

# Uvod u računarske sisteme

## Odabrana poglavlja iz računarskih mreža

*Nemanja Maček*

- Uvodne napomene
- ISO OSI referentni model
- TCP/IP skup protokola
- IP adresiranje
- Podmrežavanje
- Broj porta
- DNS i DHCP

# Šta je računarska mreža?

---

- **Računarska mreža** je skup međusobno povezanih računara visokog stepena autonomije.
- Šta ovo u prevodu znači?
  - Računari mogu da funkcionišu samostalno ukoliko nisu umreženi.
  - Jedino čega se korisnik računara odriče jesu **mrežne funkcije operativnog sistema**.
- Primer:
  - Ukoliko računar isključite sa mreže, moćićete da koristite tekst procesor ili program za obradu slika.
  - Ali:
    - Vaše dokumente nećete moći da prenesete na drugi računar (ako izuzmete mogućnost kopiranja na fleš).
    - Nemate pristup e-pošti.
    - Nemate pristup Webu.
    - ...

# Koje su prednosti mreža?

---

- Zajedničko korišćenje i jednostavna razmena informacija.
  - Deljenje datoteka
  - E-pošta
  - Web
  - ...
- Zajedničko korišćenje hardvera.
- Zajedničko korišćenje softvera.
- Centralizovana administracija.

# Vrste računarskih mreža: mreže ravnopravnih računara

---

- Jednostavne mreže koje se najčešće koriste kako bi korisnici mogli da dele i zajednički koriste datoteke i štampače preko mreže.
- Često se nazivaju i **radne grupe** (*workgroup*).
  - Asocira na malu grupu ljudi.
  - Sastoje se od malog broja povezanih računara (od pet do dvadeset).
- U ovakvim mrežama **nema namenskih servera**.
- Računari su **ravnopravni** (ne postoji hijerarhija).
- Ne postoji administrator koji je odgovoran za celu mrežu.
  - Svaki korisnik određuje koje će podatke i uređaje i u kojoj meri deliti sa ostalima.

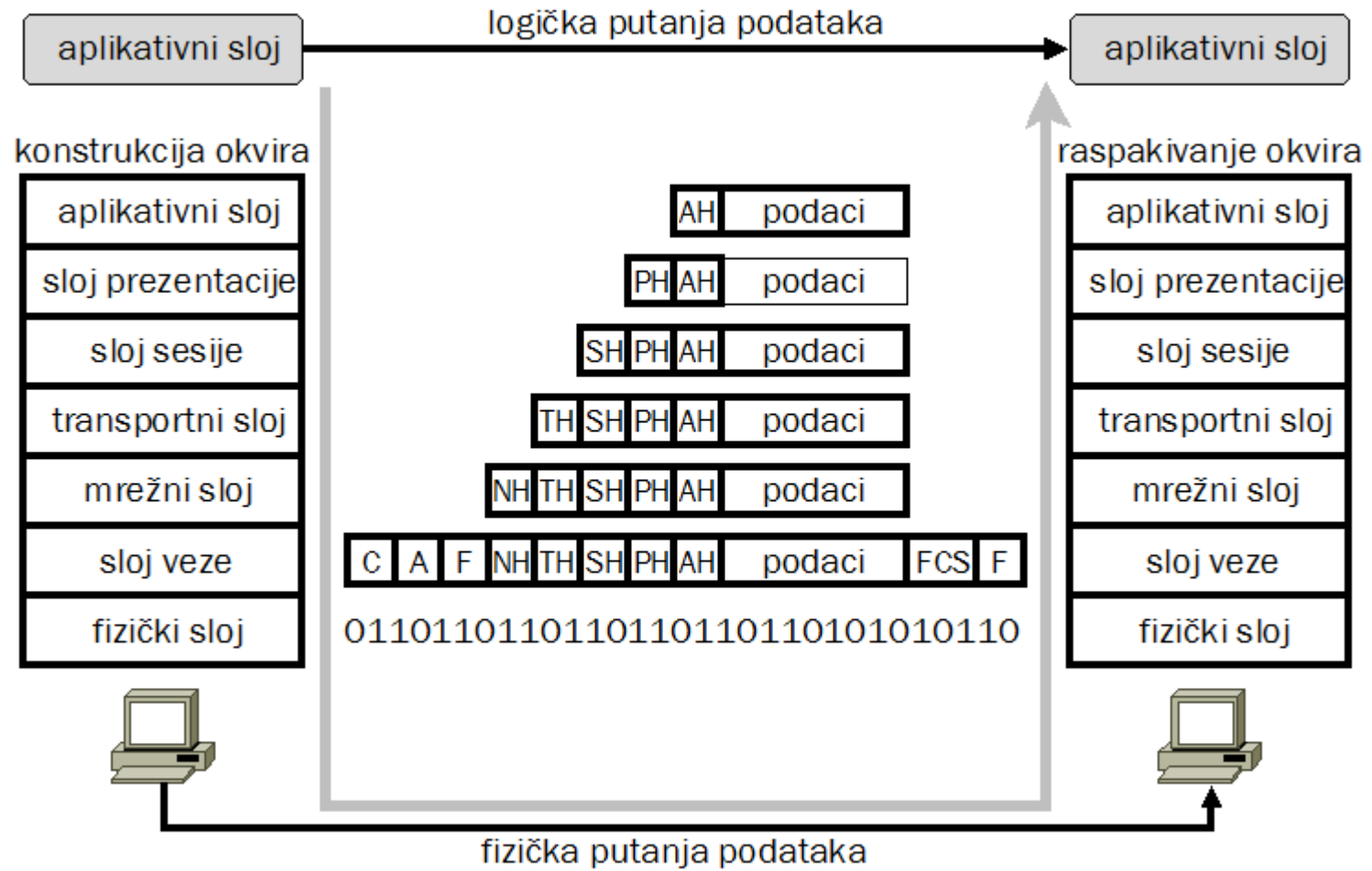
# Vrste računarskih mreža: klijent-server mreže

