

Uvod u veb i internet tehnologije





Uvod u računarske mreže





Uloga i način rada računarskih mreža



Uloga računarskih mreža

Korišćenje računarskih mreža:

- U današnje vreme skoro nezamislivo korišćenje računara koji nisu povezani sa drugim računarima
- Računari su stavljeni u nove uloge, broj korisnika sve veći
- U mreže se povezuju i pametni telefoni, tableti, ali i televizori, kućni uređaji, senzori itd.
- Objedinjavanje telekomunikacionih usluga: jedinstvena mrežna infrastruktura za prenos glasa, podataka, radio i TV signala
- Internet stvari (internet-of-things, IoT) predviđa umrežavanje svih svakodnevnih objekata koji nas okružuju



Uloga računarskih mreža

Uloga računarskih mreža:

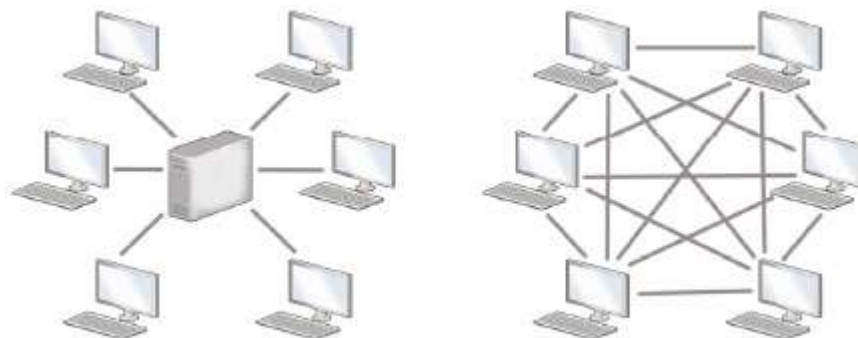
- Komunikacija: elektronska pošta, društvene mreže, Skype, Viber, Telegram, ...
- Deljenje informacija i podataka: raspored časova, red vožnje itd.
- Deljenje softvera: kupovina karte preko veba, određivanje rute putovanja, realizacija bankarske transakcije itd.
- Deljenje hardverskih resursa: štampača, skenera, rad u “oblaku” itd.





Način rada u mreži

Najčešći načini izvršavanja poslova u računarskim mrežama su:



- Klijent-server okruženje: korišćenje veba, elektronske poste
 - server pruža svoje resurse (veb serveri, serveri BP,...),
 - klijent inicira kontakt radi korišćenja tih resursa
 - proksi serveri - keširaju veb strane kojima se pristupa
 - najčešće se više klijenata obraća jednom serveru
 - često se tražene usluge distribuiraju većem broju servera
- Mreža ravnopravnih računara (peer-to-peer, P2P): BitTorrent



Komponente računarskih mreža



Komponente računarskih mreža

Računarska mreža je sistem koji se sastoji od skupa **hardverskih uređaja** međusobno povezanih **komunikacionom opremom** i snabedeven odgovarajućim **kontrolnim softverom**, kojim se ostvaruje kontrola funkcionisanja sistema tako da je omogućen prenos podataka između povezanih uređaja.

Dakle, komponente mreže su:

- Mrežni hardver
- Komunikacioni kanali
- Mrežni softver





Mrežni hardver

- Da bi uređaj mogao biti umrežen neophodno je da sadrži specijalizovan deo hardvera namenjen umrežavanju, koji se smatra delom komunikacione opreme
- Obično je to **mrežna kartica** (mrežni adapter ili LAN kartica – network interface controller, NIC), koja se ugrađuje u računar i omogućava uređaju fizički pristup mreži
- Izlaz iz mrežne kartice je najčešće RJ45 priključak na koji se priključuje UTP kabl





Mrežni hardver (2)

- Skoro svi desktop računari imaju ugrađenu NIC karticu, dok prenosni imaju ugrađenu karticu za bežično povezivanje (WNIC)



- Svaku mrežnu karticu karakteriše jedinstvena **fizička** (MAC) **adresa** kojom se uređaj jedinstveno identifikuje prilikom komunikacije
- Osim mrežnih kartica, za umrežavanje se koriste **modemi** (telefonski, kablovski), kao i drugi slični uređaji



Mrežni hardver (3)

- **Modem** (modulator-demodulator) je uređaj koji konvertuje digitalni signal u analogni koji se prenosi, a zatim obrnuto konvertuje preneti signal u digitalni; koristi se za kablovski ili ADSL pristup internetu
- Modem se obično zakupljuje od dobavljača interneta i priključuje na:
 - parice fiksne telefonije
 - koaksijalne kablove kablovske televizije
 - bežične mreže mobilnih operatera



ADSL modem sa bežičnim ruterom



kablovski modem



Mrežni hardver (4)

- Hab, most, svič i ruter – mrežni hardver koji služi za prosleđivanje komunikacije između računara u mreži i povezivanju mreže sa Internetom



Hab, svič i ruter

- Jedan uređaj može obavljati više zadataka: npr. uređaj za uspostavljanje bežične komunikacije ima ulogu pristupne tačke, sviča i rutera (omogućava dalju vezu sa Internetom)



