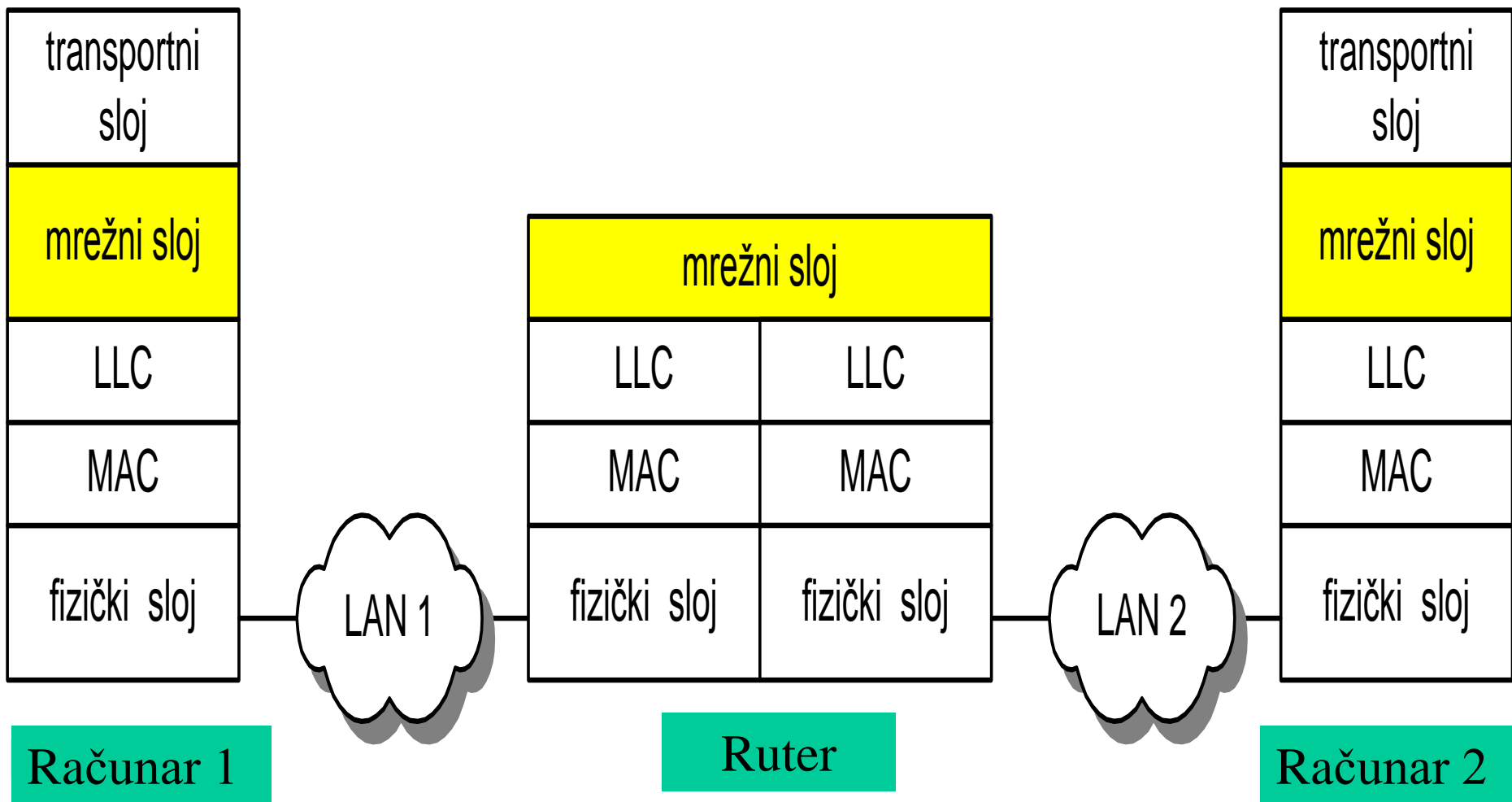


X - Funkcije mrežnog sloja

- Obezbeđivanje **jedinstvenog sistema adresiranja** članova mreže, kao i **postavljanje pravila** po kojim se vrši prenos podataka na željenu adresu
- Značaj i problemi mogu se videti kod IP protokola koji omogućava **univerzalno adresiranje preko 4 milijarde** mogućih adresa na Internetu.
- Jedan od najkompleksnijih zadataka jeste **adresiranje koje omogućava povezivanje više različitih računara** mreža sa velikim brojem računara
- Na nivou *Ethernet* mreže **uloga protokola mrežnog nivoa je minimalna**
- Na primeru **kompleksne mreže** koja se sastoji od više internih i međusobno povezanih segmenata i koja je dodatno povezana sa Internetom mogu se uočiti problemi kao što su **višestruke putanje** i **problem korišćenja istih mrežnih adresa** u različitim internim mrežama
- Protokolima mrežnog nivoa najčešće nedostaje **funkcionalnost garantovanja isporuke podataka i otpornost na greške**.
- Najpopularniji protokol mrežnog sloja jeste **IPv4** koji je i **podrazumevani protokol mrežnog sloja** kod TCP/IP referentnog modela
- Glavni atributi ovog protokola su **jednostavnost** i **univerzalnost**.

X - Funkcije mrežnog sloja



X - Interfejs servisi na mreži

- Pre TCP/IP protokola koristili su se komercijalni **DECnet** i **IPX/SPX**
- Sa pojavom PC razvijeni su **NetBIOS** (*Network Basic I/O System*) interfejs (1983) i **NetBEUI** (*NetBIOS Extended User Interface*) - 1985
- NetBEUI je služio kao **sredstvo za prenošenje paketa podataka** u LAN dok je NetBIOS nudio programerima **programski interfejs za aplikacije**
- Programer jednostavno **poziva rutine NetBIOS interfejsa**.
- Ova dva interfejsa su predstavljala **osnov za povezivanje PC** sve do pojave operativnog sistema WIN 2000.
- Mnogi proizvođači mrežnog softvera ubacivali su u svoje proizvode **neophodne prepravke koje su podržavale NetBIOS i NetBEUI**.
- Primer: **Novell od verzije 2.0** i DEC u **LAN Manager-u** od verzije 2.x.
- Ovi interfejsi su **postali integralni delovi Win for Workgroups, Win98, Win NT 4.0**.
- **Tek sa pojavom WIN 2000** ovi interfejsi nisu više dominantni interfejsi u povezivanju jer su ih zamenili neki drugi protokoli i servisi kao **TCP/IP, DNS (*Domain Name Service*) i Active Directory**.

