

6. Internet protokol

Sadržaj poglavlja

6.1. IPv4

6.2. IPv6 (<http://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space/ipv6-address-space.xhtml#note1>)

Format IP datagrama (PONAVLJANJE)

Verzija IP protokola (4 bita)

Veličina zaglavlja u 32-bitnim riječima (4 bita)

“tip” podataka (8 bita)

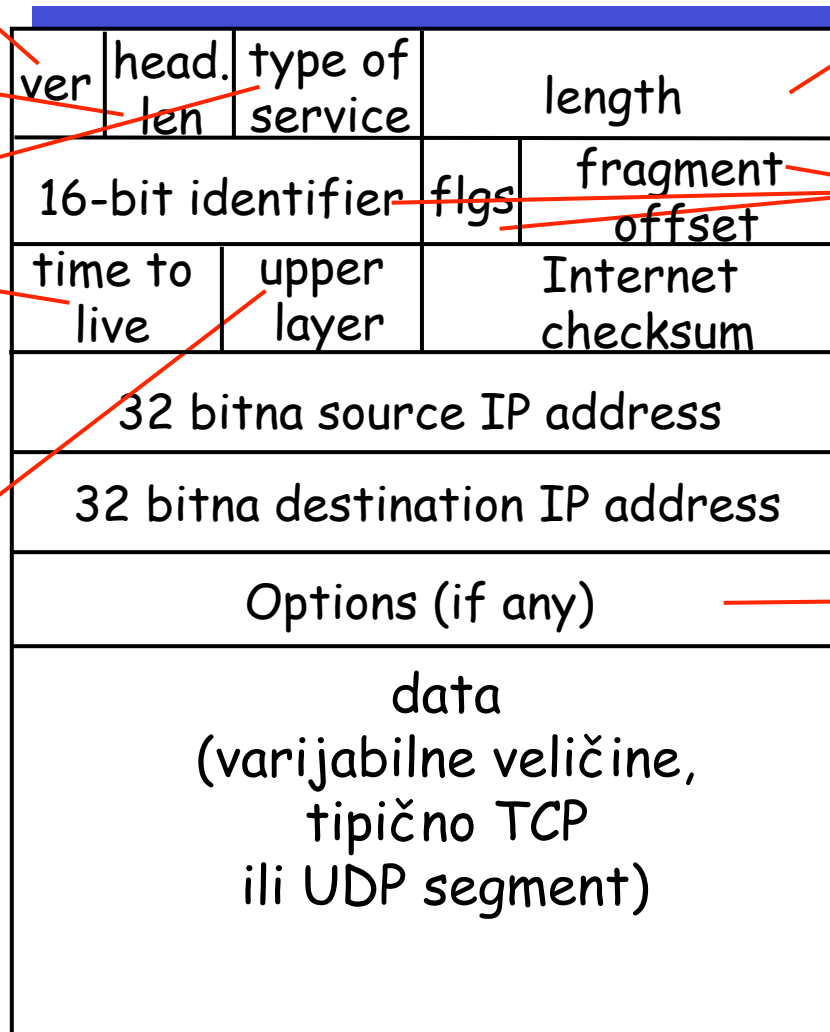
Maksimalan broj preostalih hopova (8 bita)

Protokol višeg nivoa kome treba predati podatke (8 bita) TCP 6, UDP 17

Koliko zaglavlje sa TCP?

- ❑ 20 bajtova TCP-a
- ❑ 20 bajtova IP-a
- ❑ = 40 bajtova + zaglavlje nivoa apl.

32 bita



Ukupna veličina datagrama izražena u bajtima (16 bita)

za fragmentaciju/ Defragmentaciju (16, 3, 13 bita)

Npr. “timestamp” definisanje rute, specificira listu rutera koje treba posjetiti.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Preporuke za adresiranje i dodjelu imena

- ❑ Koristiti strukturirani model za adresiranje i dodjelu imena
- ❑ Dodjela adresa i imena treba da prati određenu hijerarhiju
- ❑ Unaprijed treba donijeti odluku o korišćenju
 - Centralizovanog ili distribuiranog autoriteta za dodjelu adresa i imena
 - Javnog ili privatnog adresiranja
 - Statičke ili dinamičke dodjele adresa i imena

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Prednosti strukturiranih modela dodjele imena i adresa

▣ Olakšavaju

- Razumijevanje projektne dokumentacije
- Korišćenje softvera mrežnog menadžmenta
- Prepoznavanje uređaja u podacima dobijenim sa protokol analizatora
- Postizanje ciljeva u smislu jednostavnosti za korišćenje
- Dizajniranje filtera na firewall-ovima i ruterima
- Implementaciju agregacije ruta

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

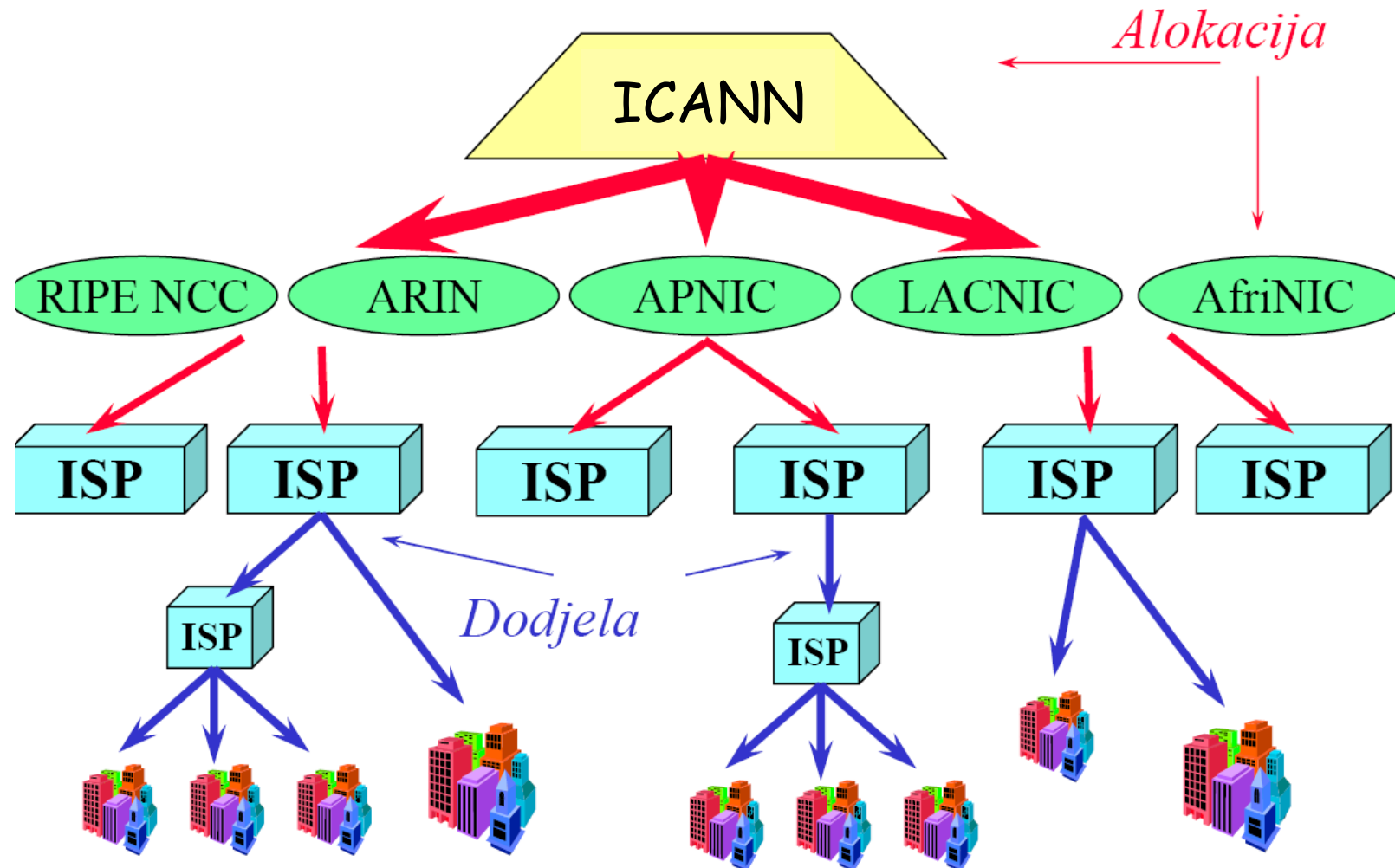
Javne IP adrese

- ❑ Internet Assigned Numbers Authority (IANA) nadzire a **Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)** upravlja dodjelom IP adresa
- ❑ Korisnicima IP adrese dodjeljuju Internet operatori (Internet service providers - ISP).
- ❑ Internet operatori dobijaju opsege IP adresa od odgovarajućeg Regionalnog Internet Registra (RIR)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Dodjela IPv4 adresa (**PONAVLJANJE**)



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

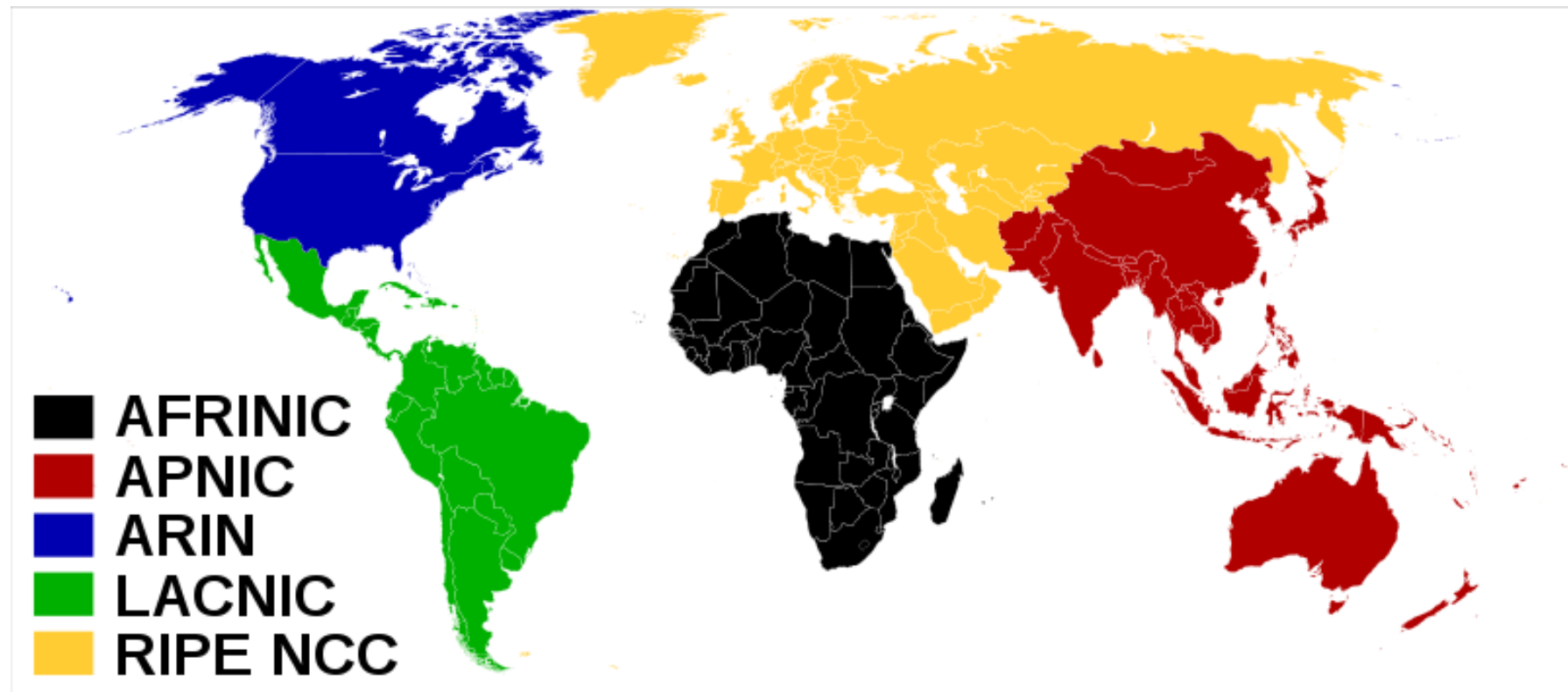
Regionalni Internet Registri (RIR)

- APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - Region Azije i Pacifikan
- ARIN (American Registry for Internet Numbers) - Sjeverna Amerika i dio Kariba
- LACNIC (Regional Latin-American and Caribbean IP Address Registry) - Latinska Amerika i neka Karibska ostrva
- RIPE NCC (Réseaux IP Européens) - Evropa, Bliski Istok, Centralna Azija
- AfriNIC (African Network Information Center) - Afrika

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

IPv4: Regionalni registri (PONAHLJANJE)



[www.iana.org/assignments/ipv4-address-space.](http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Regionalni registri

The screenshot shows the RIPE Network Coordination Centre website in a browser window. The address bar displays 'http://www.ripe.net/'. The browser's menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Favorites', 'Tools', and 'Help'. The toolbar shows various icons for home, back, forward, and search. The website's navigation menu includes 'Internet Coordination', 'Data & Tools', 'LIR Services', and 'RIPE Community', along with links for 'Site Map', 'Contact', 'Help', and 'RIPE Database Search'. A large banner features the '20 YEARS RIPE NCC' logo and a search box. Below the banner, a welcome message states: 'Welcome to the RIPE Network Coordination Centre. The RIPE NCC is one of five Regional Internet Registries (RIRs) providing Internet resource allocations, registration services and coordination activities that support the operation of the Internet globally.' A box displays the user's IP address as '89.188.32.46'. At the bottom, four main service areas are highlighted: 'Internet Coordination' (Internet Governance, Infrastructure and Industry Information, IPv6), 'Data & Tools' (RIPE Database, Internet Measurements and Expert Analysis), 'LIR Services' (LIR Portal, About the RIPE NCC, Resource Management, Talk to Us), and 'RIPE Community' (Get Involved, Policy Development, RIPE Documents, Working Groups). The browser's status bar at the bottom right shows a zoom level of 125%.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

IPv4: Regionalni registri

The screenshot shows a web browser window displaying the RIPE Database Query page. The address bar shows the URL: <https://apps.db.ripe.net/search/query.html?searchtext=89.188.32.46&searchSubmit=search#resultsAnchor>. The page header includes navigation links for Internet Coordination, Data & Tools, LIR Services, and RIPE Community. The main content area features a search form with the text "89.188.32.46" entered. Below the search form, there are options for "Sources" (RIR Databases and Global Resource Service beta) and "Types" (Sources, Types, Flags, Inverse lookup). The "RIR Databases" section shows "RIPE Database" selected. The "Global Resource Service beta" section shows "RIPE GRS" selected. The page also includes a "Search" button and a "Reset" button. On the right side, there are sections for "Update", "Query", and "Others". The "Query" section has a "Full Text Search (GRS)" option. The "Others" section includes "General info" and a note that "Search returns a maximum of 100 objects per query." The "Update" section has a "Query" option. The "Others" section has a "Full Text Search (GRS)" option.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

IPv4: Regionalni registri

The screenshot shows a web browser window displaying the RIPE Database search results for the IP range 89.188.32.0 - 89.188.47.255. The browser's address bar shows the URL: <https://apps.db.ripe.net/search/query.html?searchtext=89.188.32.46&searchSubmit=search#resultsAnchor>. The page has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Favorites', 'Tools', and 'Help'. Below the menu, there are search filters for 'JPIRR-GRS', 'RADB-GRS', and 'All'. The main content area is titled 'Search results' and contains the following text:

This is the RIPE Database search service.
The objects are in RPSL format.
The RIPE Database is subject to Terms and Conditions.
See <http://www.ripe.net/db/support/db-terms-conditions.pdf>

```
inetnum:      89.188.32.0 - 89.188.47.255
netname:      MREN
descr:        University of Montenegro
country:      ME
admin-c:      BK46-RIPE
tech-c:       VG2037-RIPE
status:       ASSIGNED PA
mnt-by:       MNT-VLADG
mnt-domains:  MNT-VLADG
source:       RIPE #Filtered

person:       Bozo Krstajic
address:      Cetinjski put bb
phone:        +382 20 414284
nic-hdl:      BK46-RIPE
mnt-by:       mnt-vladg
source:       RIPE #Filtered

person:       Vladimir Gazivoda
address:      University of Montenegro Cetinjski put bb 81000 Podgorica
phone:        +382 20 414290
nic-hdl:      VG2037-RIPE
mnt-by:       MNT-VLADG
source:       RIPE #Filtered

route:        89.188.32.0/20
descr:        Montenegro Research and Education Network (MREN)
origin:       AS40981
mnt-by:       MNT-VLADG
source:       RIPE #Filtered
```

On the right side of the page, there is a section titled 'Alternative formats' with icons for XML and JSON. Above this section, there is a note: 'Individually to each comma separated term.'

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Privatne Adrese (RFC1918) (PONAHLJANJE)

- ❑ 10.0.0.0 - 10.255.255.255
- ❑ 172.16.0.0 - 172.31.255.255
- ❑ 192.168.0.0 - 192.168.255.255
- ❑ Intranet (mreže iza NAT-a, mreže koje nijesu povezane na globalnu mrežu)
- ❑ Ne smiju se pojaviti na Internetu

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Kriterijumi za korišćenje statičkog ili dinamičkog adresiranja

- ❑ Broj krajnjih sistema
- ❑ Vjerovatnoća potrebe promjene IP adrese
- ❑ Potreba za visokom dostupnošću
- ❑ Zahtjevi sa stanovišta sigurnosti
- ❑ Važnost praćenje adresa
- ❑ Potreba da krajnji sistemi zahtijevaju dodatne informacije
 - (DHCP može dostaviti više od samo jedne adrese)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Dva dijela IP adrese verzije 4 (PONAHLJANJE)



4.294.967.296

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Dužina prefiksa (PONAVLJANJE)

- Svaku IP adresu prati dužina prefiksa
 - Subnet maska
 - /Dužina
- Primjeri
 - 192.168.10.1 255.255.255.0
 - 192.168.10.1/24

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Subnet Maska (PONAHLJANJE)

- ❑ Dugačka 32 bita
- ❑ Specificira koji dio IP adrese odgovara mreži/podmreži, a koji hostu.
 - Dio koji se odnosi na mrežu/podmrežu sadrži sve same jedinice.
 - Dio koji se odnosi na host sadrži sve nule.
 - Binarni zapis se konvertuje u tačka-decimalnu notaciju i upisuje prilikom konfiguracije.
- ❑ Alternativa
 - Korišćenje "slash" notacije (na primjer /24)
 - Specificira broj jedinica

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Primjer Subnet Maske (PONAHLJANJE)

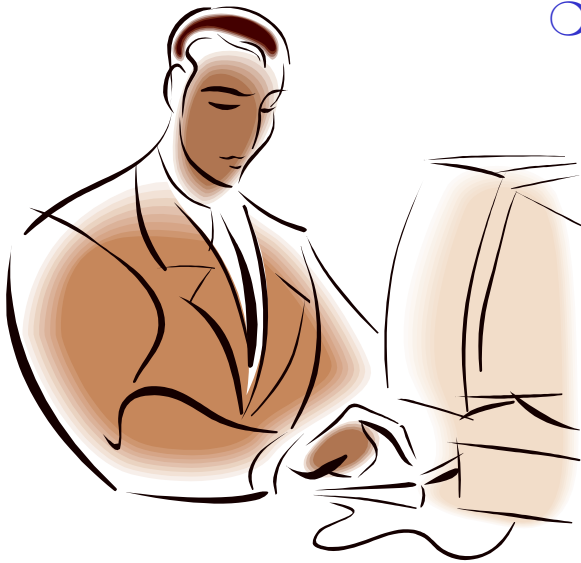
- ❑ 11111111 11111111 11111111 00000000
- ❑ Kako ona izgleda u "slash" notaciji?
- ❑ A u tačka decimalnoj?

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Dizajniranje mreža sa podmrežama

- Utvrđivanje
 - veličine podmreže
 - subnet maske
 - IP adresa



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Adrese koje treba izbjeći prilikom realizacije pod mreža (PONA VLJANJE)

- ❑ Adresa čiji host dio sadrži sve jedinice (broadcast)
- ❑ Adresa čiji host dio sadrži sve nule (mreža)
- ❑ Adresa čiji subnet dio sadrži sve jedinice ili sve nule (zavisi od vrste adresiranja)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Klase IP Adresa (PONAHLJANJE)

- ❑ Klase se trenutno smatraju kao beskorisne
- ❑ Treba ih znati jer
 - Još uvijek se puno priča o njima!
 - Postoji mogućnost konfigurisanja uređaja koji podržavaju classful sistem.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Classful IP Adresiranje (PONAVLJANJE)

Klasa	Početni biti	Prvi bajt	Dužina prefiksa	Namjena
A	0	1-126*	8	Vrlo velike mreže
B	10	128-191	16	Velike mreže
C	110	192-223	24	male mreže
D	1110	224-239	nema	IP multicast
E	1111	240-255	nema	Ekperimentalne svrhe

*Adrese koje počinju sa 127 su rezervisane za lokalni IP saobraćaj unutar hosta.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Podjela prostora Classful Adresa (PONAVLJANJE)

Klasa	Dužina prefiksa	Broj adresa po mreži
A	8	$2^{24}-2 = 16,777,214$
B	16	$2^{16}-2 = 65,534$
C	24	$2^8-2 = 254$

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Classful IP je neefikasan (PONAVALJANJE)

- ❑ Klasa A koristi 50% prostora adresa
- ❑ Klasa B koristi 25% prostora adresa
- ❑ Klasa C koristi 12.5% prostora adresa
- ❑ Klase D i E koriste 12.5% prostora adresa

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

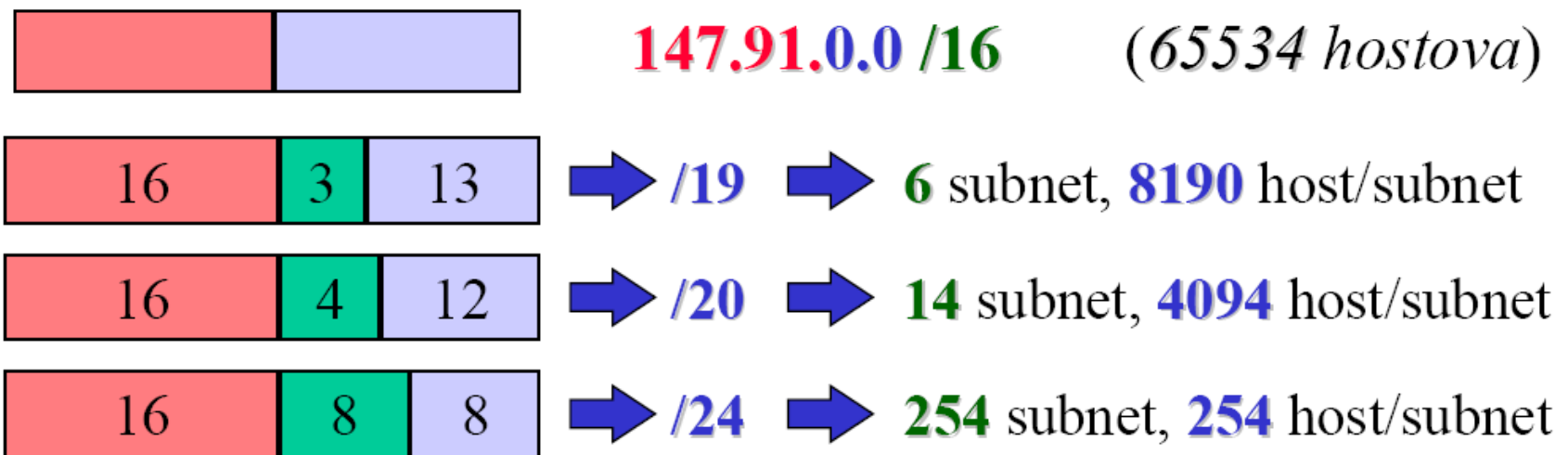
Classful IP: default subnet mask (PONAVALJANJE)

