

Računarske mreže 1

7. deo: Mrežni sloj

Predavač:

Prof. dr Slavko Gajin, slavko.gajin@rcub.bg.ac.rs

Asistenti:

Stefan Tubić, stefan.tubic@etf.bg.ac.rs

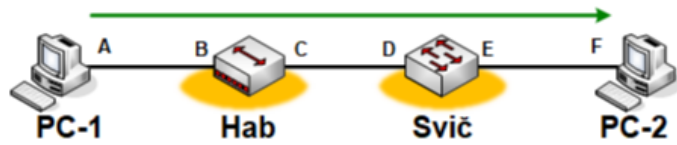
Marko Mićović, micko@etf.bg.ac.rs

Kristijan Žiza, ziza@etf.bg.ac.rs

<http://elearning.rcub.bg.ac.rs>

2020. god

Šta je odredišna MAC adresa pri slanju okvira od PC-1 do PC-2?



B

C

D

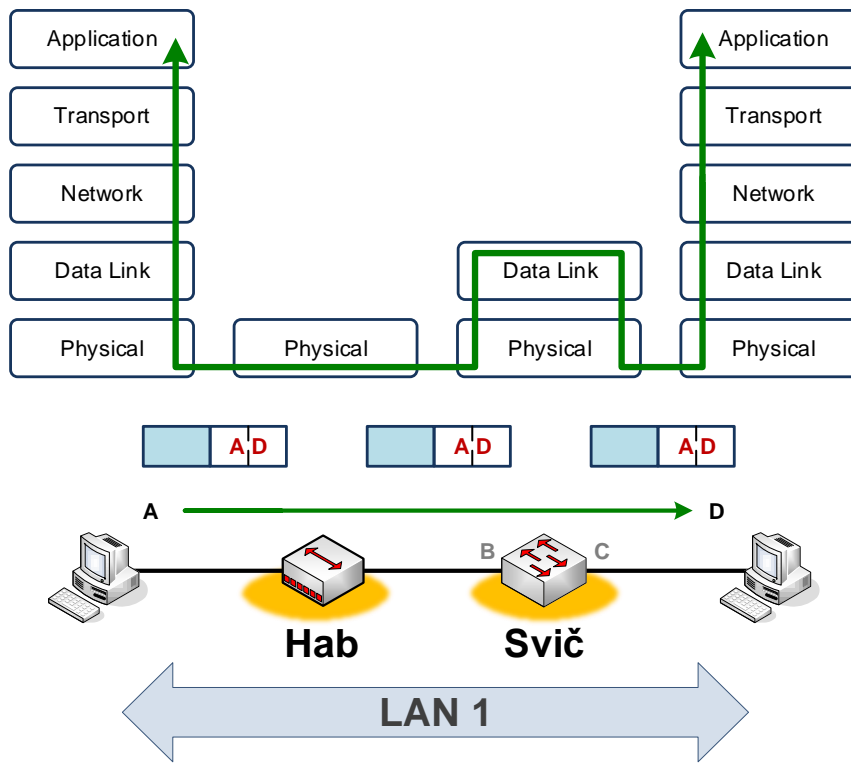
E

F

Prenos okvira u LAN mrežama

- **Svičevi – *Layer 2* uređaji**

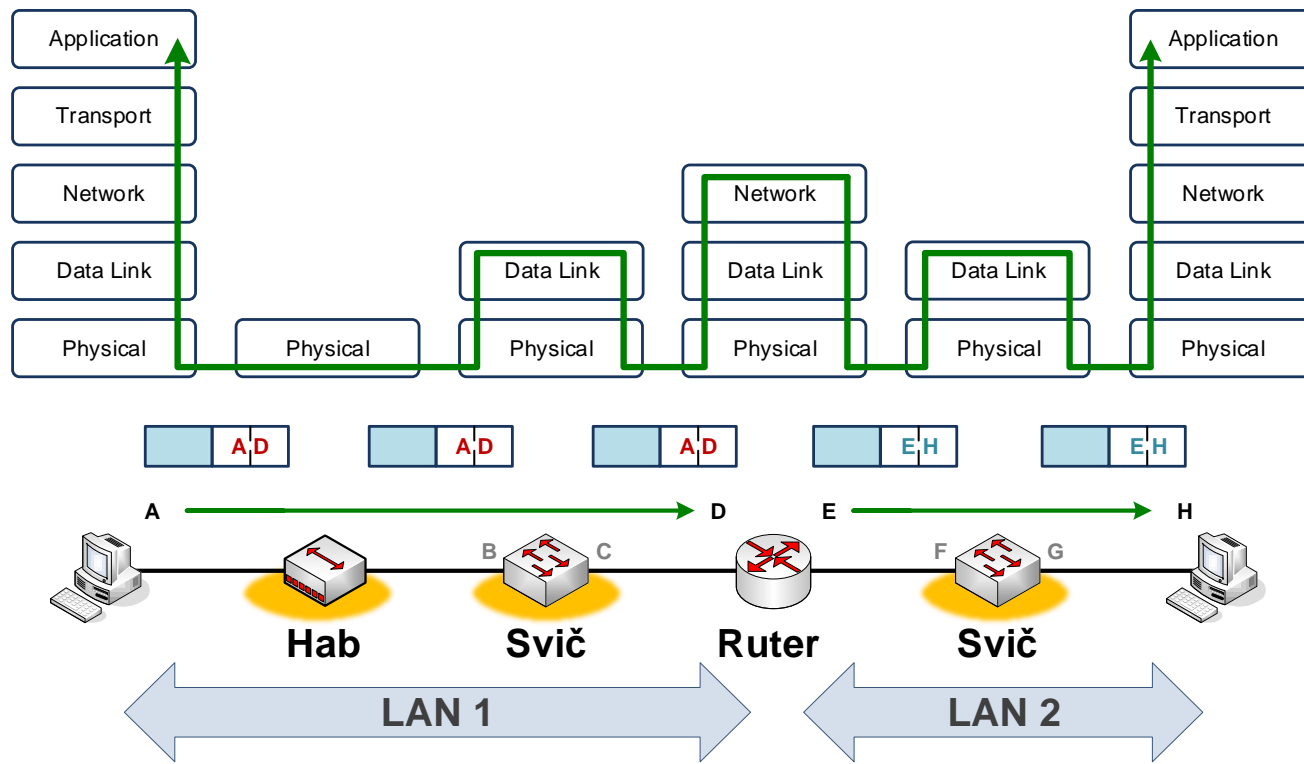
- Gledaju okvire na L2 nivou, ali ih ne menjaju
- Portovi sviča imaju MAC adrese, ali se one ne koriste u zaglavlju okvira
- Okvir je nepromenljiv unutar LAN mreže
 - LAN 1: **A => D**



