

Internet protokol - IP (IP adrese i rutiranje)

Industrijski sistemi i protokoli -

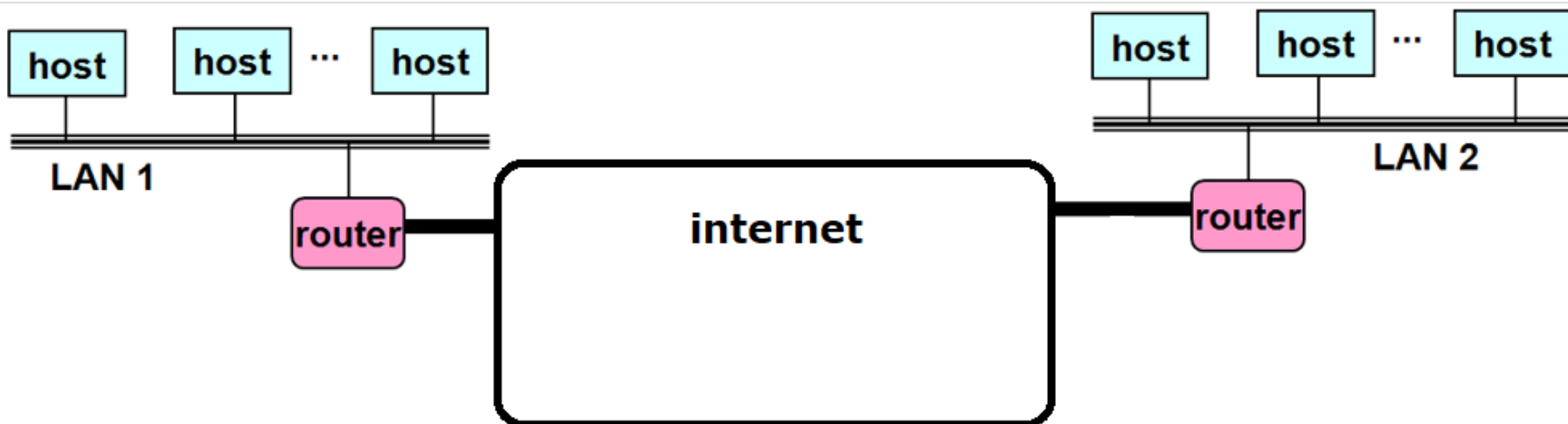
Drugi deo – predavanje 6

05/2024

prof. Darko Marčetić

Gde je i šta radi IP nivo? Kako paketi putuju ?

- Ukoliko želimo da se povežemo sa zaista udaljenim računarom, koji nije u našoj LAN, neophodan nam je novi protokol nivo.
- IP protokol – internet protokol, sledeće predavanje !!!!
- Ruteri povezuju mreže a ne zasebne uređaje !!!!



Komutacija paketa : IP protokol

- **Poruka se razbija na pakete**
- **Paketi dobijaju destinaciju i nezavisno prolaze kroz internet**

☐ Komutacija paketa

- Podaci se pakuju u sekvencu paketa
- Svaki paket ima zaglavlje sa destinacionom i izvornom adresom

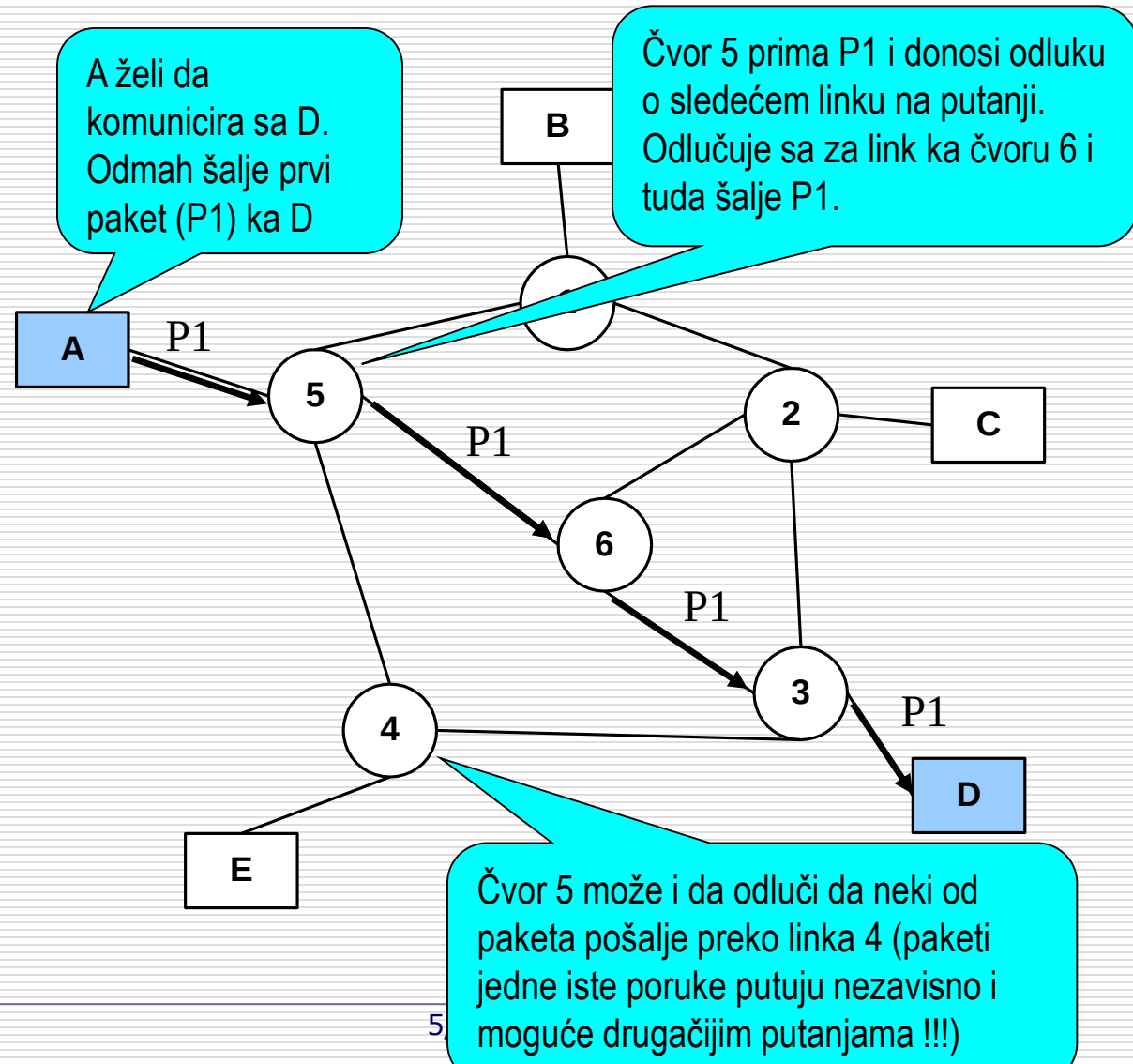
☐ Najbolja moguća isporuka

- Paketi se mogu izgubiti
- Paketi mogu stići na destinaciju oštećeni
- Paketi na destinaciju ne moraju stići u redosledu kojim su poslani



[illegible]

