svih adrese iz istog blokova **identična**, dok **četvrti bajt** može imati bilo koju vrednost (*hostid*)
- **Ukupan broj organizacija** koje mogu posedovati blok iz klase C je **2.096.896**
- **Svaki blok** u ovoj klasi sadrži **256 adresa**, ovu klasu obično koriste organizacije sa malim brojem hostova i rutera

Klase i blokovi

- **Klasa D**
- Postoji samo **jedan blok adresa**
- Koristi se za **multicast** (poruka se šalje ne samo na jedno, već na više odredišta)
- **Svaka adresa** iz ove klase se koristi da **definiše** **jednu grupu hostova** na Internetu
- Kada se grupi dodeli adresa iz klase D, **svi hostovi, članovi ove grupe**, pored normalne (**unicast**) imaju i grupnu (**multicast**) adresu

Klase i blokovi

- **Klasa E**
- U klasi E postoji **samo jedan blok adresa**, koje su **rezervisane za neke buduće namene**

Mrežne adrese

- **Mrežne adrese** igraju bitnu ulogu u klasnom IP adresiranju
- Mrežna adresa poseduje sledeće osobine:
 - Mrežna adresa je **prva adresa u bloku**
 - Mrežna adresa **definiše mrežu** (a ne host)
 - **Ruteri usmeravaju pakete** shodno mrežnoj adresi
 - **Za datu mrežnu adresu**, u mogućnosti smo da **odredimo (I) klasu adrese, (II) blok i (III) opseg adresa** u bloku

Mrežne adrese

- Za datu mrežnu adresu, u mogućnosti smo da **odredimo** (I) klasu adrese, (II) blok i (III) opseg adresa u bloku

- Primer:

Za mrežnu adresu **132.21.0.0** odrediti

- klasu,
- blok i
- opseg adresa

Mrežne adrese

- Treba uočiti da ***kod klasnog adresiranja mrežna adresa*** pruža ***potpune informacije o mreži***
- ***Za datu mrežnu adresu***, u mogućnosti smo da ***odredimo broj adresa*** u odgovarajućem bloku
- To proističe iz činjenice da je broj adresa u svakom bloku fiksiran klasnom šemom adresiranja

Maska

- Za **sada smo videli** kako se
- Za **datu mrežnu adresu** može **odrediti opseg adresa u odgovarajućem bloku**
- **Da li moguća i inverzna operacija?**
- Kako na osnovu **date IP adrese** odrediti **mrežnu adresu** (tj. prvu adresu u odgovarajućem bloku)
- Ova operacija je važna prilikom rutiranja paketa
 - Da bi **ruter usmerio paket** u korektnu mrežu, on mora **iz odredišne IP adrese** (sadržane u zaglavlju datagrama) da **izvuče adresu mreže**

Maska

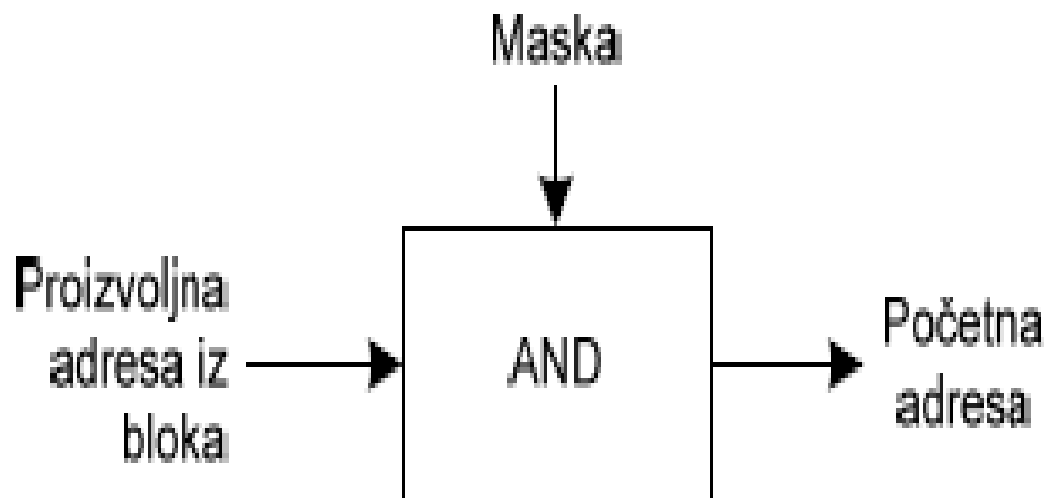
- Jedan način kako se može naći mrežna adresa jeste:
 1. Da se najpre **odrede klasa i netid** date IP adrese
 2. Da se zatim **hostid postavi na nulu**
 - Na primer, neka je data adresa **134.45.78.2**
 - Adresa pripada **klasi B** (prvi bajt je iz opsega 128 - 191) u kojoj **netid** zauzima 2 bajta
- ⇒ **netid** je 134.45
- ⇒ tražena **mrežna adresa 134.45.0.0**

Maska

- Opisani način je moguć samo ako posmatrana mreža nije podeljena na podmreže
- Procedura za određivanje mrežne adrese na osnovu date IP adrese, koja se može uopštiti i na slučaj kada podmreže postoje, koristi tzv. **masku**
- Maska je **32-bitni broj**, koji **AND**-ovan sa bilo kojom adresom iz bloka daje mrežnu adresu
- **AND** (**logičko I**) operacija se primenjuje na svaki par bitova maske i adrese

