

SKRIPTA: RAČUNARSKE MREŽE III – TR

LEKCIJA 1: Uvod u računarske mreže

Računarska mreža predstavlja skup međusobno povezanih računara i drugih uređaja, zbog razmjene podataka i informacija. Računari koji su povezani u istu mrežu, mogu da pristupaju datotekama koje se nalaze na bilo kojem od umreženih računara, i da koriste **dijeljene resurse** kao što su printeri i skeneri.

Umrežavanje se razvilo iz potrebe da više korisnika koristi određene podatke istovremeno. Kada mreža ne postoji, dokumenti moraju da se štampaju da bi drugi korisnici mogli da ih uređuju ili koriste. Ako drugi korisnik izmjeni dokument, nema načina da se te izmjene unesu u originalni dokument. Računarske mreže rješavaju ovaj problem, odnosno omogućavaju olakšano prikupljanje, prijenos, skladištenje i obradu podataka.

Počeci umrežavanja vezuju se za telefonske linije kojima su se prenosile informacije do udaljenih lokacija. Dostupnost i fleksibilnost tehnologija današnjih savremenih računarskih mreža omogućava da se sa bilo koje tačke na planeti može povezati na mrežu i doći do željenih informacija.

Svaka mreža se dijeli na dvije osnovne cijeline: **hardversku** i **softversku**.

Hardversku cijelinu sačinjavaju mrežni čvorovi, mrežne stanice, fizički prijenosni putevi i dijeljeni resursi.

Mrežne stanice predstavljaju korisničke uređaje na kojima se vrši obrada informacija a **mrežni čvorovi** predstavljaju uređaje čija je uloga usmjeravanje informacija kroz mrežu (npr. router).

Softversku cijelinu sačinjavaju protokoli, operativni sistem i korisnički softver. Mrežni protokoli su skup pravila po kojima se odvija komunikacija.

LEKCIJA 2: Prednosti umrežavanja

U današnjem svijetu, računarske mreže su neophodne za gotovo sve aspekte života i poslovanja. One omogućavaju brzu i efikasnu komunikaciju između ljudi i sistema, bez obzira na njihovu fizičku udaljenost. Zahvaljujući mrežama, pristup internetu, deljenje informacija, rad na daljinu, e-učenje, online bankarstvo i mnoge druge digitalne usluge postali su svakodnevnica. Preduzeća koriste mreže za upravljanje podacima, saradnju zaposlenih i automatizaciju procesa, dok se u obrazovanju i zdravstvu mreže koriste za pristup digitalnim resursima i elektronskim dosijeima.

Glavne prednosti umrežavanja:

1. Dijeljenje resursa

- Mogućnost dijeljenja štampača, skenera, hard diska i drugih uređaja.
- Primjer: Više korisnika koristi jedan štampač u kancelariji.

2. Komunikacija i razmjena podataka

- Brza i jednostavna komunikacija putem e-maila, ćaskanja ili videopoziva.
- Deljenje dokumenata i fajlova bez potrebe za USB uređajima.

3. Centralizovana administracija i sigurnost

- Lakše upravljanje korisnicima, podacima i bezbednosnim pravilima sa jednog mjesta.
- Npr. sistem administrator može postaviti lozinke i pravila pristupa za sve korisnike.

4. Ušteda troškova

- Nema potrebe za višestrukom kupovinom uređaja (npr. jedan server, printer, skener, mrežni disk za pohranu za više računara).
- Mreže smanjuju troškove prenosa podataka i održavanja sistema.

5. Povećana efikasnost i produktivnost

- Zaposleni ili učenici mogu efikasnije sarađivati i brže izvršavati zadatke.
- Timovi mogu raditi zajedno na istim dokumentima u realnom vremenu.

6. Pristup internetu i mrežnim servisima

- Jedan pristup internetu se može podijeliti svim uređajima na mreži.
- Omogućava korištenje online alata, servisa i aplikacija.

LEKCIJA 3: Procjenjivanje potreba umrežavanja

Organizacije uvode mreže prije svega da bi dijelile resurse i omogućile komunikaciju preko mreže. U resurse spadaju podaci, aplikacije i periferni uređaji. Uređaji koji su često dijeljeni su eksterni disk, skener i printer.

Prije pojave mreža, ljudi su morali da imaju svoje štampače, plotere i druge periferne uređaje. Jedini način da se dijeli štampač bio je da ljudi naizmjenično sjedaju za računar povezan sa štampačem.

Mreže danas omogućavaju da nekoliko ljudi dijele podatke i periferne uređaje u isto vrijeme. Ako je štampač potreban nekolicini korisnika, svi oni mogu da koriste štampač koji je umrežen. Mreže smanjuju potrebu za komunikacijom putem papira i gotovo sve vrste podataka stavljaju na raspoloaganje svima kojima su oni potrebni.

Neka preduzeća **ulažu u mreže** zbog e-pošte i programa za organizovanje rada. Rukovodioci te alate koriste za brzu i efikasnu komunikaciju sa velikim brojem ljudi i za daleko lakše organizovanje i izradu rasporeda rada za cijelu kompaniju.

Osnovni koraci za procjenu potrebe umrežavanja su:

1. Identifikacija korisničkih i poslovnih potreba

- Kakav tip podataka se mora prenositi? (velike datoteke, video)
- Da li postoji potreba za specifičnom vrstom povezivanja? (npr. cloud)

2. Analiza trenutne infrastrukture

- Koje mrežne resurse firma već posjeduje? (router, switch, server)
- Da li trenutna infrastruktura podržava planirani opseg korisnika?
- Identifikacija tačaka zasićenja

3. Usluge i aplikacije

- Koje aplikacije i servisi će biti korišteni?
- Kakvo je opterećenje mreže?

