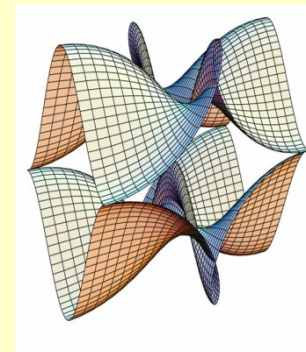




Sveučilište u Zagrebu  
PMF – Matematički odsjek

MREŽE RAČUNALA  
Predavanja 2022/2023



# Poglavlje 13: Adrese za internet protokol-IP

Sastavili: Luka Grubišić i Robert Manger; Prilagodio: Z. Bujanović  
03.11.2014

# Adrese za virtualnu mrežu

- IP adresiranje stvara dojam velike homogene mreže s jedinstvenom uslugom.
- Virtualnu mrežu možemo realizirati isključivo ukoliko svi čvorovi koriste jedinstven sistem adresiranja.
- Sistem adresiranja u virtualnoj mreži mora biti neovisan o fizičkim adresama.
- Rezultat je da dvije aplikacije ili dva korisnika izmjenjuju poruke bez znanja fizičkih adresa.
- Informaciju o fizičkim adresama trebaju samo niži slojevi protokola.

# Adresiranje u IP protokolu

- Adresiranje u stogu protokola TCP/IP je određeno *Internet protokolom IP*.
- Svaki čvor u mreži ima 32-bitni broj koji se naziva *Internet Protocol address* ili skraćeno IP adresa.
- Svaki paket koji se šalje kroz virtualnu mrežu u zaglavlju ima IP adresu polaznog i dolaznog čvora.
- Sva komunikacija se odvija jedino korištenjem IP adresa.