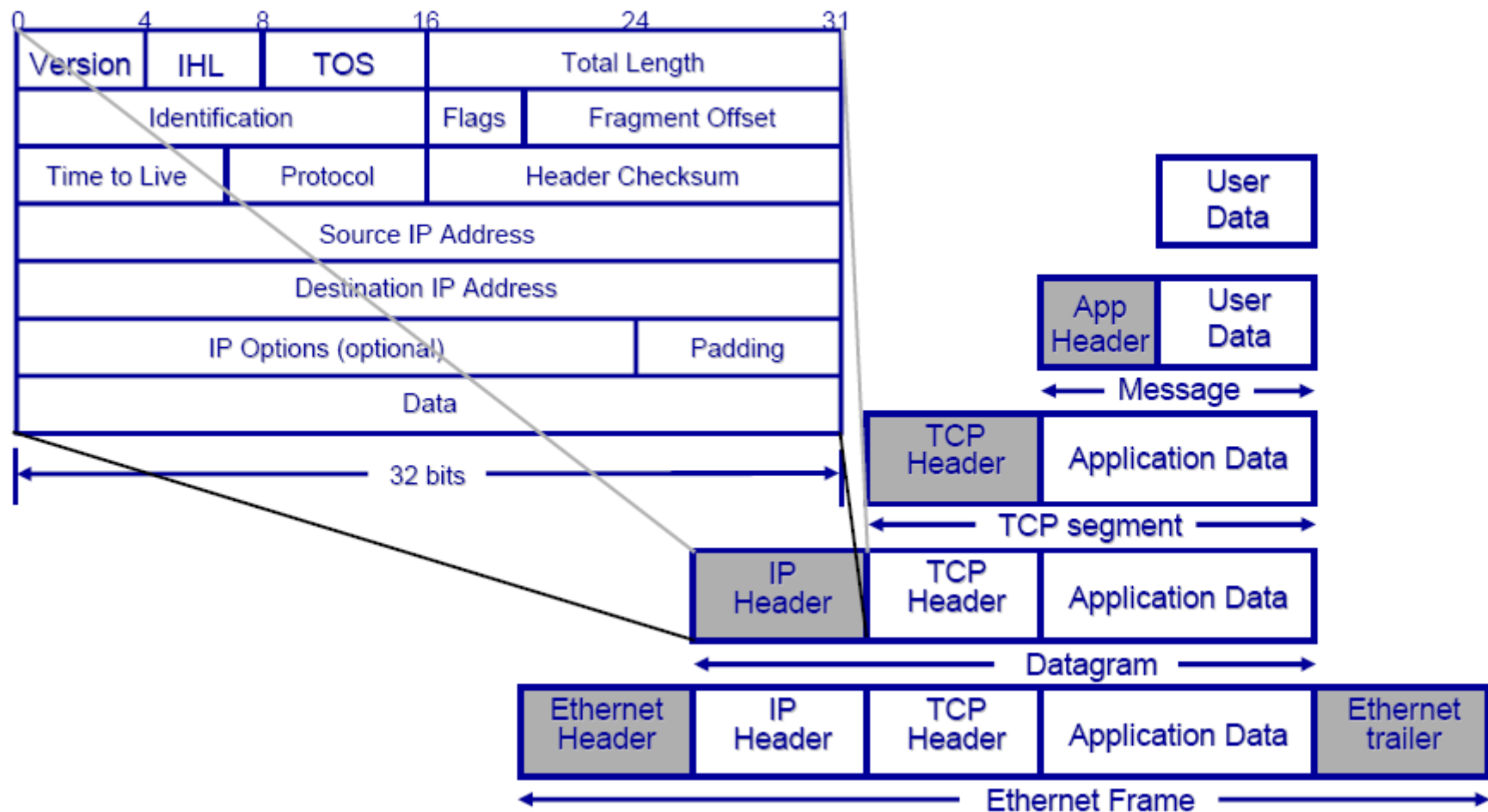
- prenos podataka
započinje odmah
- ne postoji
predefinisana
putanja kojom
će se paketi
prenositi
- za svaki paket se
u svakom čvoru
vrši
prosleđivanje i
komutacija
nezavisno



IP protokol-komutacija paketa

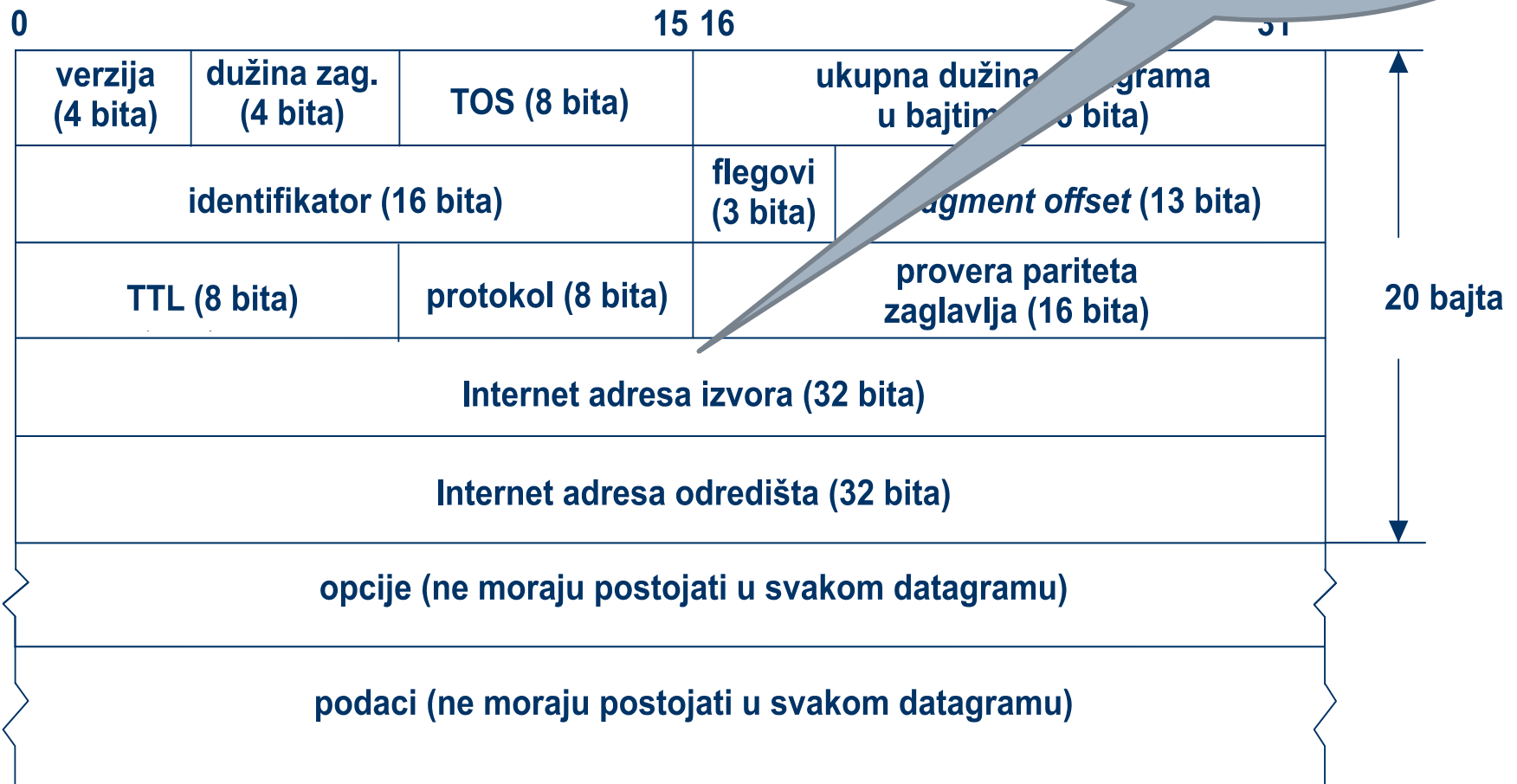
IP protokol-kako se prave paketi?