---

- **Namenski server** (*dedicated server*) je računar koji radi samo u ulozi servera.
  - Ne koristi se kao klijent ili radna stanica.
  - Optimizovan je za brzo opsluživanje velikog broja zahteva klijenata iz mreže.
- Glavna razlika između servera i radnih stanica je softver koji se koristi!
  - OS: Linux Server, Windows Server.
  - Funkcija servera određena je mrežnim servisom:
    - Server datoteka
    - Server za štampanje
    - Serveri baze podataka
    - Server za e-poštu
    - Web server
    - Serveri aplikacija (na primer, pristupate Web aplikaciji koja koristi bazu podataka)
    - ...

- 1978. godine međunarodna organizacija za standardizaciju ISO stvorila je **OSI** (*Open Systems Interconnection*) konceptualni model sastavljen od 7 slojeva.
  - OSI je standard za povezivanje otvorenih sistema.
  - Termin **otvoreni sistem** (*open system*) odnosi se na arhitekturu čiji su protokoli i interfejsi (komunikaciona pravila) usklađeni sa objavljenim standardima.
- Svaki sloj definiše određene funkcije mreže i može se zameniti drugim slojem istog nivoa, bez uticaja na ostatak sistema.
- **Prednosti** upotrebe OSI modela:
  - Smanjenje složenosti
  - Standardizacija interfejsa
  - Sprečavanje uticaja promene jednog sloja na druge slojeve (čime se olakšava razvoj pojedinačnih funkcija)
  - Lakši izbor pravog mrežnog uređaja za željenu namenu.

