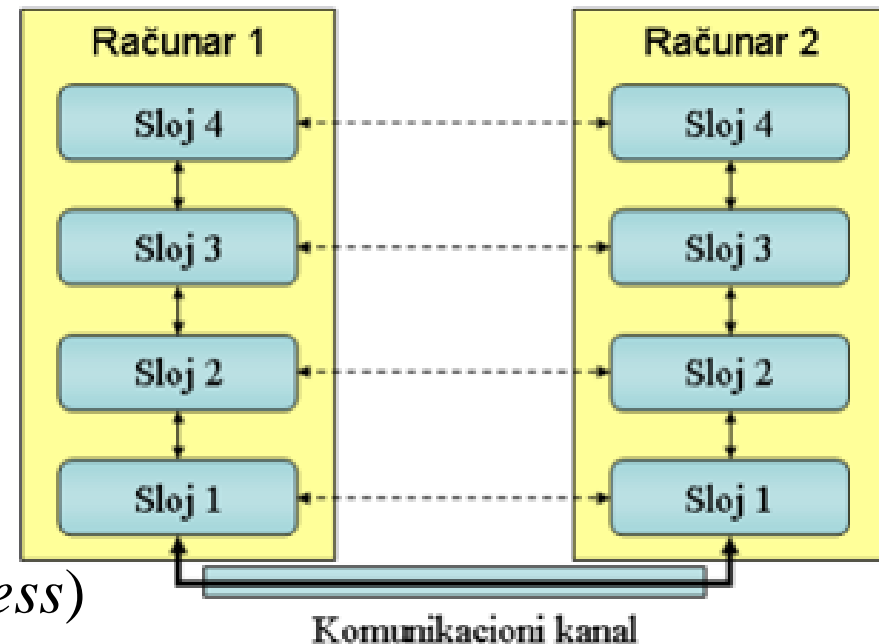


- U početku razvoja mreža (60 god. prošlog veka) komunikacija između računara bila je **ograničena na računare istog proizvođača**:
  1. IBM-ova mreža *System Network Architecture* (SNA)
  2. *Digital Network Architecture* (DNA)
- Da bi se prevazišli problemi povezivanja **ISO** (*International Standard Organization*) je dala svoj **standard OSI-Open System Interconnection**
- Pridržavajući se opštih pravila (standarda) koje komponente sistema mora da poštuju, moguće je projektovati i realizovati računarske mreže kod kojih izbor **opreme, softvera i sistema, isporučen od strane različitih proizvođača treba da je irelevantan - nevažan.**
- Konceptijski posmatrano, svi nivoi obavljaju jednu od sledeće **dve osnovne funkcije**:
  - (a) **mrežno-zavisne** funkcije i
  - (b) **aplikaciono-orijentisane** funkcije.

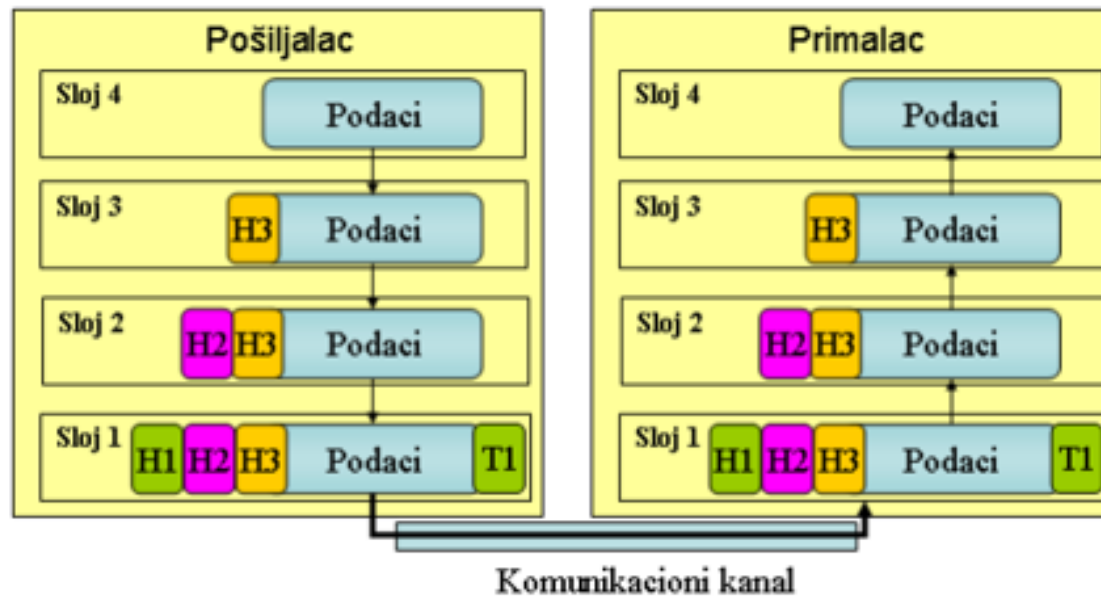
Na osnovu ovakve podele, moguće je razlikovati **tri različita operativna okruženja** u kojima rade mrežni resursi:

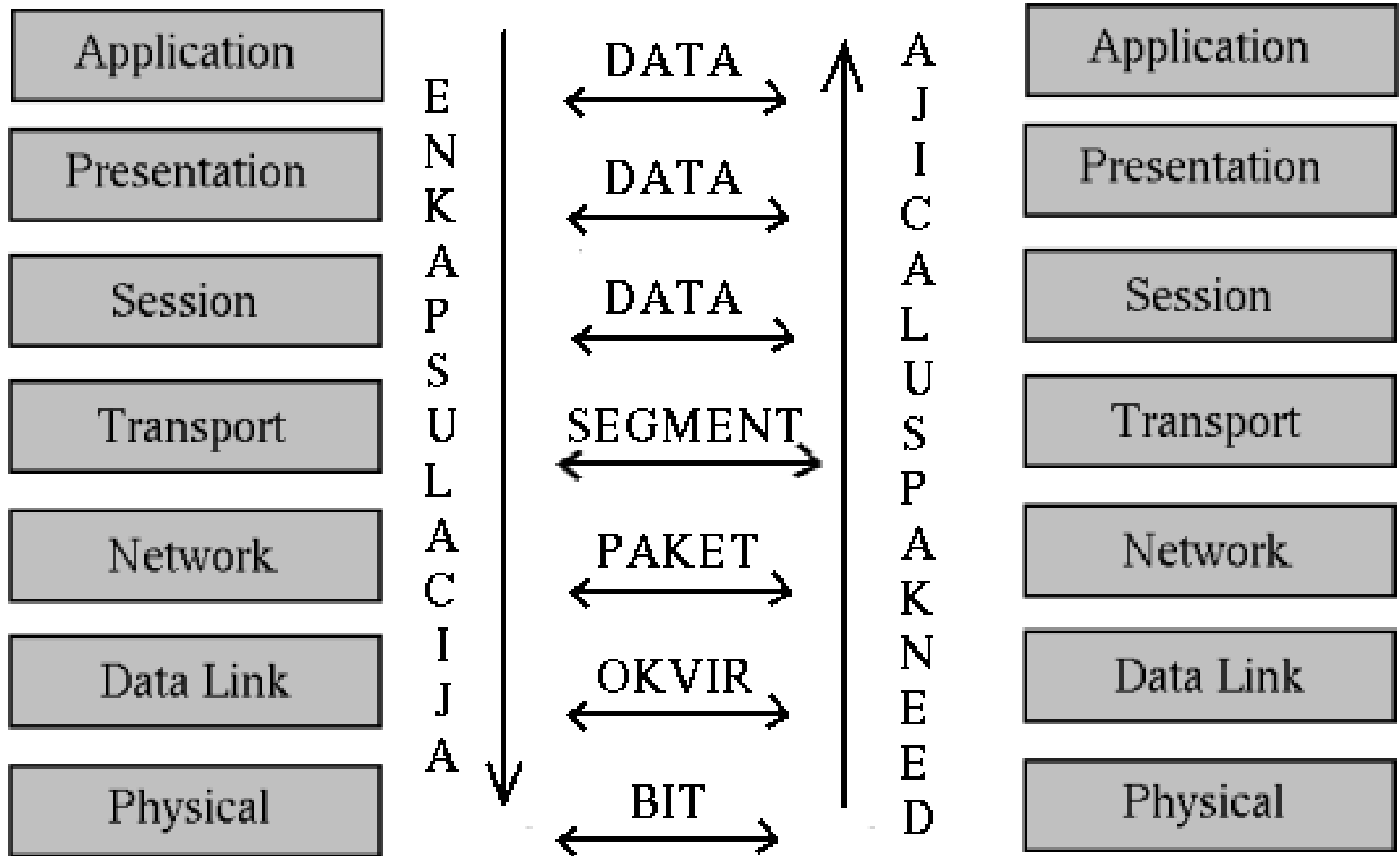
- (1) ***mrežno okruženje*** - odnosi se na implementaciju protokola i standarda u cilju ostvarivanja korektne razmene podataka;
- (2) ***OSI okruženje*** - sadrži u sebi mrežno okruženje, a uključuje i dodatne aplikaciono orijentisane protokole i standarde koji omogućavaju krajnjim korisnicima sistema da komuniciraju bez ograničenja;
- (3) ***okruženje realnih sistema*** - sadrži OSI okruženje, a uzima u obzir i različite osobine proizvođača softvera i servisa koji su razvijeni sa ciljem da bi se izvršio određeni distribuirano procesno informacioni zadatak.