TCP/IP - Ethernet okvir , IP header



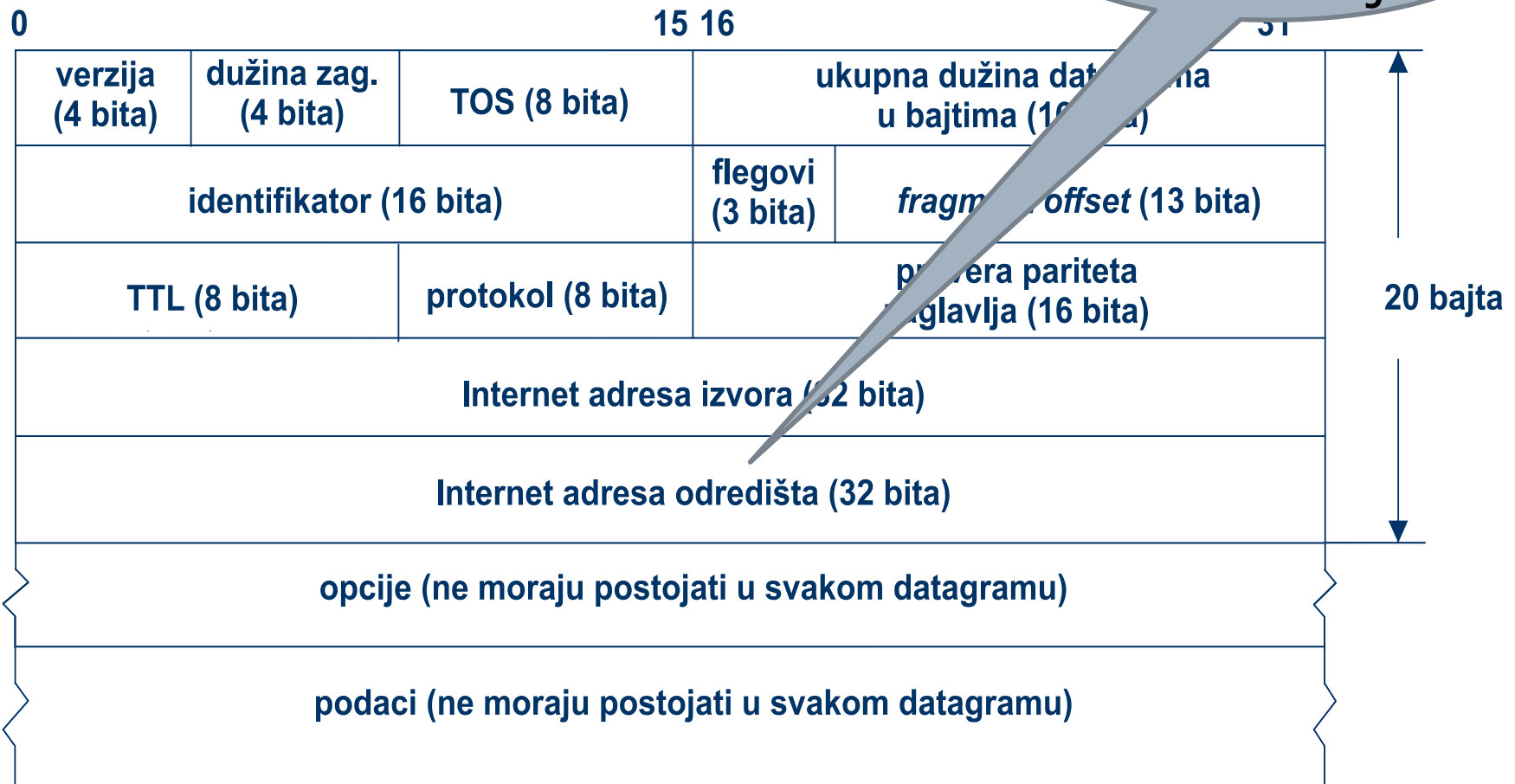
Ip protokol:

Format IP datagrama



Ip protokol:

Format IP datagrama

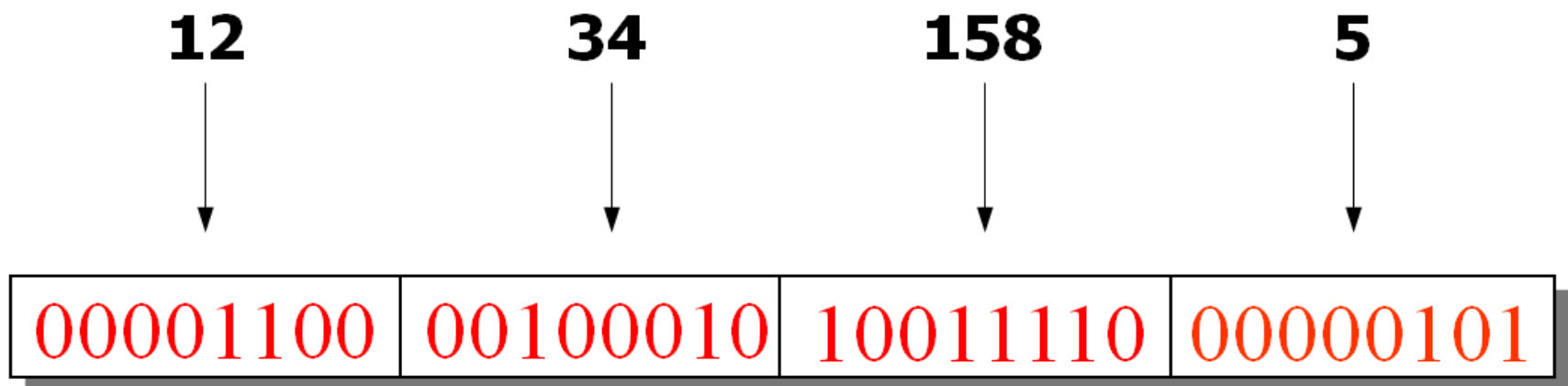


IP protokol – IP adrese

Ip protokol: IP adresa

□ IP adresa

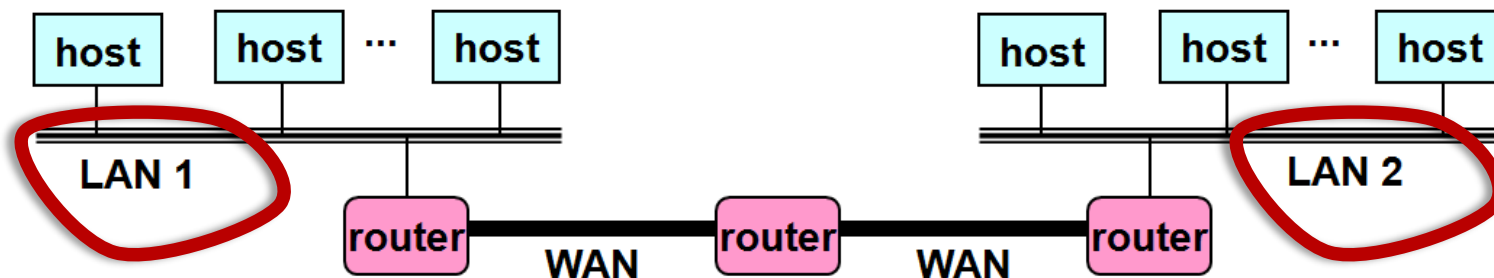
- Jedinstveni 32 bitni broj
- Nedvosmisleno identifikuje mrežu i svaki računar
- Ovaj 32 bitni broj se najčešće se prezentuje u decimalnom zapisu



Ip protokol: grupisanje računara

□ Internet ili povezivanje mreža

- Osnovna namena interneta je povezivanje mreža a ne pojedinih računara
- Zbog toga je neophodno postojanje mehanizma za jedinstveno identifikovanje mreža (grupa računara)
- Na primer moramo imati sredstva da razlikujemo LAN_1 i LAN_2 koji su povezani ruterima i WAN mrežom



Ip protokol: skalabilnost (*Scalability*)

Problem skalabilnosti (*Scalability Challenge*)

Scalabilnost je u ovom slučaju Proširljivost

□ **Pretpostavimo**

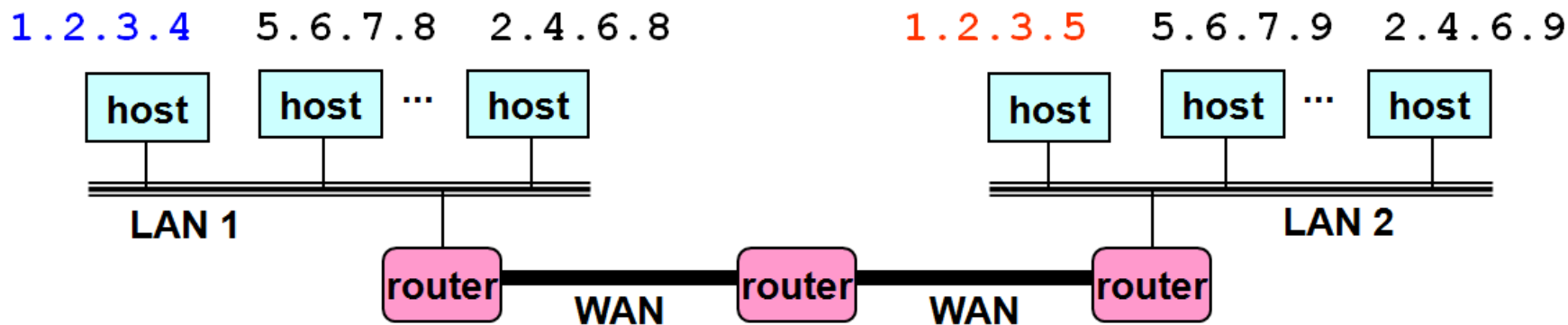
- Da svaki računar ima proizvoljnu IP adresu
- Da fizički susedni računar ima takođe proizvoljnu adresu koja se mnogo razlikuje od prethodne
- Drugačije rečeno da adrese susednih računara nisu grupisane

□ **Ruter**

- Da bi znao kuda da prosleđuje pakete svaki ruter mora imati informaciju o svakom računaru na internetu
- To je veoma velik broj adresa i usmeranja i to je praktično nemoguće realizovati

Ip protokol: skalabilnost (*Scalability*)

Primer kako ne bi valjalo (nevaljali primer)



1.2.3.4	←
1.2.3.5	→
⋮	

Tabela prosleđivanja
rutera LAN 1

Da su IP adrese proizvoljno dodeljivane:

1- Jedan ruter na ulazu mreze bi morao da pamti IP adrese svi racunara.