4. Skalabilnost

- Kako će se mreža razvijati u budućnosti?
- Da li infrastruktura podržava proširenje?

5. Sigurnost

- Koje sigurnosne mjere moraju biti implementirane? (firewall, enkripcija, segmentacija)
- Koje su osjetljive informacije koje treba zaštititi i kako?

6. Trošak

- Koji je budžet za izgradnju mreže?
- Da li postoje mogućnosti za smanjenje troškova? (cloud)

7. Povezivanje sa vanjskim mrežama

- Da li je potrebno povezivanje sa vanjskim mrežama?

LEKCIJA 4: Komponente računarskih mreža

Računarska mreža je skup povezanih računara i uređaja koji mogu međusobno razmenjivati podatke. Mreže omogućavaju deljenje resursa kao što su fajlovi, štampači, internet konekcija itd. Računarska mreža se sastoji od hardverskih i softverskih komponenti. Mrežne komponente uključuju mrežne uređaje, medije za prijenos i korisničke uređaje. Neke od osnovnih mrežnih komponenti i pojmova koji se susreću kroz rad sa mrežama su:

1. **Mrežna kartica – NIC** (Network Interface Card) je adapter korišten za povezivanje računara na mrežu. **Ugrađena** je u računar i ima svoj jedinstveni ID, kao i konektor za povezivanje. Mrežna kartica je uređaj koji radi na prvom i drugom sloju OSI modela (fizičkom i podatkovnom sloju). Imamo standardnu žičanu i bežičnu mrežnu karticu (npr. bluetooth, wi-fi).
2. **Fizička adresa – MAC** (Media Access Control) je adresa utisnuta u čip sa ROM memorijom na mrežnoj kartici. Sastoji se od 12 alfanumeričkih znakova, u obliku od 6 parova po 2 znaka odvojena dvotačkom.
3. **Hub** – Osnovni mrežni uređaj koji omogućava spajanje više računara na mrežu ali šalje sve podatke **svim uređajima** u mreži, što može uzrokovati kolizije i smanjenje performansi. Switch šalje podatke samo na određeno na osnovu MAC adresa.
4. **Switch** – Predstavlja mrežni uređaj koji radi na **podatkovnom** sloju te omogućava povezivanje i komunikaciju različitih uređaja. On koristi **MAC** adrese da bi poslao pakete podataka na odgovarajući port. Switch upravlja protokom podataka u mreži tako što emituje primljene mrežne pakete samo onim uređajima kojima su paketi namjenjeni. Ima tabelu MAC adresa na osnovu koje zna gdje slati koji paket.
5. **Router** – Koristi softver da bi **usmjerio** podatke od izvora prema određenoj. Radi na **trećem** (mrežnom) sloju OSI modela. Upravlja protokom paketa kroz mrežu na osnovu IP adresa. Njegova uloga je da poveže LAN i WAN mreže. Ima dinamički ažuriranu tabelu rutiranja.
6. **Modem** – Modulator/demodulator je uređaj koji pretvara (modulira) analogne signale koji dolaze od telefonske žice u digitalni oblik (0 i 1).
7. **Medij za povezivanje** – Podrazumijeva vezu za prijenos podataka. Može biti žičana (usmjerena) i bežična (neusmjerena). Primjer su: Ethernet kabel, Optički kabel, Koaksijalni kabel, USB kabel i drugi.
8. **Repeater** – Repetitori nemaju mogućnost regulisanja saobraćaja već samo “sjede“ na mreži i pojačavaju signal koji prime. Problem ovih uređaja jeste da pojačaju i šum jer ne filtriraju korisni signal. Rade na prvom (fizičkom) sloju OSI modela.
9. **Server** – Računar koji obezbjeđuje resurse koje klijenti koriste. Većinom pruža pristup nekom web resursu (kao npr. web stranica).
10. **Access point** – Tačka **pristupa mreži** (AP) može se odnositi na bilo koji mrežni uređaj koji omogućava povezivanje na ostatak mreže. Npr. ako imamo router koji je glavni na mreži i još dodatnih rutera čija je uloga da prošire signal i dostupnost mreže, oni su u tom slučaju AP.
11. **Korisnički uređaji** – Računari, laptopi, mobilni uređaji koji se povezuju na mrežu radi komunikacije i usluga koje pružaju mrežni serveri.

LEKCIJA 5: Podjela mreža

Da bi se lakše razumijele funkcije i primjene računarskih mreža, one se dijele prema različitim kriterijima kao što su veličina, topologija, način upravljanja i tehnologija povezivanja.

Prema veličini (dometu):

- **PAN** (Personal Area Network) – Vrlo mala mreža (do 10 metara) koja povezuje uređaje jedne osobe, odnosno podrazumijeva komunikaciju između dva uređaja kao npr. bluetooth povezivanje laptopa i mobitela.
- **LAN** (Local Area Network) – Lokalne mreže koje povezuju računare u jednoj lokaciji kao što je kuća ili firma. Uključuju više od dva uređaja i većinom infrastrukturu, npr. router na koji se povezuju svi mobilni uređaji i računari u kući.
- **MAN** (Metropolitan Area Network) – Pokriva cijeli grad ili veću regiju. Kao npr. kablovska TV.
- **WAN** (Wide Area Network) – Široka, svjetska mreža, kao što je internet. Povezuje veliki broj manjih mreža.