Primer uređaja koji predstavlja pristupnu tačku, svič i ruter



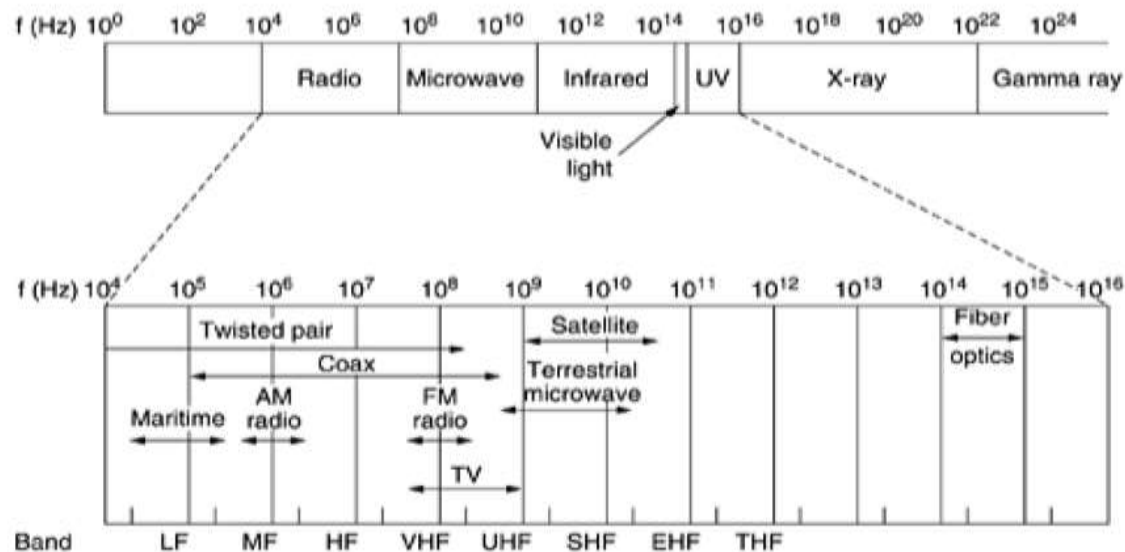
Komunikacioni kanali

- **Komunikacioni kanali** su kablovi ili bežični medijumi koji prenose podatke elektromagnetnim talasima (radio-talasima, optičkim talasima, mikrotalasima i sl.)
- Osnovna mera kvaliteta komunikacionog kanala jeste **brzina prenosa** ili **protok** (throughput, bandwidth) koja se meri brojem bitova koji se mogu preneti u jednoj sekundi (bit/s)
 - Uzimajući u obzir aktuelne tehnologije prenosa na računarskim mrežama, češće se koristi jedinica Megabit u sekundi Mbps, ili Gigabit u sekundi Gbps
- Druga važna mera kvaliteta je **kašnjenje** (latency) - vreme potrebno da se komponenta pripremi za pristup podacima (meri se u mikrosekundama u lokalnim mrežama i milisekundama u okviru većih mreža)



Komunikacioni kanali (2)

- Brzina prenosa je fizička karakteristika komunikacionog kanala i zavisi od frekvencijskog opsega koji se može propustiti kroz kanal bez gubitka signala



Podela elektromagnnog spektra

- S obzirom da je brzina prenosa podataka srazmerna frekvencijskom opsegu, sa slike se jasno vidi zbog čega optički kablovi daju najbolje performanse



Komunikacioni kanali (3)

● Ožičene komunikacije

○ Ukrštene parice - najkorišćeniji način komunikacije

- Uređaji se povezuju korišćenjem uvijenih uparenih izolovanih bakarnih žica, slično povezivanju običnih telefona
- Žice se uparuju i uvijaju kako bi se smanjile smetnje u komunikaciji
- UTP kablovi (unshielded twisted pair) kategorije 3 koriste se u fiksnoj telefoniji, a kategorije 5 ili 6 u lokalnim mrežama; protok oko 100 Mbps (brzi Ethernet), pa i 1 Gbps (gigabitni Ethernet)



Shematski prikaz ukrštene parice



Izgled ukrštene parice

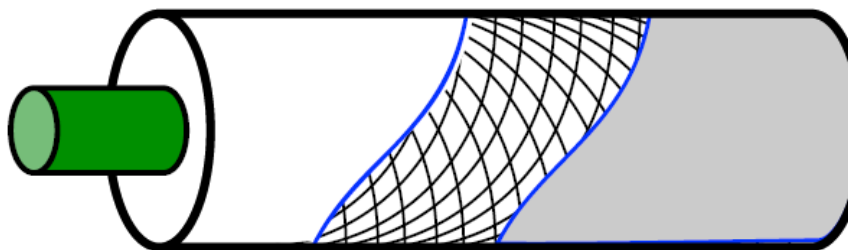


Komunikacioni kanali (4)

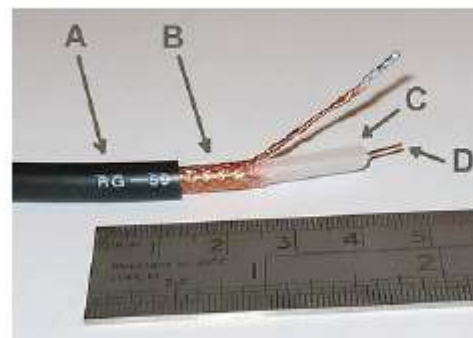
- Ožičene komunikacije

- Koaksijalni kablovi - obično se koriste za televizijske kablovske sisteme, a koriste se i u LAN mrežama itd.

- Kablovi se sastoje od centralne bakarne ili aluminijumske žice obmotane savitljivim izolatorskim slojem, oko kojega je opet obmotan provodni sloj tankih žica, sve obmotano spoljašnjom izolacijom
- Koaksijalni kablovi omogućuju brzinu prenosa do 200Mbps (čak i do 500Mbps), uz manju osetljivost na elektromagnetne smetnje



Shematski prikaz koaksijalnog kabla



Izgled koaksijalnog kabla i konektora

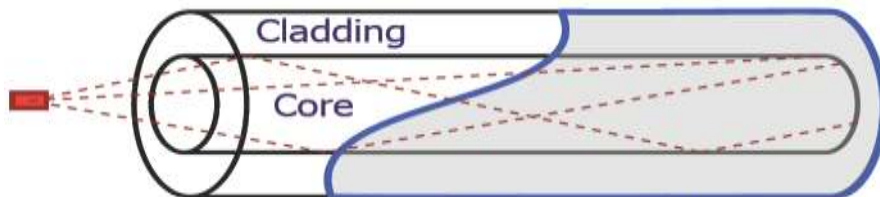


Komunikacioni kanali (5)

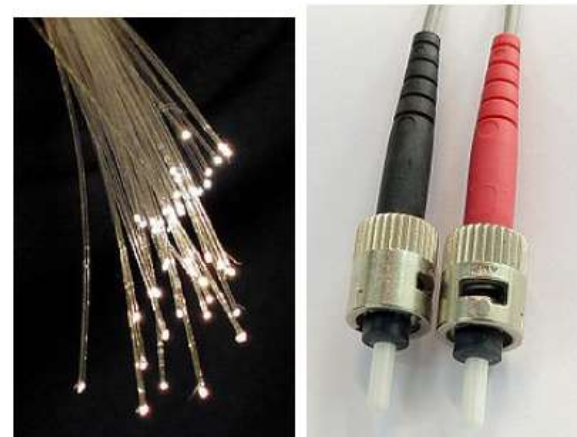
● Ožičene komunikacije

○ Optički kablovi - prave se od velikog broja (stotina, hiljada) veoma tankih staklenih vlakana umotanih u zaštitni sloj