U slucaju mreze 1: 1.2.3.4, 5.6.7.8, 2.4.6.8.

2 Sto je jos gore, i svi drugi ruteri bi morali da pante usmerenje za svaku IP adresu u A.

3. Dakle, morao bi cesto da se updatuje !!!!

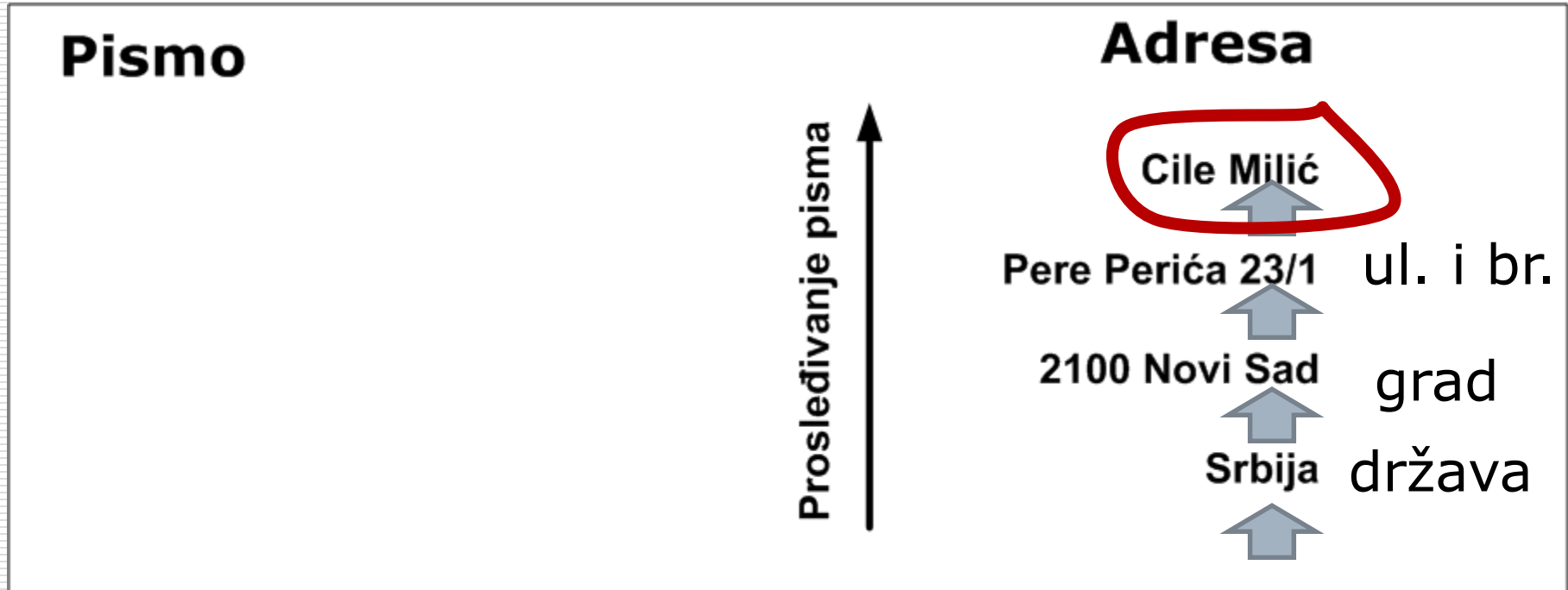
4. Najgore, i drugi bi mogli da se updatuju ako neka tamo mreza u Kini angazuje novog pripravnika svi bi morali da menjaju rutere !

→ Ne moze to tako !!!!!

Primer u hijerarhijskom adresiranju kod pošte

Da vidimo kako je to pošta rešila, ideja je da pošta u New Yorku ne mora da pamti svaku vašu promenu adrese u Novom Sadu.

Isto su uradili i sa internetom. Samo ruter u NS pamti vašu IP adresu.



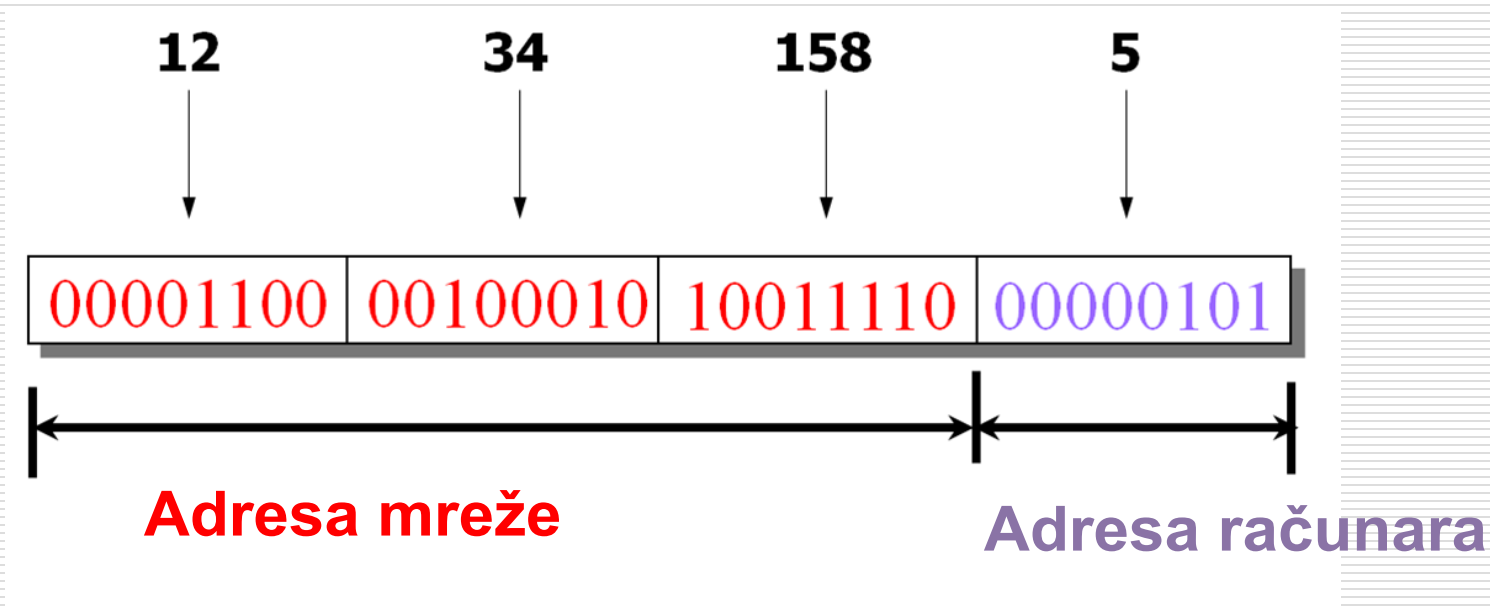
Dakle, pismo iz New York-a stiže tako što pošta iz New Yorka samo nađe Srbiju, pa pošta Srbije nađe Novi Sad, a poštari u Novom Sadu nađu vas. U tok priči, kada promenite adresu, to mora da zna samo NS poštari, ostale baš briga.