- ❑ Klasa A 255.0.0.0 (/8)
- ❑ Klasa B 255.255.0.0 (/16)
- ❑ Klasa C 255.255.255.0 (/32)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Classful IP: subnetting klasa C (PONAVALJANJE)



- Subnet brojevi sa svim 0 ili 1 nije su dozvoljeni po defaultu
- Da bi se u polju subnet dozvolile sve 0 ili 1, ruteri moraju biti adekvatno konfigurisani

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

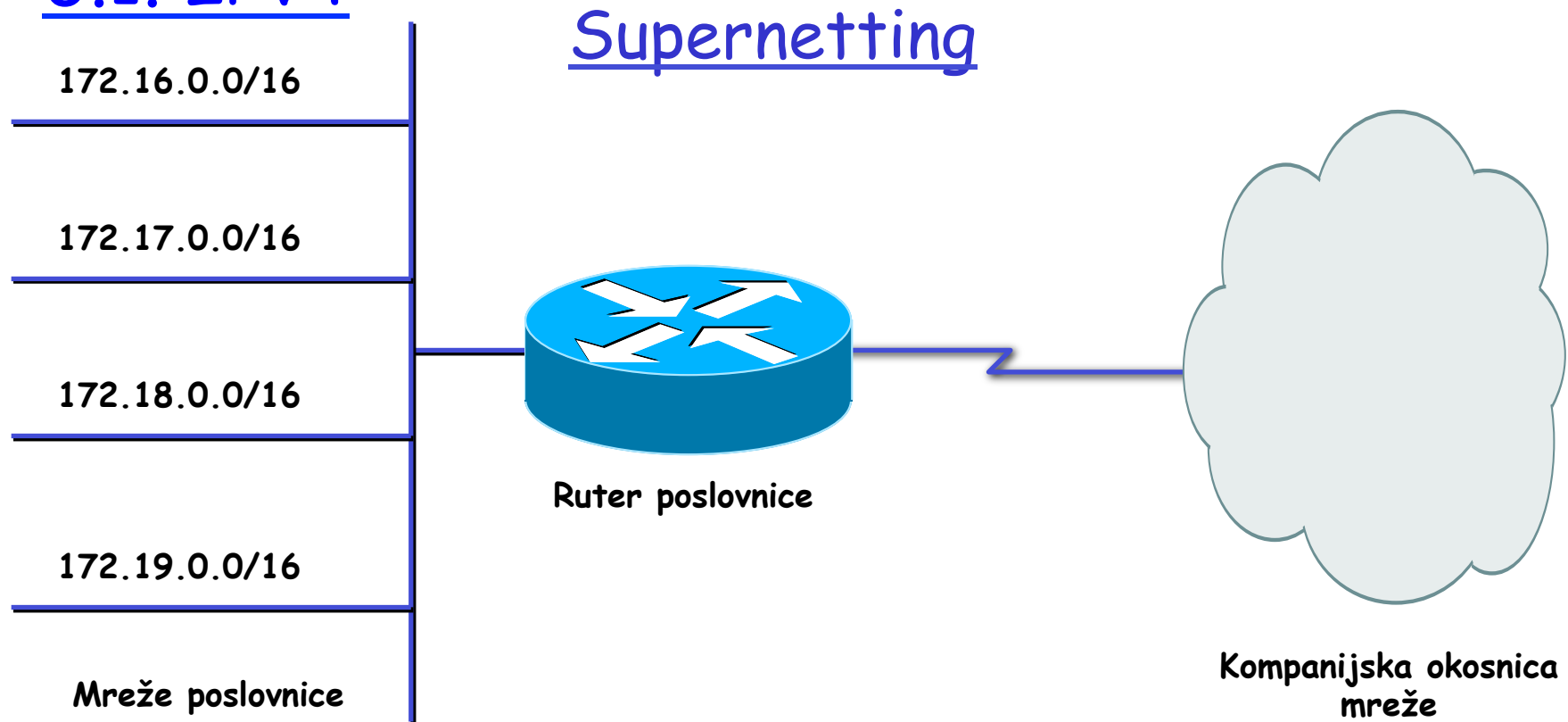
Classless Adresiranje (RFC2050) (PONAVALJANJE)

- ❑ Prefiks/host granica može biti bilo gdje
- ❑ Efikasnije
- ❑ U dijelu koji se odnosi na subnet mogu se koristiti sve 0 ili 1
- ❑ Podržava agregaciju adresa
 - Poznatu kao
 - Supernetting
 - Classless rutiranje
 - Classless inter-domain routing (CIDR)
 - Prefiks rutiranje



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4



- Pomjeriti granicu prefiksa ulijevo
- Poslovnica oglašava 172.16.0.0/14
- ZAŠTO?

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

172.16.0.0/14 agregacija

Drugi bajt decimalno

Drugi bajt binarno

16

00010000

17

00010001

18

00010010

19

00010011

Postoje jednostavna pravila sumarizacije!

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

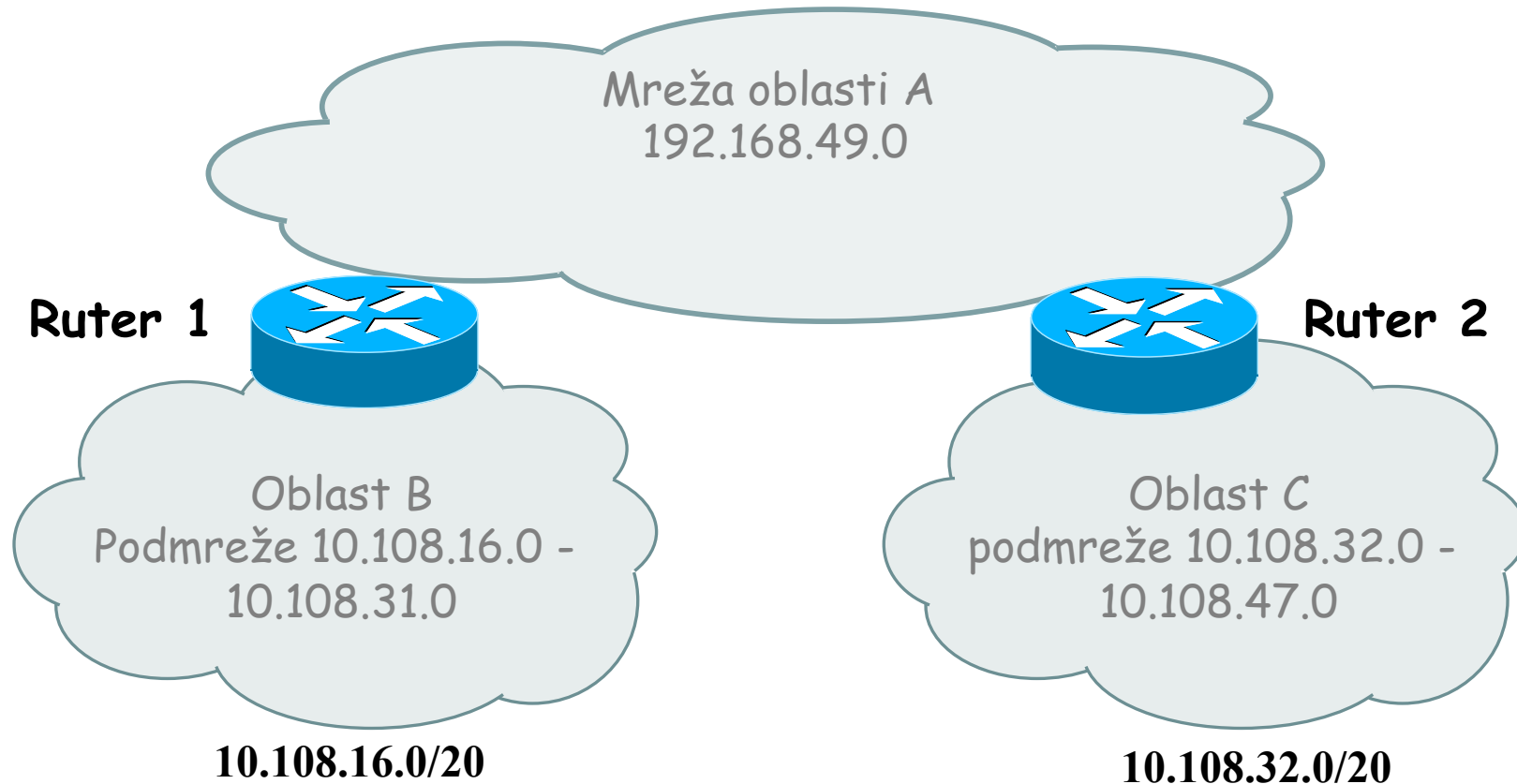
Pravila sumarizacije

- ❑ Broj subnetova koji može biti sumarizovan mora biti stepena 2 (na primjer 2, 4, 8, 16, 32,...).
- ❑ Relevantni bajt prve adrese u bloku koji se sumarizuje mora biti multipl broja mreža.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Razdvojene podmreže



Šta oglašavaju ruteri 1 i 2, ako se koristi classfull, a šta ako se koristi classless adresiranje?

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

FLSM vs VLSM Subnetting

Fixed length subnet mask subnetting (FLSM):

- ❑ Tipična u classful okruženju
- ❑ Koriste je stariji protokoli (RIPv1)
- ❑ Svi mrežni segmenti imaju identičnu dužinu mrežnih prefiksa
- ❑ Nije praktičan kada mreža ima puno segmenata odvojenih ruterima
- ❑ Neekonomično rješenje (npr. prefiks /24 se mora koristiti za point-to-point link!).