Maska

- Bitovi adrese koji odgovaraju 1-cama iz maske zadržavaju svoju vrednost (ako su 1 ostaju 1, ako su 0 ostaju 0),
- Bitovi koji odgovaraju 0-ma iz maske menjaju se na 0



Maska

- **Podrazumevane maske**
- Kod klasnog adresiranja postoje **tri maske**, tzv. **podrazumevane maske**, jedna za svaku klasu
- **Jedinice** u maskama odgovaraj **netid**, a **nule** **hostid** sekciji u svakoj klasi

Klasa	Maska (binarni zapis)	Maska (decimalna-tačkasta notacija)
A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

Maska

- Primer:

Za IP adresu **23.56.7.91** odrediti početnu adresu bloka (tj. mrežnu adresu)

Maska

- **CIDR notacija**
- Kod klasnog adresiranja - **svaka adresa** ima **podrazumevanu** (jednoznačnu) masku
- Ponekada je uobičajeno da se **podrazumevana maska** **eksplicitno naglasi** prilikom **zapisivanja adrese**
- Za ovu namenu koristi se **CIDR** (izgovara se "cider") **notacija**
- U ovoj notaciji, broj 1-ca u maski **se zapisuje** na kraju adrese **posle kose crte**

Maska

- CIDR notacija
- Na primer, adresa **18.46.74.10**, koja je iz **klase A** sa podrazumevanom maskom 255.0.0.0
- Zapisuje se kao **18.46.74.10/8**
- Da bi se naglasilo da u maski postoji osam 1-ca
- Adresa **141.24.74.69**
- Zapisuje se kao **141.24.74.69/16**
 - Što pokazuje da adresa pripada **klasi B** i da maska ima šesnaest 1-ca

Maska

- Problem iscrpljivanja IP adresa
 - Zbog brzog rasta Interneta,
 - Zbog nedostataka samog klasnog adresiranja
- => raspoložive IP adrese su gotovo iscrpljene
- Uprkos tome, **broj uređaja** na Internetu je još uvek **mного manji od 2^{32}**
 - Klase A i B su u potpunosti iskorišćene, dok su blokovi iz klase C previše mali za organizacije srednje veličine
 - Nešto kasnije, ukazaćemo na načine kako se problem iscrpljivanja IP adresa može ublažiti

Uređaji sa više mrežnih adaptera

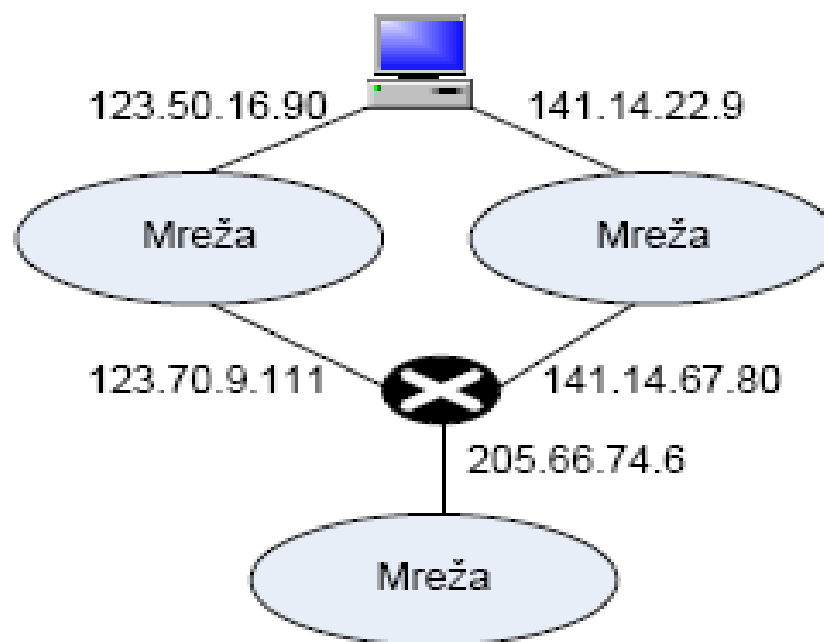
- IP adresa **definiše vezu** uređaja na Internet, tj. mesto na Internetu gde se uređaj nalazi
- Otuda sledi da uređaj koji je **povezan na više od jedne mreže** mora imati i **više od jedne IP adrese**
- Računar koji je **povezan na različite mreže** se zove računar sa više mrežnih adaptera (**multihomed**) i imaće više od jedne adrese, moguće iz različitih klasa

Uređaji sa više mrežnih adaptera

- **Ruter** je uvek povezan na više od jedne mreže (inače nema gde da usmerava pakete)
- Shodno tome, ruter uvek **ima dve ili više IP adresa**, po jednu za svaki mrežni adapter

Uređaji sa više mrežnih adaptera

- Jedan računar sa više mrežnih adaptera i jedan ruter
- **Računar** je povezan na **dve mreže** i shodno tome ima dve IP adresa
- **Ruter** je povezan na **tri mreže** i zato ima tri IP adrese.