IP protokol: hijearhijsko adresiranje

Hijerarhija IP adresa

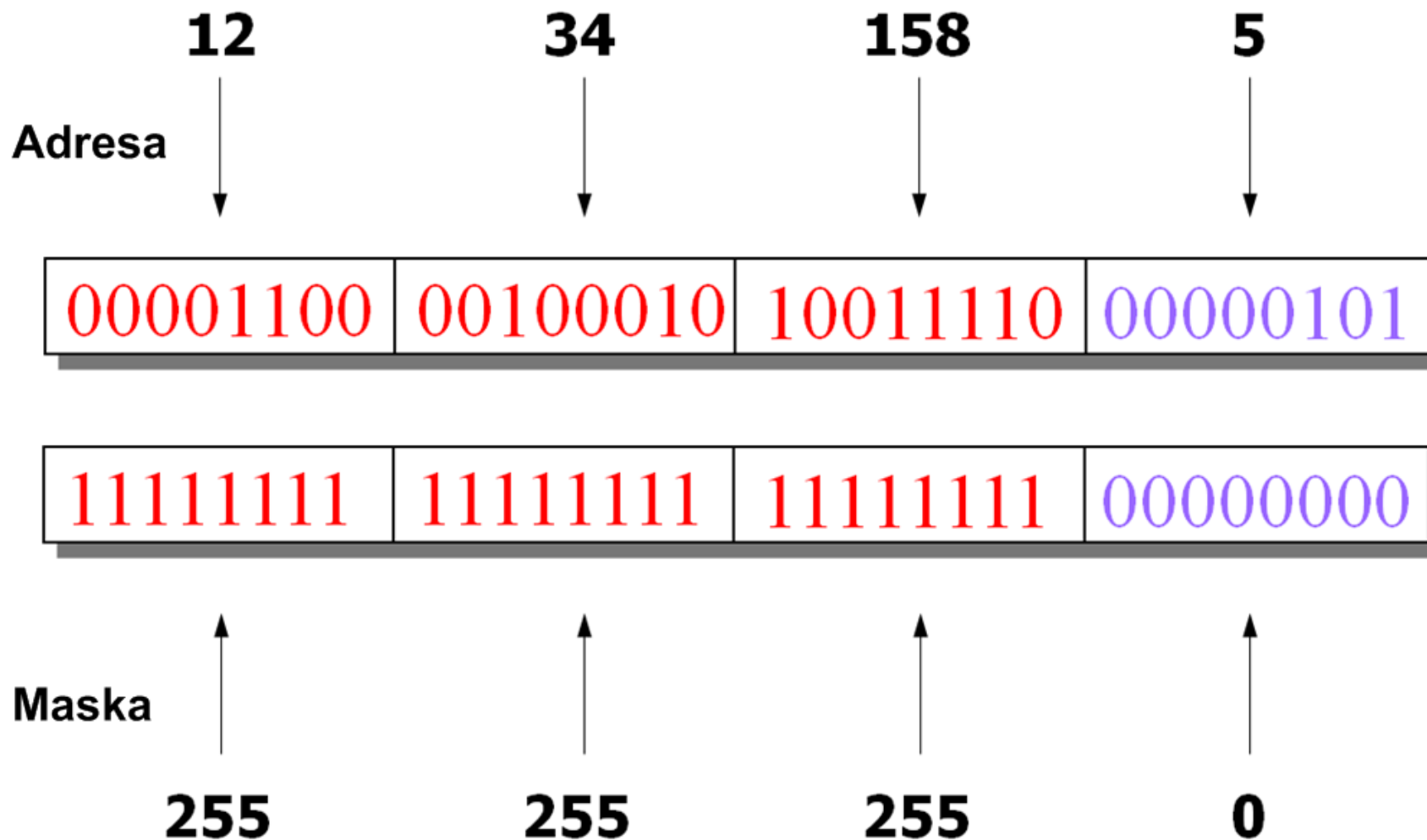
□ Ip adresa **12.34.158.5/24** se sastoji iz dva dela:

- adrese mreže (levi deo adrese)
- adresa računara (desni deo adrese)
- 12.34.158.0/24 ima 24-bit prefiks sa 2^8 (256) adresa



IP protokol: hijerarhijsko adresiranje

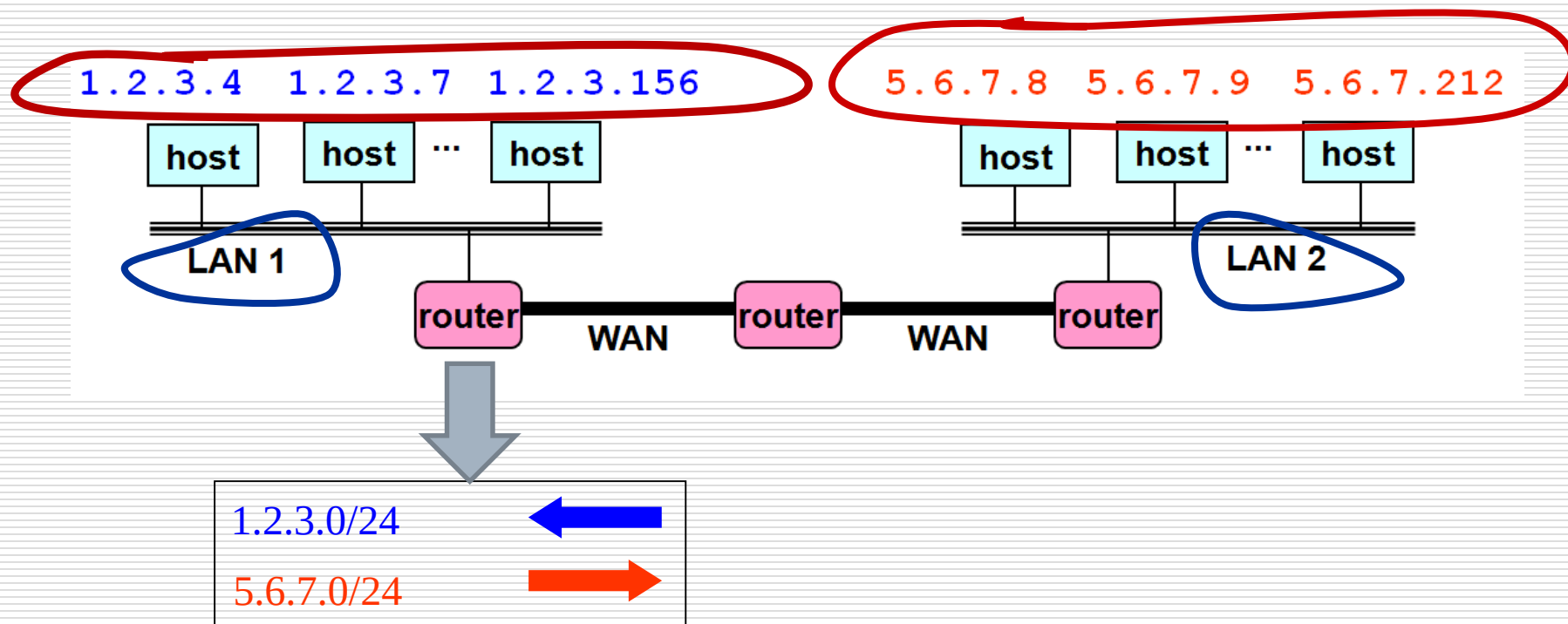
IP adresa i 24 bitna maska mreže



Ip protokol: poboljšana skalabilnost

□ Grupisanjem računara u mreže

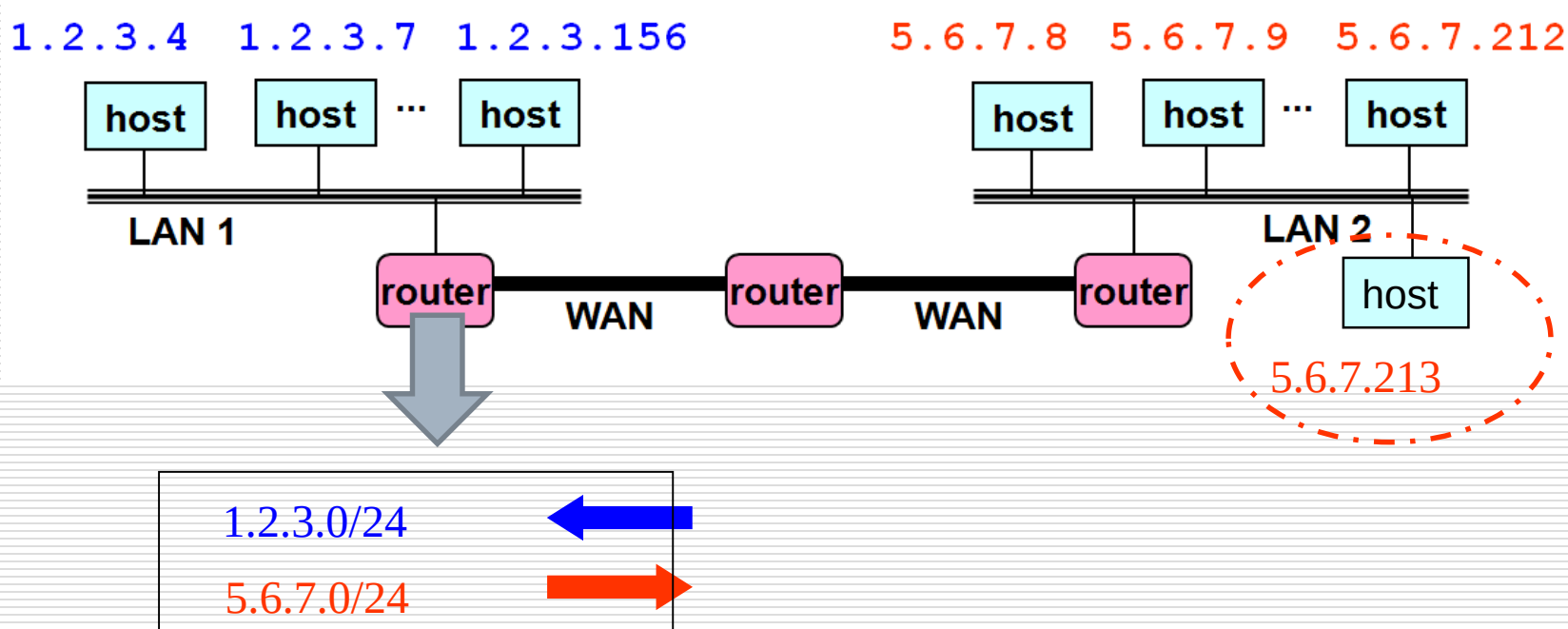
- Ruteri više ne pamte informacije o svakom računaru već samo o lokaciji grupe (IP mreže)
- Mreža 1.2.3.0/24 LAN_1 levo
- Mreža 5.6.7.0/24 LAN_2 desno