- Mrežni **protokoli** se sastoje iz **mnoštva programskih modula** a oni su organizovani u **slojeve**.
- Skup slojeva i protokola naziva se **slojevita arhitektura**
- Zadaci jednog sloja su da:
  1. ponudi određene **usluge višem sloju** (sloju neposredno iznad njega)
  2. **sakrije detalje** implementacije tih usluga,
  3. koristi usluge **sloja ispod sebe**.
- Samo **slojevi istog nivoa razumeju poruke** i protokole datog nivoa.
- Svaki sloj **koristi niži sloj kao transportni**, da bi dobio podatke
- Slojevi nude 2 tipa usluga: **direktna komunikacija** (*connection-oriented*) i **posredna komunikacija** (*connectionless*)
- Po kvalitetu usluga: **pouzdan** (*reliable*) i **nepouzdan** (*unreliable*)

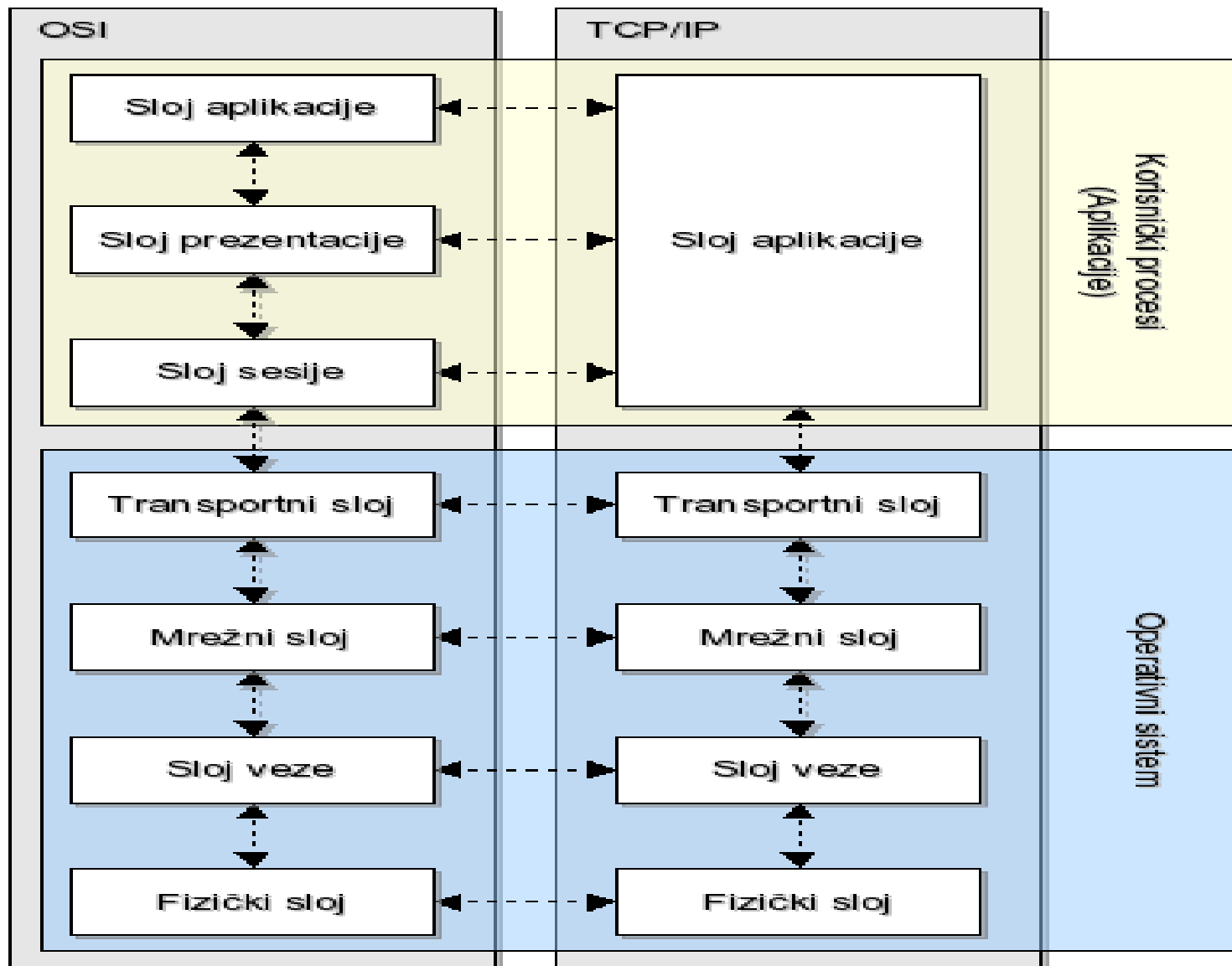


- Da bi se omogućio transport preko datog sloja, podaci se na predajnoj strani **organizuju u pakete** i svaki sloj dodaje svoje kontrolne podatke na početku tih paketa formirajući zaglavlje.
- **Horizontalna** i **vertikalna** povezanost-komunikacija slojeva
- **Virtuelna** i **stvarna** komunikacija
- **Enkapsulacija** je postupak deljenja podataka u pakete i dodavanje odgovarajućih kontrolnih zaglavlja u okviru svakog sloja.
- Na prijemnoj strani izvršava se obrnuti postupak - **dekapsulacija**.