X - Net BIOS

- Većina mrežnih protokla za prepoznavanje računara i procesa zahteva **jedinstvenu mrežnu adresu**, koja obično ima numeričku vrednost.
- NetBIOS imena mogu se podeliti u dve kategorije: **jedinstvena** i **grupna**
- **Jedinstveno ime** može da koristi **samo jedna radna stanica** u lokalnoj mreži dok **više računara** može da ima **zajedničko grupno ime**.
- NetBIOS ime je **dugačko 16B** i ako je ono kraće dopunjava se do 16B
- Kod nekih implementacija koristi se **samo 15B** dok se 16 bajt koristi za specijalno značenje (odnosi se za Microsoft-ove aplikacije).
- Dopuštene su **sve vrste znakova** i jedino ograničenje je da ime ne sme **da počne sa znakom zvezdice (*)**.
- Svaki računar u okviru mreže ima **jedinstveno NetBIOS ime**
- Da bi računar mogao da polaže pravo na ime on obično mora **difuziono da emituje tu želju ostalim učesnicima** na mreži.
- Ako ni jedan računar **ne ospori to ime** on može da ga ravnopravno koristi sa ostalim imenima na mreži **koja se čuvaju u LMHOST fajlu**.
- Postoji preporuka **RFC 1001** koja sadrži definicije krajnjih čvorova u zavisnosti **od metoda za registrovanje i korišćenje** NetBIOS imena.

X - Net BIOS

1. B čvor (difuziono emitovanje) – ima dve mane: prvo, **zauzima veći deo propusnog opsega**, i drugo što većina usmerivača podrazumevano ne prosleđuje **difuziono emitovane poruke**. Zato je ova vrsta čvora dobra **samo za male mreže** gde je obim mrežnog saobraćaja mali.

2. P čvor (od tačke do tačke) – za registrovanje i razrešavanje imena koristi se **NBNS (NetBIOS Name Service) - WINS (Windows Internet Name Server)**. Čvorovi registruju jedinstvena i grupna imena prilikom prijavljivanja tako što **šalju usmerene datagrame** WINS serveru. Postoje tri poruke: *Negative Name Registration Reply (NNRR)*, *Positive Name Registration Reply (PNRR)* i *Wait Acknowledgment*. Prednost u odnosu na **B** čvor je da se mrežom **ne šire nikakve difuzione poruke**, a loša strana je da svaki klijentski računar **mora da se pojedinačno konfigurira**

3. M čvor (mešoviti: **difuziono emitovanje i tačka do tačke**)-koristi obe do sada pomenute metode. Prvo difuziono emitovanje poruka i ako nema problema prelazi na komunikaciju od tačke do tačke preko WINS-a

4. H čvor (hibridni) - suprotan **M** čvoru. On **prvo proučava komunikaciju od tačke do tačke** pa tek ako to ne uspe onda **pristupa difuzionom slanju**

X - Net BIOS

- Za razliku od TCP/IP prostora imena, **NetBIOS prostor imena je ravan**
- Korišćenje NetBIOS imena **ne razlikuje** se od korišćenja MAC adrese.
- U mreži može postojati **samo jedan računar sa jedinstvenim imenom**.
- Jedini izuzetak predstavlja kada se NetBIOS koristi preko TCP/IP-a, kada se koristi **identifikator područja *NetBIOS Scope***.
- Ovaj identifikator se sastoji **od niza znakova** u skladu sa pravilima za DNS imena. (na primer: *mirko.vtsnis.edu.rs* i *mirko.efak.ni.ac.rs*).
- Kako NetBIOS koristi karaktere koji su neprihvatljivi za DNS imena treba pronaći **metod kako da se napravi ime koje je prihvatljivo** za DNS
- Po RFC 1001 to je **reverzibilno, polu ASCII ili predkodovanje**: ono podrazumeva da se uzme 16 bajtova NetBIOS imena i da se ono pretvori u **32 bajtovni string**. Svaki bajt NetBIOS imena se **deli na dve četvorobitne vrednosti**. Svaka ta vrednost čini **desnih 4 bita** novog bajta dok se levih 4 bita **dopunjavaju sa 0**. Zatim se na svaki tako formirani bajt **dodaje heksadecimalno predstavljanje ASCII vrednosti slova A (41h)** + identifikator područja u kome je taj računar. Tako se **dobijaju vrednosti ASCII velikih slova od **A** do **P****. Na primer znak “ “(20h) se prevodi u **CA**

X - Net BIOS

Pored usluge servisiranja imena računara, NetBIOS u zajednici sa NetBEUI interfejsom nudi i **mnoge druge usluge**:

- **Datagram** – predstavlja **nepouzdan servis bez uspostavljanja veze** gde se on šalje ili jedinstvenom imenu ili grupnom imenu. Pošto između računara nema razmene podataka u nekom logičkom redosledu smatra se da je ovo servis bez uspostavljanja veze. **Najbrže šalje informacije**
- **Difuziono emitovanje** – takođe spada u **nepouzdan servise** jer se informacije šalju **bez uspostavljanja veze**. Glavna razlika je u tome što ovu poruku može **da uhvati svaki računar** koje se nalazi u domenu difuzionog emitovanja.
- **Sesija** – predstavlja uspostavljanje veze u punom dupleks režimu. Za identifikaciju sesije koristi se identifikator sesije, ali i ovde **nije predviđena kontrola toka podataka**, a poruke su ograničene na **max 64 KB po poruci**.

WINS (Windows Internet Name servis)

- Predstavlja **Microsoft-ov NetBIOS Name Server**
- To je **dinamička baza podataka** gde se registracija imena radi putem poruka sa **jednoznačnim upućivanjem** između WINS-a i klijenta.
- WINS server **ne zahteva da se nalazi u istom segmentu** kao i klijent.
- **Najvažnije prednosti korišćenja WINS servera su:**
 1. **Jednostavnost administriranja** – pri premeštanju računara **automatski se vrši ažuriranje njegovog imena** na WINS serveru prilikom njegovog uključenja. Uslov za to je **postojanje DHCP servera**.
 2. **Interakcija sa DNS**-DNS i WINS mogu uzajamno da kontaktiraju i tako razrešavaju probleme onih računara **koji nemaju instaliran Win OS**
 3. **Statička mapiranja** – ako WINS nije postavljen da saraduje sa DNS serverom, u bazi se može postaviti statičko mapiranje za one klijente koji nemaju WINS funkcionalnost-**dozvoljava klijente sa različitim OS**
 4. **Replikacija** – moguće je podesiti sve WINS servere u mreži da se posle određenog perioda rada, **sami sebe ažuriraju sa svim izmenama**
 5. **Otpornost na greške** – kako su klijenti obično **konfigurisani da lociraju primarni i sekundarni WINS** postignuta je velika otpornost na greške

WINS (Windows Internet Name servis)

Registrovanje imena na WINS-u traje određeni period (**1 min.- 365 dana**) što sve zavisi od administratora koji je postavio WINS server.