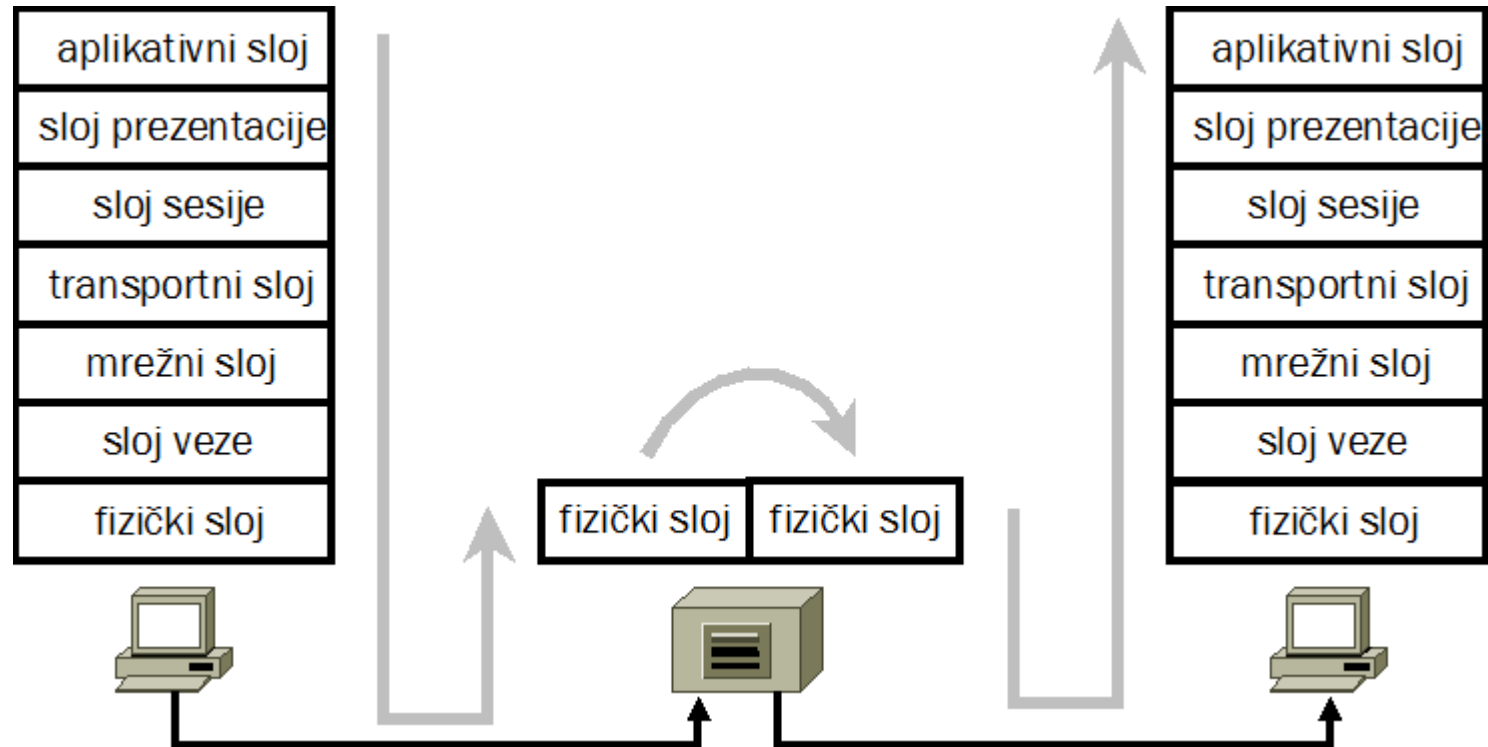
# ISO OSI referentni model

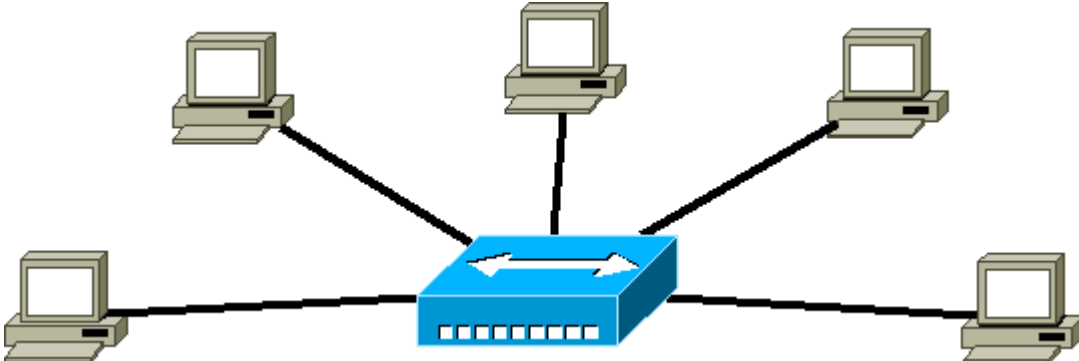


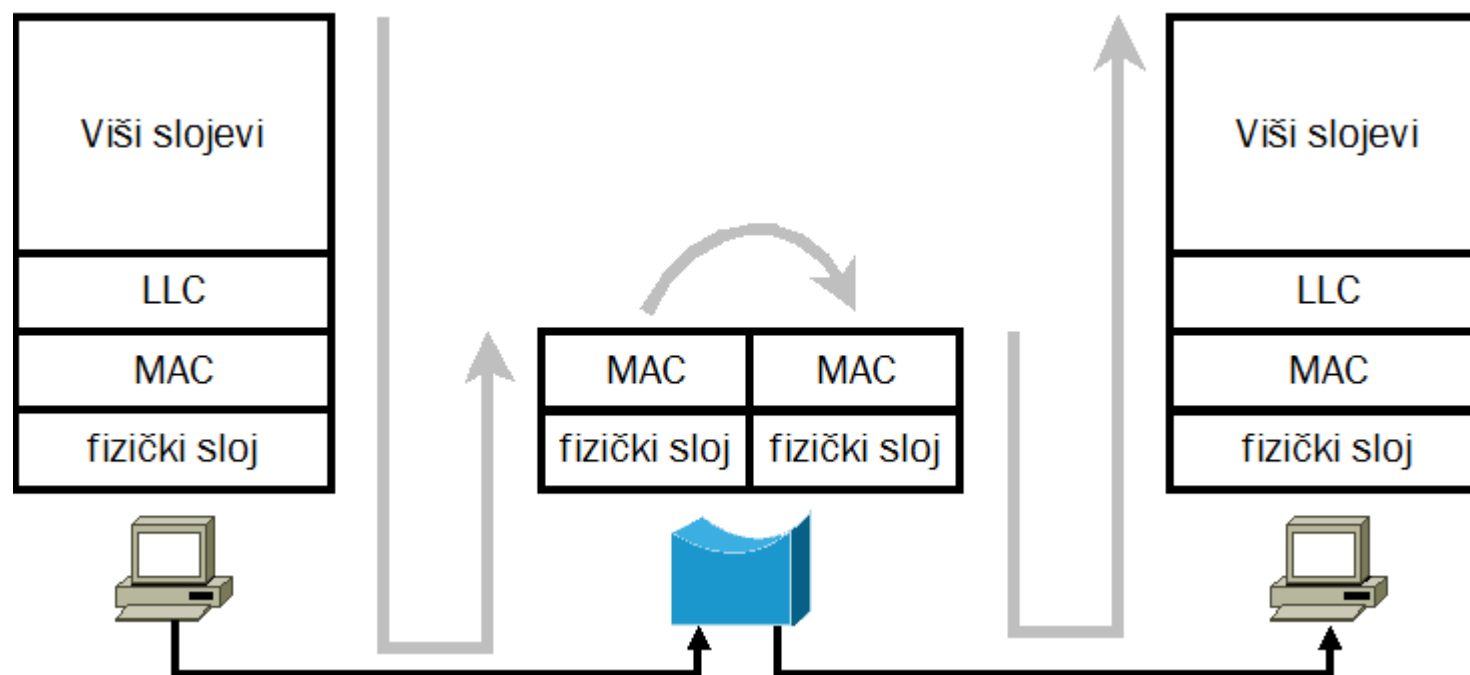


- Aplikacioni sloj: pristup aplikacije mrežnom okruženju.
  - Prezantacioni sloj: formatiranje podataka.
  - Sloj sesije: dijalog između računara.
  - Transportni sloj: logička veza s kraja na kraj i kontrola toka
  - Mrežni sloj: logičko adresiranje i rutiranje
  - Sloj veze: fizičko adresiranje, kontrola toka i pristup medijumu
  - Fizički sloj: prenos bitova.
- 
- **Physical, Data-Link, Network, Transport, Session, Presentation, Application ...**
  - Da bi lakše zapamtili:
  - **Please Do Not Throw Sausage Pizza Away**