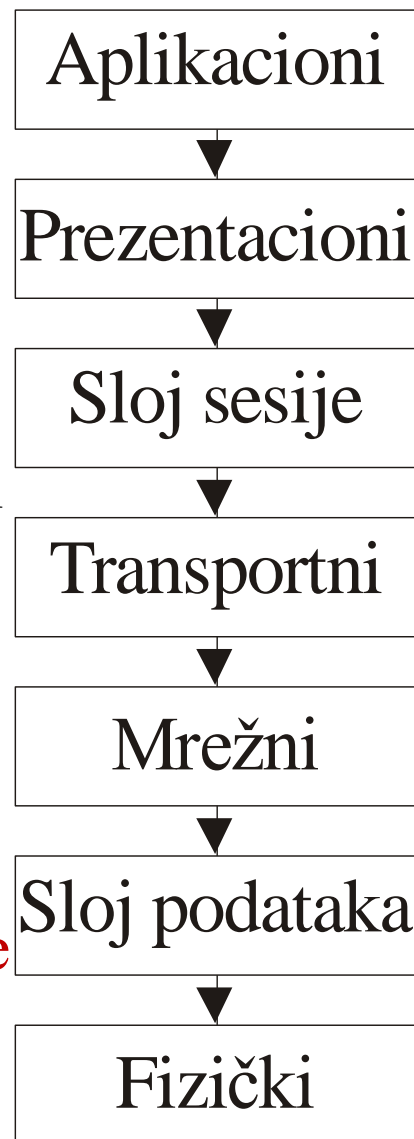


# II - OSI referentni model



OSI model ima **sedam slojeva**, definisanih tako da:

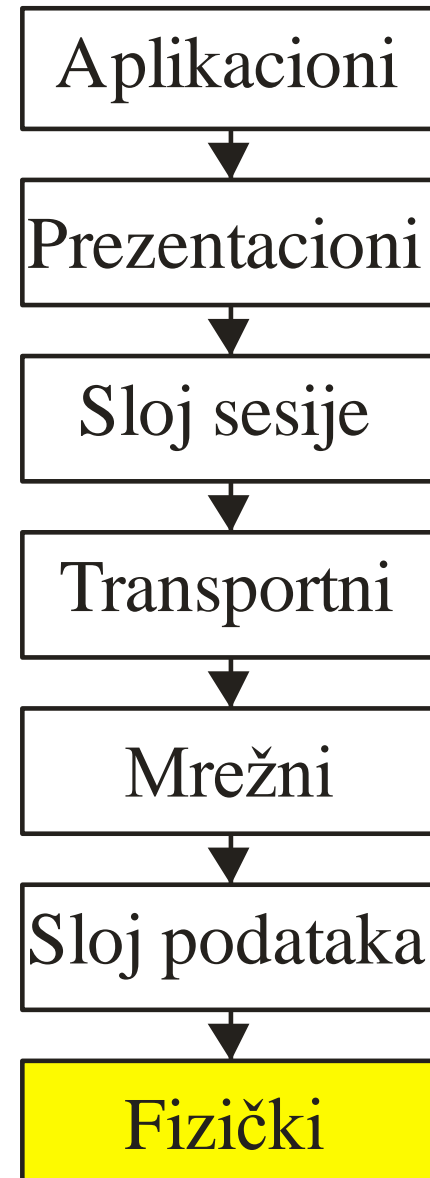
- svaki sloj predstavlja **različiti nivo apstrakcije**,
- svaki sloj implementira dobro **definisan skup funkcija**,
- funkcije sloja su izabrane tako da omogućе **definisanje protokola** koji treba da budu međunarodni standard,
- granice slojeva treba da **minimizuju protok** informacija između slojeva, i to samo kroz dobro definisane interfejsе
- broj slojeva mora biti dovoljan **da se različite funkcije ne moraju smestati u isti sloj**, ali ne i prevelik, da model ne bio nezgrapan.



*Da omogući prenos digitalnih podataka (nula i jedinica) preko komunikacionog kanala.*

Fizički sloj sastoji se od:

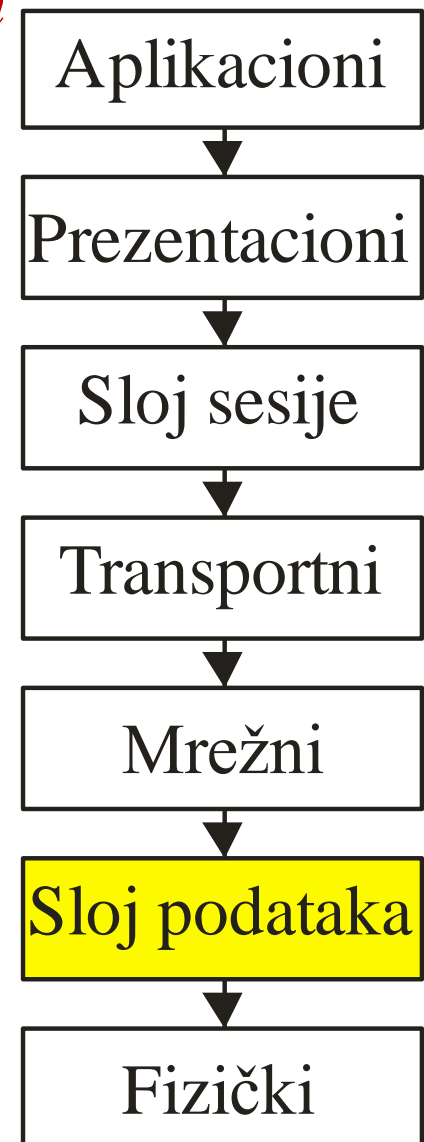
- **mehaničke komponente** - definišu tipove kablova, konektora i raspored pinova.
  - **električne komponente** - definišu slabljenje signala, tip linijskog koda, maksimalni domet, karakteristike elektromagnetnih ili svetlosnih signala, itd.
  - **proceduralne komponente** - određuje redosled signala kojima se definišu određene operacije.
  - **funkcionalne komponente** - određuju značenje pojedinih pinova i signala.
- Signali se najčešće dele na: **signale podataka** (*data*): predajni (*transmit*) i prijemni (*receive*), **upravljačke signale**, **sinhronizacione signale** i **uzemljenje**.





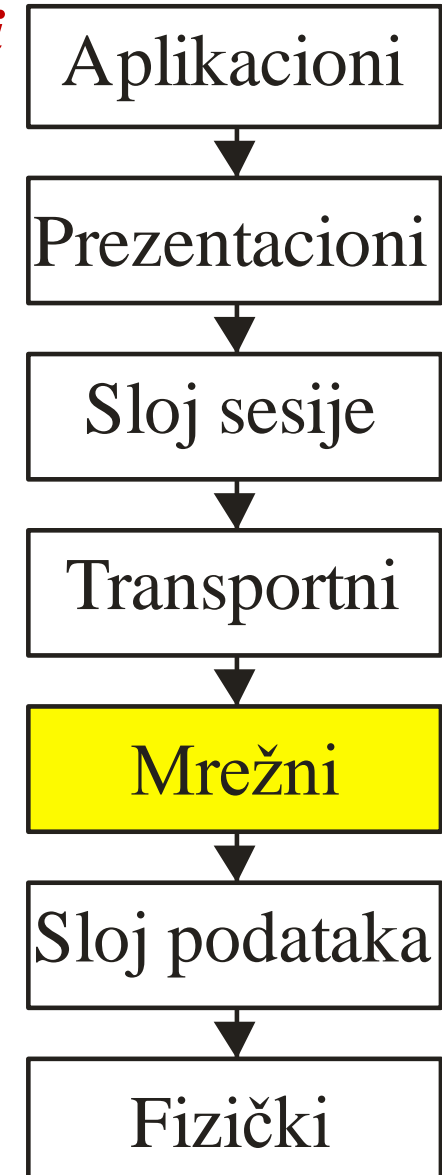
*Sloj veze podataka omogućuje formiranje lokalnih mreža sastavljenih od više od dva računara.*

- Upravlja pristupom medijumu,
- **Uokviravanje** - podrazumeva organizovanje binarnih podataka u grupe (tj. pakete bitova - okviri),
- **Adresiranje** omogućuje da se odredi odredišni računar kome su podaci poslani.
- **Kontrola grešaka** omogućuje otkrivanje grešaka
- **Kontrola toka** rešava probleme koji nastaju kada pošiljalac brže šalje podatke nego što primalac prima
- Vrlo često se sloj veze podataka deli na **dva podsloja**:
  1. sloj za **kontrolu pristupa medijumu** (**MAC** – *Media Access Control*)
  2. sloj za **kontrolu logičke veze** (**LLC** – *Logical Link Control*)



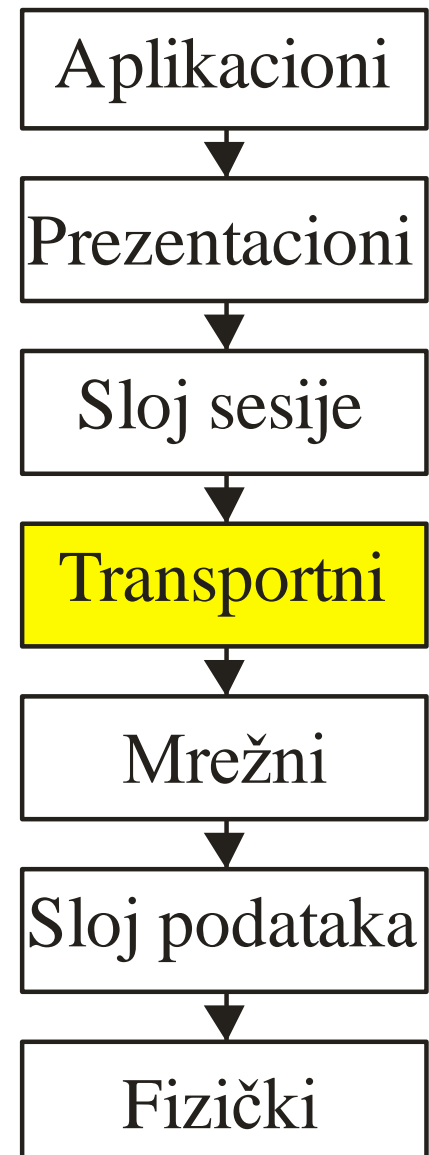
*Ukoliko želimo da komuniciramo sa računarom koji nije u našoj lokalnoj mreži potreban je i mrežni sloj*