Ip protokol: dodavanje novog računara

□ Dodavanjem novog računara ne zahteva promene na ruteru

- Na primer dodavanjem računara sa adresom 5.6.7.213
- Ne menja se ništa u tabeli prosleđivanja rutera



IP protokol – IP hijerarhijsko adresiranje

- Postoji 5 klasa: A,B,C,D,E
- Svaka od klasa sadrži više skupova ili blokova uzastopnih IP adresa nazvanih IP mrežama
- svaki od blokova IP adresa namenjen je za adresiranje računara jedne mreže
- **NetworkID (adresa mreže)** i **HostID (adresa računara)** određuju broj IP adresa koje pripadaju pojedinoj klasi

Klasa A
128 mreža sa
16 miliona
računara

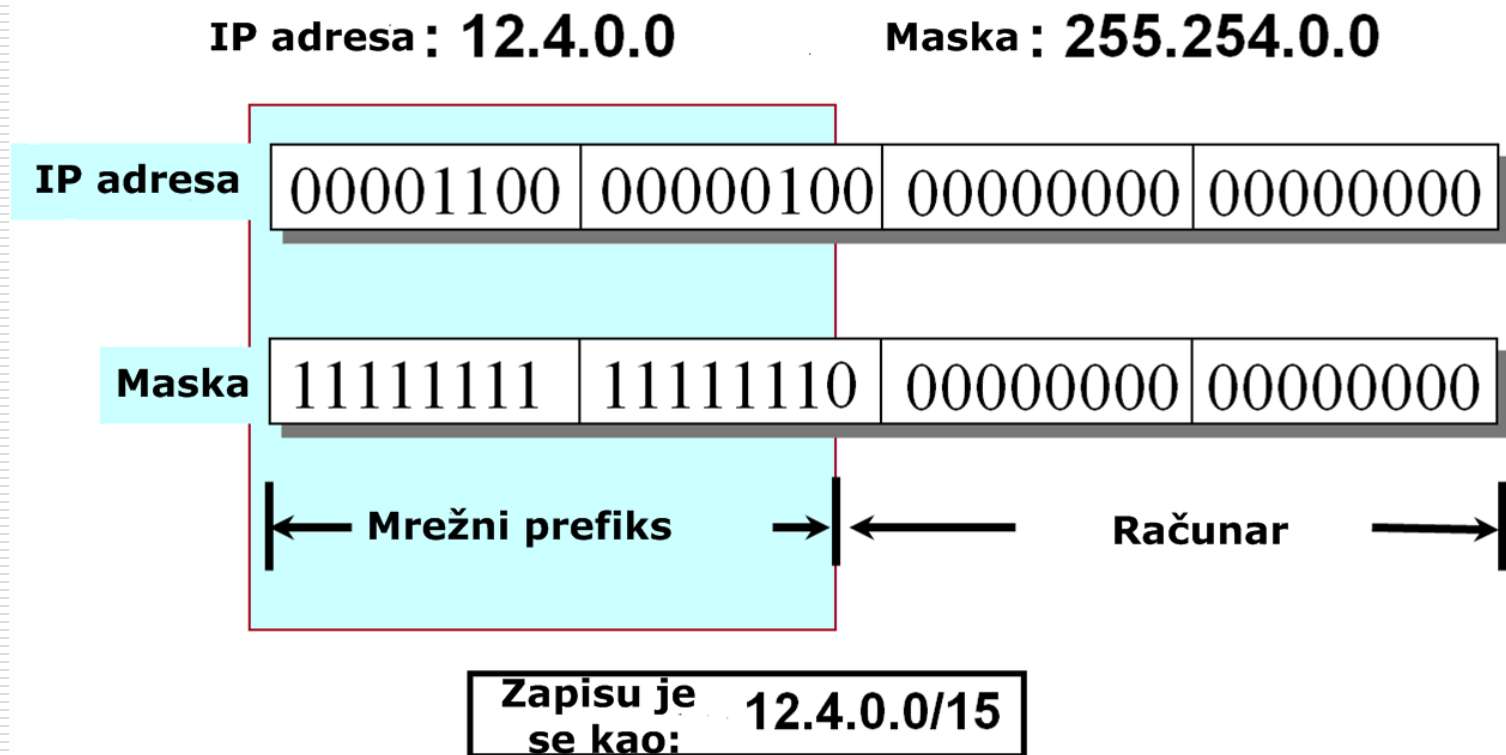
Klasa B
16 384 mreža sa
64 000 računara

Klasa C:
2 miliona mreža
sa 256 računara

IP protokol: danas nema više klasa

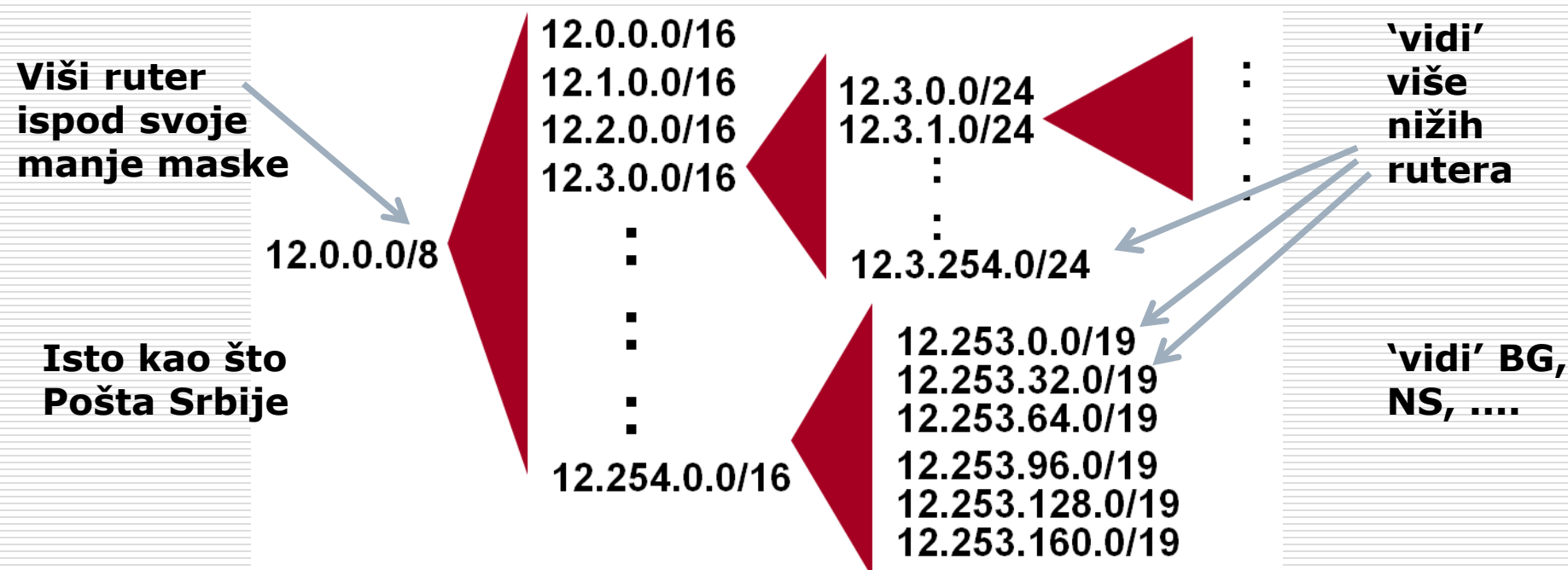
- Classless Inter-Domain Routing (CIDR)
 - Novo rutiranje - CIDR (Classless Inter-Domain Routing – bezklasno rutiranje između domena) za adresiranje koristi dva 32 bitna broja
 - Maska određuje veličinu mreže

adresa = IP adresa + maska.