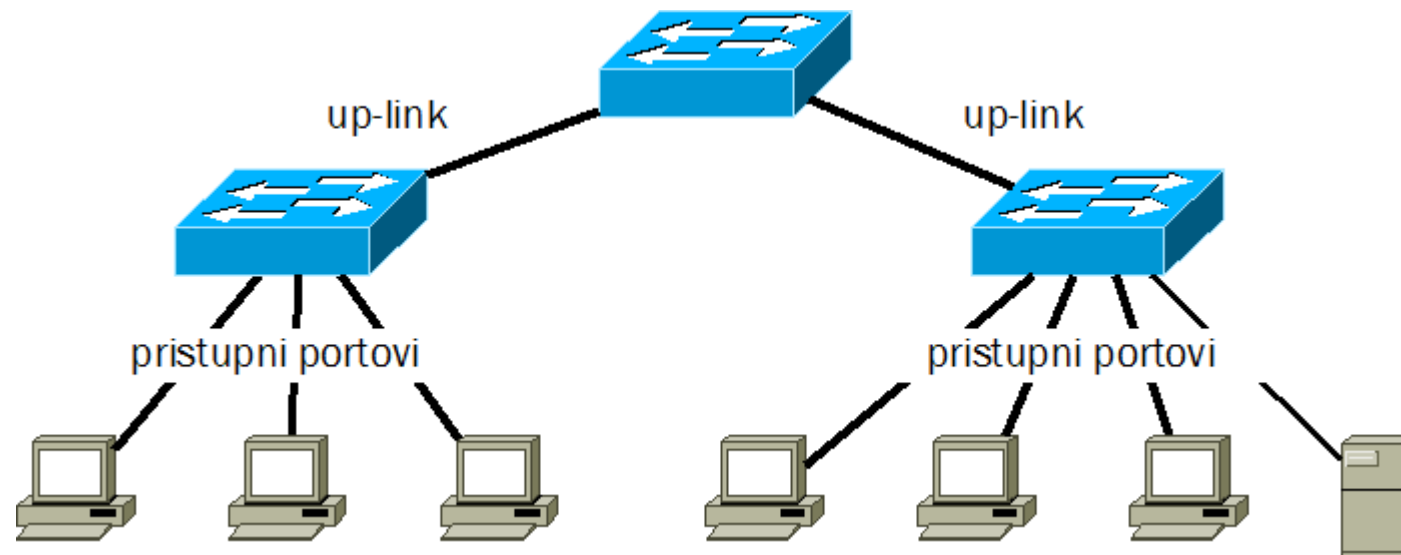
- Ukoliko sistemi nisu direktno povezani transmisionim medijumom koriste se **posredni uređaji**, koji pripadaju kategoriji otvorenih sistema i implementiraju niže slojeve OSI modela.
- U zavisnosti od slojeva koji su implementirani, za te uređaje će od značaja biti:
  - **Bitovi**
  - **Okviri** (*frames*)
  - **Paketi** (*packets*)
  - ... ali **ne i jedinice podataka viših slojeva**.
- To određuje funkciju uređaja:
  - Fizički sloj – **obnavljač signala** (repeater) ili **koncentrator** (*hub*)
  - Sloj veze – **mrežni most** (bridge) ili **komutator** (*switch*)
  - Mrežni sloj – **ruter** (*router*).
- S obzirom na to da nema nikakve modifikacije podataka viših slojeva, postojanje ovih uređaja je za korisnika transparentno (korisnik ove uređaje ne primećuje).