- jedinstveno i hijerarhijsko adresiranje svih računara
- utvrđuje rute i upravlja informacijama za naplatu
- nalaženje optimalnog puta do odredišta
- ❑ Mrežna adresa je numerička i ona zavisi od protokola mrežnog nivoa koji se koristi.
- ❑ Hijerarhijska struktura adrese omogućuje rutiranje paketa koji su osnovne jedinice podataka
- ❑ Mrežni sloj „daje sve od sebe“ da paket stigne do odredišta, ali nema načina da to proveri.
- ❑ Drugi veliki problem koji ovaj sloj ne može da reši je kako odvojiti pakete različitih aplikacija.



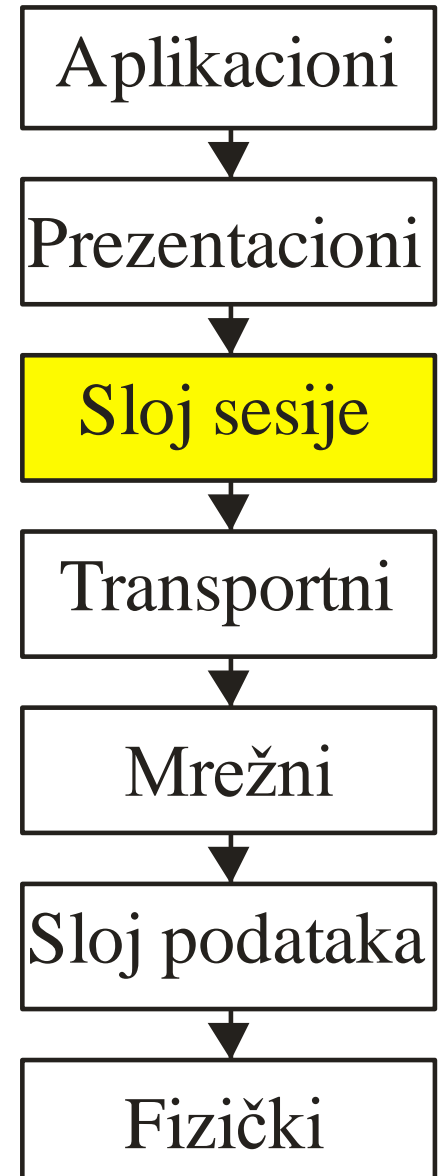
*Omogućava kontrolu prenosa podataka između dva računara*

- da omogući većem broju aplikacija da preko zajedničkog mrežnog sloja **moгу da komuniciraju**, uvođenjem 16 bitnog celog broja - **porta**
- da **segmentira** (podeli) podatke na manje celine,
- da obezbedi **kontrolu toka podataka**.
- Transportni sloj zadužen je **za deljenje poruke u segmente**, ali i za sklapanje segmenata u celinu.
- Ako dođe do oštećenja ili gubitaka segmenata, **vrši se retransmisija** (ponovno slanje)
- Iskorišćenost **komunikacionog kanala je vrlo mala** ako se čeka da stigne potvrda za svaki segment pre nego što se pošalje sledeći – **rešenje klizni prozori**.



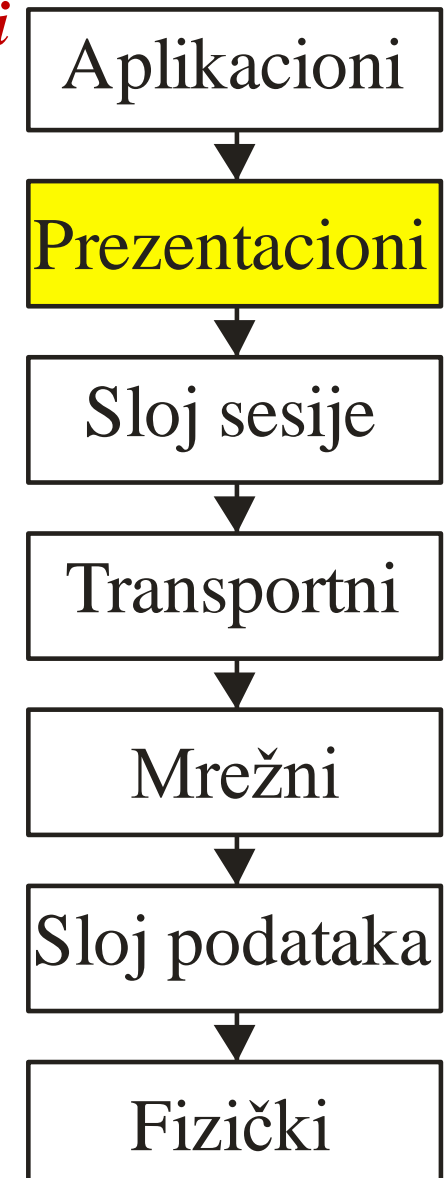
*On ima zadatak da upravlja „dijalogom“ između učesnika u komunikaciji.*