Tu je važno napomenuti dva pojma:

- 1. obnavljanje imena** - podrazumeva ponovo registrovanje kada se računar ponovo uključi ili kada istekne pola vremena od ukupnog vremena iznajmljivanja.
- 2. oslobađanje imena** – može da se uradi na dva načina:
 - I. kada **vreme istekne** pa to ime zatraži drugi računar;
 - II. kada se naredbom **nbstat -RR** na klijent računaru eksplicitno zatraži od WINS servera **oslobađanje svih imena** koje je registrovao taj klijent. Obično se koristi za potrebe dijagnostike.

X - Internet protocol (IP)

- *Internet Protocol*(IP)-za **prenos podataka** kod "*packet switched*" mreža
- Uloga IP protokola je da **obezbedi jedinstven sistem za globalno adresiranje računara** i time obezbedi njihovu **jedinstvenu identifikaciju**
- Protokoli nižih nivoa koriste MAC adrese, pa **za pronalaženje njihove adrese preko IP adrese** zadužen je *Address Resolution Protocol* (ARP).
- **IP** predstavlja **nesiguran protokol** jer ne garantuje dostavu paketa.
- Takođe, ovaj protokol ne garantuje **ni ispravnost podataka, dozvoljava dupliranje paketa i prenos paketa u izmenjenom redosledu.**
- Ovi nedostaci omogućavaju **veću jednostavnost i performanse IP**, a one su prevaziđene protokolima u višim slojevima OSI i TCP/IP modela
- Adresni prostor za IP adrese **predstavlja hijerahijski prostor** koji dopušta računarima **da budu grupisani** u mreže i podmreže.
- Linearni adresni prostor **ne dopušta nikakve vrste grupisanja** računara.
- Korisnicima mnogo više odgovara **da se koriste imena računara** nego različiti formati brojeva koji su implementirani u TCP/IP podskupu.
- Kao što je numeričko adresni prostor hijerahijski organizovan **isti takav je i prostor imena** ali ova dva prostora nisu u direktnoj relaciji

X - Internet protocol (IP)

Pravila za imena računara strožija su od onih koja se koriste za NetBIOS:

- ✓ Koriste se **alfanumerički znaci** (a-z) i (0-9) gde prvi znak **mora da bude slovo ili broj**.
- ✓ Može da se koristi znak minus ali to **ne sme da bude prvi znak**.
- ✓ **Tačke** su dopuštene ali se **koriste za razdvajanje** dela imena računara od imena domena kome računar pripada.
- ✓ **Tačka ne sme da bude zadnji karakter u imenu**.
- ✓ Za imena **nisu bitna velika i mala slova** (nisu *case sensitive*).
- ✓ Deo imena računara ne treba da bude **duži od 24 karaktera**.
- ✓ Maksimalna dužina imena domena ili oznake računara je **63 znaka**.
- ✓ Maksimalna dužina za **FQDN** (*Full Quality Domain Name* - potpuno kvalifikovano ime domena) je **255 znaka**.
- ✓ Najviše može da bude **127 poddomena**.

X - Internet protocol (IP)

- Potrebno je da postoje **mehanizmi za razrešavanje tih imena** i pretvaranje tih imena u IP brojeve odgovarajućih računara.
- TCP/IP obezbeđuje **datoteku *hosts*** koja je upravo služila za tu namenu.
- To je **tekstualna datoteka** koja je sadržala imena računara sa odgovarajućim **IP brojevima svih računara na mreži**.
- **Glavni računar na mreži je ažurirao ovu datoteku** i periodično je slao svim klijentima na mreži.
- Sa pojavom Interneta pojavio se i **novi servis** koji je sve ove probleme efikasno razrešavao a to je **DNS** (*Domain Name Service*).
- DNS nije samo **hijerahijska baza već i distribuirana baza**.
- Svaki **registrovani domen** u okviru Interneta ima **svoj DNS server** koji je zadužen za upravljanje bazom podataka imena u svom domenu.
- Na taj način olakšano je povećanje baze jer administracija **nije centralizovana već podeljena na manje segmente**.
- Odrednica na vrhu DNS stabla naziva se **koreni domen** i predstavljao je znak za tačku. Ispod ovog korenog domena nalaze se direktorijumi najvišeg nivoa koji se dele na grupe i to: **geografske i organizacione**.

X - Tipovi podataka kod DNS servera

- **Datoteka baze podataka** – čuva zapise resursa za zonu za koju je dati server odgovoran.
- **Datoteka keša** – sadrži informacije od drugih servera koji pomažu za razrešavanje imena koji nisu u domenu nadležnosti matičnog servera.
- **Datoteka za traženje unazad** – omogućava da se obezbedi ime računara ako se ima samo njegova IP adresa.

- Pri prikazivanju imena domena u DNS koristi se posebna sintaksa.
- Svakom polju sa podacima prethodi labela ili oznaka koja označava koliko bajtova je taj podatak dugačak.

Primer: *mirko.vtsnis.edu.rs* je predstavljen kao **5mirko6vtsnis3edu2rs0**

Opšti format koji se koristi za **zapise resursa** sadrži sledeća polja:

- **Name** (ime) – ime domena kome pripada određeni zapis.
- **Type** (tip) – polje dužine 2 B koje navodi kod tipa zapisa resursa.
- **Class** (klasa) – polje dužine 2 B koje navodi kod klase zapisa resursa.
- **TTL** – 32 bitni celi broj kojim se navodi veličina perioda važenja.
- **Rdlength** – 16 bitni broj bez znaka – označava dužinu polja sa podacima
- **Rdata** – polje sa podacima

X - Vrste IP adresa

Postoje tri vrste IP adresa i to:

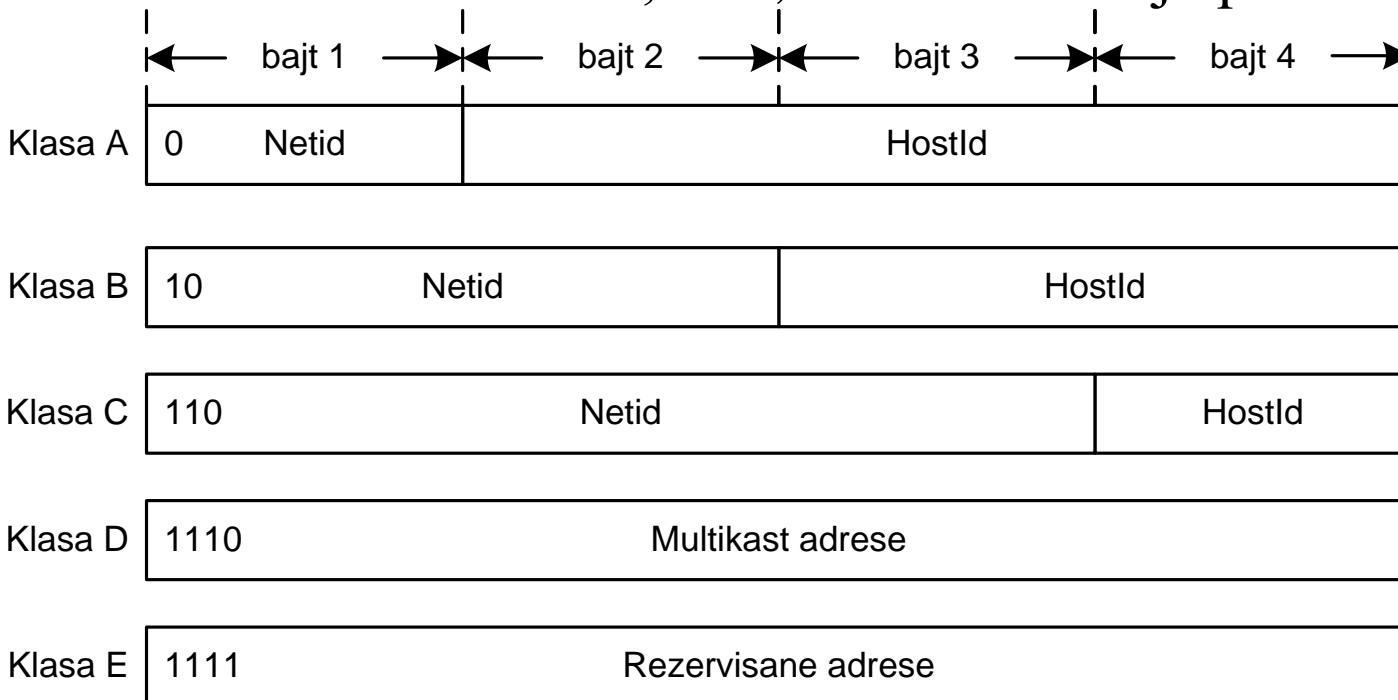
1. **Unicast** (*jednoznačno upućivanje*) – Ova vrsta adresa je najuobičajeni tip IP adrese. Ona na jednostavan i jedinstven način identifikuje jedan računar u određenoj mreži.
2. **Broadcast** (*difuzno upućivanje*) – Ne treba ga mešati sa difuznim upućivanjem (*Broadcast*) kod Ethernet okvira. IP takođe ima ovu mogućnost i podešava za sebe skup adresa koje mogu da se koriste za difuziono upućivanje, čime se šalju podaci svakom računaru u okviru određene mreže (LAN-a).
3. **Multicast** (*višeznačno upućivanje*) – Slično adresama za difuziono upućivanje, adrese za višeznačno upućivanje šalju podatke na više odredišta. Razlika između adresa za višeznačno i difuziono upućivanje jeste u tome što adresa za višeznačno upućivanje **može da šalje podatke na više različitih mreža**, gde ih primaju računari koji su konfigurisani za prijem tih podataka.

X - Internet protokol verzije 4 (IPv4)

- Predstavlja 4-tu verziju IP-a i to je ujedno **prva verzija** ovog protokola koja je **široko prihvaćena za korišćenje**.
- Izuzimajući IPv6 ovo je **jedini protokol** za adresiranje na mrežnom nivou koji se koristi na Internetu.
- IPv4 koristi 32-bitne (4 x 8 bita) adrese i time nudi 2^{32} ($2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8$) ili **4 294 967 296 jedinstvenih adresa**.
- Neke od ovih adresa (18120 miliona) **rezervisane su za privatne mreže**.
- Broj od preko 4 milijarde se u trenutku projektovanja IPv4 (1981. godina) **činio sasvim dovoljnim** za sve buduće potrebe
- IPv4 adrese se predstavljaju u **različitim formatima** (heksadecimalno, decimalno, oktavno, binarno - sa i bez tačke) ali se najčešće koristi decimalna reprezentacija sa tačkom kao: **212.062.045.222**.
- Binarno ova adresa bi bila: **11010100. 00111110. 00101101. 11011110**.
- IPv4 adrese se ponekad nazivaju i **simboličkim adresama** jer su stvarne adrese čvorova na mreži u stvari **hardverske MAC adrese**.
- **Promenom IP adrese uređaja ne menja se njegova MAC adresa** jer je ona uvek konstantna tj. nepromenjena.

X - IP adresne klase

- IPv4 svaki uređaj na mreži ima jedinstvenu **kompletnu mrežnu adresu**
- **Kompletna mrežna adresa** se sastoji iz dva dela:
 - 1. mrežne adrese** - zajednička za sve uređaje na istoj fizičkoj mreži
 - 2. adrese čvora** - jedinstvena za svaki uređaj/čvor na toj mreži
- Sve IP adrese takođe možemo podeliti na **više adresnih klasa** u zavisnosti od **veličine mrežnog i računarskog dela** IP adrese.
- **Tri glavne klase** adresa i to “**A**”, “**B**”, “**C**” i dve manje poznate “**D**” “**E**”



X - IP adresne klase

- Sistem klasa IP adresa ostvaruje se pomoću **različitog broja bitova u celokupnoj adresi** za identifikaciju mrežnog i računarskog dela IP adrese.
- Ukupan broj bitova raspoloživih za adresiranje je **uvek 32 bita**.
- **Prva četiri bita u IP adresi govore kojoj klasi** pripada sama adresa i to:

Klasa "A" **0xxx** (0.0.0.0-127.255.255.255) **00 00 00 00 - 7F FF FF FF**

Klasa "B" **10xx** (128.0.0.0-191.255.255.255) **80 00 00 00 - BF FF FF FF**

Klasa "C" **110x** (192.0.0.0-223.255.255.255) **C0 00 00 00 - DF FF FF FF**

Klasa "D" **1110** (224.0.0.0-239.255.255.255) **E0 00 00 00 - EF FF FF FF**

Klasa "E" **1111** (240.0.0.0-255.255.255.255) **F0 00 00 00 - FF FF FF FF**

(x označava bilo koju vrednost i ne utiče na određivanje klase).