- Podaci se prenose svetlosnim talasima koje emituje mali laserski uređaj
- Na ovakve kablove ne utiču smetnje prouzrokovane elektromagnetnim zračenjima
- Skupi su i komplikovani za instalaciju, pa se uglavnom koriste za osovinski deo mreže (mrežnu kičmu), na koji se onda koaksijalnim kablovima ili ukrštenim paricama povezuju pojedinačni uređaji
- Najčešće se koriste za brze mreže, koje imaju brzinu od 10 Gbps naviše



Shematski prikaz optičkog kabla



Izgled optičkog kabla



Komunikacioni kanali (6)

- Bežične tehnologije
 - Ne koriste kablove za prenos podataka
 - To je posebno praktično u slučaju prenosivih računara, mobilnih uređaja ili relativno udaljenih lokacija za koje bi uspostavljanje kablovske mreže bilo nedopustivo skupo
 - Umesto kablova koriste se radio talasi, mikro talasi, infracrveni zraci
 - Podaci se prenose moduliranjem amplitude, frekvencije ili faze talasa
 - Najčešće se koriste sledeće bežične tehnologije:
 - **Bluetooth** – koristi se za komunikaciju na veoma malim razdaljinama (do deset ili do sto metara u zavisnosti od klase uređaja)
Brzine prenosa idu do 3Mbps
Koristi radio talase, može da prode i kroz čvrste prepreke
Koristi se uglavnom za komunikaciju računara sa perifernim uređajima kao i u mobilnoj telefoniji.



Komunikacioni kanali (7)

○ Najčešće se koriste sledeće bežične tehnologije :

- **Bežični LAN** - (WLAN, WiFi) tehnologija koja koristi radio talase za bežičnu komunikaciju više uređaja na ograničenom rastojanju (nekoliko desetina ili stotina metara)
U zavisnosti od standarda, brzina prenosa ide od 10Mbps do 50Mbps (u najnovije vreme i do 600Mbps)
Najrašireniji standard za bežičnu LAN komunikaciju je IEEE 802.11
Mreži se pristupa preko pristupnih tačaka (access point)
Oblast prostora u kojoj je mreža dostupna naziva se vruća tačka (hot spot)
- **Bežične gradske mreže** (WiMAX) pokrivaju šira područja i daju protok do 40 Mbps
- **Ćelijski sistemi** - način prenosa podataka veoma sličan onom koji se koristi u mobilnoj telefoniji
Za komunikaciju se koriste radio talasi i sistemi antena koje pokrivaju određenu geografsku oblast, pri čemu se signal od odredišta do cilja prenosi preko niza antena



Komunikacioni kanali (8)

- Najčešće se koriste sledeće bežične tehnologije :
 - **Zemaljski mikrotalasi** - koriste antensku mrežu na Zemlji
Za komunikaciju koriste mikrotalasi niske frekvencije koji zahtevaju da antene budu optički vidljive, tako da se one obično smeštaju na visoke tačke (vrhove brda, tornjeve, nebodere)
Antene mogu da budu udaljene i do pedesetak kilometara
 - **Komunikacioni sateliti** – koriste mikrotalase za komunikaciju tako što se prenos između dve tačke koje nemaju optičku vidljivost ostvaruje poprečnom komunikacijom preko komunikacionih satelita
Sateliti se obično nalaze u orbiti na visini od 36 hiljada kilometara
Na ovaj način se, pored računarske komunikacije, obično prenose televizijski i telefonski signal
Brzina komunikacije je relativno mala (npr. 100Mps) u poredenju sa optičkim kablovima, ali ipak ima nekoliko scenarija u kojima je korišćenje satelitske komunikacije pogodnije



Mrežni softver

- Neophodan je za funkcionisanje računarskih mreža
- Da bi se savladala kompleksnost računarskih mreža, mrežni softver se organizuje hijerarhijski
- Mrežni softver obuhvata razne slojeve: od sistemskog softvera niskog nivoa do aplikativnog softvera
- Slojevitost olakšava programiranje mrežnog softvera - autori aplikativnog softvera ne moraju da brinu o detaljima mrežne komunikacije
 - Na primer, programer pregledača veba ne treba da misli o tome da li će veb stranice primati preko bežične mreže ili preko Ethernet mreže
 - On treba da se koncentriše samo na aspekte značajne za njegovu konkretnu aplikaciju
 - Sve niže detalje mrežne komunikacije on treba da prepusti nižem sloju mrežnog softvera (koji je prisutan u okviru operativnog sistema, ili čak samog mrežnog hardvera)



Mrežni softver (2)

- Najgrublje posmatrano, mrežni softver može da se podeli na dva nivoa:
 1. Mrežni softver koji omogućuje korišćenje različitih mrežnih uređaja, npr. mrežnih kartica ili modema, jeste **mrežni softver niskog nivoa**. Ova vrsta softvera nalazi se obično u jezgru operativnog sistema, uglavnom u obliku upravljača perifernim uređajima, tzv. drajvera. Drajver upravlja računarskim hardverom i komunikacionom opremom. Korisnik nikada ne koristi ovaj softver direktno, u opštem slučaju on nije ni svestan da taj softver postoji.
 2. Osnovni zadatak **mrežnog softvera visokog nivoa** je da pruži usluge mrežnim aplikacijama koje korisnici koriste. Ove aplikacije pružaju različite usluge korisnicima na mreži, kao što je slanje i prijem elektronske pošte, pregledanje veba i sl.
- Danas operativni sistemi sadrže sve nivoe mrežnog softvera, osim aplikativnog