Prenos okvira između LAN mreža

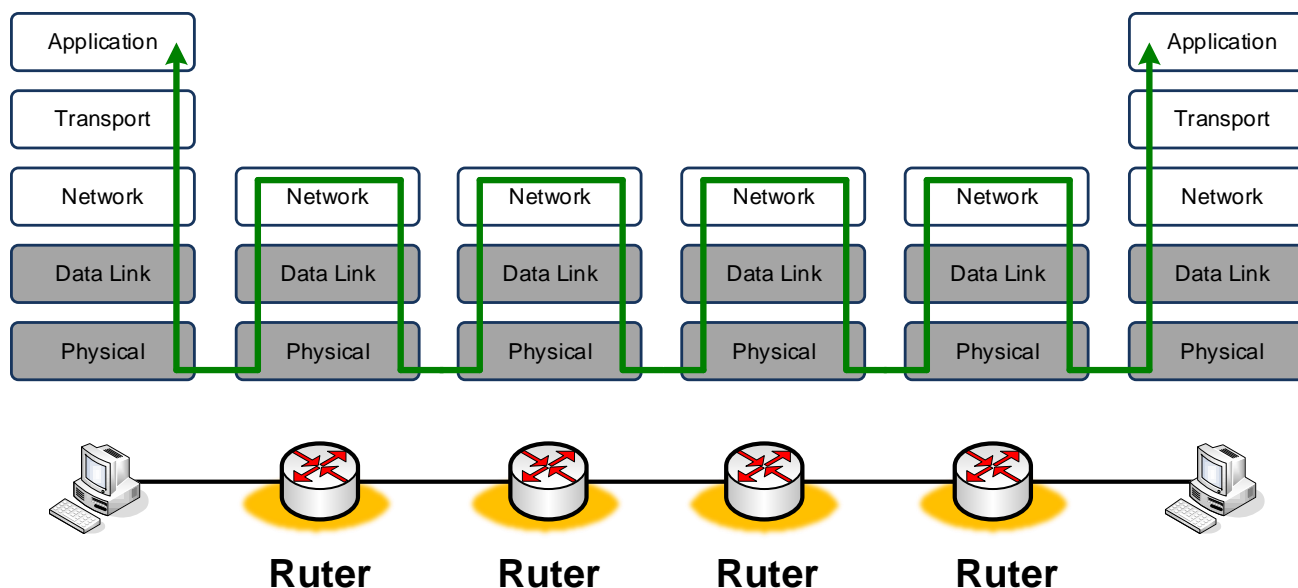
- **Ruteri – Layer 3 uređaji**

- Povezuju LAN mreže (predstavljaju granicu LAN mreža)
- Portovi rutera imaju MAC adrese - koriste se u zaglavlju okvira
- Gledaju okvire na L3 nivou, ali menjaju adrese na L2 nivou
 - LAN 1: **A => D**
 - LAN 2: **E => H** (novi okvir)



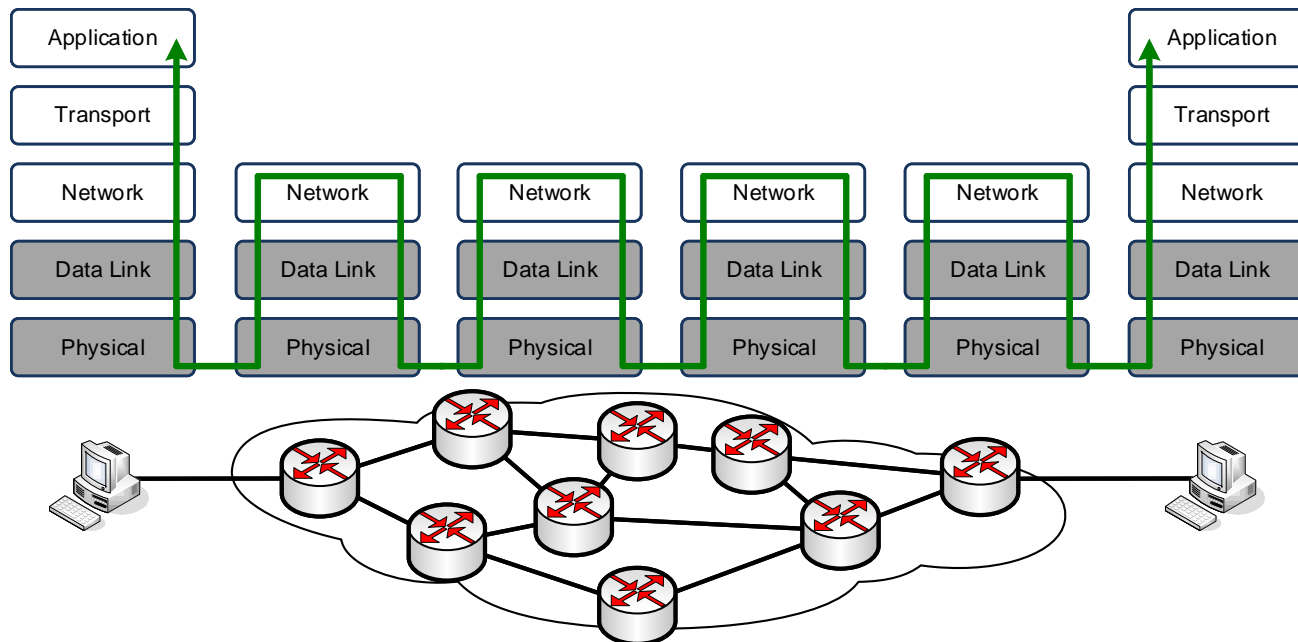
Prenos paketa na većim rastojanjima

- Komunikacija između proizvoljnog broja rutera
- Između rutera
 - Različite L2 tehnologije i uređaji
 - Različiti fizički medijumi – optika, UTP, wireless...



Mrežni sloj (L3)

- Proizvoljna topologija mreže povezanih rutera
- Adresiranje - jedinstveno na celoj mreži (globalno)
- Rutiranje - prosleđivanje poruka od izvorišta do odredišta
- Različite vrste protokola mrežnog sloja: IPX, AppleTalk...
- ... ali danas se po pravilu koristi samo Internet protokol - **IP!**



Internet Protocol - IP

- RFC 791 - INTERNET PROTOCOL, 1981
- Karakteristike:
 - **Connectionless**
 - Nema uspostavljanja veze sa kraja na kraj
 - Pošiljalac ne zna:
 - Da li je primalac povezan mrežu, da li postoji
 - Da li je paket stigao do primaoca
 - Da li je paket oštećen, da li primalac može da ga pročita
 - Primalac ne zna:
 - Kada će paket da pristigne

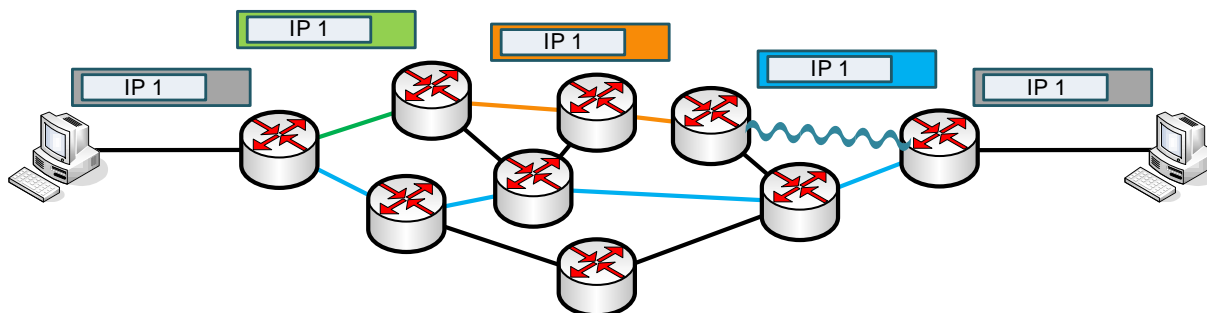


Internet Protocol - IP

- **Karakteristike:**

- *Media Independent*

- Ne zavisi od fizičkog medija i protokola na prvom i drugom nivou
- IP se enkapsulira u pojedinačne protokole L2 nivoa:
 - Ethernet, Wireless, PPP, HDLC, Frame Relay...



Internet Protocol - IP

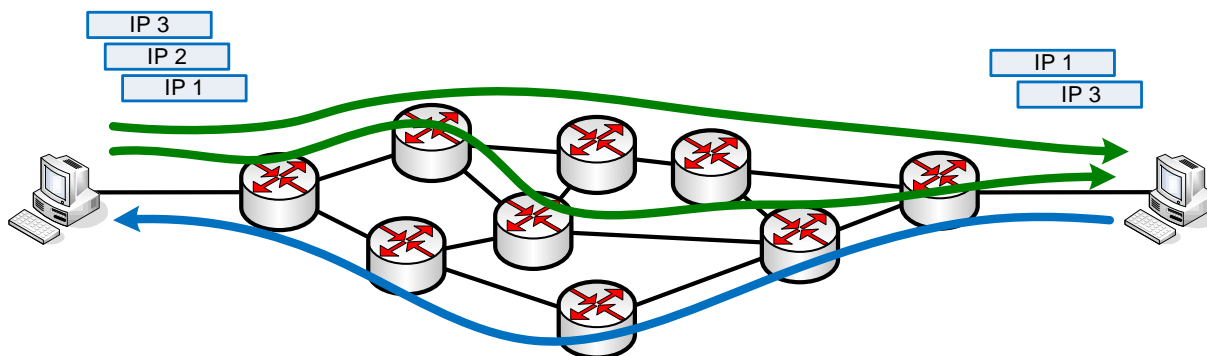
- **Karakteristike:**

- **Best Effort (Unreliable)**

- Nema garancije da će paketi biti uspešno poslati
 - Neki paketi mogu da se izgube (npr. odbace od strane rutera)