Prema topologiji:

- **Bus** (sabirnica) – Prenos podataka se vrši po jednom zajedničkom mediju i tad su podaci dostupni svim računarima. Nedostatak ove topologije je činjenica da prekid zajedničkog medija uzrokuje odvajanje od mreže svih računara koji se nalaze iza mjesta prekida.
- **Star** (zvijezda) – Krajnje tačke mreže su povezane sa zajedničkim centralnim čvorištem, ili serverom. Često korištena kod lokalnih mreža, prednost ove arhitekture je što kvar jednog računara isključuje samo taj računar iz mreže a nedostatak što kvar servera isključuje sve računare iz mreže.
- **Ring** (prsten) – Svi uređaji su povezani jedan sa drugim u obliku zatvorene petlje, tako da je svaki računar povezan sa druga dva računara u obliku zatvorene petlje (po jedan sa svake strane). Nedostatak ove mreže je što prekid kabla u mreži uzrokuje prekid cijele mreže.
- **Tree** (stablo) – Slična topologiji magistrale, sa mogućim grananjem sa više čvorova

Prema načinu upravljanja:

- **Peer-to-peer** (P2P) – Svi uređaji su ravnopravni, nema centralnog servera. Koristi se većinom kod manjih mreža.
- **Klijent-server** – Jedan ili više servera upravljaju mrežom, ostali uređaji su korisnici usluga koje pružaju serveri.

Prema tehnologiji povezivanja:

- **Bežične** – Stabilnije, brže i sigurnije. Često skuplje i složenije za instalaciju.
- **Žičane mreže** – Fleksibilne, jednostavne za korištenje i postavljanje. Više podložne smetnjama i napadima.

LEKCIJA 6: Mrežni mediji za povezivanje

U sistemima za prijenos podataka **medij** predstavlja **fizički put** između predajnika i prijemnika informacija i dijele se na žičane (guided) i bežične (unguided). Primjer žičanih su upletene parice, koaksijalni kablovi i optička vlakna. Primjer bežičnih medija su vazduh, vakuum ili voda.

Prenosnim medijem se u opštem slučaju prenosi **energija** u obliku elektromagnetnih talasa. **Osnova svakog prenosa** podataka sastoji se u sljedećem: na izvoru podaci se predstavljaju u vidu signala određene energije, koja se prijenosi na određište gdje se ponovo pretvara u podatke.

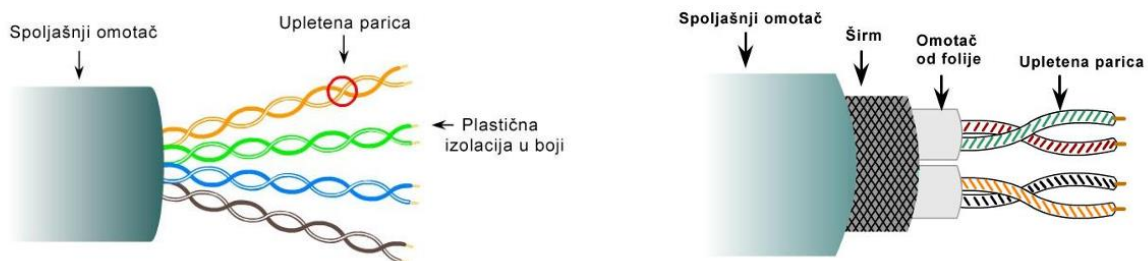
Karakteristike i kvalitet prenosa podataka određeni su svojstvima signala ali i svojstvima medija. Kod žičanih medija, **medij je važniji** u određivanju ograničenja u prijenosu. Dok kod bežičnih medija **spektar signala** koji uređaj emituje je važniji u prijenosu. Signali nižih frekvencija su višedirekcionni odnosno prostiru se u svim pravcima.

Kod sistema koji prijenose podatke ključne osobine su domet i brzina prenosa. Kod svih medija brzina prenosa opada sa povećanjem udaljenosti primaoca.

Vrste mrežnih medija

6.1 Kabl sa upletenim paricama

Kabl sa upletenim paricama (engl. twisted pair cable) se sastoji od **parova izolovanih bakarnih** vodiča koje su upletene jedna oko druge. Upletanje se vrši u cilju otklanjanja elektromagnetnih smetnji, što je veći broj upletaja po metru, to je otpornost na smetnje bolja. Dva osnovna tipa kabela su kabl sa neoklopljenim (Unshielded Twisted Pair, UTP) i oklopljenim (Shielded Twisted Pair, STP) paricama. Oklopljeni kablovi imaju znatno veću otpornost na električni šum.



Slika 6.1. Neoklopljeni (UTP) i oklopljeni (STP) kablovi

Upletene parice su prenosni medij koji se i danas najviše koristi za digitalni i analogni prenos, prvenstveno jer su najjeftinije. Najčešće su korištene na LAN mrežama brzine 100 Mbps do 1 Gbps. U poređenju sa drugim žičanim prenosnim medijima (koaksijalni kabl, optičko vlakno) manjeg su dometa. Postoje različite **varijante** (generacije) **UTP kablova** numerički obilježene, a danas su najviše u upotrebi Cat 5 (do 100Mbps na 100m), Cat 5e (do 1000 Mbps na 100m) i Cat 6 (do 10 Gbps na 10m).