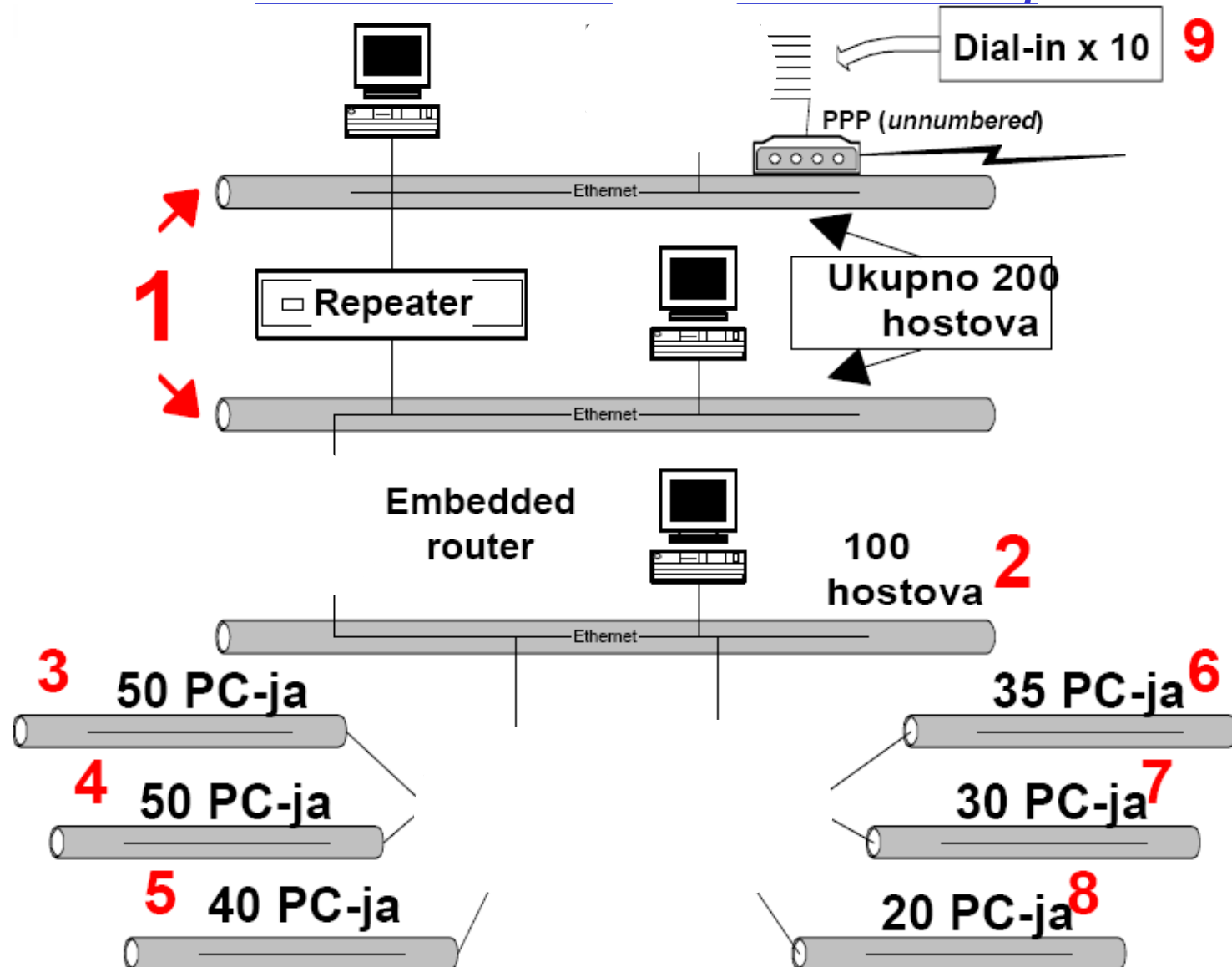
Variable length subnet mask subnetting (VLSM):

- ❑ Podržava je većina današnjih protokola rutiranja
- ❑ Dozvoljava da mrežni segmenti imaju varijabilne prefikse
- ❑ Praktična (za point-to-point link se koristi prefiks /30)
- ❑ Manji procenat gubitka adresnog prostora.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

FLSM vs VLSM Subnetting



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

FLSM Subnetting (adresni plan)

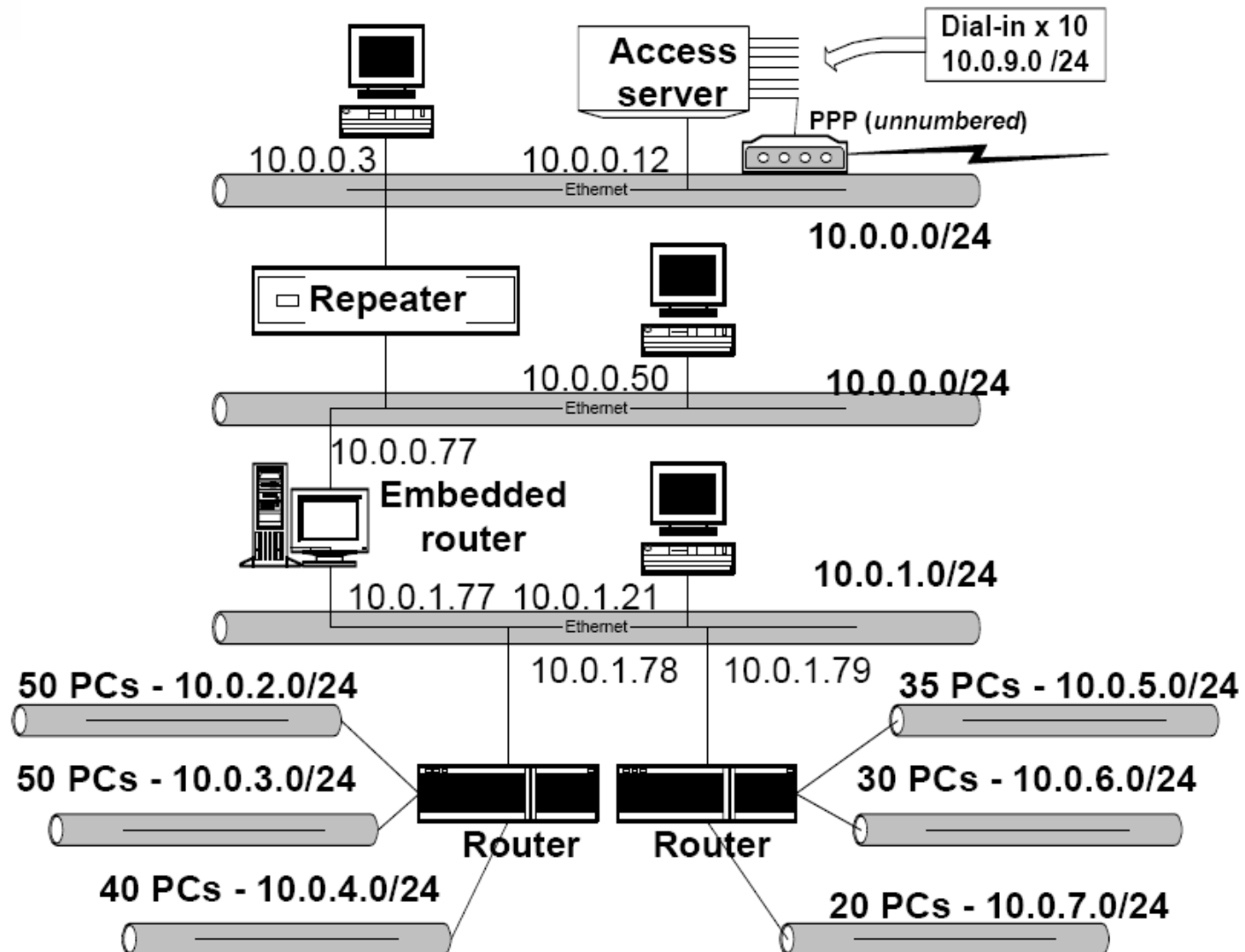
<i>i</i>	<i>hosts</i>	<i>Max addr</i>	<i>Start address</i>	<i>Prefix</i>	<i>Subnet mask</i>	<i>Broadcast</i>
1	200	254	10.0.0.0	/24	255.255.255.0	10.0.0.255
2	100	254	10.0.1.0	/24	255.255.255.0	10.0.1.255
3	50	254	10.0.2.0	/24	255.255.255.0	10.0.2.255
4	50	254	10.0.3.0	/24	255.255.255.0	10.0.3.255
5	40	254	10.0.4.0	/24	255.255.255.0	10.0.4.255
6	35	254	10.0.5.0	/24	255.255.255.0	10.0.5.255
7	30	254	10.0.6.0	/24	255.255.255.0	10.0.6.255
8	20	254	10.0.7.0	/24	255.255.255.0	10.0.7.255
9	10	254	10.0.8.0	/24	255.255.255.0	10.0.8.255

Mrežne adrese i broadcast adrese se NESMIJU koristiti za adresiranje hostova!

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

FLSM Subnetting



VLSM Subnetting (adresni plan)

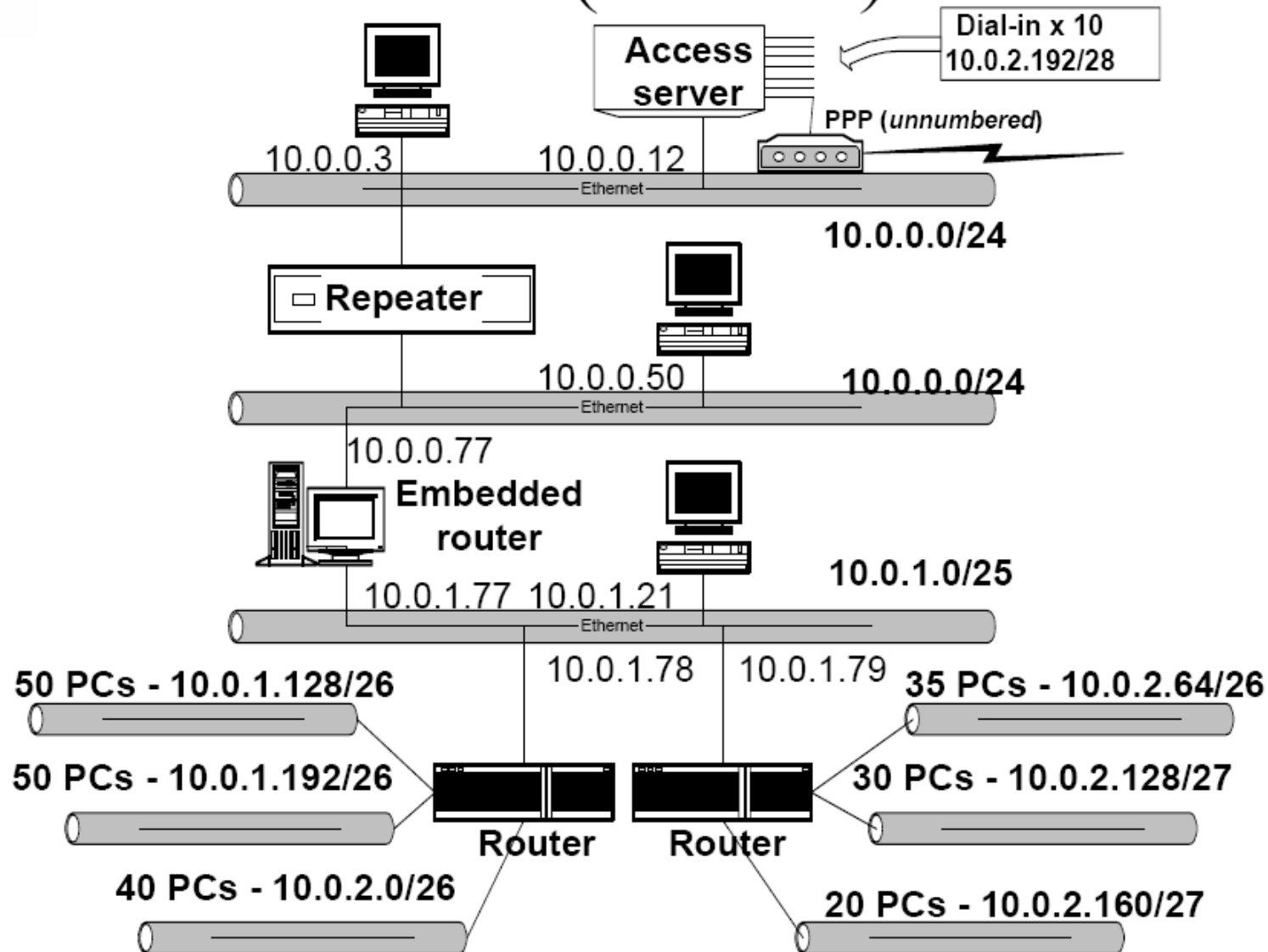
<i>i</i>	<i>hosts</i>	<i>Max addr</i>	<i>Start address</i>	<i>Prefix</i>	<i>Subnet mask</i>	<i>Broadcast</i>
1	200	254	10.0.0.0	/24	255.255.255.0	10.0.0.255
2	100	126	10.0.1.0	/25	255.255.255.128	10.0.1.127
3	50	62	10.0.1.128	/26	255.255.255.192	10.0.1.191
4	50	62	10.0.1.192	/26	255.255.255.192	10.0.1.255
5	40	62	10.0.2.0	/26	255.255.255.192	10.0.2.63
6	35	62	10.0.2.64	/26	255.255.255.192	10.0.2.127
7	30	30	10.0.2.128	/27	255.255.255.224	10.0.2.159
8	20	30	10.0.2.160	/27	255.255.255.224	10.0.2.191
9	10	14	10.0.2.192	/28	255.255.255.240	10.0.2.207

Mrežne adrese i broadcast adrese se NESMIJU koristiti za adresiranje hostova!