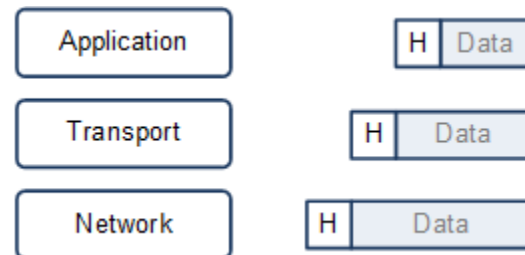
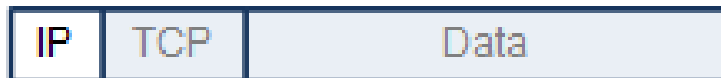
- **Dozvoljava se proizvoljna topologija povezivanja**

- Redundantne veze, višestruke putanje
- Balansiranje saobraćaja (*Load Balancing*)
- Ne garantuje se redosled isporuke paketa
 - Problem – moguća promena redosleda paketa (*reordering*)
- Asimetrično rutiranje – različite putanje u odlaznom i dolaznom smeru



IP paket

- Enkapsulira poruke L4 nivoa – TCP,UDP



- IP zaglavlje (*header*)

1. bajt		2. bajt		3. bajt		4. bajt	
VERS	HLEN	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Header Checksum			
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options						Padding	
Data							
...							

IP zaglavlje

- **VERS** - Verzija
 - IPv4 – osnovna verzija, još uvek dominantna na Internetu
 - IPv6 – „nova“ verzija, nekompatibilna sa IPv4
- **HLEN** (*Header Length*) – dužina zaglavlja
 - u „rečima“ od po 4 bajta
- **Total Length** – veličina paketa
 - ukupna veličina IP paketa u bajtovima, uključujući i zaglavlje
- **Header Checksum** – kontrola grešaka u zaglavlju
 - „Prvi komplement sume reči od 16 bita celog zaglavlja“
- **Protocol** - identifikacija protokola 4. nivoa
 - 1 – ICMP
 - 6 – TCP
 - 17 – UDP
 - 89 – OSPF

1. bajt		2. bajt		3. bajt		4. bajt	
VERS	HLEN	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Header Checksum			
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options						Padding	
Data							
...							

IP zaglavlje

- **Type of Service (ToS)**

tip servisa

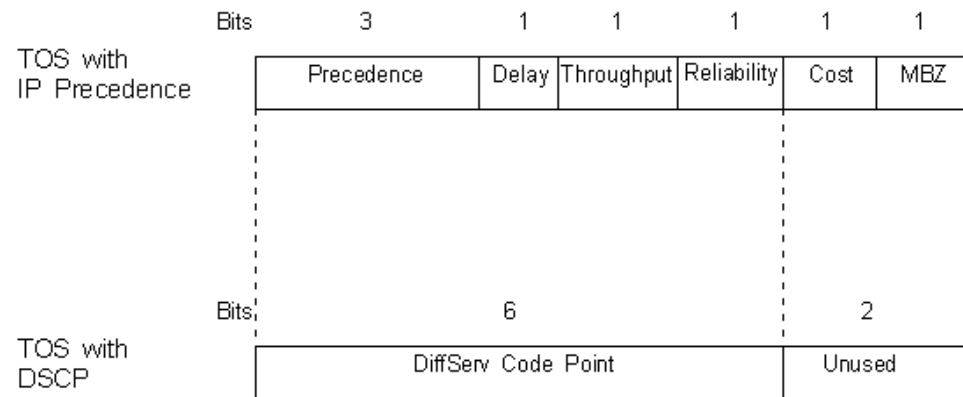
- Definisanje prioriteta paketa u odnosu na klasu saobraćaja kome pripadaju

- Inicijalno – „**IP Precendence**“

- Prva 3 bita za prioritet paketa, ostali biti za način tretiranja,
- Nije u potpunosti zaživelo

- Modifikovano u „**DSCP**“ (*DiffServ Code Point*)

- 6 bita koja označavaju klasu saobraćaja i prioritete paketa



- **Options**

- Za potrebe testiranja i budućeg unapređenja

- **Padding**

- Proširivanje do pune reči od 32 bita

1. bajt	2. bajt	3. bajt	4. bajt
VERS	HLEN	Type of Service	Total Length
Identification		Flags	Fragment Offset
Time to Live		Protocol	Header Checksum
Source IP Address			
Destination IP Address			
Options			Padding
Data			
...			

TTL - *Time to Live*

- Na mrežnom nivou su dozvoljene petlje u fizičkoj topologiji
 - Potencijalna opasnost od „logičkih“ petlji po kojima bi paketi kružili
- TTL polje u zaglavlju
 - Dužine od 1 bajta
 - Smanjuje se za 1 u svakom ruteru na putu kroz mrežu
 - Ako TTL dostigne nulu, paket se odbacuje
- Ograničava se broj koraka paketa
 - Sprečava se eventualno beskonačno kruženje, koje može nastati usled grešaka u konfiguraciji

1. bajt		2. bajt		3. bajt		4. bajt	
VERS	HLEN	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Header Checksum			
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options						Padding	
Data							
...							

Fragmentacija IP paketa

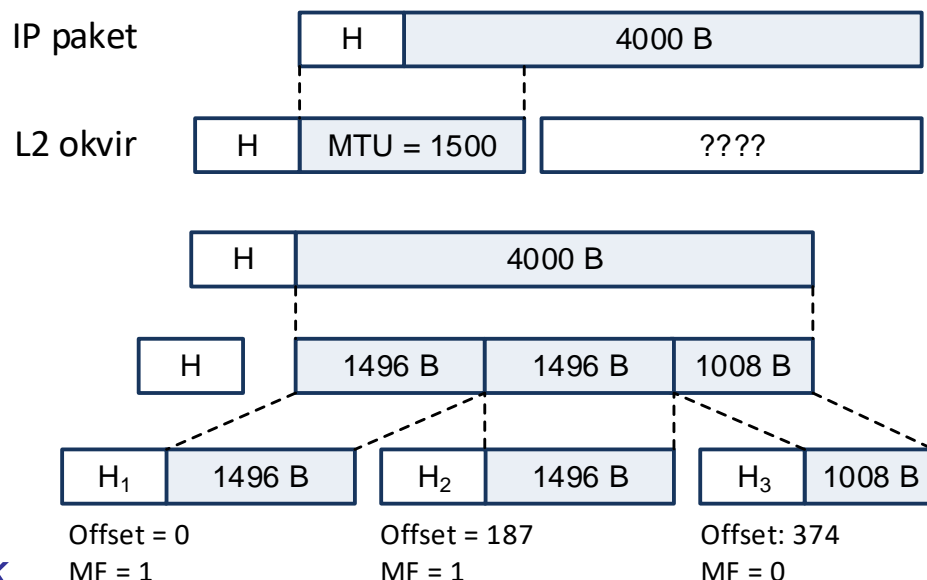
- MTU (*Maximum Transmission Unit*) na L2 nivou
 - Ograničena veličinu L2 okvira
 - Šta kada je IP paket veći od MTU i ne može da stane u okvir?
 - **Fragmentacija** - podela jednog IP paketa na više manjih IP paketa (fragmenata)
- **Identification**
 - Svaki IP paket ima jedinstveni ID od 16 bita
 - Svi fragmenti imaju isti ID – pripadaju istom originalnom IP paketu
- **Flags (Control Bits)**
 - **Flag MF – More Fragment**
 - 1 – nije poslednji fragment originalnog paketa
 - 0 – poslednji fragment originalnog paketa
 - **Flag DF – Don't Fragment**
 - 1 – zabranjuje se fragmentacija
 - 0 – dozvoljava se fragmentacija
- **Fragment Offset**
 - Relativna pozicija podataka u odnosu na podatke iz originalnog IP paketa
 - U jedinicama od 8 bajta

1. bajt		2. bajt		3. bajt		4. bajt	
VERS	HLEN	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Header Checksum			
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options						Padding	
Data							
...							