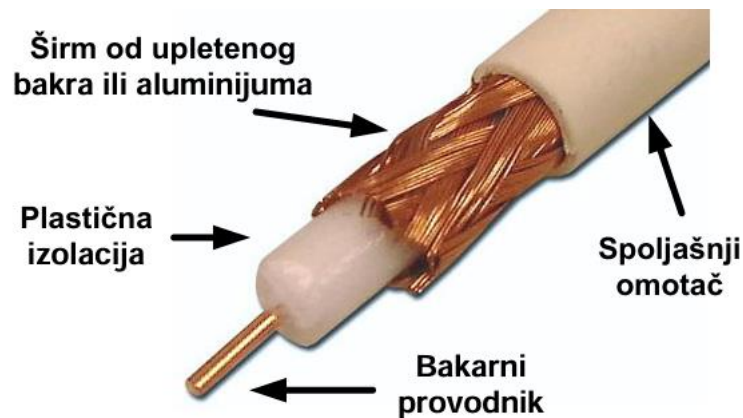
Bakarni vodiči se povezuju na uređaje putem konektora. Najčešći tip konektora je RJ (Registered Jack) i on se koristi u više varijanti kod telefonskih i računarskih mreža. Najčešći su:

- RJ11 – jedna telefonska linija
- RJ14 – dvije telefonske linije
- RJ12 i RJ25 – tri telefonske linije
- RJ45 – Ethernet računarska mreže

Za spajanje bakarnih vodiča sa konektorima koristi se poseban tip alata, klješta za krimpovanje.

6.2. Koaksijalni kabl

Koaksijalni kablovi su u jednom periodu bili najrasprostranjeniji mrežni medij za prenos podataka iz više razloga, jer su jeftini, laki i fleksibilni i jednostavni za rad. Koaksijalni kabl ima bolju frekventijsku karakteristiku od upletenih parica, tako da se može koristiti na višim frekvencijama i pri većim brzinama prenosa. Za povezivanje sa koaksijalnim kablom koristi se standardizirani BNC konektor.

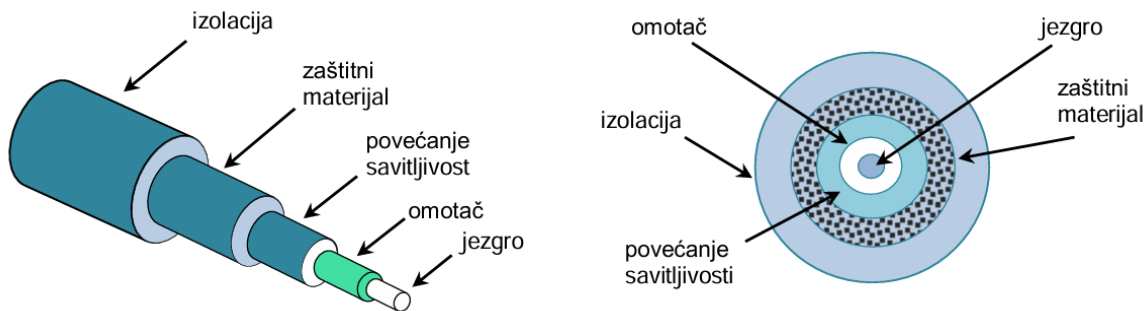


Slika 6.2. Koaksijalni kabl

6.3. Optičko vlakno

Optičko vlakno je tanak fleksibilni medij, kroz koji može da se prostire svjetlosni zrak. Prave se od stakla ili plastike pri čemu bolje performanse ali veću cijenu imaju staklena optička vlakna.

Sistemi prijenosa sa optičkim vlaknima se sastoje iz tri osnovna dijela, a to su predajnik, optičko vlakno i prijemnik. Impuls svjetlosti kroz prijenosni medij predstavlja bit logičke **jedinice** a odsustvo svjetlosti bit logičke **nule**. Kroz stakleno jezgro optičkog kabela, svjetlost putuje konstantnim prelamanjem. Optička vlakna se mogu podijeliti u dvije grupe: monomodna koja omogućavaju prostiranje samo jednog svjetlosnog zraka i multimodna koja su deblja i omogućavaju prostiranje više zraka od više različitih izvora. Cijelokupni sistem baziran na multivodnom vlaknu je jeftiniji, zbog toga što je lakše ubaciti svjetlost u vlakno šireg obima, samim tim se štedi na izvoru i predajniku a i broju kablova.



Slika 6.3. Optički kabel

Razvoj optike je tehnološki veoma značajan zbog većeg propusnog opsega (10 i 100 Gbps), manjih dimenzija i težina kablova i opreme, kao i manjeg slabljenja signala i elektromagnetske izolacije.

6.4 Bežični mediji za prenos

Bežični mediji ne koriste kablove već zrak odnosno vakuum. Postoji više razloga za ovaj vid prijenosa podataka, a posebno je praktičan u slučaju prenosivih računara i mobilnih uređaja, ili za udaljene lokacije gdje je postavljanje kablova previše skupo.

Tehnologije bežičnog prijenosa koje se danas najčešće koriste su:

- **Wi-Fi** – 802.11 je skup standarda za bežičnu mrežnu komunikaciju koji omogućava uređajima povezivanje na lokalne mreže i internet bez korištenja kablova.
- **Bluetooth** – 802.15 je u suštini tehnologija male snage, kratkog dometa i malih brzina, koja služi za međusobno povezivanje notebook-a, perifernih uređaja i mobilnih telefona.
- **Satelitske mreže** – Koriste se za prenos podataka na globalnom nivou i dostupne su i u udaljenim mjestima. Imaju ogroman domet.

LEKCIJA 7: KOMUTACIJE I VRSTE KOMUTACIJA

Sa obzirom da izvor i odredište većinom nije moguće direktno spojiti, slanje poruke zahtjeva postojanje uređaja (čvorova) koji učestvuju u prenosu poruke. Proces slanja poruke kroz mrežu koristi princip routiranja (usmjeravanja). Postupak koji se obavlja u čvorovima u svrhu usmjeravanja poruke prema odredištu naziva se **komutacija** (prespajanje).

Razlikujemo tri tipa komutacije.