X - Funkcije mrežnog sloja

Klasa A - svaka IP adresa koja ima **nulu na prvoj poziciji** pripada klasi **A** adresa. Za adresiranje mrežnog dela u klasi **A** koristi se samo prvi bajt (prvih 8 bitova) i to je u sistemu IP adresa najmanji opseg koji se koristi. Preostala 3 bajta (24 bita) koriste se za formiranje adrese računara u mreži. Klasa **A** može da adresira najmanji broj mreža (127) ali zato se u ovoj klasi može adresirati najveći broj računara - 16 777 216 (ili 2^{24}) različitih adresa. **Opseg adresa klase A je 0.0.0.0-127.255.255.255.**

Klasa B - ako su prva **dva bita u IP adresi 10** onda ona pripada klasi **B**. Kod klase **B** prva dva bajta se koriste za adresiranje mreže dok se preostala dva bajta koriste za adresiranje računara. Pa prema tome ovde imamo na raspolaganju **16 384** mogućih mrežnih adresa i **65 536** (2^{16}) adresa koje možemo dodati različitim računarima u mreži.

Opseg adresa klase B je 128.0.0.0-191.255.255.255.

Klasa C - opseg adresa klase **C** ima uvek **prva tri bita postavljena na 110**. U ovoj klasi sa prva **tri bajta** koriste se za adresiranje mreža što iznosi **2 097 152** adresa, a preostali jedan bajt adresira 256 (0-255) različitih računara u mreži. **Opseg klase C je 192.0.0.0-223.255.255.255.**

X - Funkcije mrežnog sloja

Klasa D - Prve tri klase adresa predstavljaju one adrese koje se standardno koriste u IP adresiranju. Opseg klase **D** rezervisan je za grupno korišćenje slanja na više adresa (*multicasting* - isporuku informacija grupi primalaca, simultano). Slanje na više adresa predstavlja postupak kada se paketi šalju na više računara odjednom. Ovde se ne koriste nikakvi posebni bajtovi za adresiranje mreža i računara već se ukupno može napraviti **268 435 456** jedinstvenih adresa a njen opseg je **224.0.0.0 - 239.255.255.255.**

Klasa E - Ukoliko u IP adresi vidimo da stoje 1 na prvih četiri mesta-bita onda smo sigurni da ta adresa pripada klasi **E** adresa. Adrese klase **E** su rezervisane za buduću upotrebu i obično se ne sreću na većini mreža koje su povezane na Internet a njen opseg je **240.0.0.0 - 255.255.255.255.**

X - Specijalni opsezi adresa

- Adresni prostor koji dozvoljava dodelu IP adresa **je ipak konačan**
- Tehnika **NAT** (*Network Address Translation*) **proširuje adresni prostor**
- Prevođenje mrežnih adresa (NAT) **može da se koristi sa usmerivačima**, tako da možemo koristiti samo adresni prostor svoje interne mreže
- Usmerivaču koji **predstavlja vezu prema Internetu** dodeljuje se jedna ili više stvarnih registrovanih javnih IP adresa.
- Koristeći NAT taj usmerivač **može da manipuliše IP adresama** i portovima, odnosno da se ponaša kao proxy server za klijente u internoj mreži kada komuniciraju sa spoljašnjim svetom.
- U cilju korišćenja IP adresa u LAN-ima sa mogućnošću povezivanja na Internet, **određeni opsezi adresa su rezervisani za privatne mreže**.
- U praksi su poznata nekoliko opsega koji su opet putem RFC 1918 definisana za upotrebu u **lokalnim Intranet okruženjima** i to su:
 - **Klasa A: 10.0.0.0 - 10.255.255.255**
 - **Klasa B: 172.16.0.0 - 172.31.255.255**
 - **Klasa C: 192.168.0.0 - 192.168.255.255**

X - Specijalni opsezi adresa

- Sve ove adrese **nisu validne za Internet** pa više privatnih mreža mogu da koriste ove ospege za definisanje svog Intranet okruženja.
- **Iste IP adrese** iz ovog opsega mogu se naći **na više računara** koji se nalaze u različitim segmentima tj. različitim LAN-ovima.

Postoji nekoliko izuzetaka koji se izdvajaju iz ukupnog broja adresa:

- Sve adrese koje **započinju sa adresom 127** u prvom bajtu nisu validne van lokalnog računara. Adresa **127.0.0.1** uobičajeno se **naziva adresom povratne petlje** (*loopback*) i koristi se za testiranje lokalnog TCP/IP steka da bi se utvrdilo da li su konfiguracija i funkcionisanje korektni.
- Ostali izuzetci obuhvataju **vrednosti 0 i 255**. Kada se 0 koristi u mrežnom delu adrese tada ona označava trenutnu mrežu. Broj 255 se koristi u adresi za navođenje difuziono upućene poruke.
- Uzimajući u obzir sve ove izuzetke onda dolazimo **do stvarnog broja mreža i računara** koje možemo da adresiramo u svakoj klasi:

Klasa A :	126 mreža	16 777 214 računara
Klasa B :	16 384 mreža	65 534 računara
Klasa C :	2 097 152 mreže	254 računara.

X - Specijalni opsezi adresa

<i>Opseg adresa</i>	<i>CIDR ekvivalenat</i>	<i>Namena</i>	<i>Broj adresa</i>
0.0.0.0 - 0.255.255.255	0.0.0.0/8	Zero Addresses	16.777.216
10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8	Privatne IP adrese	16.777.216
127.0.0.0 - 127.255.255.255	127.0.0.0/8	Localhost Loopback Address	16.777.216
169.254.0.0– 169.254.255.255	169.254.0.0/16	Zeroconf / APIPA	65.536
172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12	Privatne IP adrese	1.048.576
192.0.2.0 - 192.0.2.255	192.0.2.0/24	Dokumentacija i primer	256
192.88.99.0 - 192.88.99.255	192.88.99.0/24	IPv6→IPv4 relej anycast	256
192.168.0.0-192.168.255.255	192.168.0.0/16	Privatne IP adrese	65.536
198.18.0.0 - 198.19.255.255	198.18.0.0/15	Network Device Benchmark	131.07
224.0.0.0 - 239.255.255.255	224.0.0.0/4	Multicast	268.435.456
240.0.0.0 - 255.255.255.255	240.0.0.0/4	Rezervisano	268.435.456