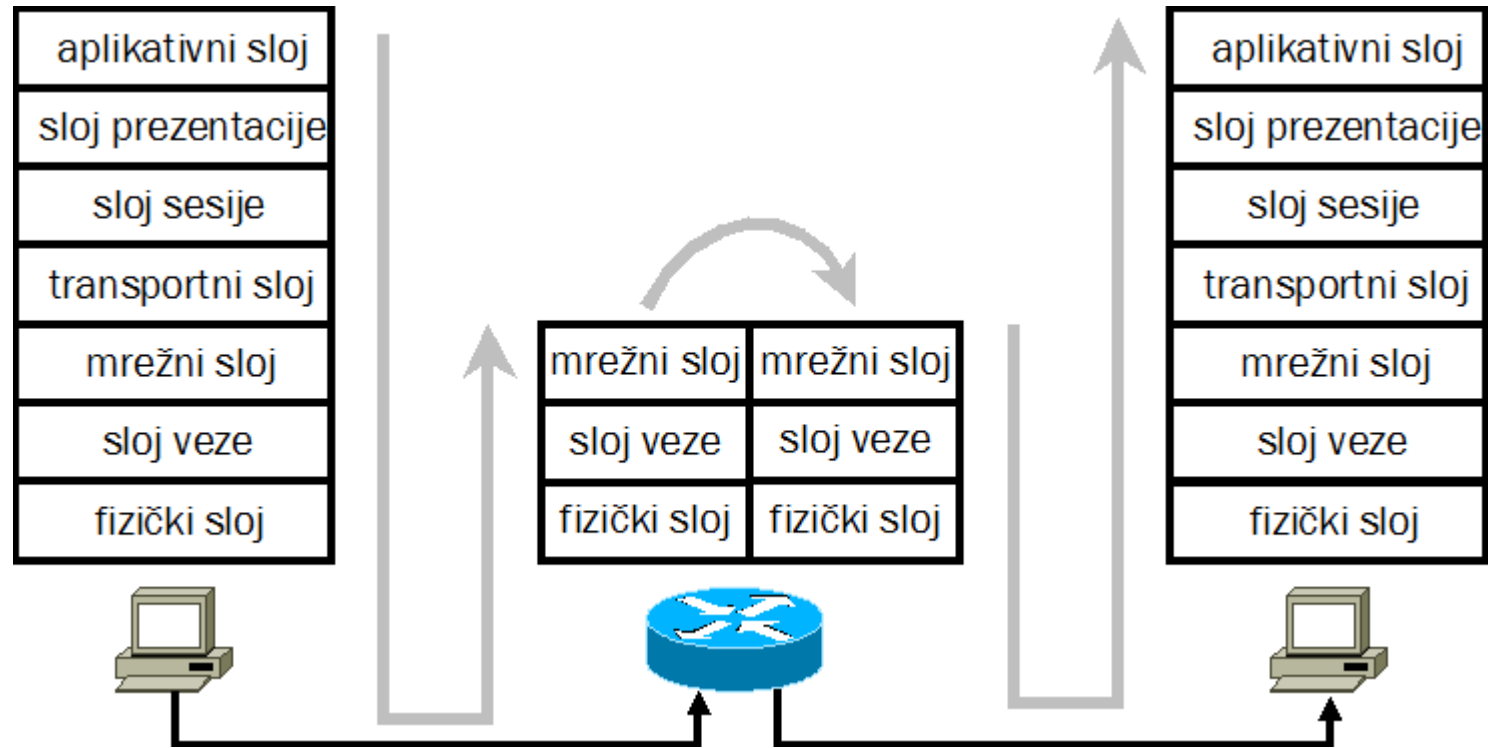






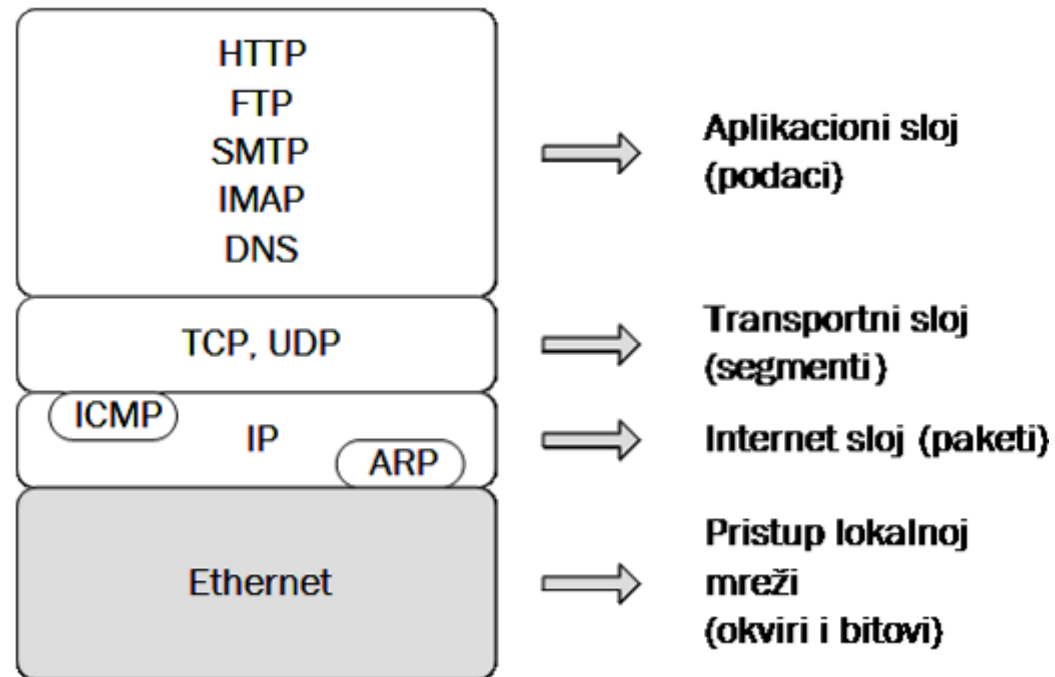
- Dve vrste portova:
  - **Pristupni portovi** (*access ports*): fizički interfejsi kojima se switch povezuje sa krajnjim sistemima na mreži.
  - **Mrežni up-link portovi** (*network uplink ports*) koji služe za povezivanje na druge komutatore.





# Skup protokola TCP/IP

- TCP/IP je skup protokola koju je razvila agencija DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) a koja je kasnije uključena u Berkeley distribuciju UNIX sistema (BSD).
- Internet je zasnovan na TCP/IP skupu protokola.
- TCP/IP model čine sloj pristupa mreži, Internet sloj, transportni sloj i aplikacioni sloj.





- Internet sloj odgovara sloju mreže u OSI modelu.
- Funkcije: **IP adresiranje** i **rutiranje** paketa.
  - Obezbeđuje vezu između računara koji se ne moraju nalaziti na fizički istoj mreži.
- Na ovom sloju koriste se sledeći protokoli:
  - **IP** (*Internet Protocol*).
    - Obezbeđuje prenos informacija od računara do računara.
  - **ICMP** (*Internet Control Message Protocol*).
    - Obezbeđuje kontrolne poruke, kao što je *Destination Unreachable*.
    - Primer: slanje ICMP ECHO paketa kojim se proverava da li je udaljeni računar dostupan.
  - **ARP** (*Address Resolution Protocol*).
    - Osim logičke adrese (IP) svaki mrežni uređaj karakteriše i fizička adresa (MAC).
    - Dodeljuju ih proizvođači mrežnih adaptera i one su uslovno rečeno nepromenljive.
    - MAC adrese se koriste prilikom prenosa okvira podataka po fizički istoj mreži.
    - Protokol ARP prevodi IP adrese u MAC adrese.