Specijalne adrese

- Pojedini delovi adresnog prostora IP protokola se koriste za **specijalne adrese**

Specijalna adresa	Netid	Hostid	Izvor ili odredište
Mrežna adresa	Određena	Sve nule	-
Direktna <i>broadcast</i> adresa	Određena	Sve 1-ce	Odredište
Ograničena <i>broadcast</i> adresa	Sve 1-ce	Sve 1-ce	Odredište
Ovaj host na ovoj mreži	Sve nule	Sve nule	Izvor
Konkretan host na ovoj mreži	Sve nule	Određena	Odredište
<i>Loopback</i> adresa	127	Bilo koja	Odredište

Specijalne adrese

- Mrežna adresa
- Mrežne adrese su već razmatrane. Mrežna adresa je prva adresa u bloku iz klasa A, B i C
- Direktna opšta (broadcast) adresa
- **Direktna** opšta (ili **broadcast**) **adresa** je adresa iz klasa A, B ili C sa definisanim netid i svim 1-cama u delu hostid
- Ova adresa omogućava *broadcast* (emitovanje namenjeno svima) datagrama na udaljenoj mreži, **bilo gde na Internetu**

Specijalne adrese

- Direktna (broadcast) adresa
- Paket koji kao odredišnu adresu imaju adresu ovog tipa, prihvaćiće svi hostovi (bez obzira na svoju normalnu IP adresu)
- Ruteri većine mreža na Internetu **onemogućavaju prolazak** ovakvih datagrama u mrežu (iz bezbednosnih razloga)
- Uočimo da **direktna opšta adresa** može biti korišćena samo kao odredišna adresa

Specijalne adrese

- Ograničena opšta adresa
- Adresa iz klasa A, B ili C, sa **svim 1-cama** (u *netid* i u *hostid*) predstavlja **opštu adresu na lokalnoj mreži**
- Host koji želi da pošalje istu poruku svim ostalim hostovima u svojoj mreži, može da koristi ovu adresu kao odredišnu adresu u IP paketu
- Ruter sprečava prolazak paketa sa ovim tipom adrese u druge mreže i time ograničava *broadcast* samo na mrežu u kojoj je paket emitovan

Specijalne adrese

- Host na ovoj mreži
- **IP adresa koja sadrži sve nule** tumači se kao “**host na ovoj mreži**”
- Ovu adresu koristi host ako **nakon uključanja ne zna svoju IP adresu**
- U takvim slučajevima, host šalje IP paket za zahtevom za dodelu adrese **serveru koji je zadužen za raspodelu IP adresa** hostovima na lokalnoj mreži

Specijalne adrese

- *Host na ovoj mreži*
- Pošto **host** ne zna IP adresu servera, a ni mrežnu adresu mreže u kojoj je, paket kojeg šalje sadržaće **ograničenu broadcast adresu** kao odredišnu i **adresu “host na ovoj mreži”** kao izvornu
- Uočimo da ova adresa može biti korišćena samo kao izvorna adresa
- Uočimo da adresa “host na ovoj mreži” **pripada klasi A**

Specijalne adrese

- Konkretni host na ovoj mreži
- IP adresa **sa svim nulama u delu *netid*** ukazuje na konkretni host na ovoj mreži
- Ovu adresu koristi host da bi poslao poruku nekom drugom hostu na istoj mreži
- Ruter će blokirati ovakav paket i tako ograničiti njegovo prostiranje samo na lokalnu mrežu
- Uočimo da ova adresa može biti korišćena **samo kao odredišna adresa**

Specijalne adrese

- Loopback adresa
- IP adrese oblika **127.x.y.z** predstavljaju tzv. loopback adrese (ili adrese lokalne petlje)
- Koriste se **za testiranje mrežnog softvera** lokalne mašine
- Paketi upućeni na ovu adresu nikada **ne napuštaju mašinu**, već se vraćaju nazad mrežnom softveru, koji ih tretira na isti način kao i bilo koji paket primljen sa mreže

Specijalne adrese

- Loopback adresa
- Na ovaj način se može **testirati operativnost IP softvera**
- *Loopback* adrese može koristiti **klijentski proces** (program koji se izvršava) kada se obraća **serverskom procesu na istoj mašini**
- *Loopback* adresa se može koristiti samo **kao odredišna adresa**; klasifikuje se u **klasu A** i, praktično, smanjuje broj blokova u ovoj klasi za 1

Privatne adrese

- Izvestan broj blokova u klasama **A**, **B** i **C** rezervisan je **za privatne mreže**

Klasa	Netid	Broj blokova
A	10.0.0	1
B	172.16 – 172.31	16
C	192.168.0 – 192.168.255	256

Privatne adrese

- Adrese iz ovih blokova **nisu globalno prepoznatljive**, a koriste se u:
 - 1. Izolovanim mrežama** (koje nisu povezane na Internet) ili
 - 2. Mrežama** kod kojih se za vezu sa Internetom koristi **tehnika prevođenja IP adresa** (tzv. **NAT**)