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

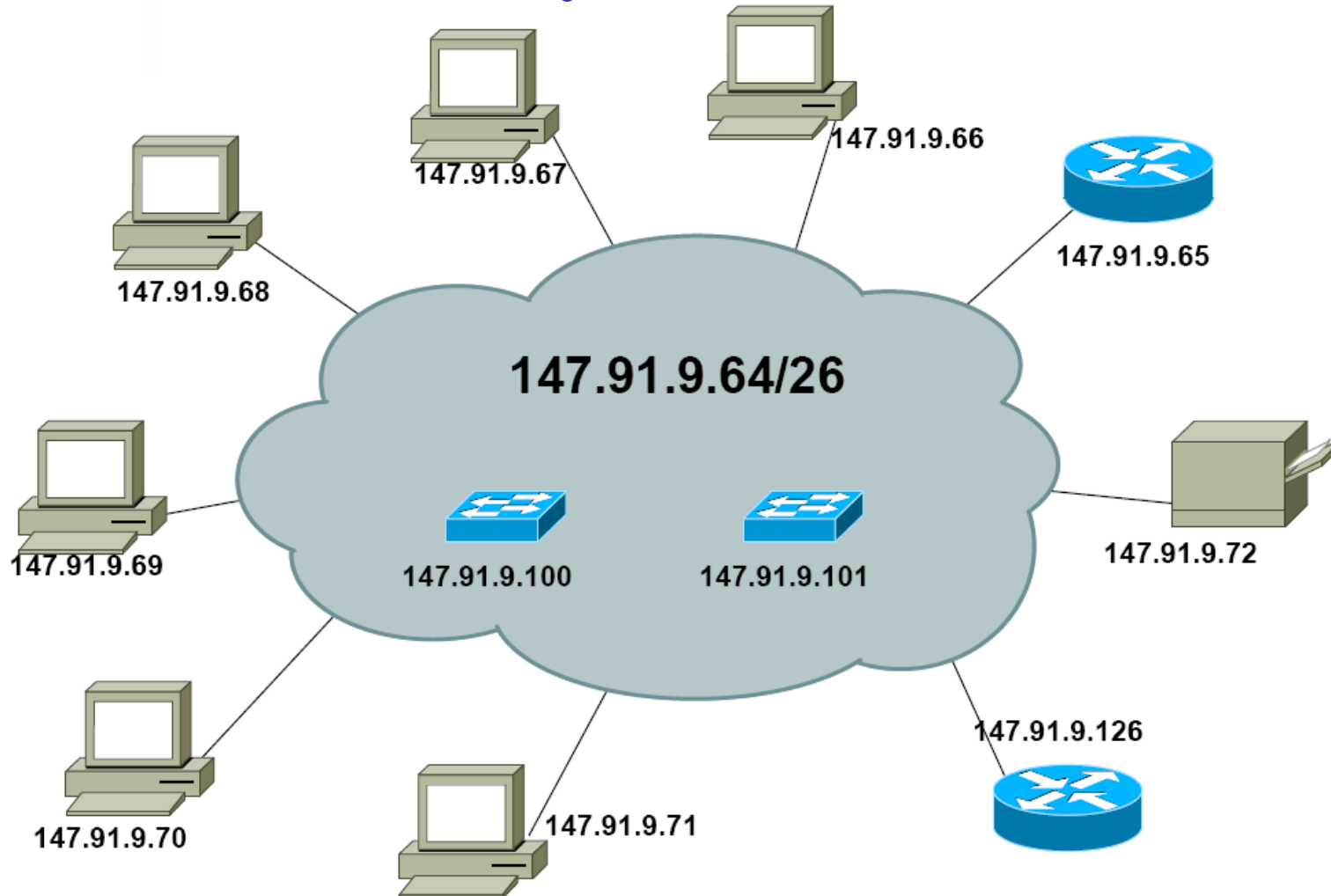
VLSM Subnetting



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

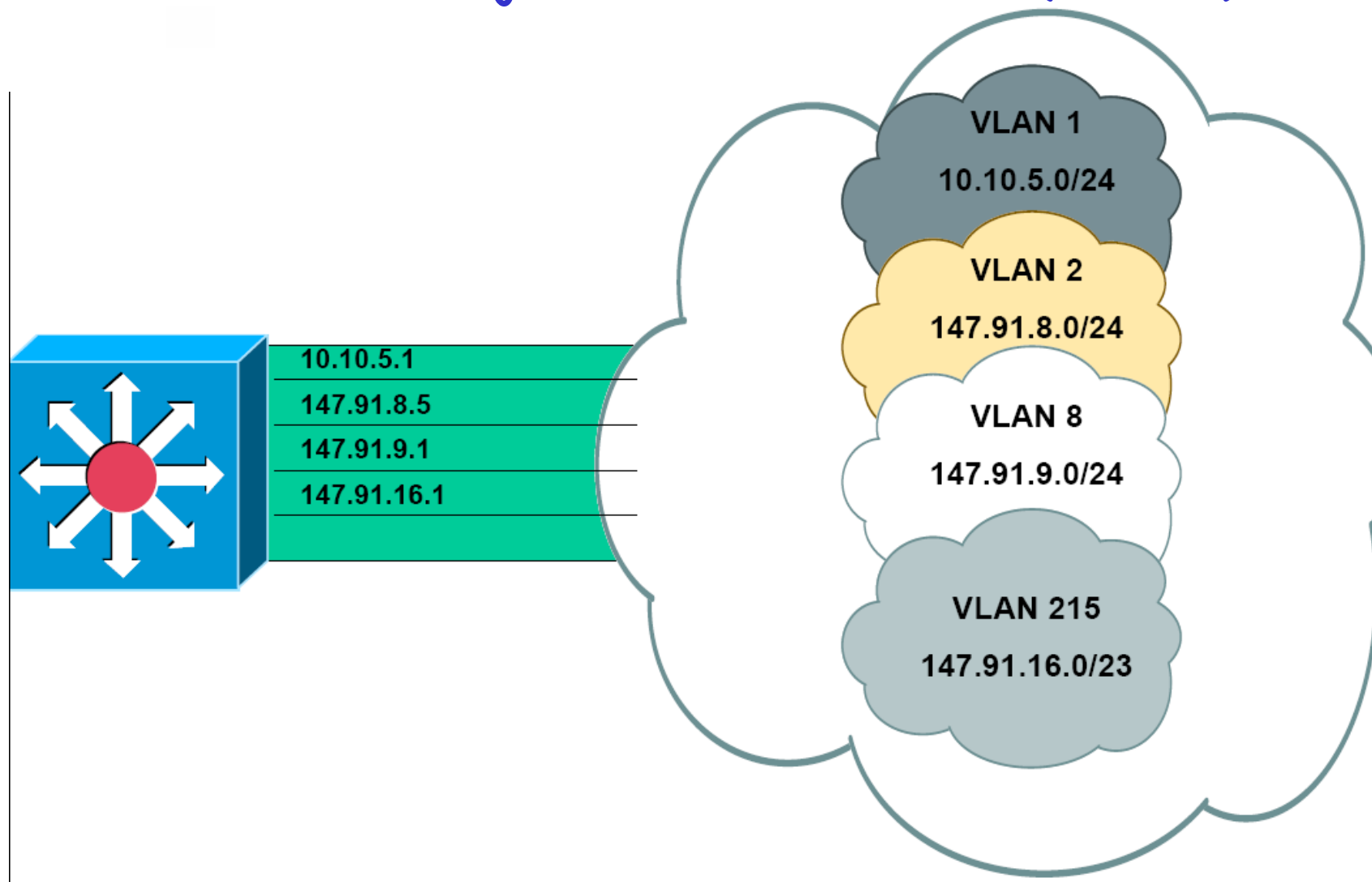
Adresiranje u LAN mrežama



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

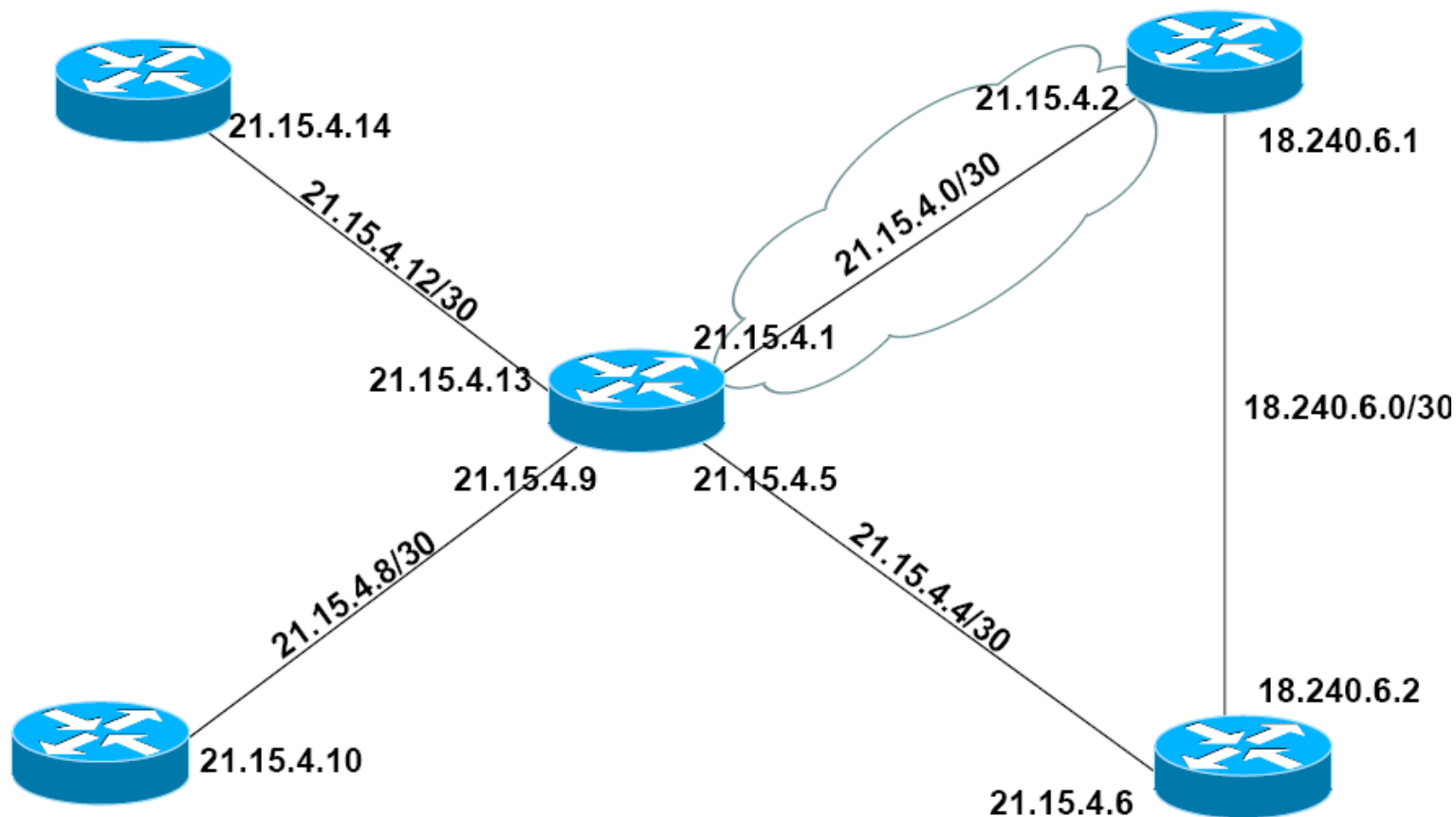
Adresiranje u LAN mrežama (VLAN)