IP protokol: hijerarhijsko adresiranje

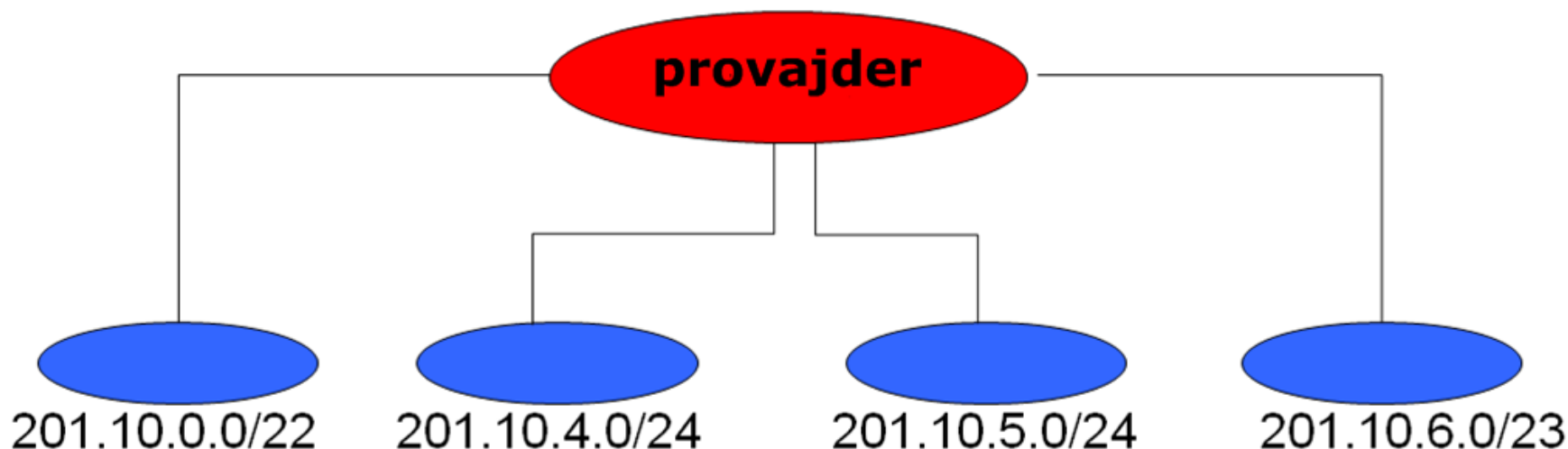
- **Mrežni prefiks predstavlja ključni element sklabilnosti interneta**
 - Manja maska, više kombinacija, veća mreža ispod maske,
 - IP adrese su grupisane u kontinualnim skupovima,
 - Rutiranje i prosleđivanje paketa zasniva se na osnovu mrežnog prefiksa,
 - Danas na internetu, prosečna ruting tabela sadrži od 150 000 do 250 000 zapisa,



IP protokol: Agregacija adresa

Primer: Provajder pamti 4 rutera ispod sebe

Dodeljeno provajderu 201.10.0.0/21



Ostali Ruteri na internetu moraju samo da znaju kako da pronađu **201.10.0.0/21**. Dok provajder preraspodeljuje adresni opseg po sopstvenom nahođenju.

Manja maska (broj bitova) provajder ili ruter ima više kombinacija tj više vidi ispod sebe !

Ip protokol: 32 bita da li je dovoljno?

☐ Razdvajanje nadležnosti

- Prefiks (mrežna adresa): dodeljuje se institucijama
- Adresa: dodeljuje je institucija koja je vlasnik bloka adresa

☐ Ko dodeljuje prefikse

- IANA (Internet Assigned Numbers Authority) je centralizovano telo zaduženo za dodeljivanje IP adresa za ceo Internet

☐ Relativno mali broj jedinstvenih adresa

- $2^{32} = 4,294,967,296$ (nešto više od četiri milijarde)
- neke su rezevisane za specijalne namene
- takođe, adrese su grupisane u velikim blokovima

☐ Mnogo uređaja treba IP adresu

- PC, ruteri, PDA, tosteri, šporeti

☐ Dugoročno rešenje: proširenje adresnog prostora

- IPv6 ima 128 bitnu adresu ($2^{128} = 3.403 \times 10^{38}$)

☐ Kratkoročna rešenja

- Dinamičko dodeljivanje adresa (DHCP)

IP protokol – rutiranje (prosleđivanje paketa)

Ruter ima više izlaza, kako zna na koji da prosledi paket koji je dobio ?

Ip protokol: prosleđivanje paketa

Prosleđivanje (rutiranje) paketa: skok po skok

□ Svaki ruter ima tabelu prosleđivanja

- mapiramo domen destinacionih adresa na jedan izlazni interfejs
- Ruter ima više izlaznih interfajsa, zato ima tabelu rutiranja tj prosleđivanja.

□ Po prijemu paketa

- ruter pročita destinacionu adresu
- pretraži tabelu prosleđivanja
- utvrdi na koji interjes treba da prosledi paket
- prosleđuje paket