7.1. Prenos podataka sa komutacijom kanala (circuit switched)

Komutacija kanala podrazumijeva tehniku komuniciranja dvije udaljene mrežne stanice tako da postoji komunikacioni put (kanal) dodijeljen samo tim stanicama. Komunikacioni kanal je povezana sekvenca komunikacionih veza između mrežnih čvorova. Ako računar PC1 želi da komunicira sa računarom PC2, uspostavlja se veza između ova dva računara kroz čvorove mreže, i ta veza postoji samo za dati prenos podataka. Ako računar PC3 poželi da komunicira sa računarom PC2 u tom trenutku, to neće biti moguće. Također, komunikacija druge dvije stanice istim (zauzetim) kanalom nije moguća. Komutacija kanal zahtjeva utvrđivanje putanje i uspostavljanje konekcije prije nego što otpočne prenos. Mreža održava komunikaciju sve dok je jedna stanica ne okonča. Ovakav tip komunikacije je najefikasniji kada je prenos informacija između dvije stanice kontinuiran i trenutni. Ovaj oblik komutacije nije pogodan za računarske mreže.

7.2. Prenos podataka sa komutacijom paketa (packet switched)

Kod ovog načina prenosa, informacija se prvo dijeli na manje jedinice “pakete” čija struktura zavisi od protokola koji se u mreži koriste. Sa komutacijom paketa nije neophodno uspostavljati zaseban komunikacioni kanal. Paketi se prosljeđuju kroz mrežu, od čvora do čvora, a u svakom čvoru se vrši nezavisno usmjeravanje prema drugim čvorovima. Izbor putanje se vrši na osnovu više kriterija. Na odredištu se vrši slaganje paketa u prvobitan redoslijed, da bi se dobila originalna informacija. Ne postoji direktna fizička veza između izvora i odredišta pa iz tog razloga postoji kašnjenje. Ovakav tip prenosa pogodan je za računarske mreže. Cilj ove vrste prenosa je da veći broj stanica može učestvovati u komunikaciji istim kanalima.

7.3. Prenos podataka virtuelnim kanalom (virtual circuit)

Ovaj način prenosa također uključuje djeljenje informacija u pakete. Paketi se kod ove metode šalju tačno određenom putanjom (virtuelnim kanalom) koji se uspostavlja prije slanja bilo kojeg paketa. Svaki paket ima polje koje obilježava kojem virtuelnom kanalu pripada. Čvor nema potrebe da odlučuje o putanji svakog paketa zasebno, već se to uradi jednom za svaku komunikacionu vezu, pa je i kašnjenje u prenosu manje. Ovaj pristup može obezbijediti

odgovarajući kvalitet usluge za pojedine aplikacije (npr. glasovni poziv, video-stream, download datoteka).

LEKCIJA 8: REFERENTNI MODELI

Referentni mrežni modeli su standardizovani okviri/šabloni koji se koriste da bi se opisala, analizirala i usporedila struktura i funkcionisanje računarskih mreža. Oni definišu slojeve, funkcije i protokole potrebne da bi komunikacija između različitih računarskih sistema bila moguća, bez obzira na to ko ih je proizveo.

Skup protokola i slojeva naziva se arhitektura mreže. Dvije važne mrežne arhitekture su:

- OSI referentni model – Open Systems Interconnection
- TCP/IP referentni model – Transmission Control Protocol / Internet Protocol

Ciljevi referentnih modela su:

- Standardizacija – definišu zajednički “jezik” između različitih proizvođača i struktura
- Interoperabilnost – uređaji i softver različitih proizvođača mogu međusobno komunicirati ako sljede isti model
- Modularnost – omogućavaju da se sistem dijeli na nezavisne dijelove
- Edukacija i analiza – pomažu u učenju, dijagnostici i analizi mrežnih problema

Oba referentna modela uvode princip slojevitosti. Ovo podrazumijeva da svaki sloj ima određenu funkciju, i nudi usluge sloju iznad a koristi usluge sloja ispod. Ovaj princip se također primjenjuje u softverskom inženjstvu i operativnim sistemima.

LEKCIJA 9: TCP/IP REFERENTNI MODEL

TCP/IP omogućuje komunikaciju preko međusobno povezanih mreža i predstavljanja najrasprostranjeniju grupu protokola. Ovaj mrežni model kreiran je 1970-ih od strane američkog ministarstva odbrane i razvio se iz ARPANET mreže, prve svjetske WAN mreže (preteča interenta). Naglasak kod TCIP/IP modela stavljen je na komunikaciju sa kraja na kraj (end to end).

9.1. Sloj veze

Zadatak ovog sloja je prenos podataka preko fizičkih veza kroz mrežu. Funkcije ovog sloja uključuju enkapsulaciju IP paketa u okvire i mapiranje logičke IP adrese u fizičku adresu.

9.2. Mrežni (Internet) sloj

Na ovom sloju radi IP protokol koji obezbjeđuje isporuku paketa za sve TCP/IP mreže. IP protokol implementira sistem logičkih adresa poznatih kao IP adrese.

9.3. Transportni sloj

Zadatak ovog sloja je prenos podataka do kranjih tačaka. Na ovom sloju rade sljedeći protokoli:

TCP omogućuje pouzdanu komunikaciju mehanizmom ponovnog prenosa (retransmisije) podataka kod kojih je došlo do greške u prenosu.

UDP omogućuje nepouzdanu komunikaciju koja daje veću mrežnu propustljivost (brzinu), kada korekcija grešaka nije neophodna.

9.4. Sloj aplikacije

Na ovom sloju rade protokoli koje koristi većina aplikacija za mrežnu komunikaciju. Najpoznatiji aplikacijski protokoli su FTP, SMTP, HTTP.