Fragmentacija IP paketa

- Proces fragmentacije

- Ako je veličine IP paketa veća od MTU na L2 nivou
- Niz bajtova podataka deli se na više delova koji su zajedno sa IP zaglavljem manji od MTU
- Dužina svakog dela mora biti umnožak od 8 bajtova, osim poslednjeg koji sadrži ostatak
- Svaki deo originalnih podataka se enkapsulira u posebne IP pakete
- *Fragment Offset* se postavlja na relativni pomeraj od početka originalnog niza podataka u jedinicama od 8 bajtova
- Setuje se MF bit za sve fragmente, osim za poslednji
- *Header Length* (HLEN), *Packet Length* i *Checksum* se preračunavaju
- Ostala polja se kopiraju iz originalnog zaglavlja, uključujući i ID
- Fragmentirani IP paket se može ponovo fragmentirati



Fragmentacija IP paketa

- *Reasembling*

- Objedinjavanje podataka svih fragmenata u originalni niz podataka iz prvobitnog IP paketa
- Sprovodi se u odredištu kada pristigne IP paket koji predstavlja fragment

- Proces reasemblinga

- Alocira se bafer određene veličine
- Startuje se tajmer – maksimalno vreme čekanja da pristignu svi fragmenti
 - Vreme može biti predefinisano, u zavisnosti od implementacije (npr. 60 sek)
 - Vreme se može prenositi u opcionim poljima IP zaglavlja
- Prikupljaju se svi IP fragmenti sa istim ID poljem i izdvajaju se pripadajući podaci
- Na osnovu polja *Fragment Offset* rekonstruiše se originalni niz podataka
- Poslednji fragment se prepoznaje po resetovanom MF flegu
- U slučaju da ne stignu svi fragmenti tokom trajanja tajmera, ili je oštećen bar jedan fragment, integralni podaci iz originalnog IP paketa se ne mogu rekonstruisati i odbacuju se u celini

Kako se prepoznaje da je IP paket fragmentiran?

Fragment offset je različit od nule

Don't Fragment fleg je različit od nule

More Fragment fleg je različit od nule

Fragment offset i More Fragment fleg
su različiti od nule

Fragment offset, Don't Fragment fleg i
More Fragment fleg su različiti od nule

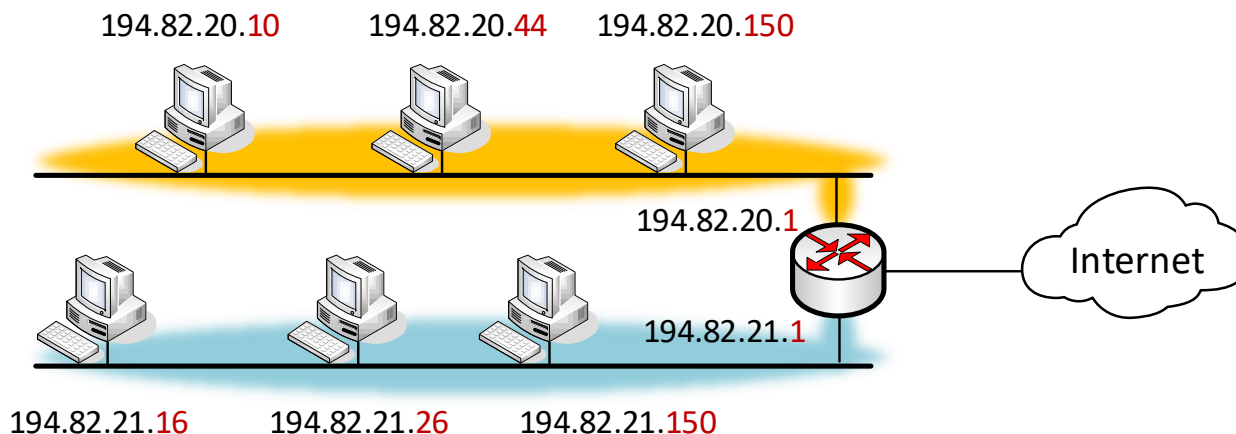
IP adrese

- IP adrese identifikuju uređaje
- U zaglavlju paketa
 - Izvorišna i odredišna IP adresa
- Dužina IP adrese - 4 bajta (32 bita)
 - Moguće adresiranje $2^{32} \sim 4.3$ milijarde uređaja

1. bajt		2. bajt		3. bajt		4. bajt	
VERS	HLEN	Type of Service		Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Header Checksum			
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options						Padding	
Data							
...							

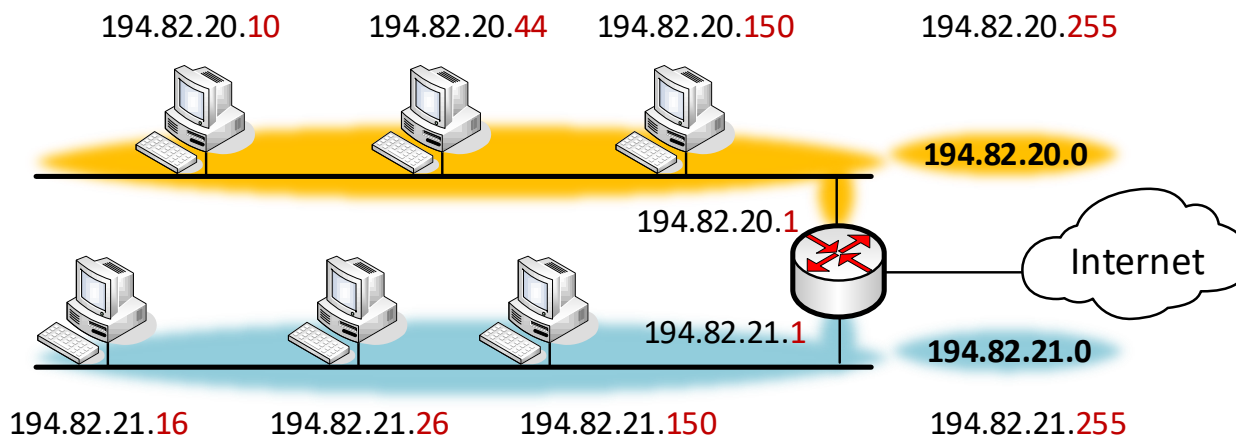
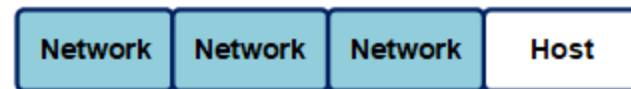
IP adrese

- Označavanje
 - „*Dotted Decimal*“ notacija - dekadni brojevi razdvojeni tačkom
 - Primeri: 147.91.11.21, 192.168.0.11...
- IP adrese uređaja na istoj LAN mreži su grupisane u zajedničku mrežnu IP adresu
 - LAN mreža na L2 nivou se mapira u IP mrežu na L3 nivou



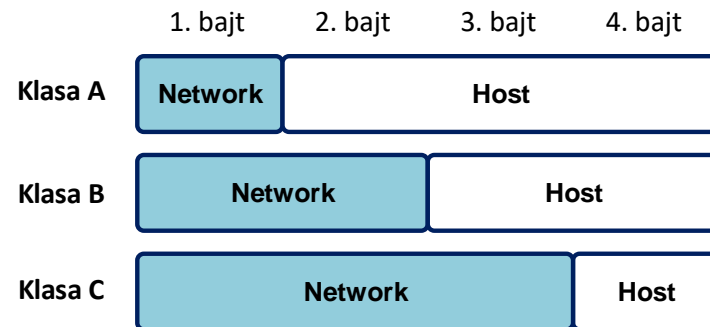
IP adrese

- Svi uređaji u jednoj mreži imaju isti „prefiks“ koji označava mrežu
- IP adresa se sastoji iz dva dela:
 - Adrese mrežne – “levi deo adrese”, „mrežni deo“
 - Adresa uređaja u mreži – “desni deo adrese”, „host deo“
- Adresa mreže – bitske nule u host delu
- Brodcast adresa – bitske jedinice u host delu
- Adresa uređaja – proizvoljne preostale vrednosti
 - Ukupno host adresa u mreži: $2^n - 2$ (n – broj bita u host delu)
 - Jedna adresa za interfejs rutera, koji takođe pripada toj mreži