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.1. IPv4

Adresiranje u WAN mrežama



Praktičan problem 1

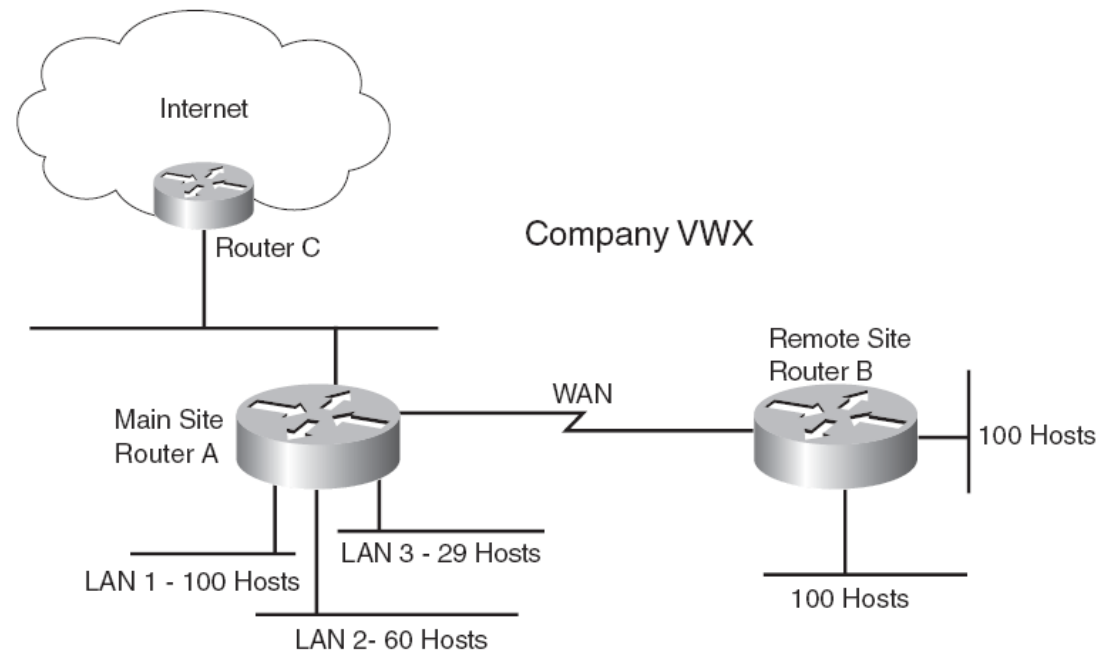
- ❑ Adresa mreže je 172.16.0.0/18
- ❑ Postoji potreba da se podijeli na podmreže.
- ❑ Koristiti bezklasno adresiranje...
- ❑ Svaka podmreža ima do 600 sistema.
- ❑ Koja bi subnet maska trebala biti upotrijebljena?
- ❑ Koja je adresa prvog sistema prve podmreže?
- ❑ Koju adresu bi koristio posmatrani sistem da pošalje poruku svim sistemima podmreže.

Praktičan problem 2

- ❑ Adresa mreže je 172.16.0.0/22
- ❑ Koristi se bezklasno adresiranje
- ❑ Postoji 8 LAN mreža, od kojih svaka treba da bude posebna podmreža.
- ❑ Koja bi subnet maska trebala biti upotrijebljena?
- ❑ Koja je adresa prvog sistema prve podmreže?
- ❑ Koju adresu bi koristio posmatrani sistem da pošalje poruku svim sistemima podmreže.

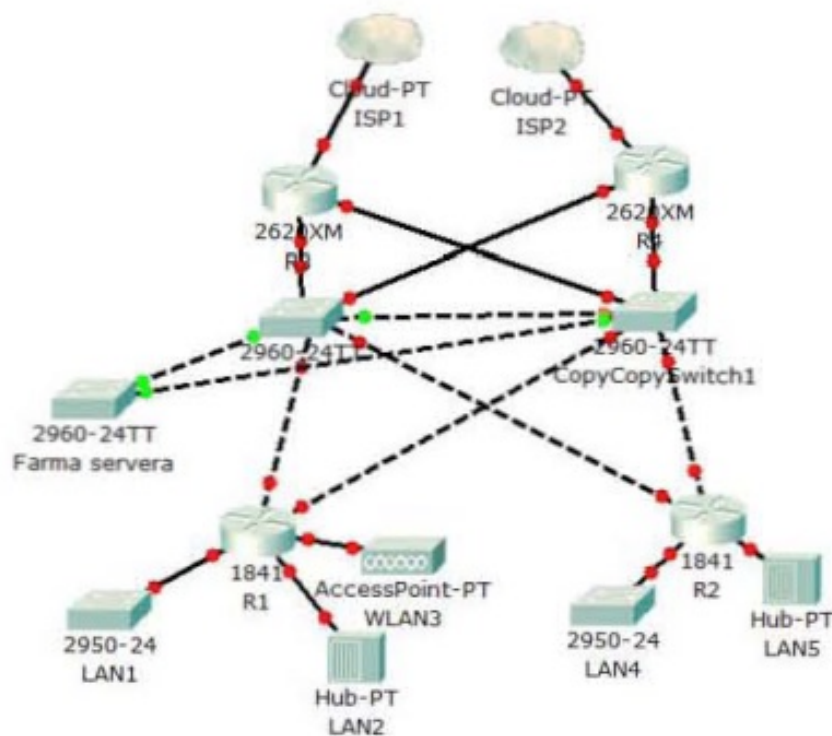
Praktičan problem 3

Mreža kompanije VWX je prikazana na slici. Glavna lokacija ima tri LAN mreže sa 100, 29 i 60 hostova. Udaljena lokacija ima dvije LAN mreže sa 100 hostova. U mreži su implementirane privatne adrese. ISP je kompaniji dodijelio mrežni opseg 210.200.192.0/26. Napraviti FLSM i **VLSM** adresne planove.



Zadatak za završni ispit

Mreža kompanije je prikazana na slici. LAN mreže imaju 24 (LAN1), 12 (LAN2), 8 (WLAN3), 12 (LAN4), 18 (LAN5) i 4 hosta (Farma servera). U mreži treba implementirati privatne adrese. ISP1 je kompaniji dodijelio mrežni opseg 111.200.12.0/26, a ISP2 196.10.124.0/25. Napraviti FLSM i VLSM adresne planovi. Kompaniji pripadaju ruteri R1, R2, R3 i R4



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

- ❑ **Inicijalna motivacija:** 32-bitni adresni prostor će vrlo brzo u potpunosti biti dodijeljen.
- ❑ RFC 2460 i RFC 3513 (adresiranje)
- ❑ Dodatna motivacija:
 - Format zaglavlja pomaže obradi/prosleđivanju
 - Promjene zaglavlja uključuju QoS
- ❑ **IPv6 format datagrama:**
 - Zaglavlje fiksne-dužine od 40B
 - Nije dozvoljena fragmentacija
 - Adresa dužine 128 bita

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

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

Unapređenja u odnosu na IPv4

- ❑ **Proširenje adresnog prostora**—IPv6 koristi 128-bitnu adresu.
- ❑ **Globalno jedinstvena IP adresa**—Dodatni adresni prostor omogućava da svaki interfejs ima jedinstvenu IP adresu čime se eliminiše potreba za NAT.
- ❑ **Fiksna dužina zaglavlja**—IPv6 zaglavlje je fiksno čime se komutacija čini efikasnijom.
- ❑ **Poboljšan mehanizam opcija**—IPv6 opcije su smještene u odvojenim zaglavljima koja se nalaze između IPv6 zaglavlja i zaglavlja transportnog protokola.
- ❑ **Autokonfiguracija adresa**—Dinamička dodjela adresa, tako da IPv6 hostovi mogu sami da konfiguriraju adresu sa ili bez Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) servera.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

Unapređenja u odnosu na IPv4

- ❑ **Podrška dodjele labela za označavanje saobraćajnih tokova**—Umjesto polja type-of-service, IPv6 omogućava dodjelu labela paketima koji pripadaju pojedinim saobraćajnim klasama za koje korisnik zahtijeva određenu vrstu servisa.
- ❑ **Zaštita**—IPv6 podržava autentifikaciju (AH - Authentication Header) i zaštitu privatnosti (ESP - Encapsulating Security Payload).
- ❑ **Pronalaženje Maximum transmission unit (MTU) na putanji** - IPv6 eliminiše potrebu za fragmentacijom.
- ❑ **Site multihoming**—IPv6 omogućava da hostovi i mreže imaju više IPv6 prefiksa, tj. mogu biti povezani na više mreža.
- ❑ **Podrška za mobilnost i multicast** - Mobile IPv6 dozvoljava da IPv6 čvorišta promijene lokaciju i zadrže postojeću vezu jer je mobilni čvor uvijek dostupan na permanentnoj adresi.
- ❑ **Eliminisanje potrebe za broadcast-om**: IPv6 smanjuje iskorišćenje kapaciteta eliminacijom broadcast-a i njegovom zamjenom sa multicastom

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 zaglavlje

Version: verzija (4 bita)

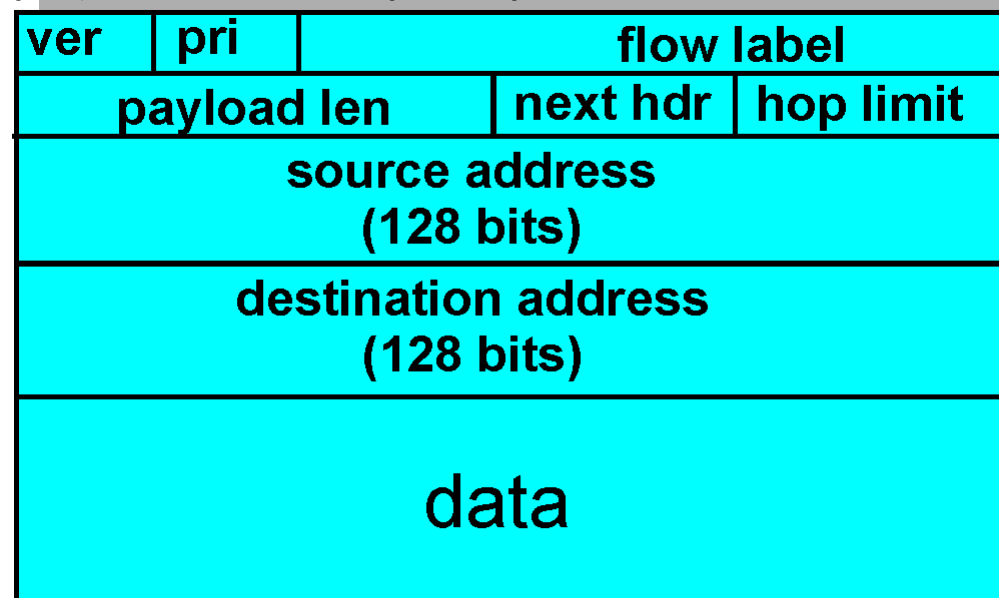
Priority: identifikuje prioritet između datagrama u "toku" (8 bita)

Flow Label: identifikuje datagrame u istom "toku" (20 bita).

Payload length: dužina korisnog dijela datagrama izražena u bajtima (16 bita).

Next header: identifikuje zaglavlje protokola koje slijedi poslije zaglavlja (8 bita)

Hop limit: broj skokova (8 bita).