- Sinhronizacija računara u komunikaciji
- Oporavak od grešaka
- Zaokružavanje operacije
- Ovaj sloj učestvuje u **formiranju, upravljanju i raskidanju** sesije.
- Prema smeru toka podataka, sve komunikacije možemo podeliti na:
  1. **Simpleks** (*simplex*) - samo u jednom smeru
  2. **Poludupleks** (*half-duplex*) - oba smera ali ne istovremeno
  3. **Dupleks** (*full-duplex*) - potpuno dvosmerna komunikacija između računara.



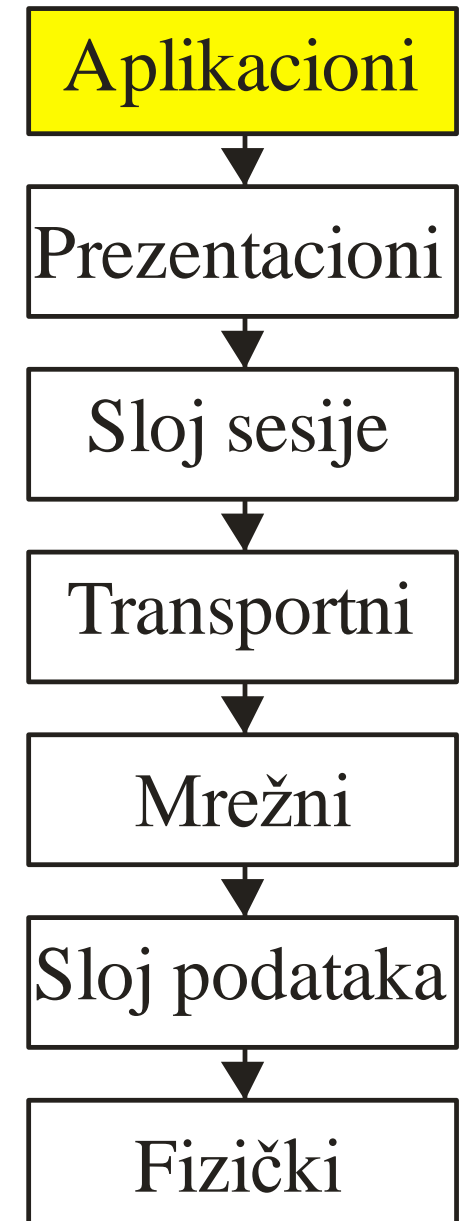
*Ima zadatak da standardizuje zapis podataka kako bi bio razumljiv obema stranama u komunikaciji.*

- da **standardizuje format zapisa** podataka tj. da prevodi različite formate podataka i njih prikazuje korisniku
- vodi računa o **sintaksi i semantici** prenošenih podataka informacija
- omogućava **efikasniju komunikaciju** između računara
- da **kompresuje podatke** – smanjuje količinu podataka za slanje između računara
- da **šifruje** podatke - podrazumeva se zamena originalnih kodnih sekvenci drugim kodnim sekvencama.



*Definiše usluge i protokole po kojima komuniciraju mrežni aplikacijski programi.*

- Najviši sloj u OSI modelu i on **direktno komunicira sa korisničkim aplikacijama** i predstavlja njihov interfejs ka mreži.
- Ovaj sloj nudi **standardne „servise“** krajnjim korisnicima
- Obezbeđuje **elek.poštu, transfer fajlova** i druge korisničke servise.



- **Fizički sloj** šalje bit po bit okvira na komunikacioni medijum.
- **Sloj veze podataka** prihvata **okvir** i proverava kontrolnu sumu.
- **Mrežni sloj** preuzima paket i proverava da li je ispravan i da li se u njemu navodi mrežna adresa baš te stanice kao odredišna adresa. Ako je tako, „izvlači“ se **segment** iz **paketa** i prosleđuje odgovarajućem protokolu višeg sloja.
- **Transportni sloj** preuzima **segment** i proverava da li je to segment sa rednim brojem koji očekuje. Ako jeste, vraća pošiljaocu poruku da je primio sve kako treba. Ova poruka naziva se **potvrda** (*acknowledge*).
- Kada su segmenti **sklopljeni po redosledu slanja**, protokoli viših slojeva mogu pročitati podatke i vršiti dalju obradu.