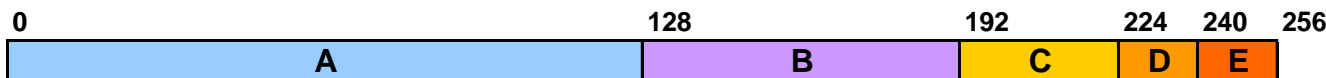


IP adresni prostor

- Adrese podeljene u klase: A, B, C, D i E
- Klase su određene početnim bitima:
 - Klase A, B i C se dodeljuju korisnicima
 - Klasa D – rezervisana za multikast
 - Klasa E – rezervisana za eksperimentalne potrebe
- **Classful** adresiranje
 - mrežni deo je određen prema klasi kojoj pripada



A	start	0	0	0	0	00000000	00000000	00000000	00000000
	end	127	255	255	255	01111111	11111111	11111111	11111111
B	start	128	0	0	0	10000000	00000000	00000000	00000000
	end	191	255	255	255	10111111	11111111	11111111	11111111
C	start	192	0	0	0	11000000	00000000	00000000	00000000
	end	223	255	255	255	11011111	11111111	11111111	11111111
D	start	224	0	0	0	11100000	00000000	00000000	00000000
	end	239	255	255	255	11101111	11111111	11111111	11111111
E	start	240	0	0	0	11110000	00000000	00000000	00000000
	end	255	255	255	255	11111111	11111111	11111111	11111111



Dodeljivanje adresa

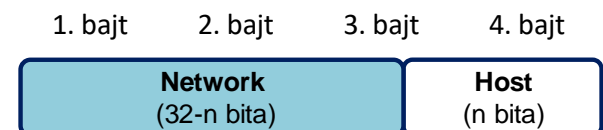
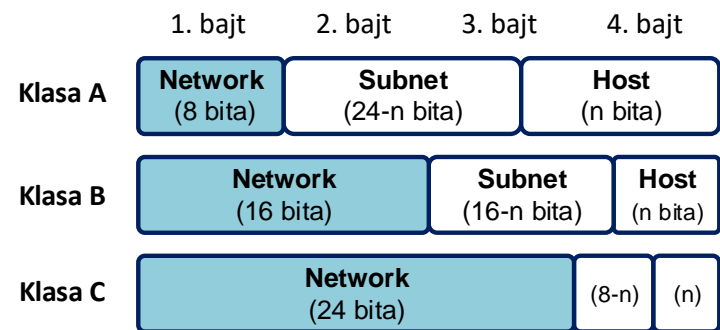
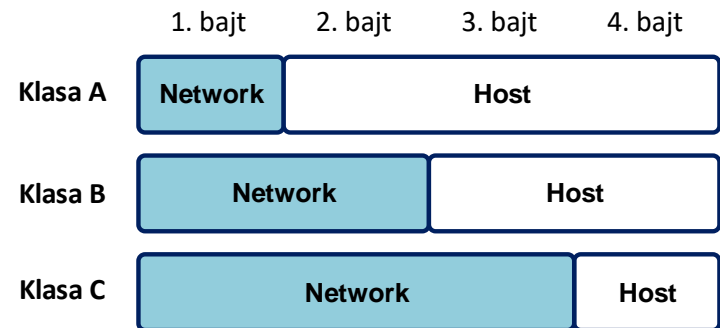
- InterNIC - *Internet Network Information Center*
 - Organizacija koja je prvobitno dodeljivala adrese
 - Više ne postoji
- IANA - *Internet Assigned Numbers Authority*
 - Nasledila InterNIC
 - Dodeljuje delove IP adresnog prostora prema regionima (kontinentima) za koje su zaduženi tzv. Regionalni Internet Registri (RIR)
- RIR registri su:
 - RIPE - *Réseaux IP Européens* (Evropa)
 - ARIN - *American Registry for Internet Numbers* (Severna Amerika)
 - APNIC – *Asia Pacific Network Informations Centre* (Azija i Pacifik)
 - LACNIC – *Latin American and Caribbean IP Address Registry* (Južna Amerika)
 - AfriNIC – *African RIR* (Afrika)

Privatne adrese

- Klase A, B i C namenjene su za korisnike na Internetu
- Pojedini mrežni opsezi su rezervisani za posebnu namenu
- Privatne adrese - izolovano korišćenje nezavisno od Interneta
 - 1 A klasa opseg **10.0.0.0 – 10.255.255.255**
 - 16 B klasa opseg **172.16.0.0 – 172.31.255.255**
 - 256 C klasa opseg **192.168.0.0 – 192.168.255.255**
- **Privatne adrese ne smeju da budu vidljive na Internetu**
 - Nisu jedinstvene
- Ostale rezervisane adrese
 - 1 A klasa opseg **0.0.0.0 - 0.255.255.255**
 - default ruta - 0.0.0.0
 - 1 A klasa opseg **127.0.0.0 - 127.255.255.255**
 - *Loopback* adresa **127.0.0.1** – lokalna predefinisana adresa na svakom uređaju

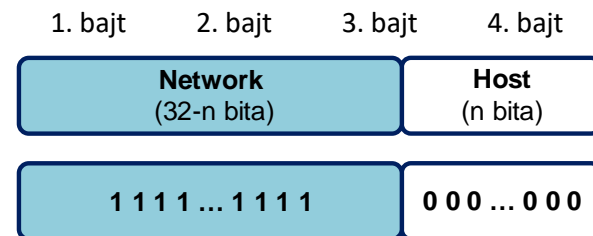
Subneting - Classless

- *Classfull* – nesrazmerni adresni prostor za mreže i hostove
 - npr. u klasi A u host delu postoji preko 16 miliona adresa
- *Subneting* - sabnetovanje
 - Deljenje na manje delove - podmreže
 - Za identifikaciju podmreže koristi se deo bita za adresiranje hostova
 - Unosi se dodatni hijerarhijski nivo
- Host deo
 - Minimalni broj hostova u mreži je 2
 - Minimalni broj bita za hostove je 2 ($2^n - 2$, $n=2$)
 - 00 za adresiranje IP mreže
 - 11 za *broadcast* adresu u mreži
 - 01 i 10 za dva hosta
- Izjednačava se pojam „podmreža“ i „mreža“
 - Nezavisno od klase – **Classless**
 - Kako označiti granicu između mrežnog dela i host dela?



Maska

- Maska
 - Deli adresu na mrežni deo i host deo
 - 32 bita (4 bajta) sa vodećim jedinicama
- Notacija u dva oblika:
 - *Dotted Decimal* notacija
 - U formi IP adrese, npr. “**255.255.255.0**”
 - *Prefix* notacija
 - „/n“ - n je broj jedinica u masci, npr. “/24”
- IP adresa hosta bez maske
 - Jedinstvena IP adresa hosta
- IP adresa hosta sa maskom
 - Jedinstvena IP adresa hosta sa informacijom o mreži kojoj pripada
- Adresa mreže se dobija bitskom operacijom AND primenjenom na IP adresu i masku



Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties

General

You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.

☐ Obtain an IP address automatically

☒ Use the following IP address:

IP address: 172 . 16 . 7 . 210

Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0

Default gateway: 172 . 16 . 7 . 1

☐ Obtain DNS server address automatically

☒ Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server: 172 . 16 . 0 . 103

Alternative DNS server: . . .

☐ Validate settings upon exit

Advanced...