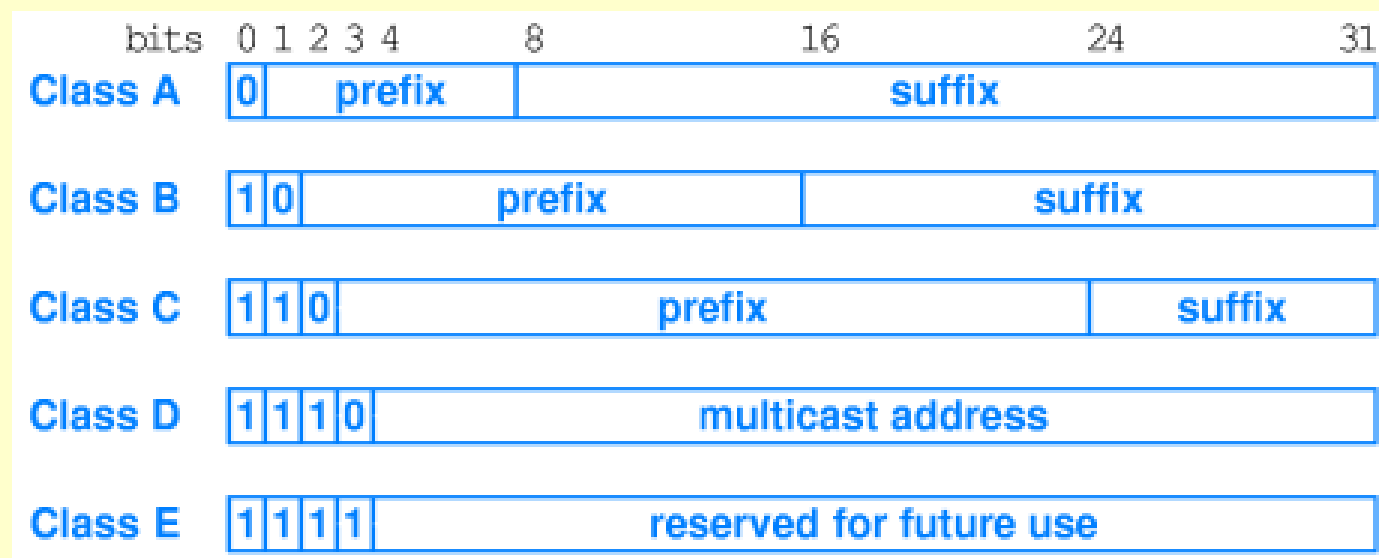
# Hijerarhija adresa u IP protokolu

- 32-bitna IP adresa se dijeli na **prefiks** i **sufiks**.
- **Prefiks** ili adresa mreže identificira fizičku mrežu u kojoj se čvor nalazi.
- **Sufiks** označava pojedinačni čvor u mreži.
- Nikoje dvije fizičke mreže ne mogu imati istu mrežnu adresu i nikoja dva čvora u fizičkoj mreži ne mogu imati isti sufiks.
- Hijerarhija IP adresa olakšava usmjeravanje:
  - Svaki čvor ima jedinstvenu IP adresu (**prefiks**, **sufiks**)
  - Administriranje mrežnih adresa je globalno, a sufiksa lokalno.

# Klase IP adresa

- Problem: Kako podijeliti 32 bita na prefiks i sufiks?
- Preveliki prefiks ograničava veličinu fizičkih mreža.
- Preveliki sufiks ograničava njihov broj.
- Izgraditi poseban internet za velike, a poseban za male korisnike?
- Kompromis: Prva 4 bita adrese određuju klasu IP adrese. Postoji 5 klasa, tri primarne i dvije sekundarne.

# Klase IP adresa (2)



- Klase A, B, C su primarne klase i koriste se za adresiranje čvorova.
- Klasa D se koristi za multicasting (skup čvorova dijeli multicast adresu, svaki dobiva kopiju svakog paketa poslanog na multicast adresu).

# Decimalna notacija

- 32-bitni brojevi se zapisuju u ljudima čitljivijem formatu tako da se pojedini okteti zapišu decimalno i odijele točkom.
- 0 se pojavljuje kada su svi bitovi u oktetu 0, dok je 255 najveća vrijednost i označava 8 jedinica.

32-bit Binary Number				Equivalent Dotted Decimal
10000001	00110100	00000110	00000000	129 . 52 . 6 . 0
11000000	00000101	00110000	00000011	192 . 5 . 48 . 3
00001010	00000010	00000000	00100101	10 . 2 . 0 . 37
10000000	00001010	00000010	00000011	128 . 10 . 2 . 3
10000000	10000000	11111111	00000000	128 . 128 . 255 . 0

# Dijeljenje adresnog prostora

- Decimalna notacija ne omogućava lako očitavanje tipa mreže. Tipovi se prepoznaju po rasponima vrijednosti prvog okteta, prema prvoj tabeli dolje.
- Klase IP adresa ne koriste jednak broj bitova za prikaz adrese. Npr. prvi bit u IP adresi klase A mora biti 0. Broj mreža odnosno računala po mreži ovisno o klasi vidi se u drugoj tabeli dolje.

Class	Range of Values
A	0 through 127
B	128 through 191
C	192 through 223
D	224 through 239
E	240 through 255

Address Class	Bits In Prefix	Maximum Number of Networks	Bits In Suffix	Maximum Number Of Hosts Per Network
A	7	128	24	16777216
B	14	16384	16	65536
C	21	2097152	8	256