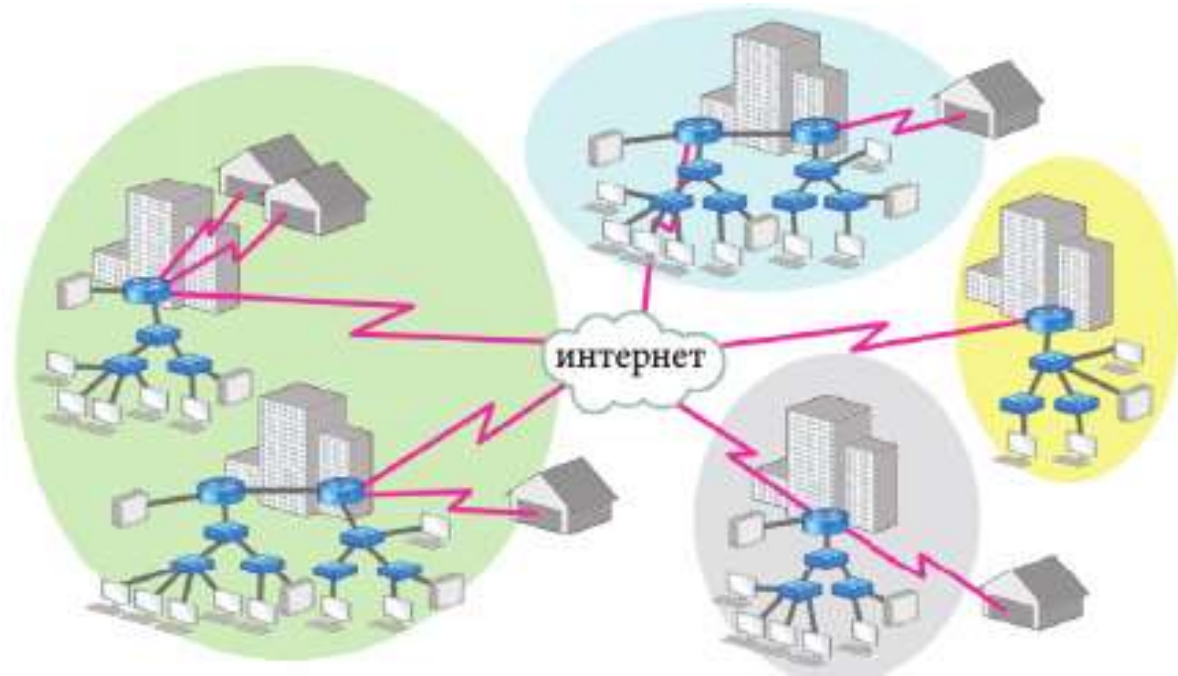


Raspon računarskih mreža



Raspon mreža

- Jedan od kriterijuma za klasifikovanje mreža je i njihova fizička veličina, tj. geografski prostor koji mreža pokriva
- Mreže pokrivaju različite geografske raspone: od mreže dva računara do Interneta
- **Hijerarhijsko umrežavanje**: mreže velikog raspona povezuju manje mreže





Raspon mreža (2)

- Različite tehnologije se koriste za različite raspone mreža
- Prema rasponu, mreže se klasifikuju na sledeći način:
 1. **Personal area network (PAN)** - mreže koje su namenjene za jednog čoveka
Na primer, bežična mreža kojom su spojeni računar, miš i štampač je PAN
Ovakve mreže obično pokrivaju raspon od nekoliko metara i koriste bilo žičanu bilo bežičnu komunikaciju



Raspon mreža (3)

- Prema rasponu, mreže se klasifikuju na sledeći način:
 2. **Local area network (LAN)** - mreža koja povezuje uređaje na relativno malim udaljenostima, najčešće nekoliko kancelarija u okviru jedne poslovne zgrade
Ovakve mreže se tradicionalno vezuju na žičanu komunikaciju kroz mrežne kablove, iako nove tehnologije daju mogućnost korišćenja postojećih kućnih instalacija (koaksijalnih kablova, telefonskih linija i električnih linija) za komunikaciju, kao i mogućnost korišćenja bežične komunikacije
 3. **Campus area network (CAN)** - ove mreže povezuju više lokalnih mreža u okviru ograničenog geografskog prostora (npr. u okviru jednog univerziteta, kompanije, vojne baze, itd.)
Na primer, više mreža zasebnih fakulteta u okviru jedne lokacije univerziteta (kampus) se povezuje u jedinstvenu celinu
Tehnologija za povezivanje je obično ista kao i kod LAN
Sada se odvojene zgrade CAN- obično povezuju bežičnim putem



Raspon mreža (4)

- Prema rasponu, mreže se klasifikuju na sledeći način:
 4. **Metropolitan area network (MAN)** - ove mreže povezuju veće geografske prostore (najčešće nivoa grada ili jako velikog kampusa)
MAN obično povezuje više lokalnih mreža (LAN) korišćenjem veoma brze kičme komunikacije (eng. backbone), koja je najčešće izgrađena od optičkih veza
 5. **Wide area network (WAN)** - one povezuju izrazito velike geografske prostore, često šire od granica jednog grada, oblasti, a često i države
U današnje vreme, WAN mreže su obično u sastavu Interneta
WAN infrastrukturu obično održavaju komercijalne kompanije (najčešće telefonske i telekomunikacione) i one iznajmljuju usluge korišćenja
Za povezivanje u okviru kičme se koriste brze veze, najčešće optičke i satelitske



Topologija računarskih mreža



Topologija mreža

- Topologija mreže predstavlja način na koji su povezane među sobom različite komponente mreže, kao i način na koji interaguju
- Dva nivoa topologije mreže:
 - fizička topologija - određena rasporedom kablova i bežičnih veza
 - logička topologija - određena tokom podataka



- Radi jednostavnosti razmatranja, dalje neće biti pravljena razlika između fizičke i logičke topologije



Topologija mreža (2)

- Različite topologije razlikuju se prema osnovnoj ceni (koliko se ulaže u baš taj oblik povezivanja), ceni komunikacije (koliko je vreme potrebno za prenos poruke) i pouzdanosti (mogućnosti prenosa podataka u slučaju otkaza nekog čvora ili veze)
- Najopštije posmatrano, postoje dva ključna načina povezivanja:
 1. zajednički komunikacioni kanal (broadcast)
 2. direktna veza od čvora do čvora (point-to-point)



Zajednički komunikacioni kanal

- Ove mreže se sastoje od zajedničkog komunikacionog kanala preko kojg komuniciraju svi računari povezani u mrežu
 - Računari šalju kratke poruke (pakete) na mrežu postavljajući ih na komunikacioni kanal, pri čemu svaka poruka sadrži i identifikaciju željenog primaoca
 - Poruku svi primaju, pri čemu je onaj kome je namenjena jedini prihvata, dok je ostali odbacuju
- Ovaj način povezivanja se obično koristi za komunikaciju u okviru manjih, lokalnih mreža
- Isti fizički medijum se može koristiti za simultanu komunikaciju više čvorova bez međusobnog ometanja
- Pristup uređaja kanalu se može određivati **statički**, kada svaki uređaj ima unapred određena pravila kako i u kom delu kanala sme da vrši komunikaciju ili **dinamički** kada se pristup uređaja kanalu određuje na osnovu trenutnog stanja i dostupnosti kanala



Zajednički komunikacioni kanal (2)