OK Cancel

Maska u *Dotted Decimal* notaciji

Konverzija između *Prefix* i *Dotted decimal* notacije:

- Podeliti masku u oktete (bajtove)
- *Subnet's Interesting Octet* – bajt od interesa
 - Poslednji bajt maske koji sadrži jedinice
- Konverzija poslednjeg bajta od interesa:
 - Binarno-decimalna konverzija
 - Vodeće jedinice se pretvaraju u eksponente dvojke
 - Nepraktično...
 - ***Magic Number* – razlika do 256**
 - n – broj pratećih nula
 - 2^n – veličina podmreže
 - $256 - 2^n$ – dekadna vrednost bajta
- Primer: maska dužine 29 bita ("/29")
 - 8+8+5 jedinica i 3+8 preostalih nule
 - $11111000 = 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 = 248$
 - 3 nule - *magic number*: $2^3 = 8$
 - $256 - 8 = 248$
 - maska: 255.255.248.0

1 1 1 1 ... 1 1 1 1				0 0 0 ... 0 0 0
11111111	11111111	11111	000	00000000
255	255	248	0	

Dec	Binarno	Razlika do 256
0	00000000	-
128	10000000	128
192	11000000	64
224	11100000	32
240	11110000	16
248	11111000	8
252	11111100	4
254	11111110	2
255	11111111	-

Analiza IP adresa

- Primer: maska na granici bajtova (8, 16, 24)
 - adresa i maska: 147.91.9.121/ 24
 - host adresa: 147.91.9.121
 - maska: 255.255.255.0
 - adresa podmreže: 147.91.9.0
 - opseg podmreže: 147.91.9.0 - 147.91.9.255
 - brodkast adresa: 147.91.9.255
 - prva host adresa: 147.91.9.1
 - poslednja host adresa: 147.91.9.254

Host	147	91	9	121	10010011	01011011	00001001	01111001
Mask	255	255	255	0	11111111	11111111	11111111	00000000
Subnet	147	91	9	0	10010011	01011011	00001001	00000000
first address	147	91	9	1	10010011	01011011	00001001	00000001
last address	147	91	9	254	10010011	01011011	00001001	11111110
broadcast	147	91	9	255	10010011	01011011	00001001	11111111

Analiza IP adresa

- Primer: maska unutar 4. bajta
 - adresa i maska: 147.91.11.178/ 25
 - host adresa: 147.91.11.178
 - maska: 255.255.255.128
 - adresa pod mreže: 147.91.11.128
 - opseg pod mreže: 147.91.11.128 - 147.91.11.255
 - brodkast adresa: 147.91.11.255
 - prva host adresa: 147.91.11.129
 - poslednja host adresa: 147.91.9.254

Host	147	91	11	178	10010011	01011011	00001011	10110010
Mask	255	255	255	128	11111111	11111111	11111111	10000000
Subnet	147	91	11	128	10010011	01011011	00001011	10000000
first address	147	91	11	129	10010011	01011011	00001011	10000001
last address	147	91	11	254	10010011	01011011	00001011	11111110
broadcast	147	91	11	255	10010011	01011011	00001011	11111111

Analiza IP adresa

- Primer: maska unutar 3. bajta
 - adresa i maska: 130.4.102.1/22
 - host adresa: 130.4.102.1
 - maska: 255.255.252.0
 - adresa pod mreže: 130.4.100.0
 - opseg pod mreže: 130.4.100.0 - 130.4.103.254
 - brodkast adresa: 130.4.103.255
 - prva host adresa: 130.4.100.1
 - poslednja host adresa: 130.4.103.254

Host	130	4	102	1	10000010	00000100	01100110	00000001
Mask	255	255	252	0	11111111	11111111	11111100	00000000
Subnet	130	4	100	0	10000010	00000100	01100100	00000000
first address	130	4	100	1	10000010	00000100	01100100	00000001
last address	130	4	103	254	10000010	00000100	01100111	11111110
broadcast	130	4	103	255	10000010	00000100	01100111	11111111

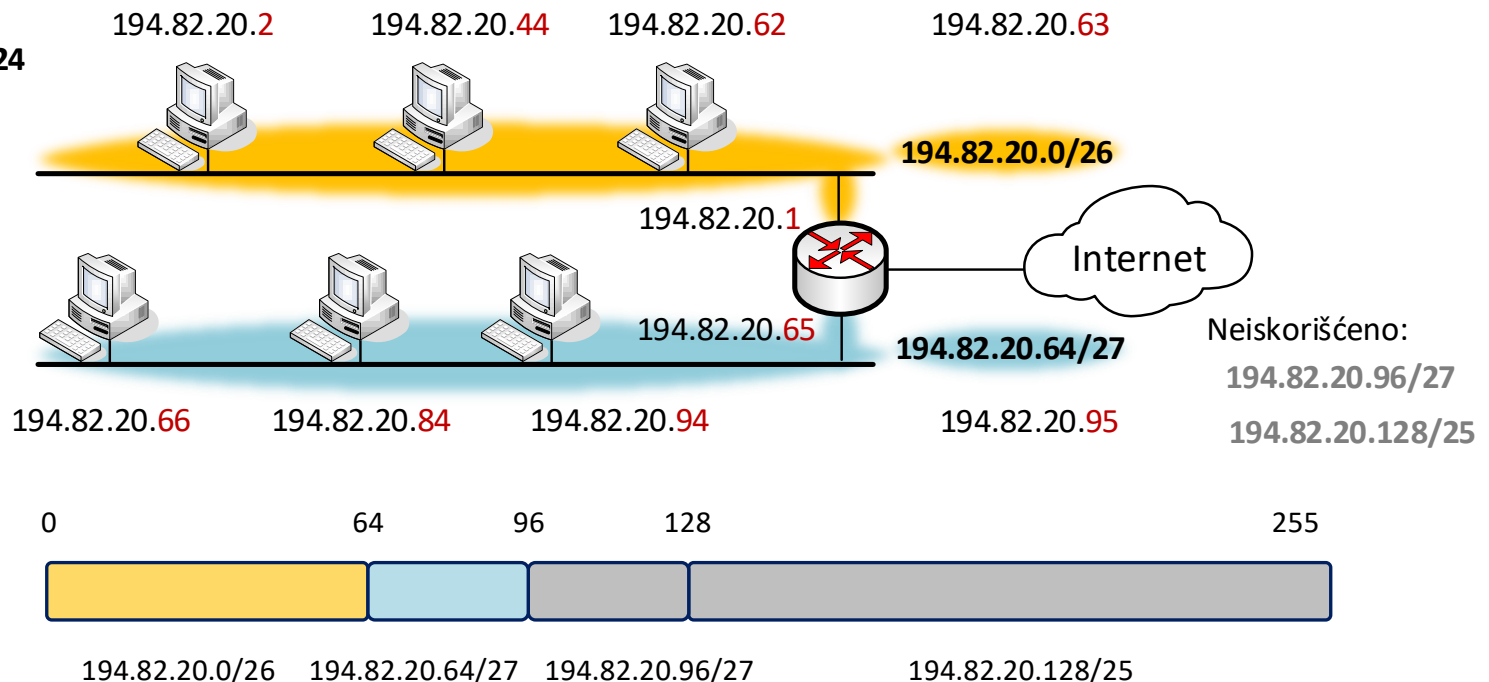
Analiza IP adresa

- Alternativa bitskom računanju – sagledavanje adresnog opsega
- Primer: adresa 130.4.102.1/22
 - Granica maske u 3. bajtu
 - *Magic number*: 4
 - Deo adresnog prostora sa maskom „/22“ u trećem bajtu (multiplikatori *magic number*-a):
 - 0, 4, 8, 12, ... 96, **100**, 104, 108, ..., 248, 252
 - Host adresa pripada opsegu od 100 do 104 - mreža **130.4.100.0/22**
 - Prva raspoloživa host adresa:
 - **130.4.100.1**
 - Brodkast adresa - sve jedinice u host delu, poslednja adresa u mreži, za jedan manja od naredne mrežne adrese (130.4.104.0/22):
 - **130.4.103.255**
 - Poslednja raspoloživa host adresa: za 1 manja od brodkast adrese
 - **130.4.103.254**