LEKCIJA 10: OSI referentni model

Ovaj model dijeli cijelokupni komunikacijski proces u sedam slojeva. Funkcionalnost pojedinog sloja opsiana je skupom protokola (pravila). Pojedine funkcije komunikacijskog proces se obavljaju u hardveru (npr. prenos električnih signala) a druge u softveru (npr. enkripcija podataka). Najniža tri sloja vezana su za hardver a gornja četiri za softver.

10.1. Fizički sloj

Zadužen je za prenos bitova putem komunikacijskog kanala. Ovaj sloj definiše pravila po kojima se bitovi prenose, koja vrijednost napona je potrebna, koliko bitova se šalje po sekundi i fizički format korištenih kablova i konektora.

10.2. Podatkovni sloj

Upravlja prenosnim putem fizičkog sloja i formatom poruka (definiše početak i kraj poruke). Radi sa fizičkim adresama radi kontrole pristupa.

10.3. Mrežni sloj

Zadatak mrežnog sloja je određivanje jedne ili više putanja kojima će poruka biti prosljeđena od izvorišta do odredišta. U svakom čvoru mreže određuje se koji je sljedeći računar kome poruka treba biti prosljeđena.

10.4. Transportni sloj

Ovaj sloj zadužen je za komunikaciju krajnjih tačaka mreže. On uspostavlja, održava i prekida veze za prenos podataka između izvorišta i odredišta. Funkcije transportnog sloja obuhvataju uspostavljanje komunikacije, kontrolu toka i kontrolu grešaka.

10.5. Sloj sesije

Zadatak ovog sloja je uspostavljanje, održavanje i prekid logičkih sesija između krajnjih tačaka. Svrha sesija je definiranje stanja svake od aktivnih konekcija, radi signaliziranja početka i kraja, te tipa konekcije između računara. Dodatna uloga sesija jeste autorizacija i autentifikacija korisnika mreže.

10.6. Prezentacijski sloj

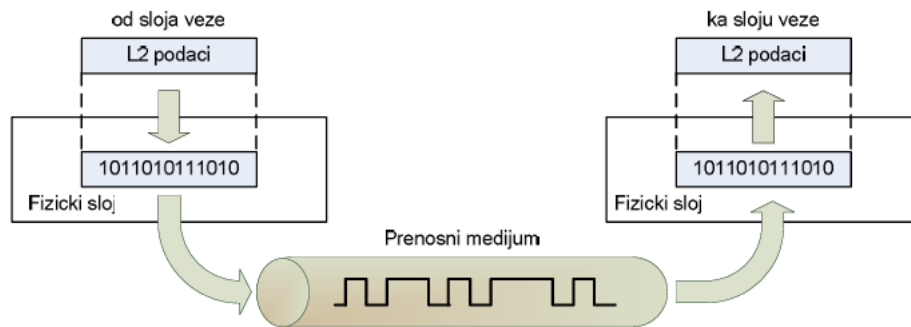
Formatira podatke za prezentaciju korisniku. Zadatak ovog sloja je usklađivanje formata podataka između učesnika u komunikaciji. Ovaj sloj podatke u odgovarajućem formatu dostavlja aplikacijskom sloju.

10.7. Aplikacijski sloj

Osnovna uloga ovog sloja je omogućiti pristup mreži korisničkim programima. Primjeri protokola uključuju HTTP, FTP, SMTP.

LEKCIJA 11: FIZIČKI SLOJ OSI MODELA

Fizički sloj je najniži (prvi) sloj OSI modela i odgovoran je za prenos bitova preko fizičkog medija (žičane ili bežične veze). Fizički sloj definiše mehaničke i električne karakteristike prenosnog medija i konektora između mrežnih uređaja i medija. Također definiše funkcije koje uređaj mora raditi za ostvarivanje prenosa.



Slika 11.1. Uloga fizičkog sloja

Fizičke karakteristike interfejsa – Uključuju tip prenosnog medija (optički kabel, upletene parice, koaksijalni kabel) i raspored pinova na konektoru (interfejsu).

Reprezentacija bitova – Podrazumijeva definisanje tip kodiranja odnosno pretvaranja signala u električne signale i obrnuto.

Brzina prenosa – Izražava se kao broj bita koji se prenesu fizičkim medijem u trajanju jedne sekunde. Ista brzina prijemnika i predajnika je neophodna za ispravan i sinhroniziran prenos.

Sinhronizacija na nivou bita – Rad na istoj brzini, iako neophodan, nije jedini faktor za ispravan prenos. Prijemnik mora da ima informaciju kada svaki bit počinje i završava da bi bio u potpunosti sinhroniziran sa predajnikom.

Režim prenosa – Definiše smjer prenosa podataka između uređaja (simplex, half-duplex ili full-duplex).

11.1. Ethernet (802.3)

Ethernet je najviše korištena mrežna tehnologija u LAN mrežama. Razvila ga je kompanija Xerox a 1983. je standardiziran pod službenim nazivom IEEE 802.3. Odlikuje ga jednostavna implementacija, dobra brzina i cijena.