- Neki od osnovnih načina deljenja zajedničkog kanala su:
 - Deljenje vremena (time division multiplexing - TDM) - jedan od načina statičke alokacije kanala je tzv. deljenje komunikacionog kanala korišćenjem deljenja vremena
U tom slučaju svaki uređaj komunicira u tačno određenom vremenskom trenutku, pri čemu se uređaji naizmenično smenjuju
 - Deljenje frekvencije (frequency division multiplexing - FDM) - drugi način statičke alokacije kanala
Svaki uređaj komunicira u okviru određenog frekvencijskog opsega
 - Deljenje talasne dužine (wave division multiplexing - WDM)
Specijalni naziv za deljenje frekvencije u slučaju kada se radio o optičkoj komunikaciji

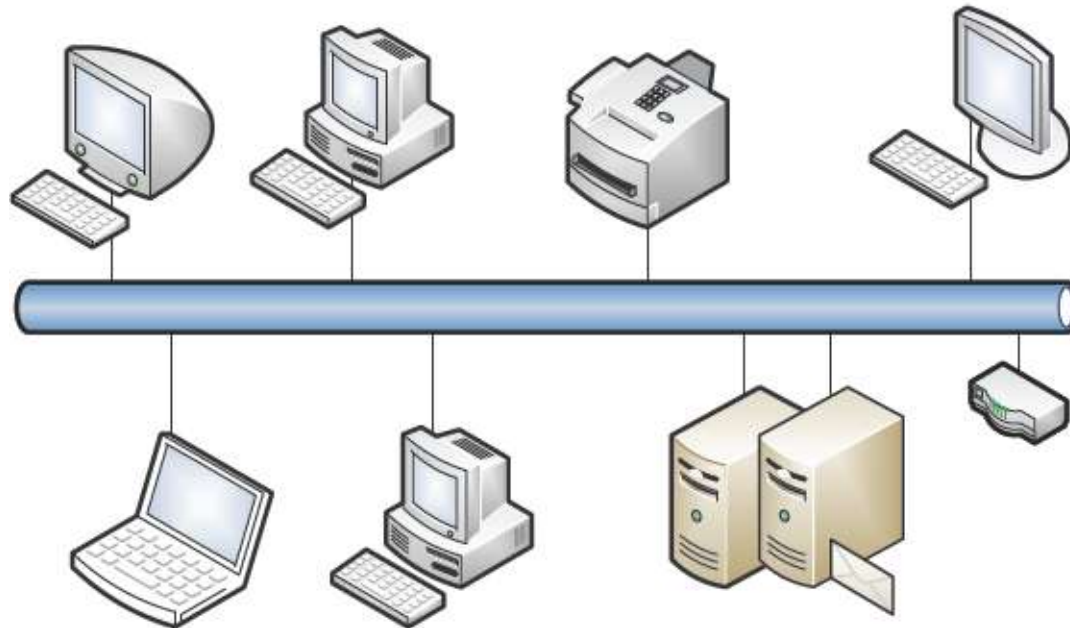


Zajednički komunikacioni kanal (3)

- Neki od osnovnih načina deljenja zajedničkog kanala su:
 - Deljenje kodiranjem (code division multiple access - CDMA) – je jedan od novijih načina statičkog deljenja kanala, u okviru kog se koristi teorija kodiranja kako bi se iz primljenog paketa informacija izdvojile informacije relevantne za određeni čvor.
 - CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection) je najkorišćenija tehnika dinamičkog deljenja kanala
Ova tehnika se koristi u okviru Ethernet LAN mreža.
 - U ovom slučaju se poštuje protokol da svaki uređaj posmatra (tj. osluškuje) da li kanalom već teče neka komunikacija pre nego što počne da šalje podatke
 - Ukoliko se primeti da neko drugi istovremeno pokušava da pošalje podatak, uređaj prekida svoje slanje, čeka određeno vreme i pokušava ponovo



Zajednički komunikacioni kanal (4)



Primer mreže sa zajedničkim komunikacionim kanalom



Topologije mreža sa zajedničkim komunikacionim kanalom

- Razlikuju se četiri glavna tipa topologije mreže:
 1. **Magistrala** – mreža povezuje svoje komponente jednim istim kablom i informacija se istovremeno raznosi svim primaocima
 - Za ovaj tip mreže tipično je korišćenje koaksijalnog kabla
 - Saobraćaj se odvija u oba smera, pa pri većem opterećenju može da dode do „sudaranja“ poslatih paketa ili zagušenja kanala
 2. **Zvezda** - u zvezdastoj mreži, svi učesnici su povezani na jednu istu centralnu tačku (čvor-računar ili drugi uređaj) a informacija putuje od pošiljaoca prema primaocu isključivo preko te centralne tačke
 - Cena uspostavljanja mreže je niska, takođe i cena komunikacije, ali je zagušenje u centralnom čvoru često
 - Zato se obično na nivou centralnog čvora postavlja komutator (switch)

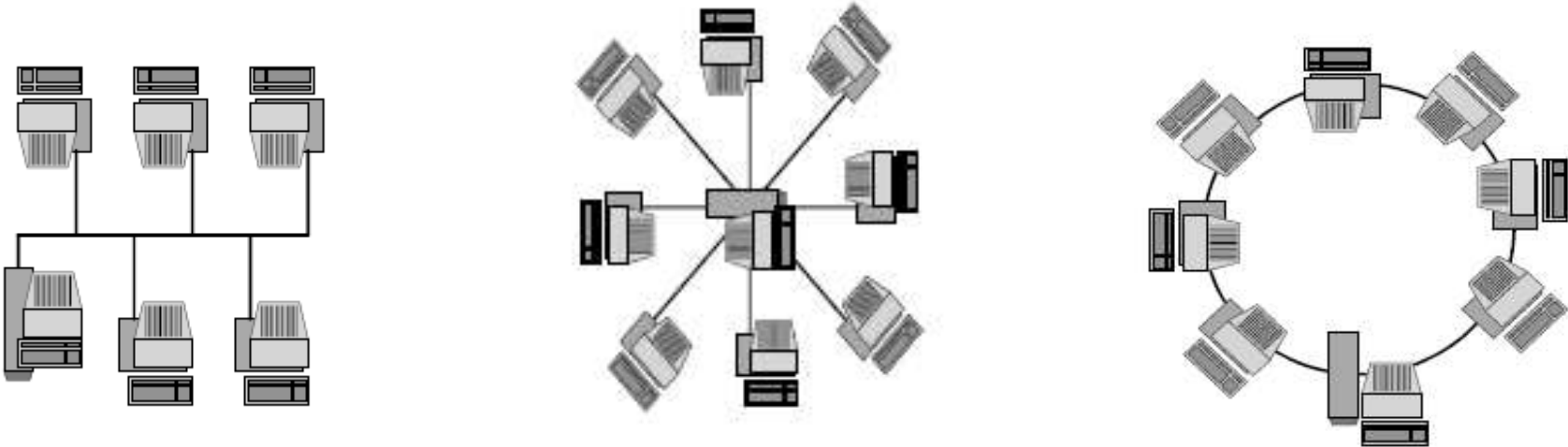


Topologije mreža sa zajedničkim komunikacionim kanalom (2)