VLSM

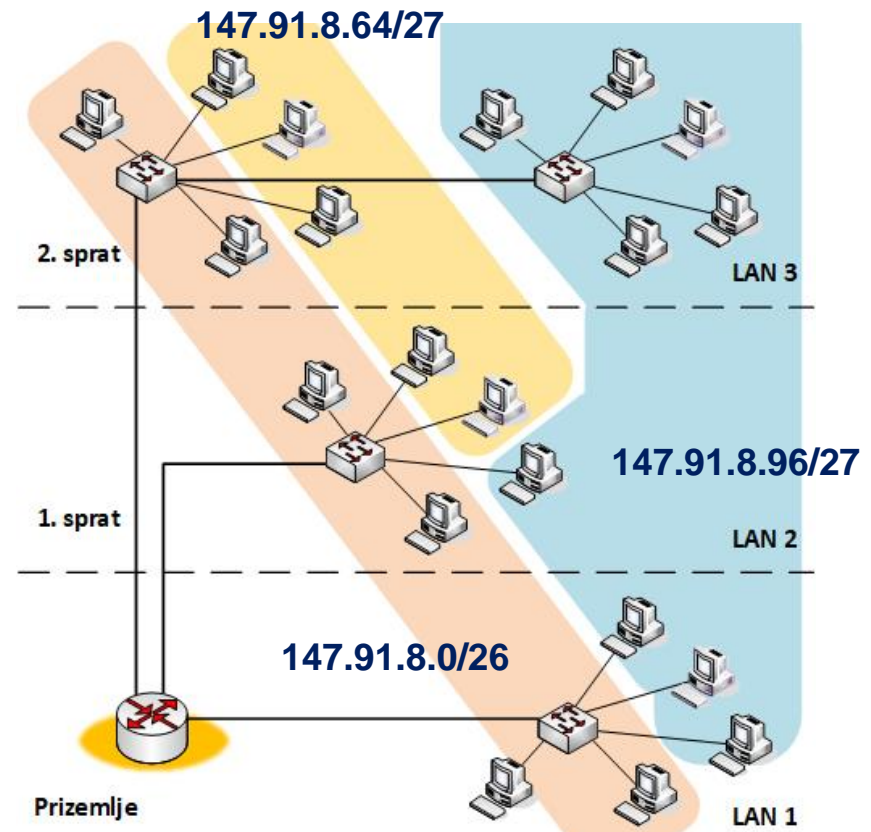
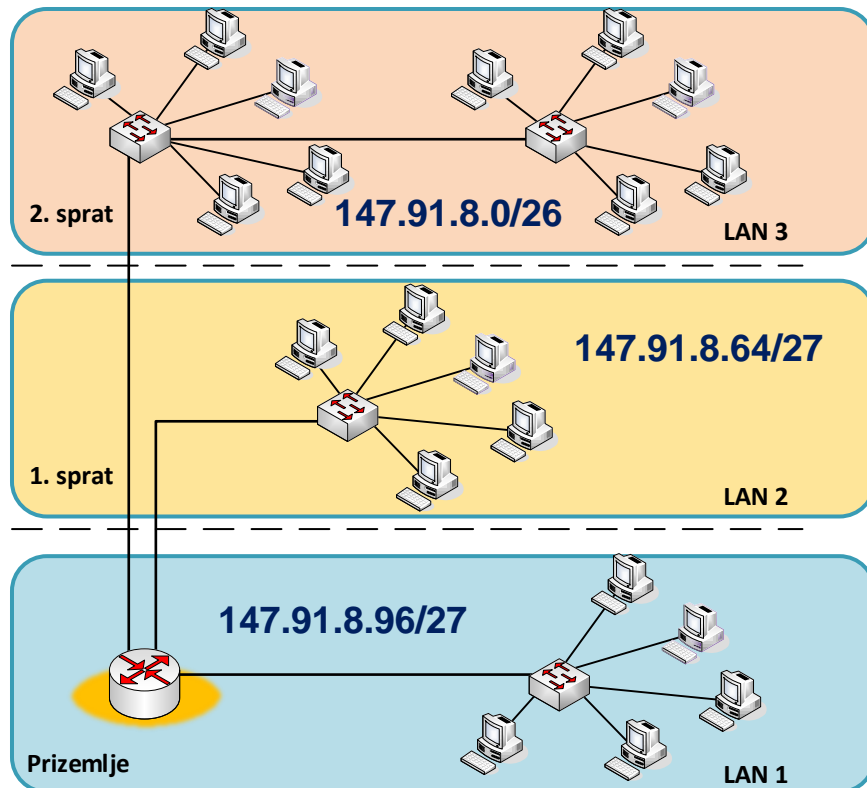
- **VLSM – Variable Length Subnet Mask**
 - Korišćenje maski različitih dužina u jednoj mreži
- Prednosti:
 - Efikasnije korišćenje adresnog prostora
 - Fleksibilnija preraspodela adresa
 - Skalabilan rast mreže i dodavanje novih adresa

Mreža:
194.82.20.0/24



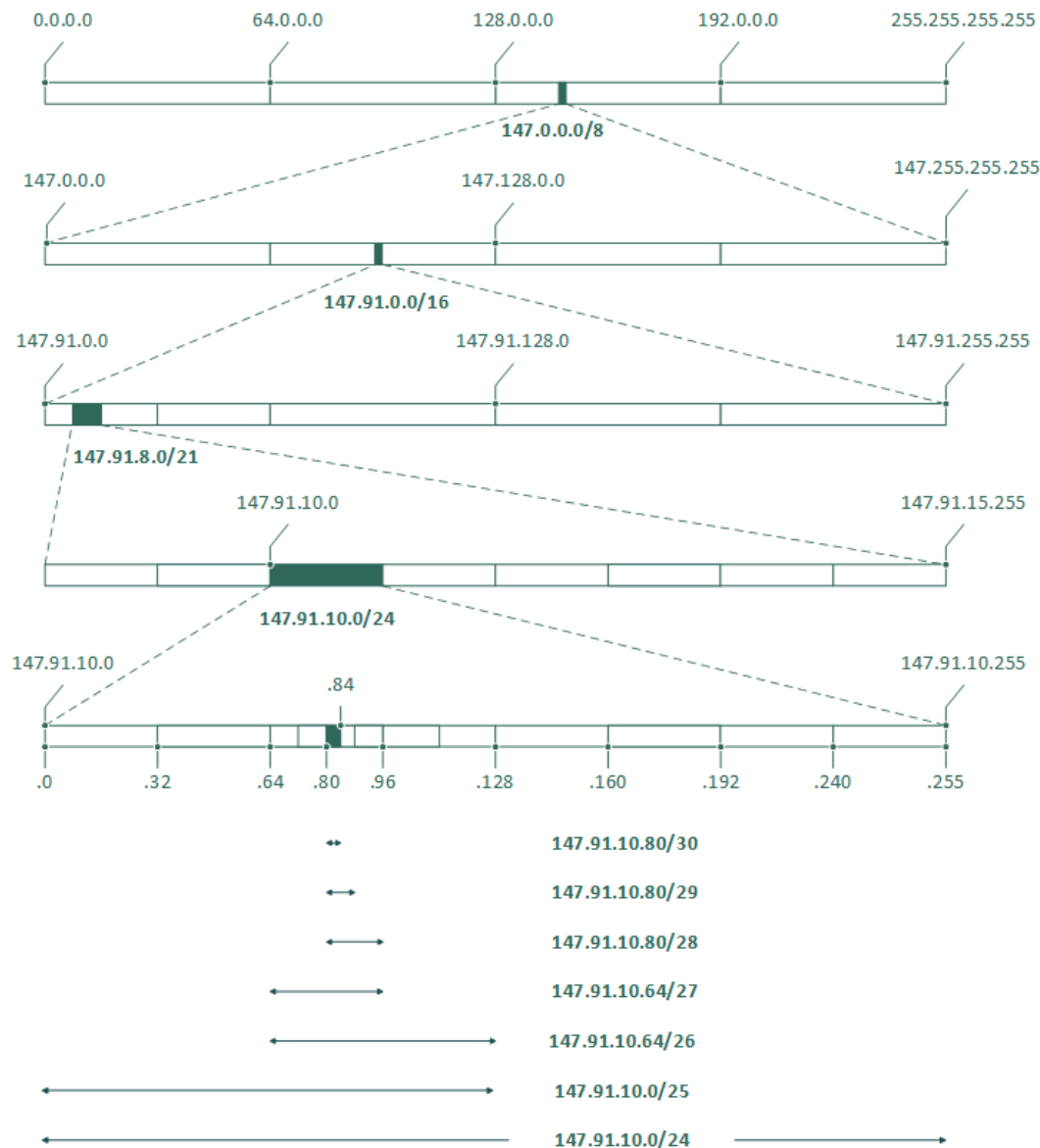
Jedan segment – Jedna IP mreža

- Segment – jedna IP mreža
 - LAN, VLAN, *point-to-point* linkovi...
 - Jedan brodkast domen
- Dodela mrežnih adresa prema potrebi – sa različitim maskama



Hijerarhija adresnog prostora

- AMRES –
Akademska mreža Srbije
 - Univerzitet u Beogradu
147.91.0.0/16
 - Elektrotehnički fakultet
147.91.8.0/21







Adresni prostor AMRES-a

- AMRES – Akademske Mreža Srbije




- 147.91.0.0/16,
91.187.128.0/19
- 160.99.0.0/16
(Univerzitet u Nišu)

147.91.0.0/21	 RCUB - Racunarski centar Univerziteta u Beogradu
147.91.8.0/21	 ETF - Elektrotehnicki fakultet
147.91.19.0/24	 AF - Arhitektonski Fakultet
147.91.20.0/22	 GRF - Građevinski fakultet
147.91.24.0/22	 MAS - Mašinski fakultet
147.91.28.0/22	 VINCA - Institut za nuklearne nauke "Vinča"
147.91.32.0/22	 VINCA - Institut za nuklearne nauke "Vinča"
147.91.40.0/21	 TMF - Tehnološko-metalurški fakultet
147.91.48.0/21	 IMP - Institut
147.91.64.0/22	 MAT - Matematički fakultet

.....