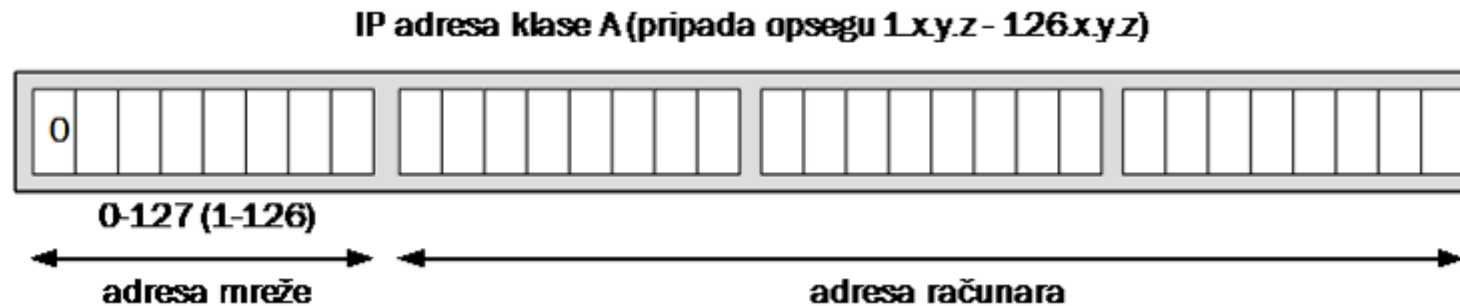
- Transportni sloj:
  - Preuzima podatke s višeg nivoa.
  - Po potrebi segmentira podatke ili uspostavlja virtuelne veze.
  - Prenosi podatke do odredišta koristeći usluge Internet sloja.
- Na transportnom sloju koriste se:
  - **TCP** (*Transmission Control Protocol*).
    - Obezbeđuje pouzdanu vezu između dva procesa, otkriva i ispravlja greške.
  - **UDP** (*User Datagram Protocol*).
    - Ne uspostavlja virtuelne veze niti obezbeđuje mehanizam za detekciju grešaka.

- Aplikacioni sloj omogućava aplikacijama odnosno korisnicima da pristupe servisima Internet mreže.
- Primeri protokola u aplikacionom sloju:
  - **HTTP** (*HyperText Transport Protocol*). Pristup Web stranicama.
  - **FTP** (*File Transport Protocol*). Prenos datoteka.
  - **SSH** (*Secure Shell*). Prijavljivanje na udaljen sistem.
  - **POP3** (*Post Office Protocol v3*). Dolazeća pošta.
  - **SMTP** (*Simple Mail Transport Protocol*). Odlazeća pošta.
  - **DNS** (*Domain Name System*). Prevođenje imena u IP adrese.

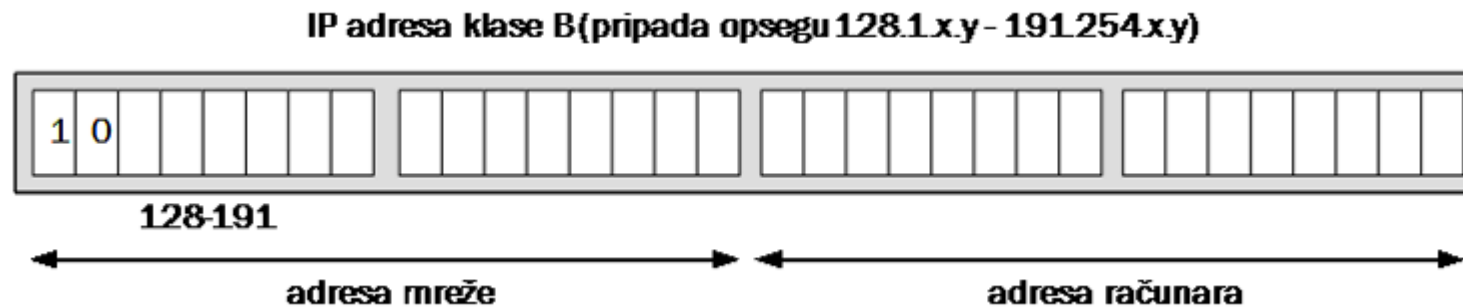
- Svaki računar i ruter na Internetu ima svoju **jedinstvenu IP adresu** (ili više IP adresa).
- IP adrese su:
  - 32-bitne
  - Sastoje se od 4 okteta
  - Obično se predstavljaju u decimalnoj notaciji s tačkom (na primer: 192.198.3.1).
- Svaka IP adresa ima dva dela:
  - Deo koji predstavlja **adresu IP mreže** (isti za sve računare na jednoj IP mreži)
  - Deo koji predstavlja **adresu računara** (jedinstven za svaki računar na istoj IP mreži).
- Na osnovu broja okteta koji pripadaju adresi mreže IP adrese se dele u **klase** A, B, C, D i E.

# IP adrese klase A

- U binarnom obliku IP adrese klase A počinju sa 0.
- Prvi oktet predstavlja adresu mreže a sledeća tri adresu računara.
- Adrese 0.x.y.z i 127.x.y.z su **rezervisane**.
- IP adrese klase A se nalaze u opsegu 1.0.0.0 do 126.255.255.255.



- U binarnom obliku IP adrese klase B počinju sa 10.
- Prva dva okteta predstavljaju adresu mreže a sledeća dva adresu računara.
- IP adrese klase B nalaze se u opsegu 128.0.0.0 do 191.255.255.255.



- U binarnom obliku IP adrese klase C počinju sa 110.
- Prva tri okteta predstavljaju adresu mreže a poslednji adresu računara.
- IP adrese klase C nalaze se u opsegu 192.0.0.0 do 223.255.255.255.



- IP adrese klase D u binarnom obliku počinju sa 1110.
  - Dodeljuju se grupi računara i namenjene su za multicast saobraćaj.
- IP adrese klase E počinju sa 11110.
  - Eksperimentalne su i ne koriste se za adresiranje mreža i računara.