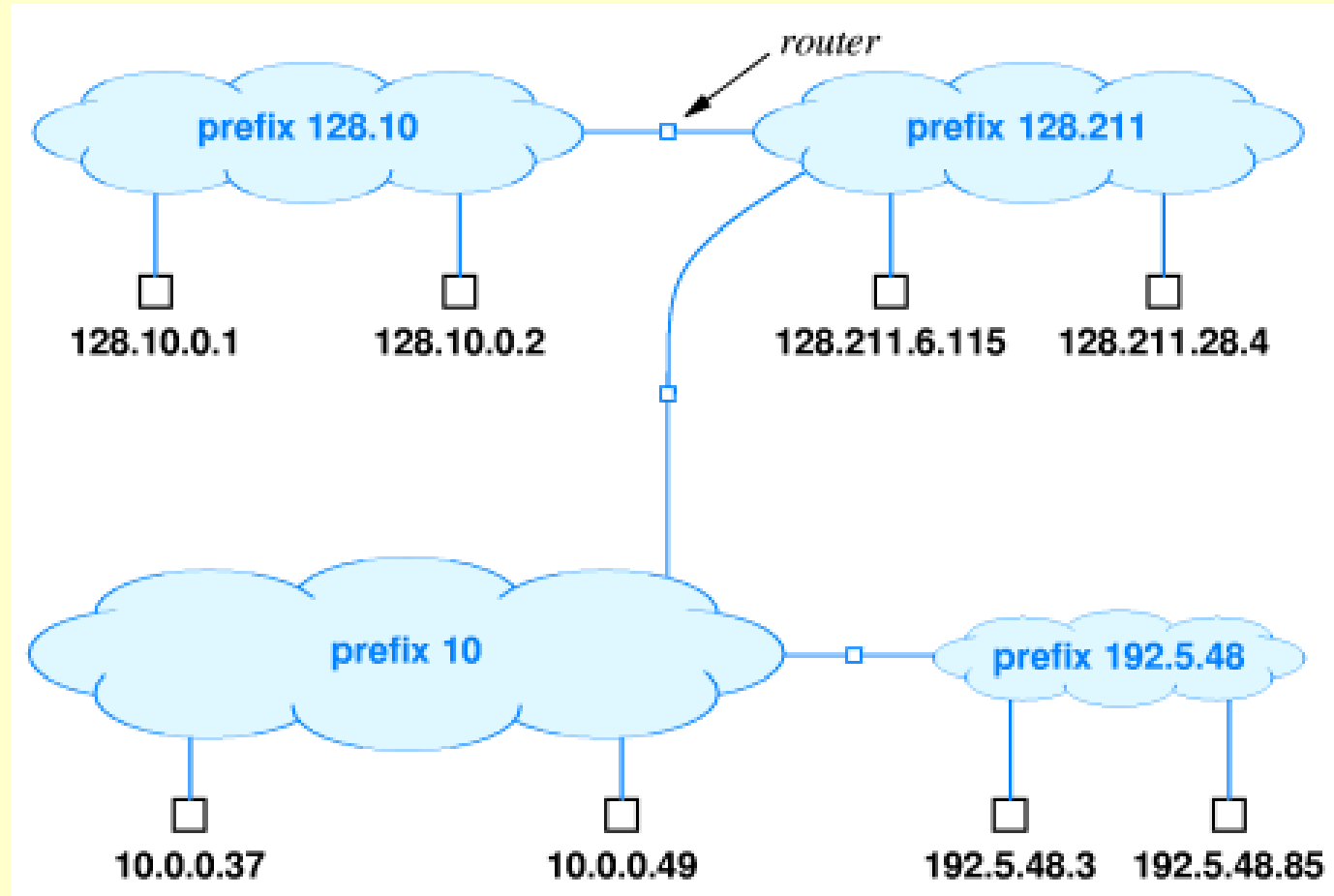


# Jedinstvena dodjela IP adresa (1)

- Adresiranje unutar Interneta mora biti jedinstveno.
- Adresa mreže se dobiva u koordinaciji s centralnom međunarodnom agencijom za upravljanje mrežom (*IANA - International Assigned Number Authority*).
- Prefiks adrese se dobiva od lokalnog administratora u kompaniji koja pruža uslugu pristupa Internetu, poznatijom kao ISP (*Internet Service Provider*).

# Jedinstvena dodjela IP adresa (2)

- Heterogena mreža od 4 pod mreže.
- Projektant dodjeljuje prefikse mrežama prema procjeni mogućeg broja čvorova.
- Najčešće su adrese tipa B i C!
- Sufiksi se mogu proizvoljno dodjeljivati.



# Adresne maske i adresiranje podmreža

- Klase IP adresa predstavljale su veliko fizičko ograničenje rastu interneta i ta shema je napuštena.
- Nova apstrakcija: Uvođenje pojma **podmrežnog adresiranja** (*subnet addressing*) i pojma **besklasnog adresiranja** (*classless addressing*).
- Dijeljenje na prefiks i sufiks može se realizirati na proizvoljnom mjestu.
- Zamislimo mrežu s 9 čvorova. Klasa C ima mjesta za 256 sufiksa. ISP može za ovakve mreže koristiti prefikse s 28 bitova (14 sufiksa).