Individualne, grupne i opšte adrese

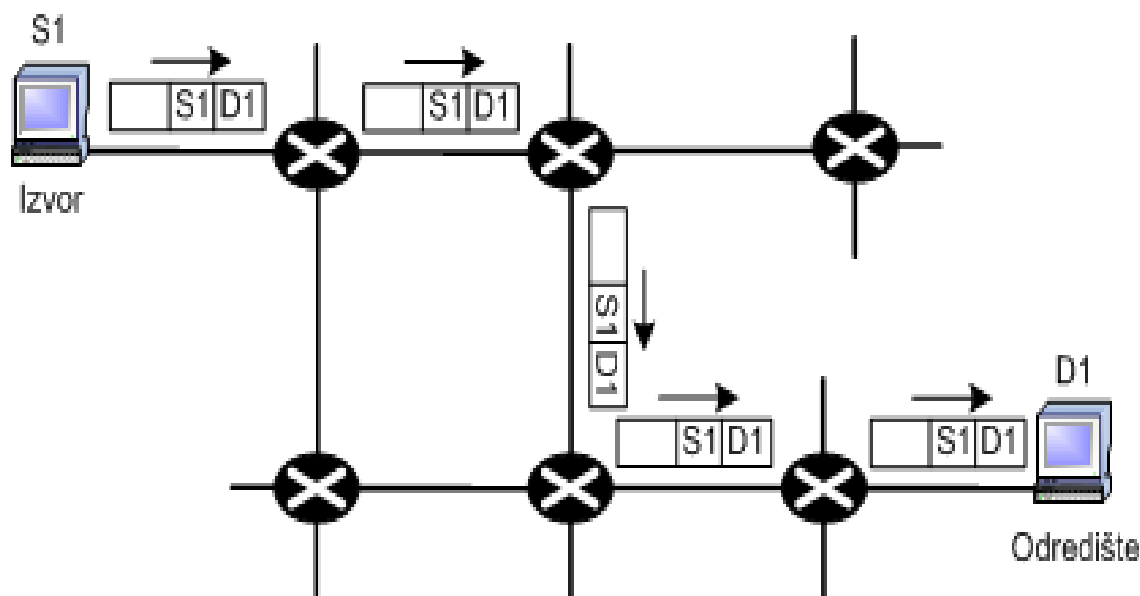
- Komunikacija na Internetu može se ostvariti korišćenjem:
 - **Individualnih** (*unicast*),
 - **Grupnih** (*multicast*) i
 - **Opštih** (*broadcast*) adresa

Individualne, grupne i opšte adrese

- Individualne adrese
- Individualne IP adrese se koriste za komunikaciju tipa **jedan-na-jedan** (tzv. *unicast*)
- Izvor šalje paket namenjen **tačno jednom odredištu**
- Svi sistemi direktno povezani na Internet imaju **barem jednu**, jedinstvenu **individualnu IP adresu**
- Individualne IP adrese **pripadaju klasama A, B i C**

Individualne, grupne i opšte adrese

- Individualne adrese
- Primer **unicast komunikacije** - Izvor (**S1**) šalje paket koji prolazi kroz rutere i stiže do svog odredišta (**D1**)



Individualne, grupne i opšte adrese

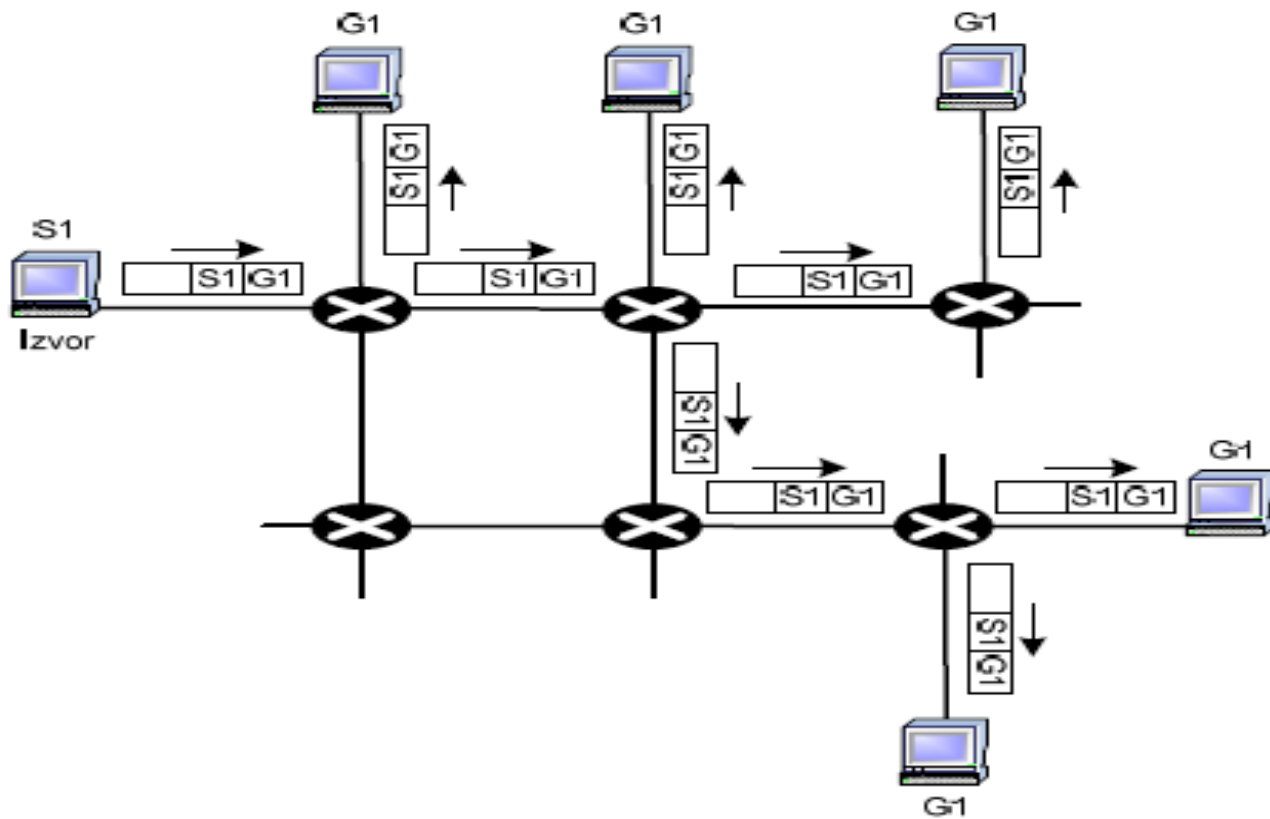
- Grupne adrese
- Grupna (*multicast*) komunikacija je komunikacija tipa **jedan-ka-više**
- Izvor šalje paket kojeg prima više odredišta
- **Grupne adrese pripadaju klasi D**
- Celokupna adresa (svih 32 bita) definiše **groupid** - identifikator, ili adresa grupe
- Sistem na Internetu može imati jednu ili više grupnih adresa iz klase D (pored jedne ili više individualnih adresa)