- Razlikuju se četiri glavna tipa topologije mreže:
 3. **Prsten** - mreža sa topologijom prstena ima sve svoje komponente na istom kablju, ali taj kabl nema krajeve
 - Štaviše, informacija se kreće samo u jednom, strogo određenom pravcu
 - Ukoliko neki od čvorova mreže sa topologijom prstena otkáže, to neće uticati na funkcionisanje ostatka mreže
 - Medutim, otkaz na komunikacionom kanalu rezultuje potpunim prekidom mrežnog saobraćaja
 4. **Potpuna povezanost** - u mreži sa topologijom potpune povezanosti svaki čvor poseduje posebnu vezu sa svakim od preostalih čvorova
 - Koristi se samo kod sasvim malih mreža i to iz razloga pouzdanosti, jer redundansa smanjuje osetljivost na padove u mreži
 - Varijante topologije potpune povezanosti su topologije delimične povezanosti, u kojima neke od od veza između čvorova izostaju



Topologije mreža sa zajedničkim komunikacionim kanalom (3)



Primeri mreža sa topologijom magistrale, zvezde i prstena

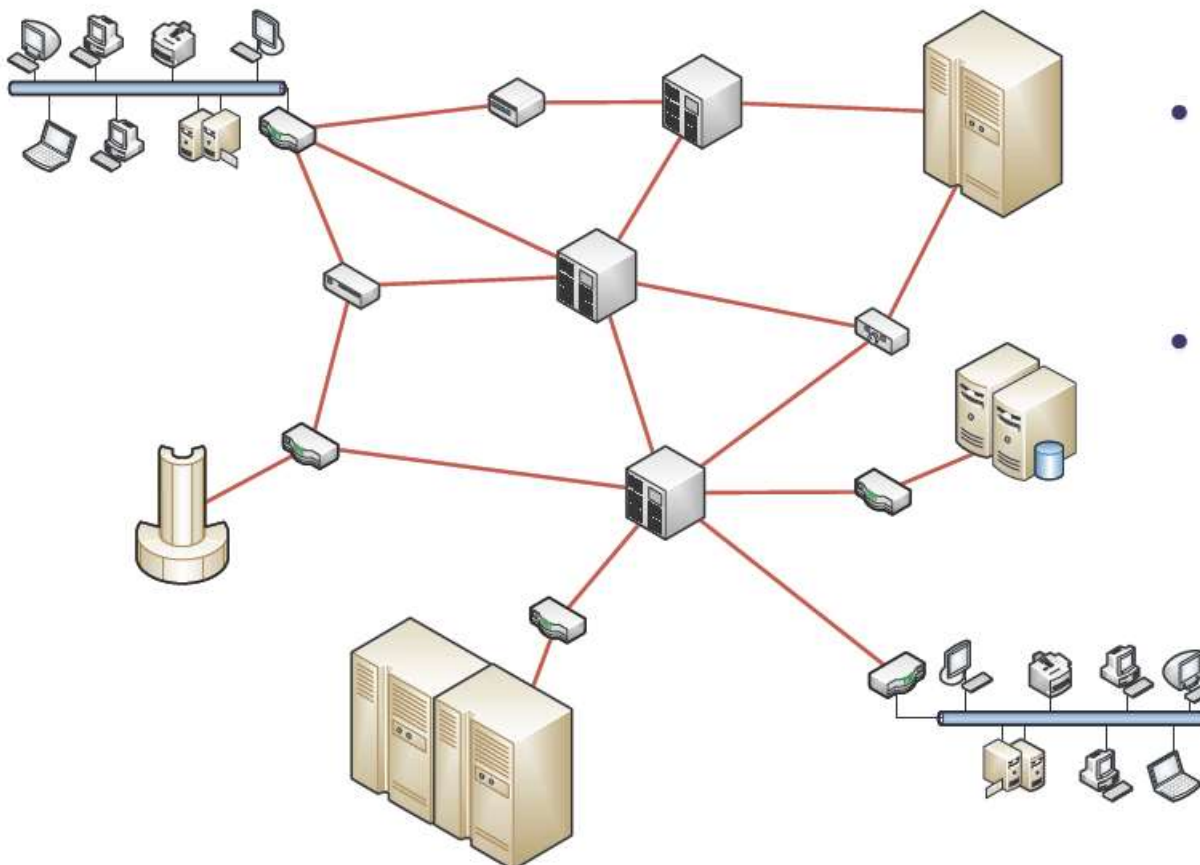


Direktne čvor-čvor veze

- Kod ove vrste povezivanja, mreže se sastoje od velikog broja direktnih veza između individualnih parova računara
- Kako bi informacija stigla od jednog do drugog čvora, obično je potrebno da prođe kroz niz posrednih čvorova
- Ovaj način komunikacije se obično koristi u okviru velikih mreža
- Ovde je često je moguće da informacije putuju različitim putanjama, tako da je izbor pogodne putanje obično veoma značajan za efikasnost komunikacije



Direktne čvor-čvor veze (2)



Primer mreže sa direktnim vezama čvor-čvor



Direktne čvor-čvor veze (3)

- Izbor putanje između čvorova je bitan za efikasnost komunikacije
- Komutiranje (switching) - određivanje putanje pre ili tokom same komunikacije



Primer komutiranja pri komunikaciji čvor-čvor



Direktne čvor-čvor veze (4)

- U zavisnosti od načina određivanja putanje i načina slanja informacije razlikuju se sledeći tipovi komunikacije:
 - **Komutiranje kanala** (circuit switching) - pre započinjanja komunikacije ostvaruje se trajna fiksirana putanja (kanal) između čvorova i sva informacija se prosleđuje kroz uspostavljenu putanju
 - Na ovaj način funkcionišu mreže fiksne telefonije
 - Kanal (vod) je rezervisan sve dok se eksplicitno ne raskine, te je ovaj način komunikacije prilično skup.
 - Kroz brze direktne veze između unutrašnjih čvorova obično se simultano odvija prenos podataka vezanih za komunikaciju između različitih parova perifernih čvorova.
 - Ta simultana komunikacije se obično postiže korišćenjem FDM ili TDM
 - **Komutiranje poruka** (message switching) - Svaka poruka koja se šalje putuje zasebnom putanjom.