Rezervisani opsezi IPv4 adresa

CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- 1993. godine je predstavljen CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)
- CIDR nudi **veću fleksibilnost** pri podeli IP adresa na opsege/pod-mreže
- CIDR omogućava:
 1. **efikasnije iskorišćavanje** IPv4 adresa
 2. **bolju hijerarhiju** pri dodeli adresa (tzv. *agregacija prefiksa*)
 3. **prefikse bazirane na bitovima** (klase mreža se baziraju na bajtovima)
- CIDR blokovi IPv4 adresa se **označavaju sličnom sintaksom** ko i same IPv4 adrese: četiri grupe decimalnih brojeva (odvojene tačkom) **sa dodatkom kose crte (/) i broja između 0 i 32 - A.B.C.D/N**.
- Broj N (0-32) **predstavlja broj bitova adrese**, počev od 1 bita sa leve strane, koji ulaze u prefix.
- **Veća dužina prefiksa (N) znači veći broj opsega (2^N)** sa manjim brojem adresa (broj adresa se dobija po formuli 2^{32-N}) i obratno.
- Na osnovu sopstvene adrese i dužine prefiksa, **računari mogu da odrede da li se čvor sa određenom adresom nalazi u istom bloku (mreži) i da li je neposredna komunikacija moguća ili ne.**

X - Maska pod-mreže

- Tehnika koja se koristi da bi se **povećao broj različitih mreža**
- Jedan adresni prostor **se deli na manje jedinice** - podmreže (*subnets*).
- Primenom maske podmreže moguće je “**pozajmiti**” bitove iz dela IP adrese za računare, za formiranje novih mreža.
- Maska podmreža je takođe **32-bitna binarna vrednost** kao i IP adresa
- To **nije adresa** već niz bitova koji se koristi **za identifikaciju dela ukupne IP adrese** koji treba da se koristi za identifikaciju podmreže.
- Jednostavnom „**AND**„ operacijom između maske adrese i IP adrese dolazimo **do konačne adrese koja je validna na mreži**.
- U zavisnosti od klase adresa imamo i odgovarajuće maske.
- **Klasa A - 255.0.0.0, klasa B - 255.255.0.0 i klasi C - 255.255.255.0**
- Prostim **maskiranjem dela adrese** koji ukazuje na adresu računara mi možemo proširiti broj adresa kojima adresiramo podmrežu.
- Klase A, B i C **ne omogućavaju precizniju podelu** mreže jer njihove maske koriste isključivo sve bitove ili ni jedan iz svake grupe od 8 bita
- CIDR **omogućava dodatnu i precizniju podelu opsega adresa** na mreže korišćenjem sva 32 bita u kreiranju maske podmreže.

X - Maska pod-mreže

Primer: Adresni opseg klase C se kreće u intervalu od 192.168.1.0-192.168.1.255 a maska je 255.255.255.0. Ukoliko želimo da ovu mrežu podelimo na dve manje mreže, u mrežnu masku ćemo uključiti i 25. bit: **11111111 11111111 11111111 10000000** decimalno: **255 255 255 128**.

- Ako koristimo masku 255.255.255.128 mi možemo da adrese iz klase C podelimo **na dve podmreže** i to sa adresama **192.168.1.0-192.168.1.127** za prvu i **192.168.1.128-192.168.1.255** za drugu.
- Slično ovome maska **255.255.255.192** deli adr.prostor na 4 podmreže.

Još jednu stvar je bitno zapaziti:

- prvi broj opsega predstavlja identifikator mreže
- poslednji broj opsega predstavlja *broadcast* adresu
- ove dve adrese **se ne mogu koristiti za adresiranje uređaja**

- Iz ovoga proizilazi da u klasi C imamo svega **2/256 (0,8%) gubitaka**.
- Međutim, podelom klase C na 64 podmreže (maska od prvih 30 b), dobićemo 64 mreže sa po 4 adrese od koji je prva broj mreže a četvrta *broadcast* tako da ostaju **svega dva adresna mesta** za adresiranje čvorova po mreži a broj gubitaka iznosi **(64*2)/256 ili 50%**.

X - Maska pod-mreže

- **Maska mreže i IP adresa** su osnovni mrežni parametri svakog uređaja
- U slučaju da mreža ima mogućnost komunikacije sa drugim mrežama **adresa gateway uređaja je treći konfiguracioni** mrežni parametar
- Na osnovu svoje IP adrese i mrežne maske, članovi mreže određuju da li je određenu komunikaciju **moгуće ostvariti direktno** (odredište je u istom LAN-u) ili je neophodno komunikaciju **obaviti posredstvom gateway-a** (tj. odredište se nalazi u van lokalne mreže).

Uzmimo za primer računar sa sledećim mrežnim parametrima:

adresa: 192.168.1.100, maska: 255.255.255.0 (CIDR: 192.168.1.100/24)

gateway: 192.168.1.1

- Ukoliko ovaj računar želi da komunicira sa računarom čija je adresa **192.168.1.200** on će pomoću informacije iz mrežne maske uporediti prva 24 bita svoje adrese sa prva 24 bita odredišne adrese.
- **Pošto se ovi bitovi poklapaju** ($192.168.1 = 192.168.1$) računar shvata da se odredište nalazi u istoj mreži kao i on sam, i odredištu će se **obratiti direktno** tj. bez posredstva gateway -a.

X - Internet protokol verzije 6 (IPv6)

- Pošto su IPv4 adrese 32-bitne, postoji konačan broj raspoloživih adresa koje su rastom Interneta i broja uređaja koji su zahtevali statičnu IP adresu **postale nedovoljne da podmire sve veći i veći broj zahteva**
- IETF se 1994. godine sastao u Torontu i, na osnovu preporuka IPng *Directorate*, izabrao je SIPP (*Simple Internet Protocol Plus*) kao osnovu za sledeću generaciju Internet protokola, poznatog kao IPv6
- U poređenju sa IPv4 paketom **najveća izmena je izvršena u proširenju broja bitova** kojima se vrši adresiranje jer ih sada imamo **128 bita**.
- Teorijski je omogućeno **2^{128} ili 10^{40} različitih adresa**.
- Jedan od problema sa eksponencijalnom notacijom je to što je često **teško razumeti koliko je to veliko**, nego zapisati broj.
- Da biste lakše razumeli **koliko je veliko 2^{128}** objasnićemo sledećim primerom. Pokazano je da ako bi se sve adrese **rasporedile ravnomerno po površini cele zemaljske kugle**, postojale bi **1024 adrese na svakom kvadratnom metru**, što je više nego dovoljno za svaki uređaj koji zahteva statičnu IP adresu (**10 IP adresa po dm^2**) ili:

340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456

X - Internet protokol verzije 6 (IPv6)

- **Veći adresni prostor:** glavna novina da su adrese kod IPv6 128-bitne (što znači da ih ima 3.4×10^{38} ili 5×10^{28}) i sastoje se od dva dela: 64-bitni (pod)mrežni prefix i 64-bitni deo vezan za host-a (generiše se automatski iz MAC adrese ili se dodeljuje sekvencijalno)

- **IPv6 adrese se predstavljaju heksadecimalno**

Primer: **2001:0db8:85a3:0000:1319:8a2e:0370:7344**

- **Automatsko podešavanje članova mreže:** ukoliko mreža na koju je nakačen host ima ruter na sebi, on će konfiguraciju dobiti automatski od rutera, a ako ga nema, ulogu može preuzeti namenski DHCPv6
- **Multicast:** ili isporuka informacija grupi primalaca, simultano. Uloga *broadcast*-a kod IPv4 mreža je u IPv6 zamenjena *multicast*-om.
- **Jumbogrami:** kod IPv4 su paketi ograničeni na veličinu od 64KB. IPv6 omogućava prekoračenje ove veličine na adekvatnim mrežama
- **Brže rutiranje:** korišćenjem jednostavnije i sistematičnije strukture zaglavlja paketa, IPv6 omogućava efikasnije rutiranje paketa.
- **Bezbednost na IP nivou (IPsec):** IPv6 omogućava šifriranje podataka i proveru autentičnosti na samom IP nivou (sada je ima i IPv4).

X - Internet protokol verzije 6 (IPv6)

- Problem prikazivanja adrese IPv6
- Svaka heksadecimalna cifra u ovoj reprezentaciji ima jedinstveni 4-bit ekvivalent. Rezultat je i dalje nezgrapan, ali je bolji od alternative.
- Za adrese koje **sadrže mnogo nula** koristi se skraćena notacija.
- Nule se ne pišu, već se njihovo prisustvo ukazuje sa **dve dvotačke (::)**.
- Stvarni broj nula koje nedostaju **izražava se oduzimanjem broja heksadecimalnih cifara u notaciji od 32** - broj cifara za punu adresu.

Na primer, donja adresa bila bi zapisana na sledeći način:

7477:0000:0000:0000:0000:0AFF:1BDF:7FFF → 7477::0AFF:1BDF:7FFF

- U slučajevima **kada adresa počinje sa 0**, notacija započinje dvotačkom.
0000:0000:0000:0000:0AFF:1BDF:000F:0077 → :0AFF:1BDF:000F:0077

- Da bi se adrese dalje pojednostavile, vodeće nule u okviru četvorocifrene grupe ne moraju da se navode: **::AFF:1BDF:F:77**

- Adrese se svrstavaju u tri opšte kategorije: *unicast*, *anycast* i *multicast*.
- *Unicast* adresa definiše jedinstveni interfejs. *Anycast* adresa definiše grupu interfejsa ili jedan interfejs u bilo kojoj grupi. *Multicast* adresa definiše grupu, ali ovde paket prolazi kroz svaki interfejs u grupi.

X - Kompatibilnost sa IPv4

- IPv4 i IPv6 ruteri **moraju da međusobno komuniciraju.**
- IPv6 protokol je dizajniran tako **da prepozna IPv4 protokol.**
- Sa druge strane, IPv4 je dizajniran pre IPv6 i **on ne zna ništa o njemu.**
- Ukoliko IPv6 paket mora da prođe preko IPv4 rutera **paket se ugrađuje u IPv4 paket.**
- Ovakav sistem se naziva **tunelovanje.**
- **Kompatibilnost IPv6 sa IPv4** predstavlja dodatno opterećenje koje je znatno **usporilo prihvatanje verzije 6** kao opšteg standarda
- **Većina aktivne mrežne opreme** koja se koristi i radi pod IPv4, postala **bi neupotrebljiva** i zamena opreme bi predstavljala problem
- Dodatno, LAN mreže koje imaju pristup Internetu bi takođe morale i interno **da se prevedu na verziju 6 IP protokola.**
- Osnovni problem u primeni ovog protokola je u tome što već preko **miliona računara komunicira putem IPv4.** Ovako veliki broj onemogućava konvertovanje u IPv6 preko noći.
- Za potpuni prelazak na IPv6 biće potrebno **dosta godina** i za to vreme većina mrežnih entiteta (ruteri), **moraće da podržavaju oba protokola.**