Individualne, grupne i opšte adrese

- Grupne adrese
- **Grupna komunikacija** na Internetu može biti lokalna i globalna
- Na lokalnom nivou, *multicast* grupu može činiti **podskup hostova na nekom LAN-u**
- Na globalnom nivou, grupu mogu formirati **hostovi iz različitih mreža**
- U oba slučaja, svim hostovima iz iste grupe dodeljuje se ista grupna adresa.

Individualne, grupne i opšte adrese

- Grupne adrese
- **Multicast paket** polazi *iz izvora S1* i stiže do svih odredišta koja pripadaju *grupi G1*



Primene grupne komunikacije

- *Pristup distribuiranim bazama podataka*
- Većina velikih ***baza podataka su distribuirane***
- Informacije su smeštene na više različitih lokacija
- Korisnik koji želi da pristupi bazi, ***ne mora da zna tačnu lokaciju tražene informacije***, već ***svoj upit može da pošalje na grupnu adresu*** svih lokacija
- Odgovoriće lokacija koja poseduje traženu informaciju

Primene grupne komunikacije

- Distribucija informacija
- U poslovanju, često se javlja potreba da firma šalje cirkularna obaveštenja svojim korisnicima
- Ako se za ovu namenu koristi *multicast* firma **može poslati jednu poruku**, koja će stići do svih zainteresovanih korisnika
- Na sličan način, mogu se distribuirati vesti

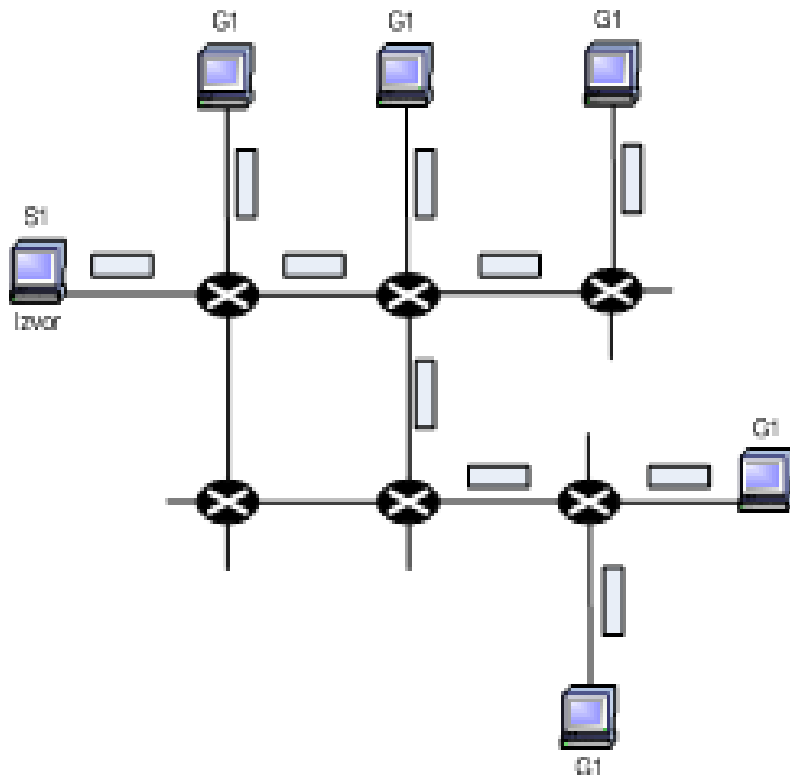
Primene grupne komunikacije

- Telekonferencije
- Osnovna pretpostavka telekonferencije je da ***svi učesnici dobijaju iste informacije u isto vreme*** (“svako vidi svakog”)
- Za ovu namenu se mogu formirati privremene ili trajne *multikast* grupe
- Učenje na daljinu
- ***Predavanje*** jednog profesora ***može se emitovati*** specifičnoj ***grupi studenata***