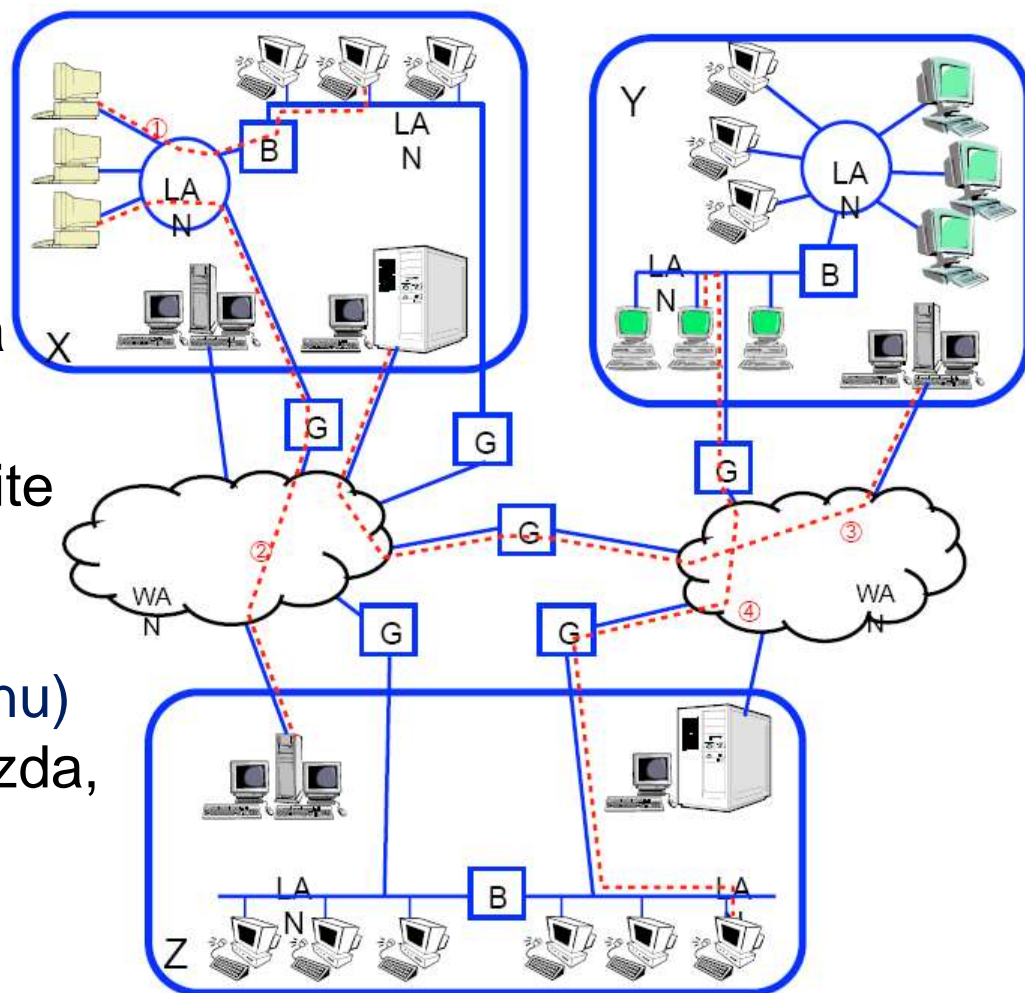
Direktne čvor-čvor veze (5)

- U zavisnosti od načina određivanja putanje i načina slanja informacije razlikuju se sledeći tipovi komunikacije:
 - Komutiranje paketa (packet switching) - poruke se pre slanja dele na zasebne manje pakete, i svaki paket putuje svojom zasebnom putanjom, da bi se na odredištu paketi ponovo sklopili u jedinstvenu poruku
 - Prednost ovog načina slanja je u tome što delovi poruke (paketi) praktično paralelno putuju kroz mrežu i time mogu brže da stignu do odredišta
 - Komutiranje je lakše i sa manje problema, ako je dužina sadržaja koji se prenosi manja



Topologija velike mreže

- Prethodna podela se odnosi na male mreže
- Velika mreža se obično sastoji se od velikog broja međusobno povezanih malih mreža, od kojih svaka ima sopstvenu topologiju
- Velika mreža će imati različite komponente sa različitim topologijama, ali će takođe imati i jednu opštu (generalnu) topologiju koja će biti ili zvezda, ili magistrala, ili prsten