147.91.230.64/26	 BFBOT - Botanička bašta
147.91.230.112/28	 BFBOT-PMF - Botanička bašta (zgrada PMF-a)
147.91.231.0/24	 DIF - Fakultet za fizičku kulturu
147.91.232.0/23	 SF - Saobraćajni fakultet

.....

147.91.246.0/24	 NBS - Narodna biblioteka Srbije
147.91.248.0/24	 UNLIB - Univerzitetska biblioteka "Svetozar Marković"
147.91.250.0/24	 VET - Fakultet veterinarske medicine

Agregacija mreža

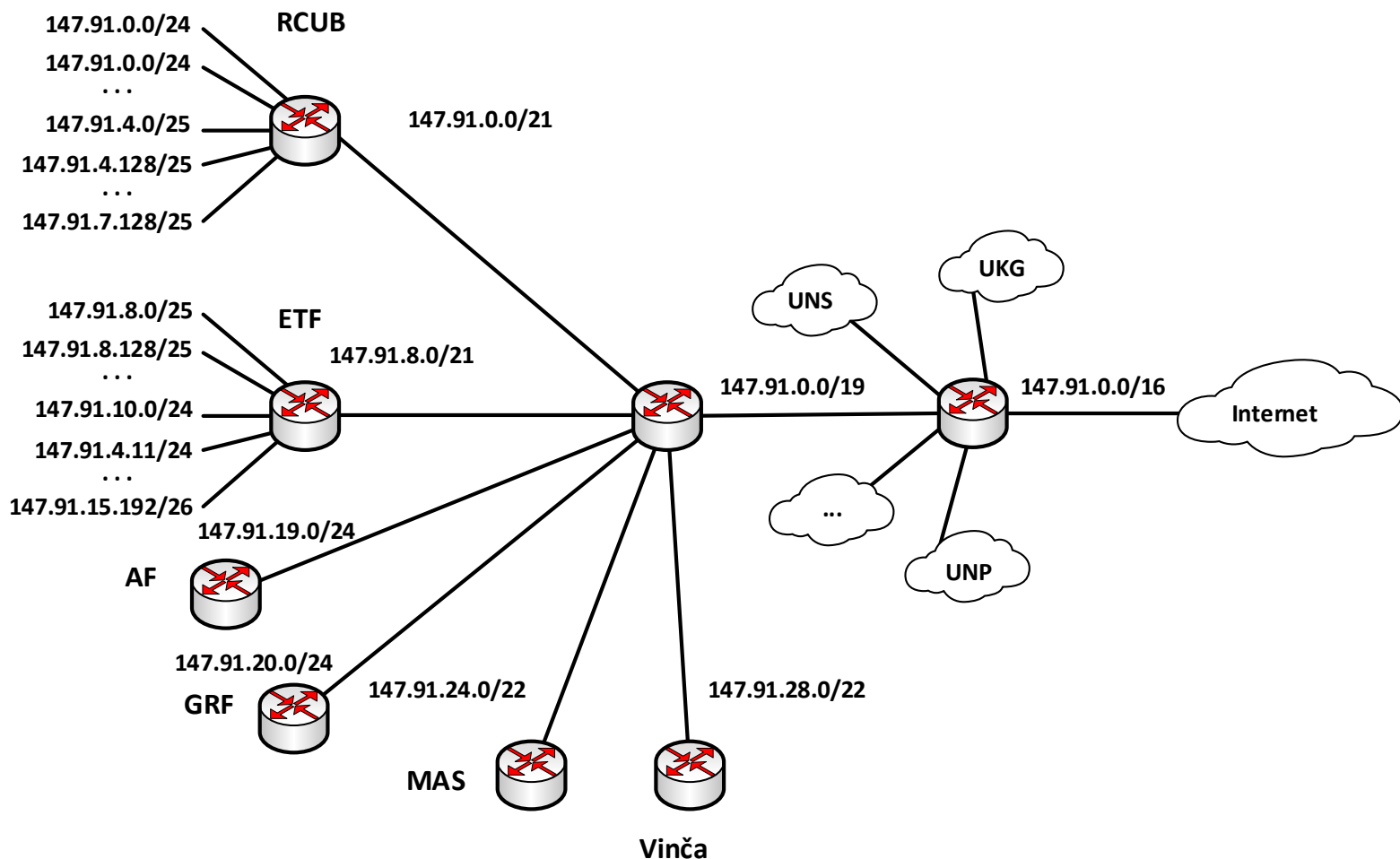
- *Supernetting* – agregacija (spajanje) više susednih podmreža u jednu veću podmrežu
- Primer:
 - 8 mreža: od 172.24.0.0/16 do 172.31.0.0 /16
 - zajednički biti: 8 bita u prvom oktetu i 5 bita u drugom
 - supernet 172.24.0.0 /13
 - adresa: 10101100.00011000.00000000.00000000
 - maska: 11111111.11111000.00000000.00000000

	Mreža	1. bajt	2. bajt
1	172.24.0.0/16	10101100	00011000
2	172.25.0.0/16	10101100	00011001
3	172.26.0.0/16	10101100	00011010
4	172.27.0.0/16	10101100	00011011
5	172.28.0.0/16	10101100	00011100
6	172.29.0.0/16	10101100	00011101
7	172.30.0.0/16	10101100	00011110
8	172.31.0.0/16	10101100	00011111

172.24.0.0/13	10101100	00011000
---------------	----------	----------

Agregacija mreža

- Agregacija (sumarizacija) adresa mreža u ruterima (rute)
 - Manje IP mreže se u ostatku mreže vide sa agregiranim mrežnom adresom



Agregacija mreža

- Eksponencijalni rast broja hostova na Internetu
- Bez agregacije, Internet ruteri bi odavno bili prezasićeni
 - *Classfull*: $A = 126$ mreža, $B \approx 16.000$ mreža, $C \approx 2.000.000$ mreža
 - *Classless*: Broj svih podmreža neuporedivo veći
- Da bi se mreže agregirale, moraju da budu susedne i da se uklapaju u isti adresni blok koji se može opisati jedinstvenom adresom i maskom
- Adresiranje u mreži – vezano i za topologiju povezivanja
 - Mrežne adrese koje mogu da se agregiraju, treba koristiti u bliskim delovima mrežne infrastrukture
 - Primer:
 - Hijerarhijski podeljena mreža na regione, gradove i lokacija
 - Viši hijerarhijski nivo agregira podmreže na nižem nivou
- Internetu – preko 800.000 agregiranih mreža

Adresni prostor AMRES-a

- Vinča – dva susedna bloka od po 4 “C klase”
 - 147.91.28.0/22
 - 147.91.32.0/22
- Da li se može agregirati u jednu podmrežu?
 - Maska bi bila /21
 - 147.91.28.0/21 ?
 - Dobija se 147.91.24.0/21
što daje opseg od 147.91.24.0 do 147.91.31.255



Host	147	91	28	0	10010011	01011011	00011100	00000000
Mask	255	255	252	0	11111111	11111111	11111100	00000000
Host	147	91	32	0	10010011	01011011	00100000	00000000
Mask	255	255	252	0	11111111	11111111	11111100	00000000

Host	147	91	28	0	10010011	01011011	00011100	00000000
Mask	255	255	248	0	11111111	11111111	11111000	00000000

Literatura

- Wendell Odom
„CCNA - Cisco official exam certification guide“
Cisco Press
- James Kurose, Keith Ross
„Computer Network - A Top-Down Approach“
- James Kurose, Keith Ross
„Umrežavanje računara: Od vrha ka dnu“
prevod 7. izdanja
CET