- x.0.0.0 (adresa mreže u klasi A)
- x.y.0.0 (adresa mreže u klasi B)
- x.y.z.0 (adresa mreže u klasi C)
- 127.0.0.1 (adresa lokalne petlje – *local loopback address*)
- 255.255.255.255 (*broadcast* adresa)
- x.255.255.255 (*broadcast* adresa mreže x.0.0.0 koja pripada klasi A)
- x.y.255.255 (*broadcast* adresa mreže x.y.0.0 koja pripada klasi B)
- x.y.z.255 (*broadcast* adresa mreže x.y.z.0 koja pripada klasi B).

# Kako se IP adrese prevode u fizičke adrese?

---

- Okviri koji se razmenjuju na sloju veze moraju da sadrže tačne **fizičke adrese mrežnih kartica**.
- TCP/IP radi sa logičkim 32-bitnim adresama.
- ARP obezbeđuje dinamičko povezivanje IP adresa i odgovarajućih hardverskih adresa.
- Primer: na mrežu je stigao paket adresiran na računar 172.16.32.1
  - Potrebno je da se logička adresa pretvori u odgovarajuću fizičku (hardversku) adresu.
  - ARP protokol šalje Ethernet okvir koji se naziva **ARP zahtev** (ARP REQUEST) koji sadrži IP adresu odredišnog računara ka svakom računaru u mreži.
    - Jednostavno rečeno u zahtevu piše: „ako si ti računar čija je ovo IP adresa, molim te odgovori mi svojom hardverskom adresom”.
  - ARP protokol odredišnog računara prima okvir upućen svima, prepoznaje da pošiljalac traži njegovu fizičku (hardversku adresu) i šalje **ARP odgovor** (ARP REPLY).
    - Odgovor sadrži IP adresu i odgovarajuću fizičku (hardversku) adresu.
    - Pošiljalac prima ARP odgovor tako da IP paket, koji je inicirao slanje ARP zahteva i ARP odgovor, može da se pošalje.

- **Javne adrese** se mogu koristiti na Internetu.
- **Privatne adrese** su namenjene mrežama koje nisu direktno povezane na Internet i ne mogu se koristiti na Internetu.
- U privatne adrese spadaju:
  - 10.0.0.0 – 10.255.255.255
  - 172.16.0.0 – 172.31.255.255
  - 192.168.0.0 – 192.168.255.255

- **Maska podmreže** (*subnet mask*) je 32-bitni je broj koji se formira tako što se:
  - Umesto bitova koji u IP adresi predstavljaju adresu mreže i podmreže stavi 1
  - Umesto bitova koji predstavljaju adresu računara stavi 0.
- **Podrazumevane** maske podmreže:
  - Za mreže u klasi A: 255.0.0.0
  - Za mreže u klasi B: 255.255.0.0
  - Za mreže u klasi C: 255.255.255.0.
- Adresa mreže se uvek navodi s maskom podmreže.
- Primer. Adresa mreže 192.168.10.0 u klasi C zapisuje se kao:
  - 192.168.10.0, 255.255.255.0
  - 192.168.10.0/16
    - Broj 16 ukazuje na broj bitova koji pripadaju adresi mreže.
    - Radi se o takozvanoj CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*) notaciji.

- Podmreže su **segmenti iste IP mreže koji komuniciraju preko rutera.**
- Podmrežavanjem se smanjuje broj računara po segmentu IP mreža s velikim brojem računara.
- Svaka podmreža ima svoju jedinstvenu adresu.
  - Formira se tako što se određen broj bitova pozajmi iz dela IP adrese koji predstavlja adresu računara.
- Podmrežavanje se može jednostavno objasniti na primeru IP mreže u klasi C.
  - U ovom slučaju, pozajmićemo tri bita iz četvrtog okteta.

# Podmrežavanje (primer)

---

- Adresa IP mreže je 192.168.10.0.
- Pozajmićemo tri bita iz četvrtog okteta.
- Adrese podmreža će redom biti:
  - 192.168.10.32/28
  - 192.168.10.64/28
  - 192.168.10.92/28, itd.
- Napravljeno je 8 segmenata (osam podmreža)
  - Maska podmreže je 255.255.255.248.
  - U zavisnosti od toga da li protokol za rutiranje na ruteru koji spaja podmreže podržava VLSM (*variable length subnet masking*) ili ne upotrebljivo je 6, odnosno 8 podmreža.
  - Svaki segment sadrži  $2^5=32$  adrese.
  - Prva adresa u svakom segmentu (na primer, 192.168.10.32) jeste **adresa podmreže**, a poslednja (192.168.10.63) ***broadcast* adresa za tu podmrežu**.
  - To znači da se na svakom segmentu može naći najviše 30 računara.

- Broj porta je 16-bitna vrednost.
  - Ukupno ima  $2^{16}$  portova (0-65535).
  - Portovi od 0-1023 su tzv. **rezervisani portovi**.
- Upotrebom portova dozvoljava se **više istovremenih veza** ka jednom računaru.
  - Servisi pokrenuti na nekom računaru osluškuju zahteve na određenim portovima.
- Procesi ostvaruju TCP i UDP komunikaciju pomoću takozvanih **utičnica** (socket).
  - Utičnica = IP adresa računara : broja porta
  - Utičnice su krajnje tačke komunikacije na transportnom sloju.