Slojevi kod računarskih mreža

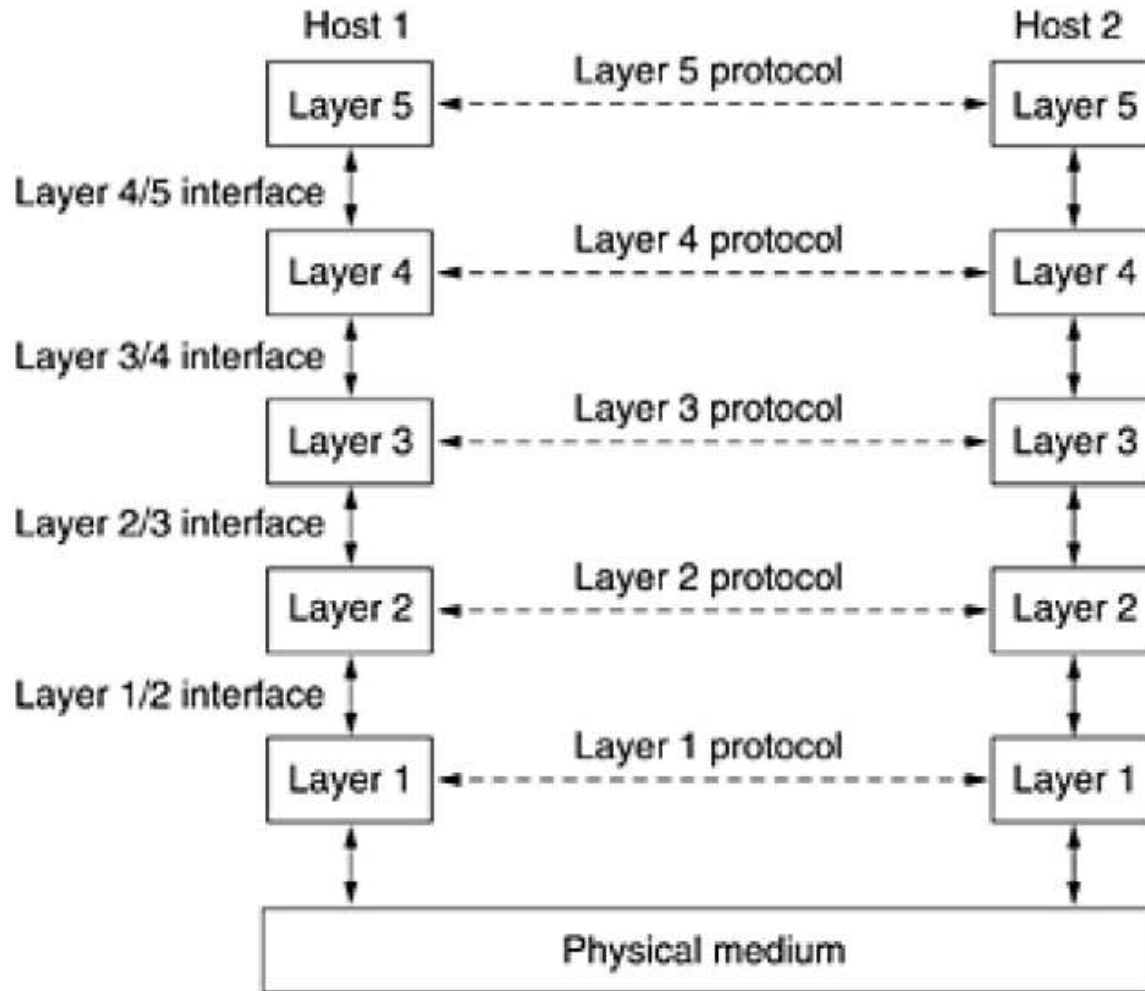


Slojevitost mreža

- Današnje mreže su izrazito kompleksni entiteti
 - Analogija sa računarskim sistemom: sloj hardvera, sistemski i aplikativni softver
- Kako bi se savladala kompleksnost mreža, mreže i mrežni softver se moraju kreirati hijerarhijski, uz postojanje velikog broja zasebnih, precizno definisanih, nivoa tj. **slojeva**
 - Komunikacija na višim slojevima ostvaruje se dostavom poruka na nižim slojevima
 - Viši sloj ne poznaje detalje komunikacije na nižim slojevima, ni obratno
 - Broj slojeva se razlikuje od mreže do mreže
- Na svakom sloju, sprovodi se odgovarajući **protokol komunikacije**
- Protokol je dogovor dve strane o načinu komunikacije
 - Narušavanje protokola čini komunikaciju nemogućom



Slojevitost mreža (2)

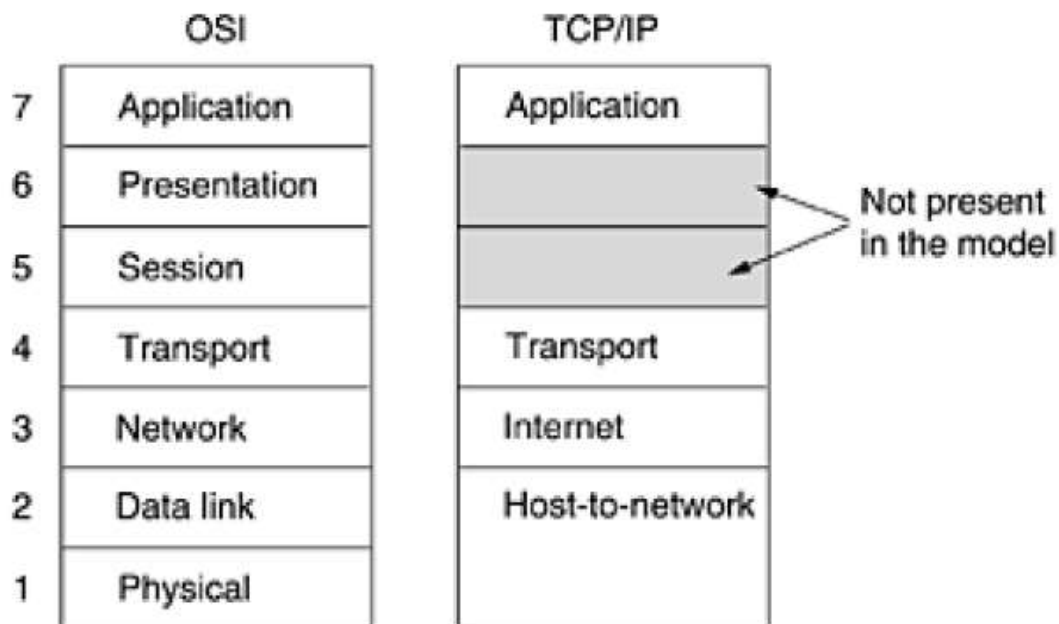


Prikaz komunikacije i protokola komunikacije



Slojevitost mreža (3)

- Istorijski, mreže se obično posmatraju u okviru dva referentna modela:
 - OSI model (Open Systems Interconnection) sa 7 slojeva, standardizovan od strane ISO
 - TCP/IP model sa 4 sloja, prisutan u okviru Interneta





Slojevitost mreža (4)

Slojevi u okviru referentnog OSI modela:

1. **Fizički sloj** (physical layer) - najniži, fizički sloj
2. **Sloj veze podataka** (data link layer) - višim slojevima obezbeđuje postojanje pouzdanog kanala komunikacije
3. **Mrežni sloj** (network layer) - bavi se povezivanjem više računara u mrežu
4. **Transportni sloj** (transport layer) - ima zadatak da prihvata podatke sa viših slojeva, deli ih na manje jedinice (pakete), šalje te pakete na odredište korišćenjem nižih slojeva
5. **Sloj sesije** (session layer) – služi za uspostavljanje i održavanje sesije između pokrenutih programa koji komuniciraju kroz mrežu



Slojevitost mreža (5)

Slojevi u okviru referentnog OSI modela:

6. **Sloj prezentacije** (presentation layer) – sloju sesije prosleđuje podatke prispele od aplikativnog sloja, može obuhvatiti kodiranje i konverziju podataka, kompresiju/dekompresiju i enkripciju/dekripciju
7. **Aplikacioni sloj** (application layer) - definiše protokole koje direktno koriste korisničke aplikacije u okviru svoje komunikacije



Zahvalnica

Delovi materijala ove prezentacije su preuzeti iz:

- Skripte iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor prof. dr Filip Marić
- Prezentacija iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor dr Vesna Marinković
- Skripte iz predmeta Informatika na Univerzitetu Milano Bicocca, autor dr Dario Pescini