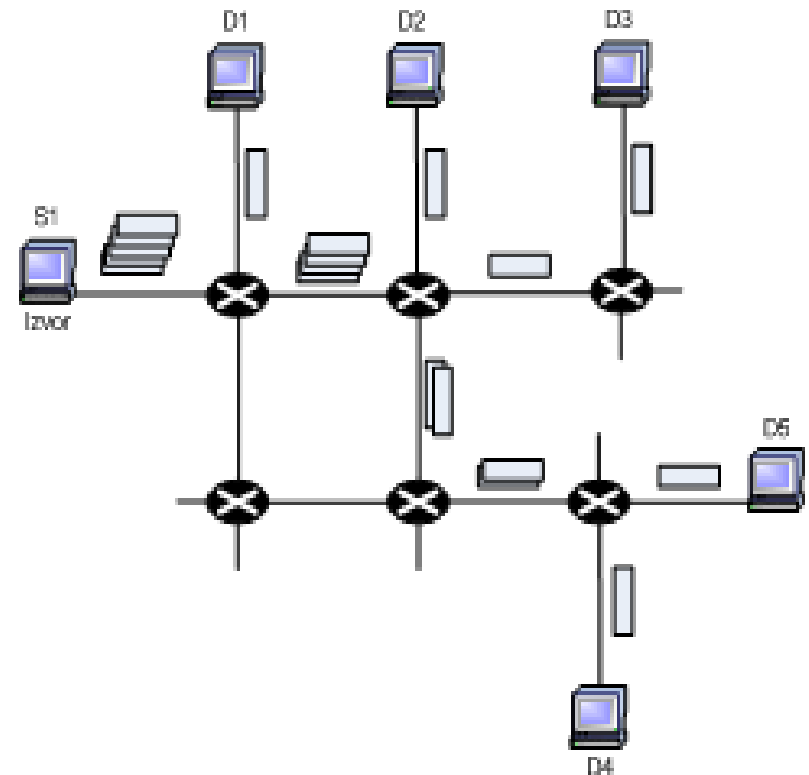
Primene grupne komunikacije

- Višestruki unicast v.s. multicast*

Multicast



Višestruki unicast



Individualne, grupne i opšte adrese

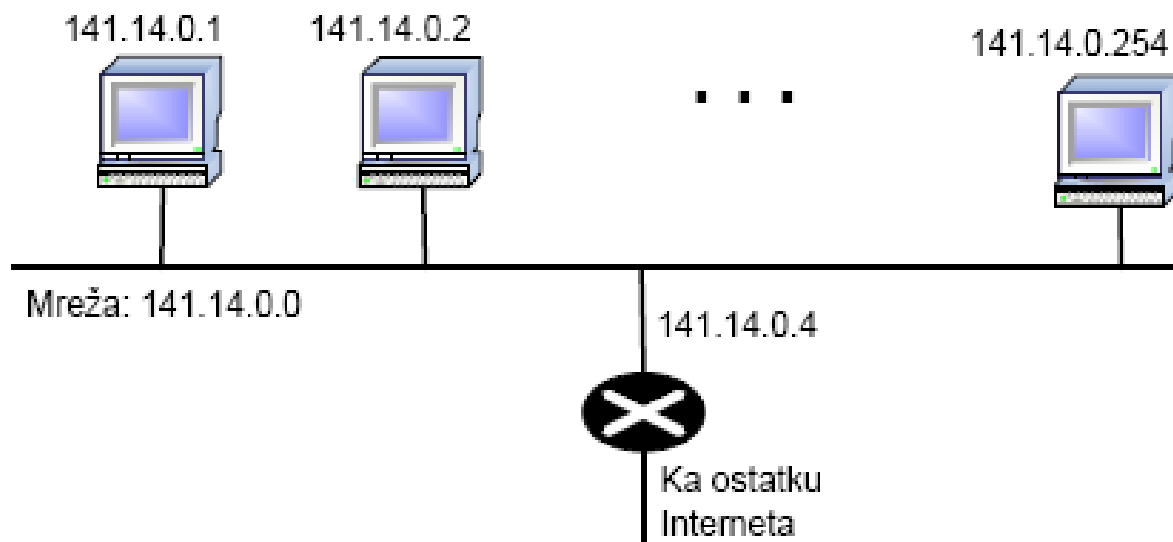
- Opšte adrese
- **Broadcast** (ili emitovanje namenjeno svima) je komunikacija tipa **jedan-ka-svima**
- Internet dozvoljava **broadcast samo na lokalnom nivou**
- Prethodno su pomenuta dva tipa IP adresa koje se koriste za ovu namenu:
 - **Ograničena opšta adresa** (sve 1-ce) i
 - **Direktna opšta adresa** (konkretno *netid*, *hostid* sve 1-ce)

Individualne, grupne i opšte adrese

- Opšte adrese
- **Broadcast na globalnom nivou nije dozvoljen!**
- To znači da sistem (host ili ruter) ne može da pošalje poruku svim hostovima i ruterima na Internetu

Podmrežavanje

- Dva nivoa hijerarhije
- U IP adresiranju **postoji hijerarhija**
 - Jedan deo IP adrese identifikuje mrežu (**netid**),
 - Drugi host (ili ruter) u mreži (**hostid**)
- **Prvi nivo** hijerarhije je **mreža**, a drugi **host**



Podmrežavanje

- Dva nivoa hijerarhije
- Da bi datagram stigao do nekog hosta na Internetu, on mora **najpre da stigne u mrežu kojoj host pripada** (korišćenjem netid)
- Kada datagram stigne u mrežu **isporučuje se hostu** shodno broju hosta (hostid)
- Klase **A**, **B** i **C** IP adresa podržavaju dvonivovsku hijerarhiju