# Značajniji brojevi porova

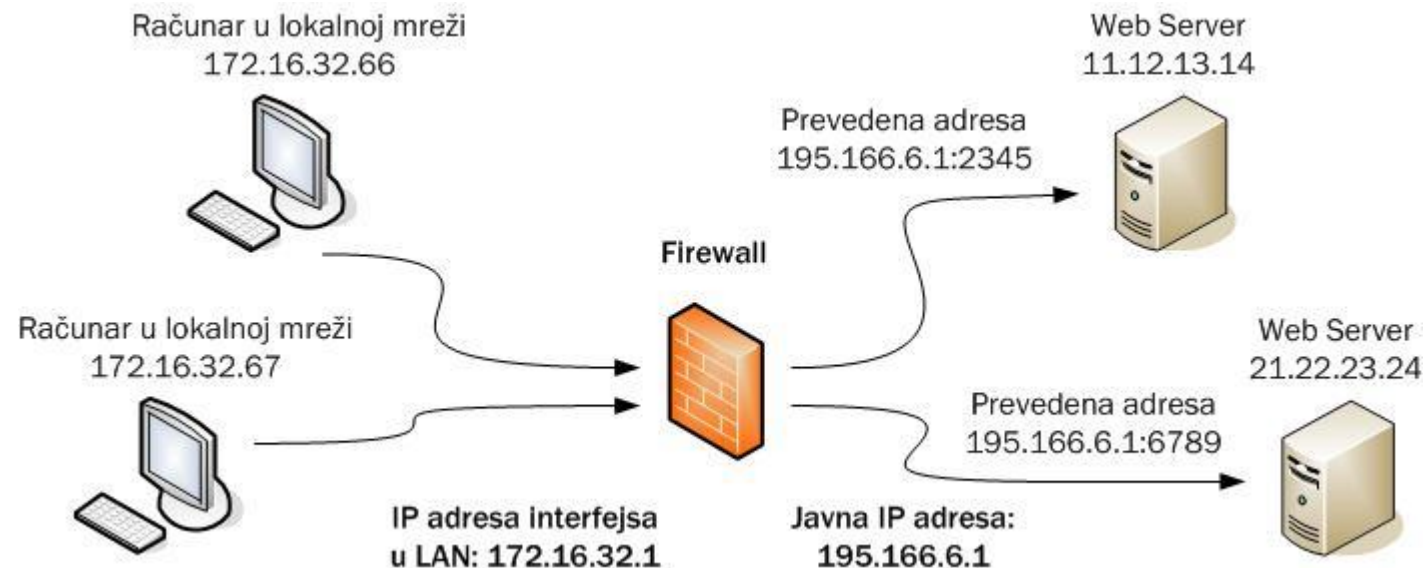
---

- 20, 21 (*File Transfer Protocol, FTP*).
- 22 (*Secure Shell, SSH*).
- 23 (*Telnet*).
- 25 (*Simple Mail Transfer Protocol, SMTP*).
- 53 (*Domain Name System, DNS*).
- 80 (*Hypertext Transfer Protocol, HTTP*).
- 110 (*Post Office Protocol v3, POP3*).
- 119 (*Network News Transfer Protocol, NNTP*).
- 143 (*Internet Message Access Protocol, IMAP*).
- 443 (HTTPS) – HTTP protokol koji koristi usluge SSL šifrovanog kanala.



# Kako se private adrese prevode u javne?

- IP adresa u verziji IPv4 je dužine 32 bita.
- Najveći broj različitih adresa je  $2^{32}$  ili približno  $4,3 \times 10^9$  adresa.
- Adresni prostor je **nedovoljan** da zadovolji sve potrebe.
- Jedno od rešenja je **prevođenje mrežnih adresa** (*network address translation*).
  - Primer: javna IP adresa se na osnovu broja porta prevodi u veći broj privatnih IP adresa.



- Korisnici se svakom računaru mogu obratiti putem IP adrese.
- To znači da korisnici koji koriste servise 150 različitih računara moraju znati 150 IP adresa.
- Da bi se komunikacija pojednostavila, koristi se sistem **dodele logičkih imena IP adresama**.
- Primer:
  - Korisnici se mogu obratiti računaru čija je IP adresa 166.60.10.15 imenom myserver.mydomain.com,
  - Potrebno je da ime myserver.mydomain.com bude dodeljeno toj IP adresi.
- Imena računara pretvaraju se u IP adrese na osnovu upita koji klijenti šalju **DNS serveru**.
  - DNS server održava bazu podataka o logičkim imenima i odgovarajućim IP adresama.

- Ručno konfigurisanje TCP/IP steka znači da korisnik sam unosi:
  - IP adresu (koju je dobio od administratora)
  - Masku podmreže
  - Adresu podrazumevanog izlaza.
- **DHCP** (*Dynamic Host Configuration Protocol*) automatski dodeljuje IP adrese računarima.
  - Prevazilaze se problemi vezane za ručno dodeljivanje IP adresa.
- **DHCP klijenti** zahtevaju od DHCP servera IP adresu, masku podmreže i neke opcione vrednosti (podrazumevanu adresu mrežnog prolaza, adresu DNS servera, itd.).
- **DHCP server** iz skupa IP adresa definisanog u bazi podataka nudi slobodne adrese klijentima.
  - Ukoliko klijenti prihvate ponudu, informacija o IP adresama se za određeni period vremena izdaje klijentima.
  - Ukoliko ne postoje dostupne adrese u zajedničkom skupu, koje mogu da se izdaju klijentu, klijent ne može da inicijalizuje TCP/IP.

1. M. Veinović, A. Jevremović (2011): Računarske mreže. Univerzitet Singidunum, Beograd. \*
2. D. Pleskonjić, N. Maček, B. Đorđević, M. Carić (2007): Sigurnost računarskih sistema i mreža. Mikro knjiga, Beograd.

\* Može se besplatno preuzeti sa portala: [www.singipedia.com](http://www.singipedia.com)

**Pitanja su dobrodošla.**