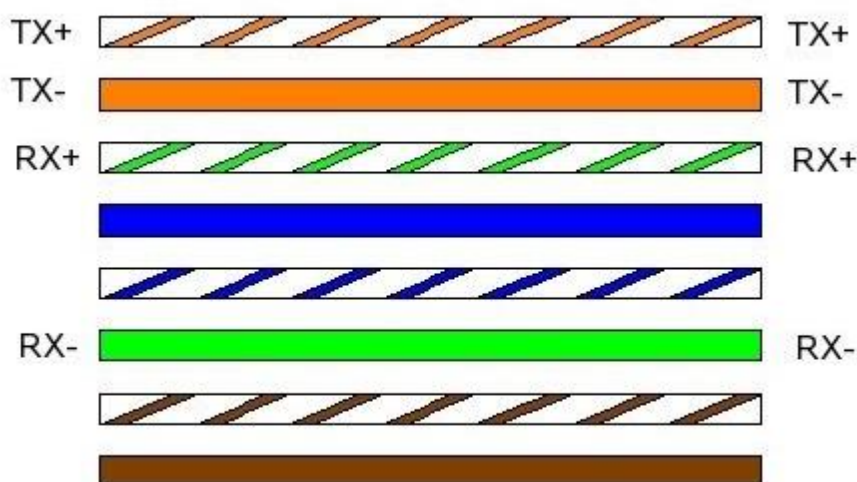
Glavne prednosti Ethernet mreža su:

- Jednostavnost planiranja i implementacije
- Mrežne komponente su jeftine
- Pouzdana tehnologija
- Jednostavno je dodati i ukloniti računare sa mreže
- Podržava ga veliki broj hardverskih sistema

Slabosti Ethernet mreža su:

- Ethernet je otvorena arhitektura gdje svaki čvor mreže može da šalje ili prima podatke
- Koristi broadcast komunikaciju
- Lako ga je prislušivati
- Nema hardver za zaštitu
- Lako je onesposobiti mrežu

Osnovna vrsta kabela za povezivanje na Ethernet mrežu jesu upletene parice (twisted pair).



Slika 11.2. Shema rasporeda parica u UTP/STP kablu

LEKCIJA 12: PODATKOVNI SLOJ

Sloj veze podataka je drugi sloj OSI modela čija je uloga uspostavljanje komunikacione veze između direktno spojenih uređaja. Funkcije ovog sloja uključuju uspostavljanje, održavanje i kontrolu veze, pakovanje podataka u okvire, detekciju grešaka i kontrolu pristupa mediju. Također podatkovni sloj rješava problem brzog predajnika i sporog prijemnika.

Podatkovni sloj se dijeli na LLC i MAC pod-slojeve. LLC (Logical Link Control) pod-sloj omogućava komunikaciju između mrežnog i podatkovnog sloja i pruža mehanizme kontrole grešaka i protoka, dok MAC (Media Access Control) pod-sloj upravlja fizičkim adresama, formatom okvira i pristupom dijeljenom mediju.

12.1. Funkcije podatkovnog sloja

Funkcije podatkovnog sloja su:

Postavljanje okvira – Da bi se izvršila sinhronizacija između predajnika i primjenika, početak i kraj okvira moraju biti jednoznačno određeni. Ovo podrazumijeva pakovanje podataka sa mrežnog sloja u manje okvire sa početnim i krajnjim sekvencama (npr. 1010)

Fizičko adresiranje – Da bi se mogao identificirati uređaj u mreži, kojem je namjenjena poruka, dodijeljuje mu se jedinstvena fizička adresa. U zaglavlje svakog paketa potrebno je dodati fizičku adresu izvorišta i odredišta, da bi se znalo gdje je paket namijenjen i odakle dolazi.

Kontrola pristupa – U slučajevima kada dva ili više uređaja koriste isti medij za prenos, zadatak sloja veze je da odredi u kom vremenu će koji uređaj imati kontrolu nad medijem, odnosno pravo da šalje podatke. Ako više uređaja istim linkom šalje podatke, dolazi do kolizije (neupotrebljivog signala).

12.2. Switch

Switch je mrežni uređaj koji radi na podatkovnom sloju i koristi se za povezivanje različitih uređaja u mreži, kao što su računari, štampači, mrežni diskovi i drugi mrežni uređaji. Ovaj uređaj radi samo na lokalnim mrežama, odnosno radi sa fizičkim adresama. Za rad sa više mreža, potreban je uređaj koji radi na trećem (mrežnom) sloju a to je router. Osnovna uloga switcha jeste spajanje više računara na istu mrežu. U stvarnoj upotrebi većinom se koristi ukoliko router nema dovoljno portova za priključivanje svih uređaja. Spajanjem switcha na router, svim uređajima na switchu se omogućuje pristup internetu. Switchevi se razlikuju po standardu brzine koji pružaju (npr. FastEthernet 100Mbps ili GigabitEthernet 1Gbps) i broju portova (npr. 5, 8, 10, 16, 24, 48 i više).

LEKCIJA 13: Mrežni sloj

Mrežni sloj predstavlja treći sloj OSI i TCP/IP modela.

Zadatak mrežnog sloja je određivanje jedne ili više putanja kojima će poruka biti proslijeđena od izvorišta do odredišta. **Zadužen** je da u svakom čvoru mreže odredi koji je sljedeći računar ili čvor kome poruka treba biti proslijeđena.

Drugim riječima ovaj sloj podacima dobijenim od transportnog sloja pridružuje parametre na osnovu kojih će biti moguće određivanje jednog ili više mrežnih članova kojima podatke treba isporučiti.

Mrežni uređaj koji radi na ovom sloju je **router**.

Jedan od najkompleksnijih zadataka koji se stavlja pred protokole mrežnog sloja je adresiranje koje omogućava povezivanje više različitih računarskih mreža. Na nivou jedne LAN mreže, povezane sa switch uređajem, uloga protokola mrežnog sloja je minimalna i odnosi se na internu provjeru da li je adresa primaoca ustvari lokalna adresa. Za mreže sa većim brojem uređaja i čvorova, protokoli mrežnog sloja su neophodni.