# CIDR notacija za adresiranje (1)

- IP adresa  $A$  se dijeli na sufiks i prefiks pomoću adresne maske  $M$ .
- Adresna maska  $M$  je dodatni 32-bitni broj.
- Par  $(A, M)$  se zapisuje u CIDR notaciji kao npr. 128.10.2.3/16.
- Besklasna adresa je uređeni par  $(A, M)$ , a prefiks mreže se računa po formuli  **$PR. = (A \& M)$** .
- U decimalnoj notaciji za donji primjer imamo masku 255.255.0.0 koja daje prefiks 128.10.0.0.

10000000	00001010	00000010	00000011
11111111	11111111	00000000	00000000

# CIDR notacija za adresiranje (2)

- Skraćenica za *Classless Inter-Domain Routing*.
- Adresa 128.10.2.3 je primjer adrese klase B.
- U klasnoj notaciji ISP može ovu adresu dodijeliti jednom korisniku koji u svojoj mreži može imati  $2^{16}$  čvorova.
- Korištenjem CIDR notacije ISP može za veliku mušteriju dodijeliti ekvivalentnu CIDR adresu 128.10.2.3/16.
- Alternativno, ISP može dodijeliti dva prefiksa 128.10.2.16/28 i 128.10.2.32/28 za manje mušterije (maksimalno 14 čvorova, zašto?).

# Rezervirane IP adrese (1)

- Za masku /28 ili decimalno 255.255.255.240, korisnik ima 4 bita za dodjeljivanje lokalnih adresa. Decimalno je to 128.10.2.16 do 128.10.2.31.
- To bi bilo maksimalno 16 sufiksa.
- No, adrese 128.10.2.16 i 128.10.2.31 su rezervirane.
  - Adresa mreže 128.10.2.16/28 je 128.10.2.16 i ona se ne bi smjela pojavljivati kao adresa čvora.
  - Adresa 128.10.2.31/28 (odgovara sufiksu u kojem se binarno pojavljuju sve jedinice) je *broadcast adresa*.

# Rezervirane IP adrese (2)

- Paket koji izvana dođe na broadcast adresu mreže bit će dostavljen svim čvorovima u toj mreži.
- Slično se ponaša i paket koji je odaslan na multicast adresu.
- Pored ovih adresa, rezervirana je i takozvana *loopback* adresa koja služi programerima za testiranje softvera koji koristi TCP/IP protokol.
- Loopback adrese imaju mrežni prefiks 127/8. Omiljena loopback adresa je 127.0.0.1.

# Rezervirane IP adrese (3)

- Adresa 255.255.255.255 je takozvana *limited broadcast adresa* koristi se za lokalno slanje paketa kroz cijelu lokalnu mrežu (prilikom starta mreže).
- Rezervirane IP adrese sažeto su prikazane u sljedećoj tabeli.

Prefix	Suffix	Type Of Address	Purpose
all-0s network	all-0s	this computer network	used during bootstrap identifies a network
network	all-1s	directed broadcast	broadcast on specified net
all-1s	all-1s	limited broadcast	broadcast on local net
127	any	loopback	testing



# Usmjernici i IP adresiranje (1)

- Svaki usmjernik po TCP/IP protokolu ima svoju IP adresu.
- Štoviše, svaki usmjernik ima barem dvije pridružene IP adrese, budući da je:
  - usmjernik čvor u više fizičkih mreža,
  - svaka IP adresa ima prefiks koji označava fizičku mrežu.
- IP adresa ne označava računalo (*host*), nego spoj između računala i mreže.
- Računala, kao i usmjernici, mogu isto imati vezu s nekoliko mreža. Princip *multi-homed host* povećava robustnost i performanse mreže.

# Usmjernici i IP adresiranje (2)

- Na slici se vidi primjer koji pokazuje IP adrese pridružene dvama usmjernicima koji povezuju tri mreže.