Podmrežavanje

- Međutim, u mnogim slučajevima, **dva nivoa hijerarhije nisu dovoljna!**
- Razmotrimo sledeći primer:
- **Neki univerzitet** je rezervisao za svoje potrebe jedan mrežni broj iz **klase B**
 - Klasa B adresa dozvoljava **65.536 hostova** u jednoj mreži
 - **Više nego dovoljno** da zadovolji sve potrebe univerziteta
- Međutim, pojavio se **drugi problem!**

Podmrežavanje

- Problem:
- Ethernet LAN *nije mogao više da se proširuje* jer je ograničenje od najviše 4 repetitora brzo dostignuto
- Zaključak:
- Neophodna je *drugačija organizacija mreže!*

Podmrežavanje

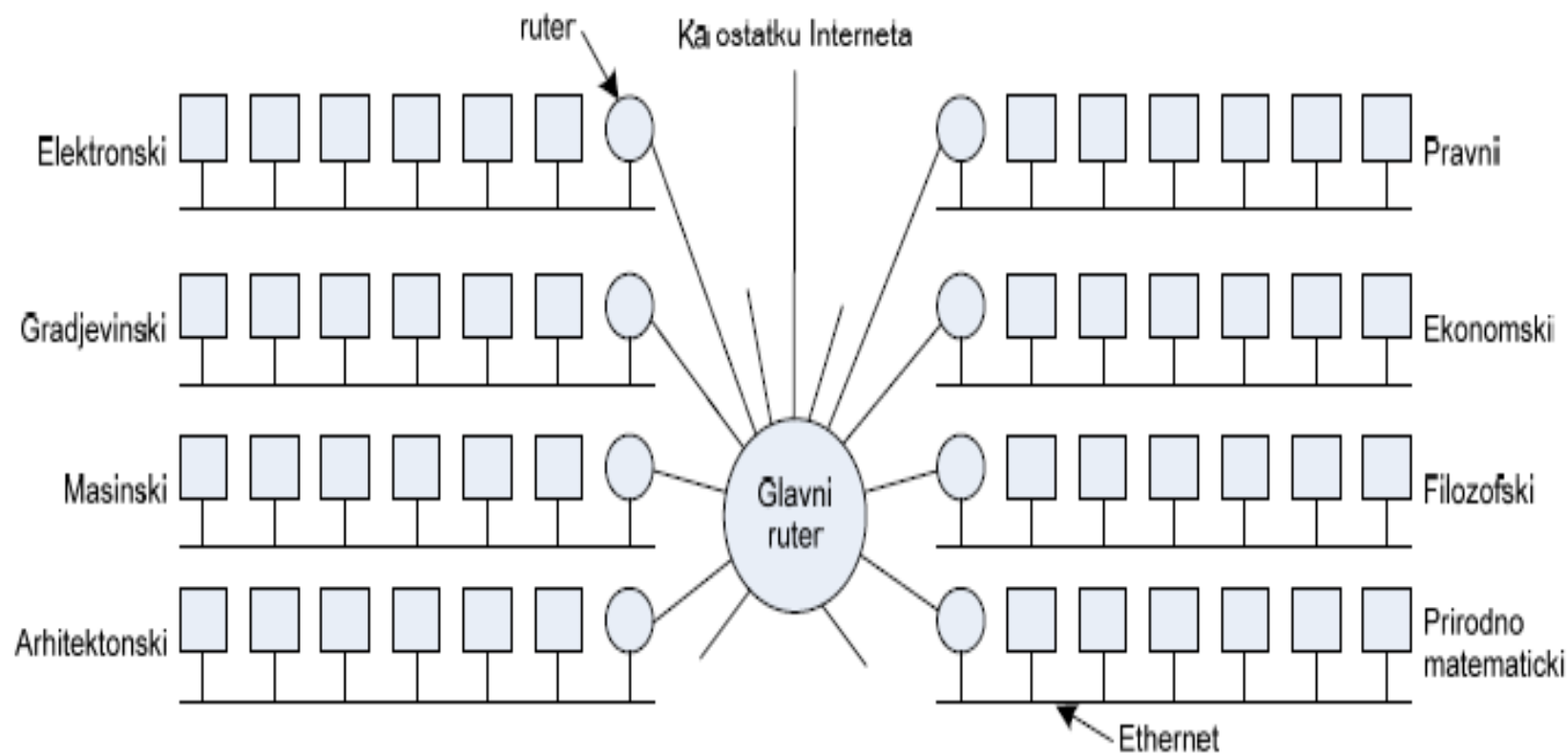
- ***Pribavljanje nove mrežne adrese nije rešenje, zato što su mrežne adrese danas deficitarne i teško se mogu dobiti nove***
 - Univerzitet ionako već ima dovoljan broj slobodnih adresa za više od 60.000 hostova
- ***Suština problema je u dvonivovskoj strukturi IP adresa klase A, B i C - koje ne mogu pokrivati više od jedne mreže***
- Hostovi ne mogu biti organizovani u grupe - **svi su na istom nivou**

Podmrežavanje

- **Rešenje** koje se danas širok koristi u situacijama sličnim opisanoj zasnovano je konceptu **formiranja podmreža** ili **podmrežavanja** (*subnetting*)
- Omogućava da se mreža, za interne potrebe, **podeli na više** manjih fizičkih **podmreža** (*subnet*) - a da se **gledano od spolja** i dalje vidi i ponaša kao **jedna mreža**