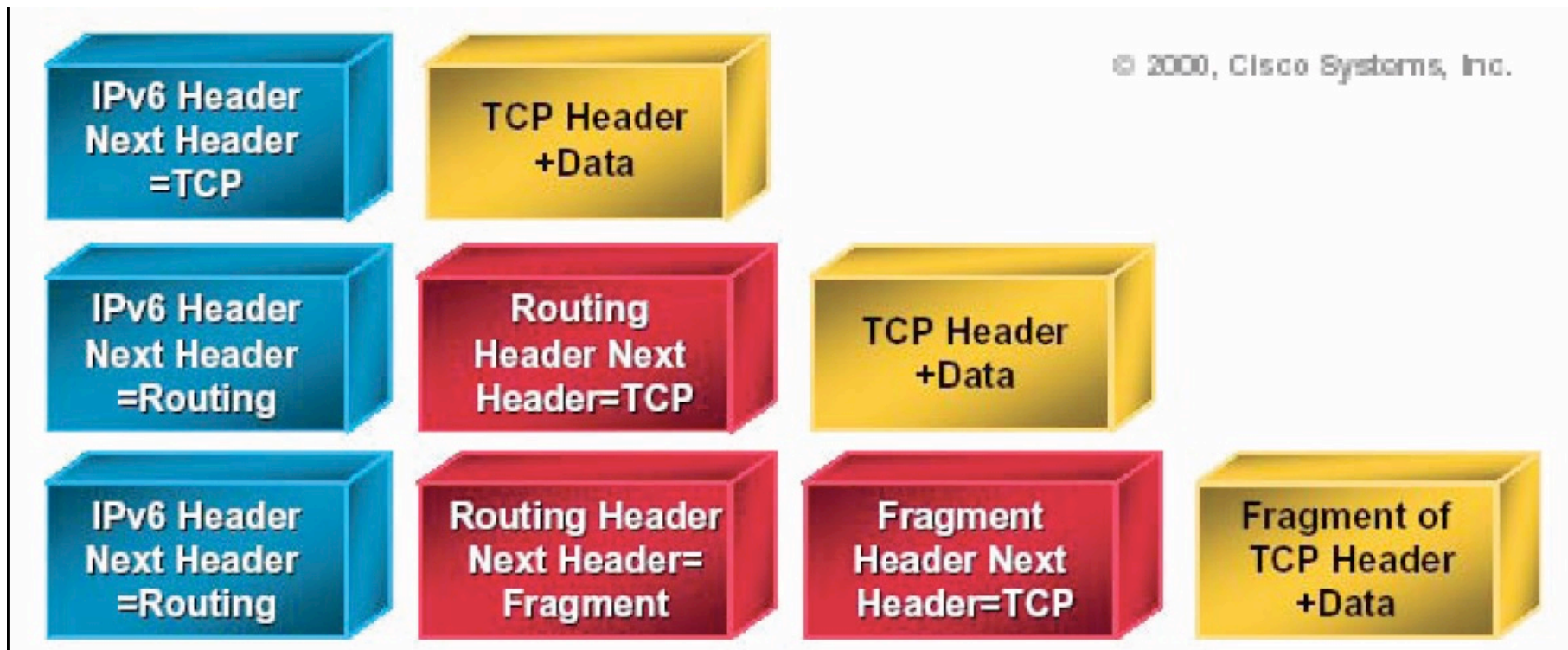


← 32 bits →

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 višestruko zaglavlje



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

Format:

- ❑ *RFC 4291 (Februar 2006)*
- ❑ *128 bita*
- ❑ *Predstavlja se u vidu 8 grupa po četiri heksadecimalna broja*
- ❑ *X:X:X:X:X:X:X:X*
- ❑ 1111111000011010 0100001010111001 00000000000011011
000000000000000000 000000000000000000 0001001011010000
0000000001011011 0000011010110000
- ❑ FE1A:42B9:001B:0000:0000:12D0:005B:06B0
- ❑ FE1A:42B9:001B:0:0:12D0:005B:06B0 (grupa od četiri 0 se može prikazati jednom 0)
- ❑ FE1A:42B9:1B::12D0:5B:6B0 (više susjednih grupa od četiri 0 se prikazuje sa ::, koja se može pojaviti samo jednom)
- ❑ 2001:4C::50:0:0:741
- ❑ 2001:004C::0050:0000:0000:0741
- ❑ 2001:004C:0000:0000:0050:0000:0000:0741

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

IPv6 prefiks:

- ❑ Slično kao kod IPv4: IPv6adresa/dužina prefiksa
- ❑ 200C:001b:1100:0:0:0:0:0/40 ili 200C:1b:1100::/40
- ❑ Koristi se CIDR rutiranje

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

Tri tipa adresa:

- ❑ *unicast* - označava adresu jednog interfejsa na uređaju
- ❑ *multicast* - označava grupu interfejsa (uglavnom na različitim računarima) tako da paket poslat na ovu adresu stiže **do svih** adresiranih interfejsa koji pripadaju istom multicast stablu
- ❑ *anycast* - paket poslat na *anycast* adresu stiže **do jednog od interfejsa** opisanih ovom adresom (po pravilu najbližeg definisano pojmom rastojanja u protokolu rutiranja)

Nema više broadcast adrese. Njenu funkciju preuzima multicast adresa, čime se stvara mogućnost korišćenja adresa koje se sastoje od svih nula i jedinica.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

Dodjela IPv6 adresa:

- Kombinacija alokacije i automatske dodjele.
- Prvih nekoliko bita (Format prefiks) se koriste za alokaciju adresa.

Address type	Binary prefix	IPv6 notation
-----	-----	-----
Unspecified	00...0 (128 bits)	::/128
Loopback	00...1 (128 bits)	::1/128
Multicast	11111111	FF00::/8
Link-Local unicast	1111111010	FE80::/10
Global Unicast	(everything else)	

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

Unspecified Adresa

- ❑ Adresa sa svim nulama: 0:0:0:0:0:0:0:0.
- ❑ Označava da IPv6 adresa nije definisana za interfejs. Datagrame sa ovom odredišnom adresom ne prosleđuje IPv6 ruter.

Loopback Adresa

- ❑ IPv6 loopback adresa je 0:0:0:0:0:0:0:1.
- ❑ Njeno korišćenje je slično korišćenju IPv4 loopback adrese 127.0.0.1.

IPv4 mapirane adrese:

- ❑ Prvih 80 bita su nule
- ❑ Sledećih 16 bita su jedinice
- ❑ Ostalih 32 bita su jednaki bitima odgovarajuće IPv4 adrese
- ❑ 100.1.1.1 = 01100100 00000001 00000001 00000001=6401:0101
- ❑ 0000:0000:0000:0000:0000:FFFF:6401:0101 ili
- ❑ 0:0:0:0:0:FFFF:6401:0101 ili
- ❑ ::FFFF:6401:0101 ili čak ::FFFF:100.1.1.1

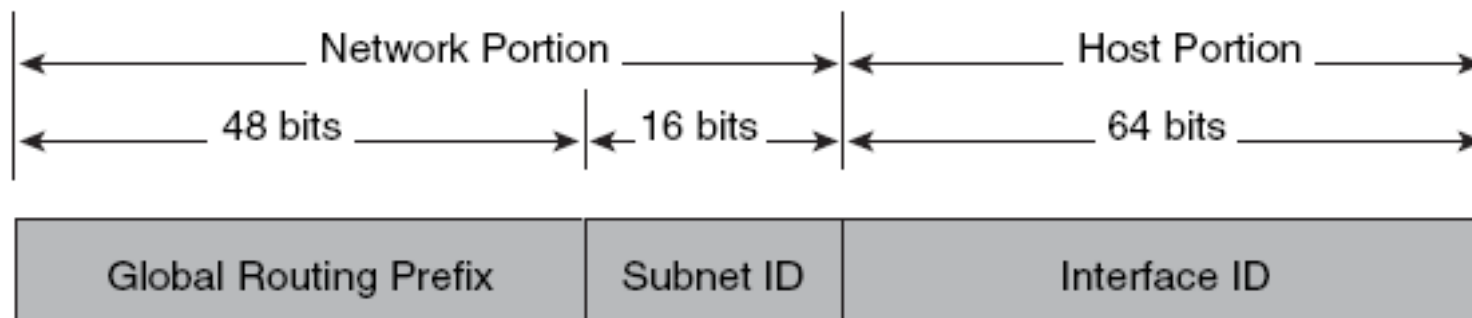
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

IPv6 globalna adresa

- ❑ Koristi se za povezivanje na javnu mrežu.
- ❑ Ove unicast adrese su jedinstvene i na bazi njih ruteri mogu prosleđivati pakete.
- ❑ RFC 2374, RFC 3587
- ❑ Globalni prefiks rutiranja (generalno je dužine 48 bita), identifikator subneta (dužine 16 bita) i identifikator interfejsa (dužine 64 bita)



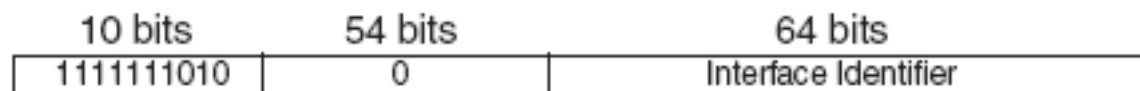
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

IPv6 *link-local* adresa

- ❑ Koriste se za adresiranje na jednom linku (mrežni segment bez rutera, npr. LAN).
- ❑ Značajne samo za čvorišta u okviru jedne LAN mreže.
- ❑ Ruteri ne prosleđuju pakete sa ovim izvorišnim ili odredišnim adresama van LAN-a.
- ❑ Koriste se za automatsko dodjeljivanje adresa, otkrivanje susjeda ili kada nema rutera u mreži.
- ❑ Ove adrese su identifikovane sa FE8 heksadecimalnim brojevima (10 bita) na početku.
- ❑ Konfiguriraju se automatski ili manuelno.
- ❑ 111111010 + 54 nule i 64-bitni identifikator interfejsa.
- ❑ Identifikator interfejsa se dobija automatski, komunikacijom sa drugim čvorištem na linku.



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

Identifikator interfejsa

- ❑ U modifikovanom EUI-64 formatu
- ❑ Jedinствен unutar jedne podmreže



- ❑ $u=1$, adresa se formira na bazi MAC adrese (global scope)
- ❑ $u=0$, adresa se formira na slučajan način (local scope)

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 adresiranje

IPv6 *multicast* adresa

- Ista funkcija kao IPv4 multicast adresa



The image cannot be displayed. Your computer may not have enough memory to open the image, or the image may have been corrupted. Restart your computer, and then open the file again. If the red x still appears, you may have to delete the image and then insert it again.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

ICMPv6

- ❑ RFC2463
- ❑ Sva IPv6 čvorišta moraju imati implementiran ICMPv6
- ❑ Dijagnostika, izvještavanje o greškama, ispitivanje mogućnosti doseganja.
- ❑ Next header number = 58
- ❑ Informacione poruke
 - Echo request
 - Echo reply
- ❑ Poruke greške
 - Destination unreachable
 - **Packet too big**
 - Time exceeded
 - Parameter problem
- ❑ The destination-unreachable poruke:
 - No route to destination
 - Destination administratively prohibited
 - Address unreachable
 - Port unreachable

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

IPv6 Network Discovery (ND) protokol

- ❑ IPv6 ne prepoznaje ARP protokol
- ❑ RFC 2461
- ❑ plug-and-play funkcije za otkrivanje drugog čvorišta na linku
- ❑ Provjera ponavljanja adresa
- ❑ Pronalaženje rutera
- ❑ Pronalaženje alternativnih ruta, ako primarna otkaže
- ❑ Određivanje IPv6 adrese bez DHCP-a
- ❑ Određivanje mrežnog prefiksa

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

IPv6 Name Resolution

- ❑ IPv4 koristi A zapise u DNS bazu
- ❑ IPv6 koristi AAAA zapise u DNS bazu
- ❑ IPv6 koristi i A6 zapise u DNS bazu koji imaju dodatne funkcionalnosti u odnosu na AAAA i treba da ih u budućnosti zamijene