□ Sledeći ruter ponavlja to isto

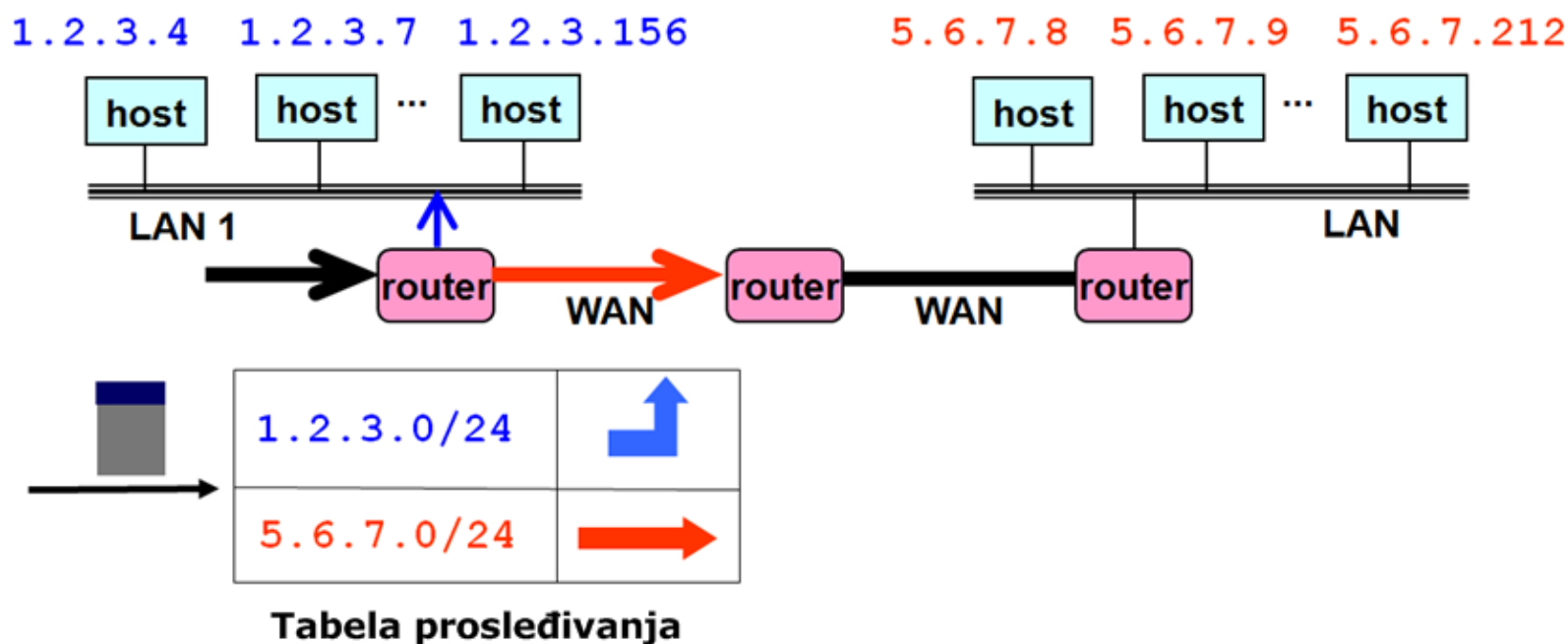
- ... i tako paket putuje internetom



Ip protokol:prosleđivanje paketa

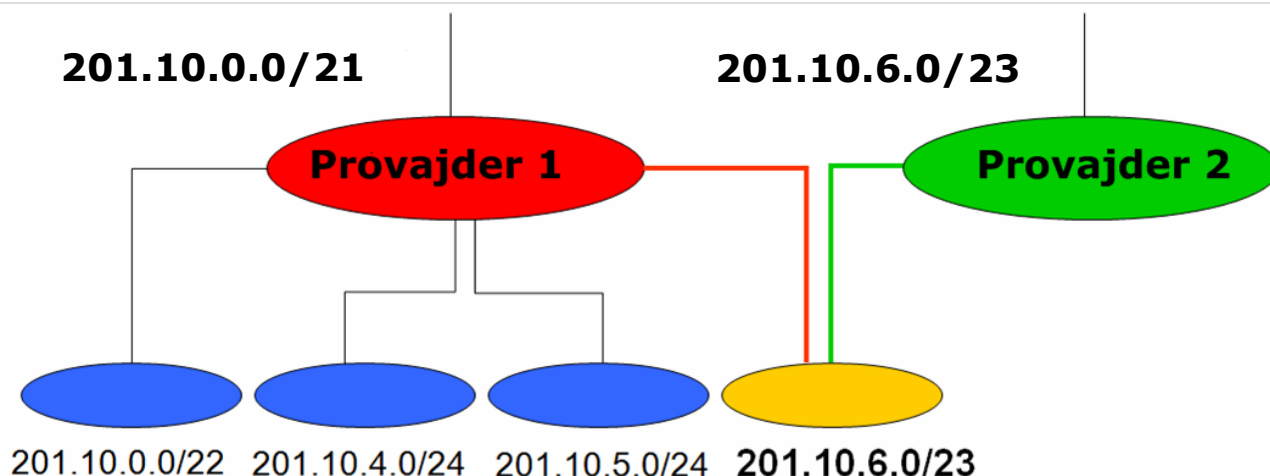
Tabela prosleđivanja ima na primer zapis za svaki 24 bitni prefiks

- **Ako ruter u tabeli ima zapis za svaki 24 bitni prefiks**
 - Upoređuje samo prvih 24 bita destinacione adrese...
 - ... za zapisima u tabeli i ...
 - ... utvrđujemo izlazni interfejs

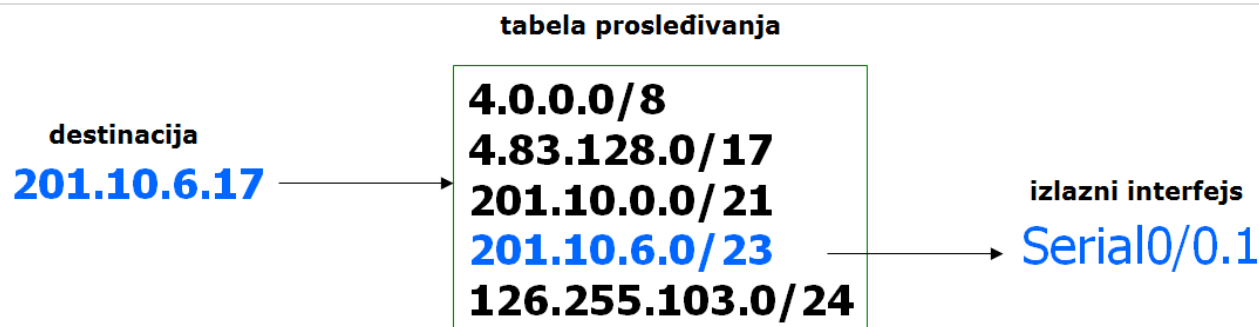


Ip protokol:prosleđivanje paketa

- **Table prosleđivanja mogu imati mnogo odgovarajućih zapisa**
 - Npr, zapisi za destinacije 201.10.0.0/21 i 201.10.6.0/23 odgovaraju destinacionoj adresi 201.10.6.17 (neki PC ispod žutog rutera), što znači da paket možemo proslediti na jedna ili drugi interfejs
 - Šta odlučiti, kom rutera paket proslediti?



Prvo pravilo → Više bitova za prefiks(masku) - pobeđuje



Ip protokol:prosleđivanje paketa

Najjednostavniji algoritam je i najsporiji

☐ Pretražujemo tabelu zapis po zapis

- pogledamo da se destinacina adresa poklapa sa zapisom
- ako se poklapa, zapamtimo dužinu prefiksa
- i pređemo na sledeći zapis
- na kraju odluka se donosi na osnovu najdužeg prefiksa

☐ Preoterećenost

- U tabeli prosleđivanja može biti 150 000 do 200 000 zapisa
- A ruter ima samo nekoliko nanosekundi
- ...pre pristizanja novog paketa

☐ Neophodna je bolja efikasnost

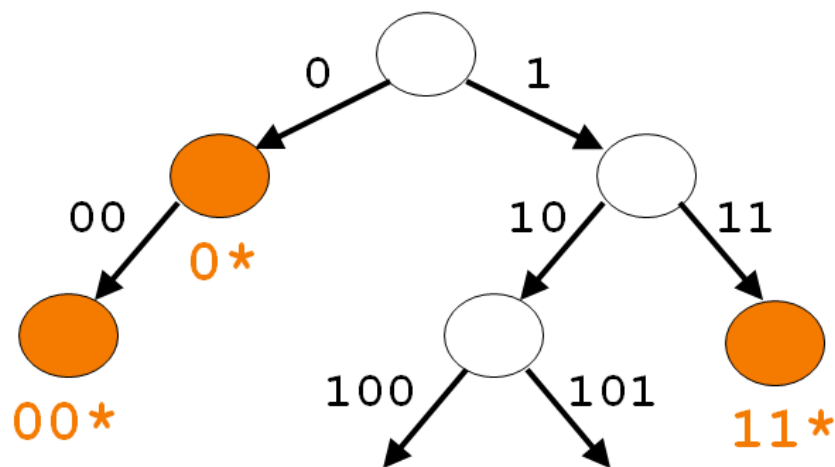
- bolji algoritam
- Hardversko procesiranje

Ip protokol:prosleđivanje paketa

Particia tree - *Practical Algorithm To Retrieve Information*

Coded In Alphanumeric

- ❑ **U suštini, porede se bitovi !**
- ❑ **Pamtimo bitove prefikse kao grane stabla**
 - jedan bit za svaki nivo
 - neki čvorovi odgovaraju validnim prefiksima
 - .. .koji ima definisan odgovarajući izlazni interfejs
- ❑ **Po pristizanju paket**
 - propada kroz stablo na osnovu destinacione adresa
 - zaustavlja se kada dostigne najduži prefiks i produži do sledećeg rutera

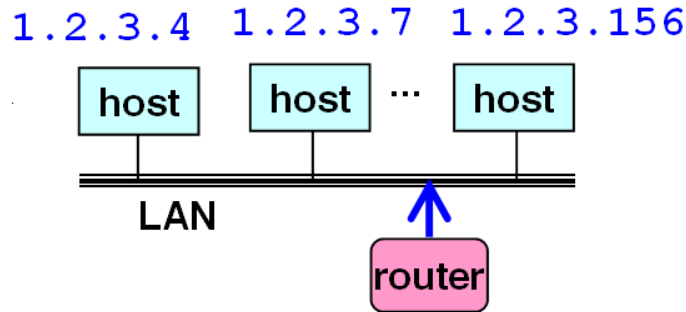


IP protokol – gde je krajnji računar?

IP protokol je pomogao da paket stigne do rutera destinacione mreže. Ta mreža ima više računara, šta sad?

Ip protokol: dolazak paketa do krajnjeg računara

□ Kako poslednji ruter pronazi destinaciju ?



□ Svaki intefejs PC-a ima jedinstven globalni identifikator

- MAC adresa, nepromenjiva, upržena u ROM
- IP adresa, promenjiva, koju je konfigurisao korisnik ili administratora

□ Ruter konstruiše tabelle za rezoluciju adresa

- Ima tabelu parova MAC /IP
- AKo pristigla IP ima svoj MAC on prosto pošalje poruku toj MAC
- AKo pristigla IP nije u tabeli (nema svoj MAC) koristi se ARP (*address resolution protocol*). Ruter šalje svima poruku ko tu adresu ima (broadcast)
- AKo se neko javi , ruter mapira MAC adresu u IP adresu