Najvažniji protokoli mrežnog sloja su:

IP (Internet Protocol) – Osnovni protokol za adresiranje i usmjeravanje podataka u mreži. Postoje dvije verzije IPv4 i IPv6.

ICMP (Internet Control Message Protocol) – Koriste se za slanje kontrolnih poruka i obavijesti o greškama (npr. koristi ga ping naredba).

IGMP (Internet Group Management Protocol) – Koristi se za upravljanje multicast grupama.

ARP (Address Resolution Protocol) – Djeluje između slojeva 2 i 3 i koristi se za pronalaženje MAC adrese na osnovu IP adrese (IPv4).

RARP (Reverse ARP) – Koristi se za pronalaženje IP adrese na osnovu MAC adrese.

LEKCIJA 14: TRANSPORTNI SLOJ

Predstavlja četvrti sloj OSI modela, između mrežnog i sloja sesije.

Transportni sloj je odgovoran za **isporuku cjelokupne** poruke od izvora do odredišta. Mrežni sloj ne garantuje da će svaki paket biti isporučen. Ako neki paket bude izgubljen, mrežni sloj neće nikoga obavijestiti o tome. Transportni sloj rješava ovaj problem namećući **kontrolu grešaka i kontrolu protoka** na nivou izvora i odredišta.

Na primjer, fajl transfer aplikacija ima zadatak da fajl proizvoljne veličine prenese do fajl servera. U cilju prenosa, fajl se dijeli na pakete a svaki paket se prenosi nezavisno. Neki paketi mogu biti primljeni sa greškom a neki izgubljeni. Zadatak transportnog sloja je da uvede disciplinu u isporuci paketa, tako da bi fajl bio prenijet u prvobitnom obliku do odredišta.

Suštinska razlika transportnog i slojeva nižeg nivoa je u tome što se niži nivoi bave komunikacijom između **stanice i susjednih čvorova**, dok transportni sloj podrazumjeva komunikaciju između **krajnjih stanica**, koje mogu biti razdvojene većim brojem rutera.

Osnovni protokoli ovog sloja su TCP i UDP.

TCP omogućuje pouzdanu full-duplex komunikaciju mehanizmom re-transmisije podataka kod kojih je došlo do greške u prenosu (mehanizmi detekcije i korekcije grešaka).

Kada korekcija grešaka nije neophodna, **UDP** pruža nepouzdanu komunikaciju koja daje veću mrežnu propusnost na transportnom sloju.

LEKCIJA 15: APLIKACIJSKI SLOJ

Aplikacijski sloj je najviši (7.) sloj OSI modela čija je uloga pružanje većeg broja mrežnih funkcija korisnicima. Korisnici aplikacija na mreži mogu biti ljudi ili druge aplikacije. Sloj aplikacije obezbijuje interfejs i podršku za standardne servise kao što su elektronska pošta, pristup i prenos udaljenih fajlova, web stranice i mnogi drugi.

10.1. Funkcije aplikacijskog sloja

Sve funkcije aplikacijskog sloja možemo podijeliti na nekoliko vrsta, a to su:

1. Virtualni pristup mreži

Aplikacijski sloj dozvoljava korisniku da poveže svoj uređaj sa udaljenim uređajem radi pristupa funkcijama i uslugama (servisima). Da bi se uspostavio udaljeni pristup, aplikacijski sloj emulira terminal na udaljenom uređaju, omogućavajući korisniku da radi kao da je direktno povezan sa tim sistemom. Tipični protokoli koji pružaju ovu funkciju su **Telnet** i **SSH**.

2. Prenos i upravljanje datotekama

Aplikacijski sloj, omogućava prenos i upravljanje datotekama (fajlovima) na udaljenom računaru. Ovo uključuje kreiranje, brisanje, preimenovanje, čitanje i zapisivanje datoteka. Protokoli poput **FTP** i **NFS** koriste se za ove operacije.

3. Adresiranje

Za uspostavljanje veze između mrežnih uređaja, aplikacijski sloj zahtijeva adresu servera ili servisa kojem se pristupa. Klijent najčešće koristi razumljivu adresu (npr. naziv domene), a server odgovara korištenjem sistema za razrješavanje imena – **DNS** servisa – koji prevodi imena domena u IP adrese potrebne za komunikaciju.

4. Elektronska pošta

Ova funkcija aplikacijskog sloja zadužena je za upravljanje, skladištenje i slanje poruka elektronske pošte (e-mail). Aplikacijski sloj koristi različite protokole, kao što su **SMTP** za slanje poruka, te **POP3** i **IMAP** za preuzimanje i upravljanje pristiglom poštom.

5. Usluge mrežne komunikacije i prezentacije podataka

Aplikacijski sloj omogućava da aplikacije razmjenjuju podatke u standardizovanom formatu. Ovo uključuje i dogovor o formatima podataka, kompresiji i enkripciji. Primjeri uključuju **HTTP/HTTPS** za web komunikaciju, **MIME** tipove podataka, te API servise bazirane na **REST** ili **SOAP** standardima.

10.2. Protokoli aplikacijskog sloja

- HTTP/HTTPS (HyperText Transfer Protocol / Secure) – Korišten za mrežnu komunikaciju (port 80)
- FTP (File Transfer Protocol) – Uspostavlja prenos fajlova između uređaja (Port 20 i 21)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – Upravlja slanjem e-maila (port 25 i 587)
- NFS (Network File System) – Dozvoljava udaljeni pristup fajlovima, kao da su na lokalnom računaru (port 2049)
- DNS (Domain Name System) – Prevodi imena domena u IP adrese (port 53)
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – Dodijeljuje IP adrese uređajima dinamički (port 67 i 68)

TELNET – Pruža udaljeni pristup uređaju (port 23)