Podmrežavanje

- Tipična *savremena univerzitska mreža*:



Podmrežavanje

- Glavni ruter koji je ***povezan sa*** ostatkom **Interneta i** brojnim Ethernet **LAN-ovima** (podmrežama) razvedenim po različitim fakultetima
- **Svaka podmreža** ima svoj ruter za vezu sa glavnim ruterom
- **Kada datagram** sa Interneta **stigne u glavni ruter** - ***interpretacija IP adresa se menja***
- Ruter je "svestan" da je mreža fizički podeljena na podmreže i na neki način "zna" na koju podmrežu da preusmeri datagram

Podmrežavanje

- Tri nivoa hijerarhije
- Uvođenje podmreža kreira treći nivo hijerarhije u IP adresiranju:
 - **sajt**,
 - **podmreža** i
 - **host**



Netid

Hostid



Site

Subnetid

Hostid

Podmrežavanje

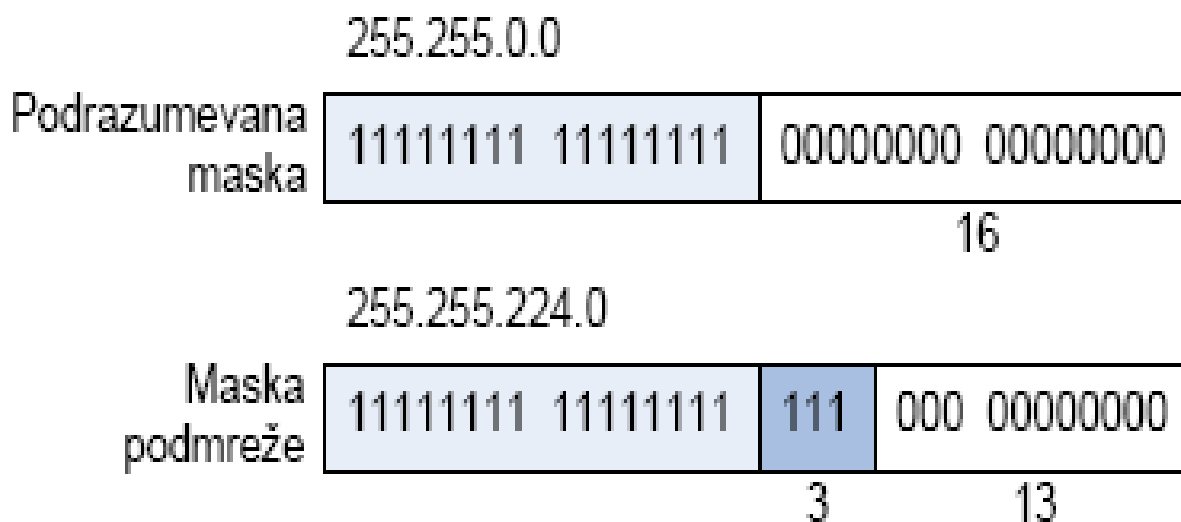
- Tri nivoa hijerarhije
- Rutiranje uključuje tri koraka:
 - Isporuka datagrama **sajtu**,
 - Isporuka **podmreži** i
 - Isporuka datagrama **hostu**
- Analogija sa šemom telefonskih brojeva. Na primer, u broju 381-11-529601 postoje tri nivoa hijerarhije: **381** - kod države, **11** - pozivni broj grada i **529601** - broj telefona

Podmrežavanje

- Maska podmreže
- Podrazumevana maska se koristi kada je potrebno *za datu IP adresu* **odrediti** prvu adresu u bloku (tj. *mrežnu adresu*)
- Sa **podelom na podmreže** situacija se menja - neophodna je **maska podmreže**
- Maska podmreže ima veći broj 1- ca od podrazumevane maske
- **Podrazumevana maska** definiše **mrežnu**, a **maska podmreže** adresu **podmreže**

Podmrežavanje

- Maska podmreže
- U osnovi, umesto da se koristi jedna mrežna adresa, neki **bitovi se oduzimaju od hostid** i koriste **za kreiranje većeg broja podmreža**



Podmrežavanje

- Maska podmreže
- Broj podmreža se može odrediti na osnovu broja dodatnih 1-ca u maski
- U primeru, broj dodatnih 1-ca je 3 - to znači da je **broj podmreža $2^3 = 8$**
- Broj adresa po podmreži može se odrediti na osnovu broja 0 u maski podmreže
- Sa slike, broj 0 je 13, što znači da **u svakoj podmreži postoji $2^{13} = 8192$ raspoloživih adresa**

Podmrežavanje

- Primer:

Za IP adresu **200.45.34.56** i masku podmreže **255.255.240.0** odrediti adresu podmreže

Podmrežavanje

- CIDR notacija
- CIDR notacija se takođe može koristiti ***i kod podmrežnog adresiranja***
- Korišćenjem ove notacije, adresa u podmrežu se može lako zapisati
- Na primer, zapis ***141.14.92.3/16*** - prikazuje **adresu klase B**
- Zapis ***141.14.92.3/18*** prikazuje adresu koja pripada podmreži sa maskom 255.255.192.0 (***18 1-ca***)