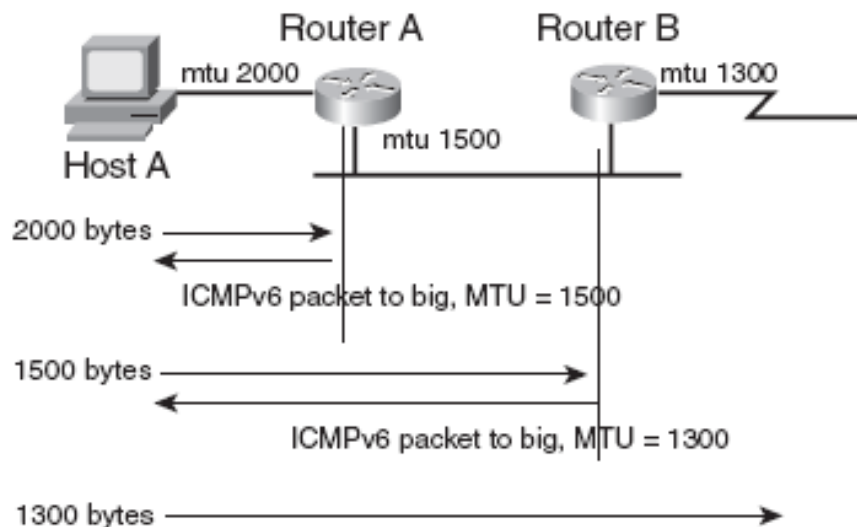
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

Otkrivanje MTU-a putanje

- ❑ IPv6 nema mogućnost fragmentacije paketa od strane rutera.
- ❑ RFC 2460 specificira da MTU svakog linka u IPv6 mreži mora biti 1280B i više.
- ❑ RFC 1981 preporučuje da čvorišta implementiraju mehanizam otkrivanja MTU kako bi se pronašli linkovi sa MTU većim od 1280B.
- ❑ ICMPv6 packet-too-big poruka određuje MTU puta.
- ❑ Čvorišta duž puta šalju ICMPv6 packet-too-big poruku hostu koji je poslao paket koji je veći od MTU linka.



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

Dodjela adresa

□ Autokonfiguracija

- Obavlja se prilikom inicijalizacije interfejsa
- Host obavlja proces detekcije ponavljanja adrese.
- Host pristupa the all-nodes multicast grupi i prima neighbor advertisements od susjednih čvorišta.
- Ovi paketi sadrže prefiks mreže.
- Host šalje a neighbor-solicitation message na adresu koju namjerava da koristi.
- Ako ne dobije neighbor advertisement, počinje da koristi željenu IP adresu.

□ DHCPv6

- DHCPv6 je nadograđena verzija DHCP koji pruža dinamičko IPv6 adresiranje.
- RFC 3315
- Pruža dodatne funkcionalnosti.

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

Zaštita

- ❑ IP Security (IPSec)
- ❑ RFC 2401
- ❑ IPSec se izvršava od strane operativnog sistema hosta.
- ❑ Extension header -i nose IPSec AH i ESP zaglavlja.
- ❑ AH (Authentication Header) obezbeđuje autentifikaciju i integritet (MD5).
- ❑ ESP (Encapsulate Security Paylad) obezbeđuje sigurnost kroz enkripciju korisnog sadržaja datagrama (DES-CBC).

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv6 mehanizmi

Protokoli rutiranja

- ❑ RIPng (next generation) za IPv6
- ❑ EIGRP
- ❑ OSPFv3
- ❑ IS-IS za IPv6
- ❑ BGP4

6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv4 tranzicija prema IPv6

Modeli tranzicije:

- ❑ IPv6 preko dodijeljenih WAN linkova
- ❑ IPv6 preko IPv4 tunela
- ❑ IPv6 korišćenjem dual-stack okosnica
- ❑ Translacija protokola

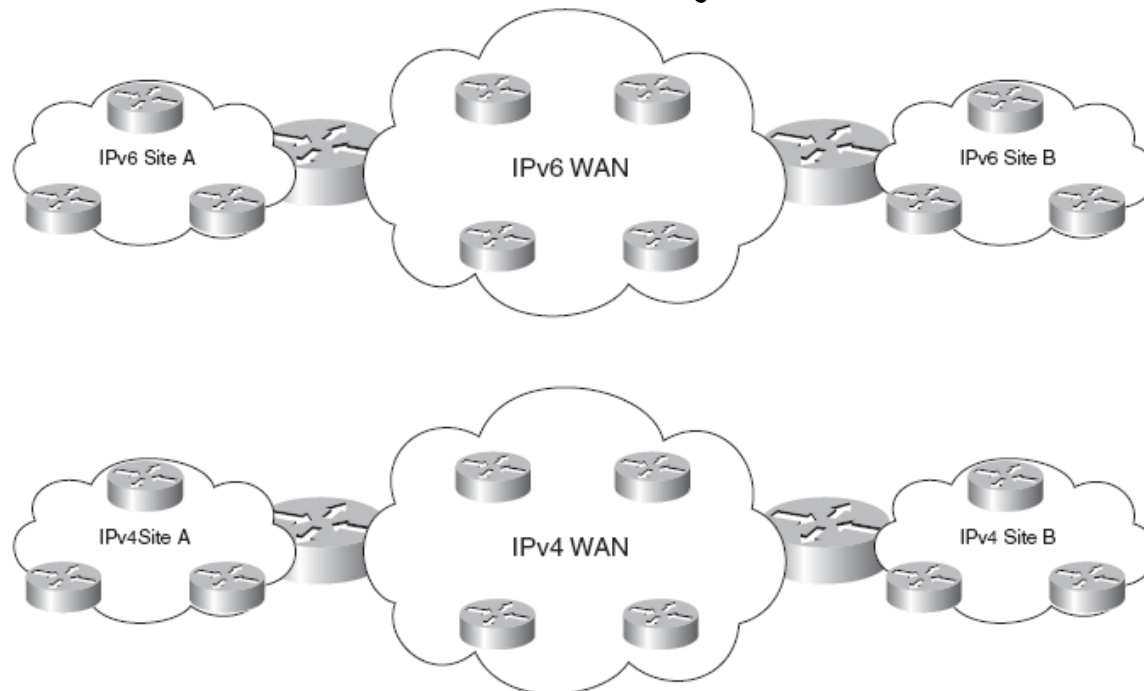
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv4 tranzicija prema IPv6

IPv6 preko dodijeljenih WAN linkova:

- ❑ Koristi se IPv6 hijerarhija, adresiranje i protokoli.
- ❑ Nije model tranzicije već implementacija potpuno nove WAN mreže koja koristi IPv6.
- ❑ Nedostatak ovog modela su dodatni troškovi zbog iznajmljivanja posebnih WAN linkova tokom tranzicije.



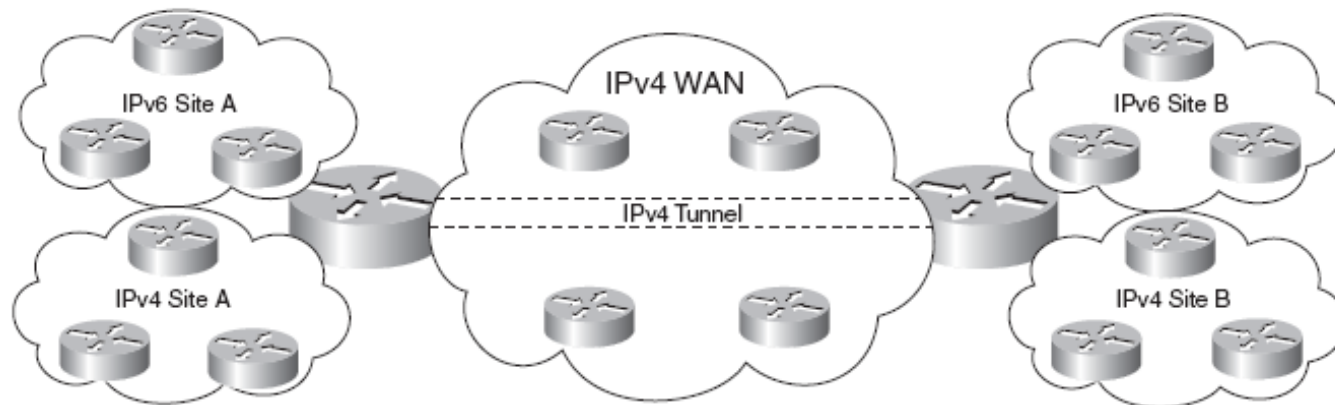
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv4 tranzicija prema IPv6

IPv6 preko IPv4 tunela:

- ❑ IPv6 se enkapsulira unutar IPv4 paketa koji se šalju preko IPv4 WAN.
- ❑ Prednost je što nema potrebe za paralelnim zakupom linkova za realizaciju IPv6 WAN mreže.
- ❑ Nedostatak je povećanje veličine zaglavlja.
- ❑ Tuneli se kreiraju manuelno, poluautomatski ili automatski (RFC 3056).



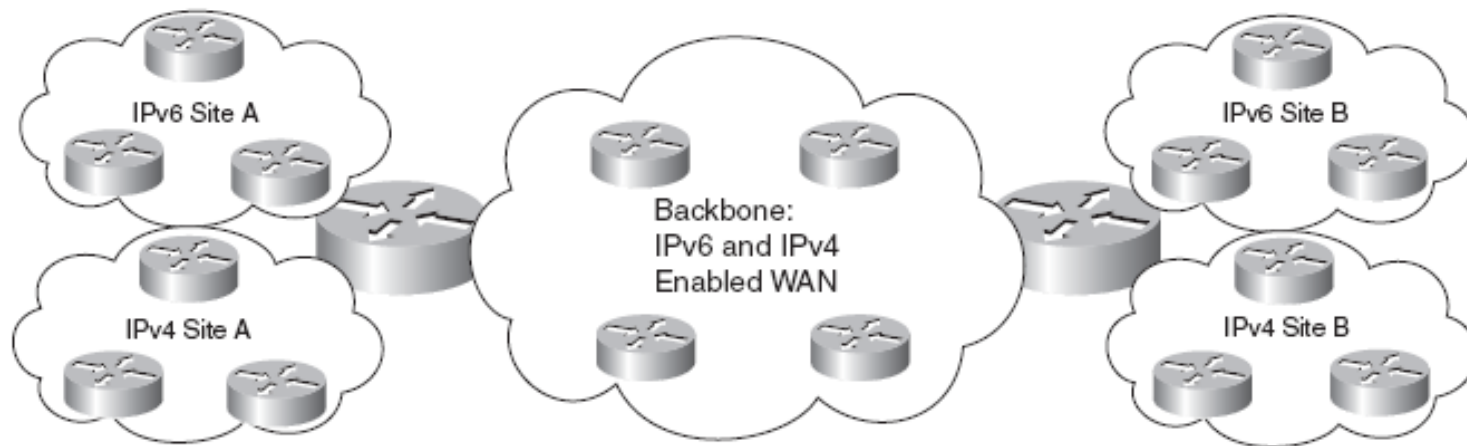
6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv4 tranzicija prema IPv6

IPv6 korišćenjem dual-stack okosnica :

- ❑ Svi ruteri podržavaju i IPv4 i IPv6.
- ❑ IPv4 se koristi između IPv4 hostova, a IPv6 zmeđu IPv6 hostova.
- ❑ Osnovni nedostatak je što WAN ruteri zahtijevaju dvojno adresiranje, a samim tim dodatne CPU i memorijske resurse.



6. Internet protokol i protokoli rutiranja

6.2. IPv6

IPv4 tranzicija prema IPv6

Translacija protokola :

- ❑ RFC 2766
- ❑ NAT-PT (Protocol Translation) funkcioniše slično NAT mehanizmu kod IPv4