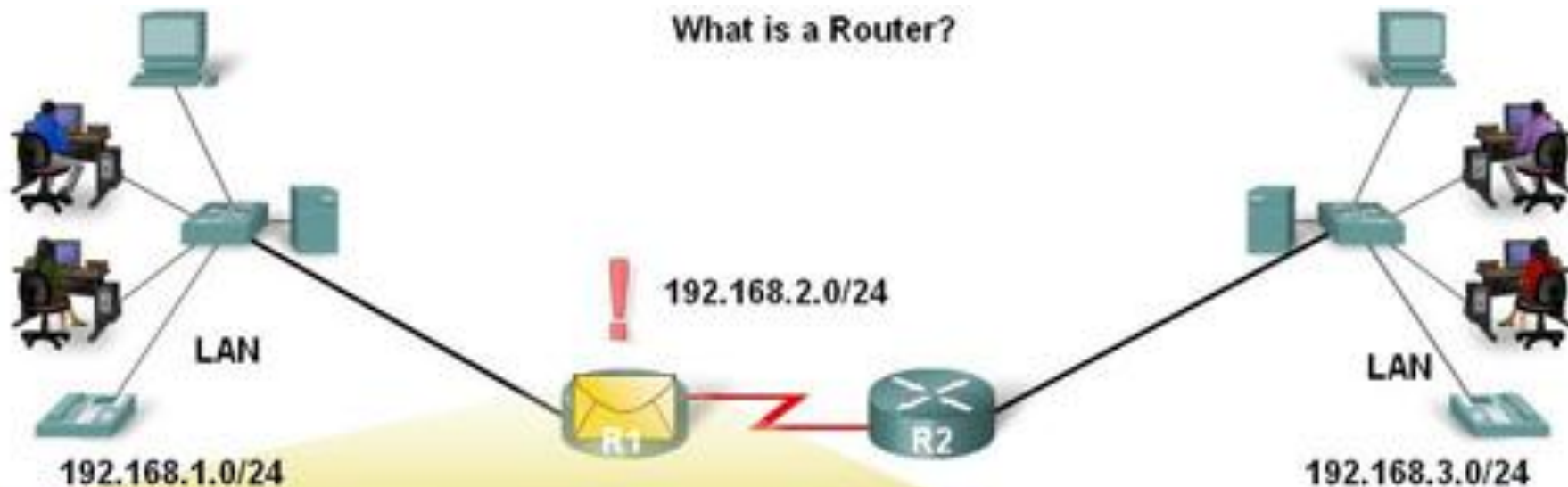
X - Funkcije rutera

- Ruter (*router, gateway*) – komunikacioni uređaj koji radi na L3 nivou
- **Primaju pakete** na ulazni port, **ispituju odredišnu** IP adresu iz *hedera* paketa i **određuju izlazni port** na najboljem putu prema odredištima
- Ruteri koriste tabele rutiranja – ***routing table***

Tri principa rutiranja:

1. Svaki ruter **samostalno donosi odluku** o rutiranju, na osnovu informacija iz svoje ruting tabele
 2. Različite ruting tabele mogu **imati različite podatke**
 3. Ruting tabele mogu dati odgovor na koju stranu proslediti paket prema odredištu, ali **ne utiču na povratni put**
- Interfejsi (portovi) rutera predstavljaju **fizičke utičnice** za povezivanja na mrežu i linkove
 - Osnovne funkcije svakog rutera su:
 - 1. prosleđivanje** (*forwarding*)
 - 2. usmeravanje** (*routing*)
 - a. algoritmi usmeravanja: Ford-Fulkerson, Dijkstra
 - b. protokoli: RIP (RIP I, RIP II), OSPF, BGP-4 i dr.

X - Funkcije rutera



```
R1#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS  
inter area  
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR  
P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is not set
```

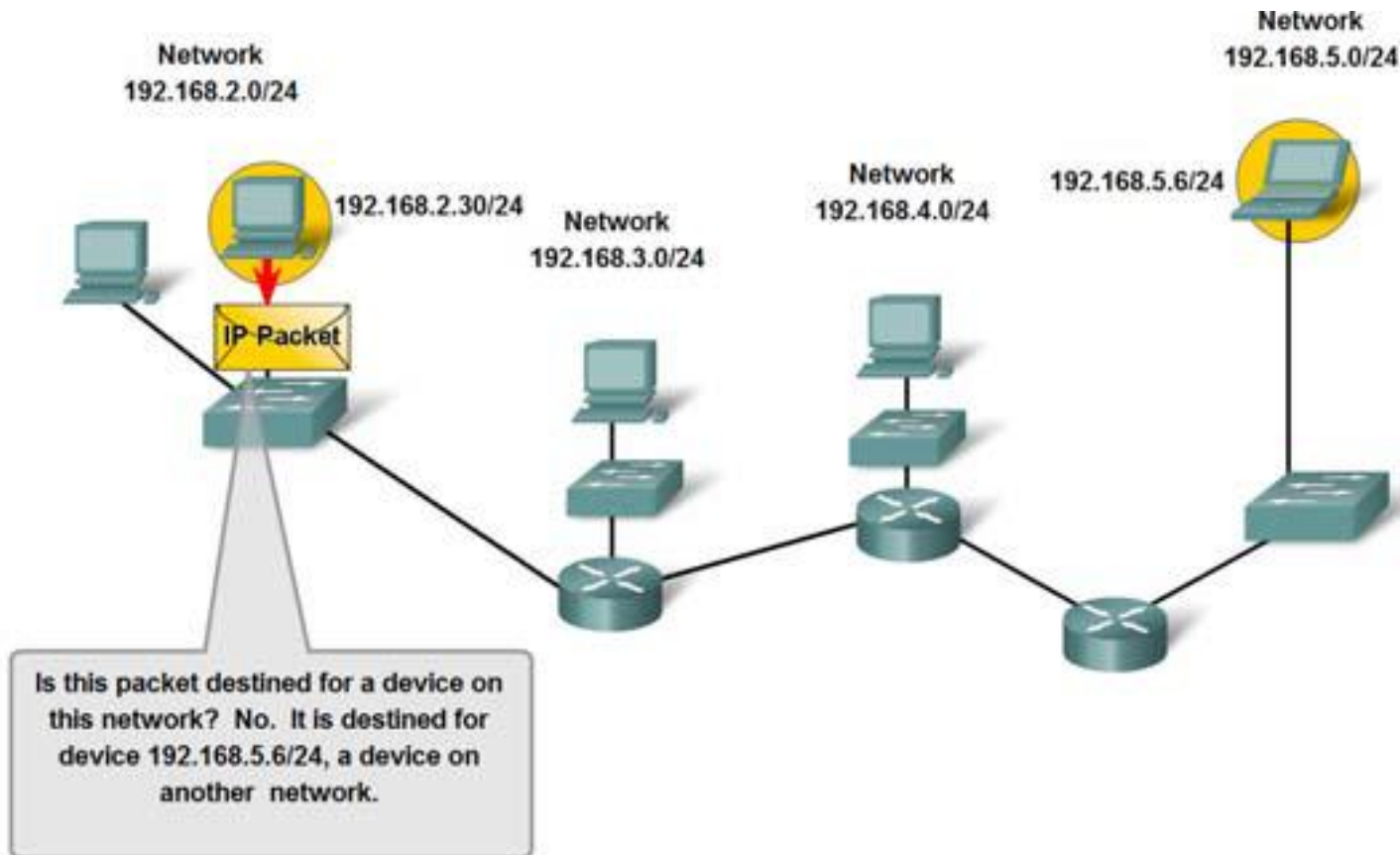
```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0  
S 192.168.3.0/24 is directly connected, Serial0/0
```

Ruteri koriste ruting
tabele kako bi otkrili
odgovarajući put za
određene adrese

X - Kako radi ruter

Primer: računar sa adresom 192.168.2.30/24 šalje paket za računar koji ima adresu 192.168.5.6/24

- izvorišna i odredišna IP adrese ne pripadaju istoj podmreži
- odredište se nalazi u drugoj LAN mreži “iza” jednog ili više rutera
- paket se šalje na izlazni ruter (*default gateway*) da se pobrine za njega



Hvala na pažnji !!!



Pitanja

? ? ?