<i>Sloj</i>	<i>Funkcija</i>
<b>7 Aplikativni</b>	<b>Programi za pristupanje aplikativnih procesa u OSI okruženje</b>
<b>6 Prezentacija</b>	<b>Izbor zajedničke sintakse za predstavljanje podataka i transformacije podataka u oba smera</b>
<b>5 Sesija</b>	<b>Saradnju sa prezentacijskim celinama i sinhronizacija njihovog dijaloga</b>
<b>4 Transportni</b>	<b>Pouzdana prenos podataka sa kraja na kraj</b>
<b>3 Mrežni</b>	<b>Adresiranje poruka i prevođenje logičkih adresa i imena u fizičke adrese i određivanje ruta od A do B</b>
<b>2 Sloj podataka</b>	<b>Servise za prenošenje podataka između celina sloja mreže</b>
<b>1 Fizički</b>	<b>Uspostavljanje i održavanje fizičke veze između sistema koji komuniciraju</b>



## Žičani prenos

- Koaksijalni kablovi
- Upredene parice
- Optički fiber

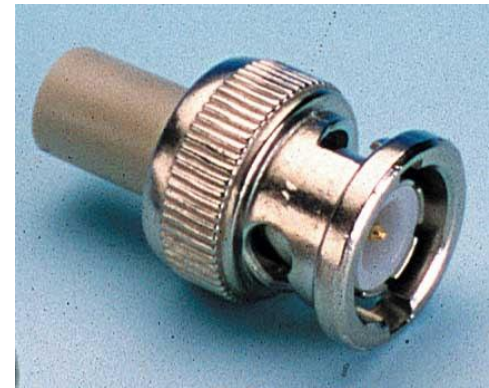
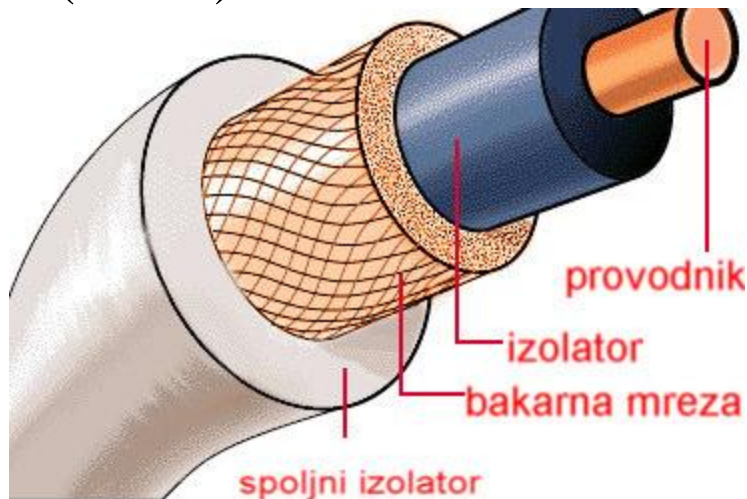
## Bežični prenos

Spektar elektromagnetnih talasa (frekvencija data u Hz)

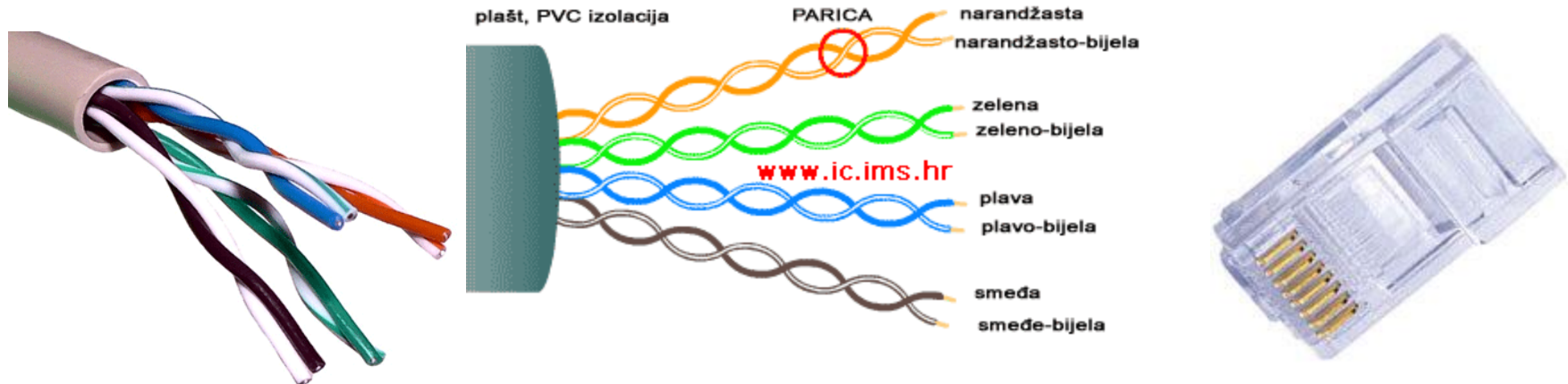


- ❑ **Radio talasi:** 100Hz -  $10^{10}$ Hz
- ❑ **Mikrotalasi:**  $10^{10}$ Hz -  $10^{12}$ Hz
- ❑ **Infracrverni:**  $10^{12}$ Hz -  $10^{14}$ Hz
- ❑ **Vidljiva svetlost:**  $10^{14}$ Hz -  $10^{16}$ Hz

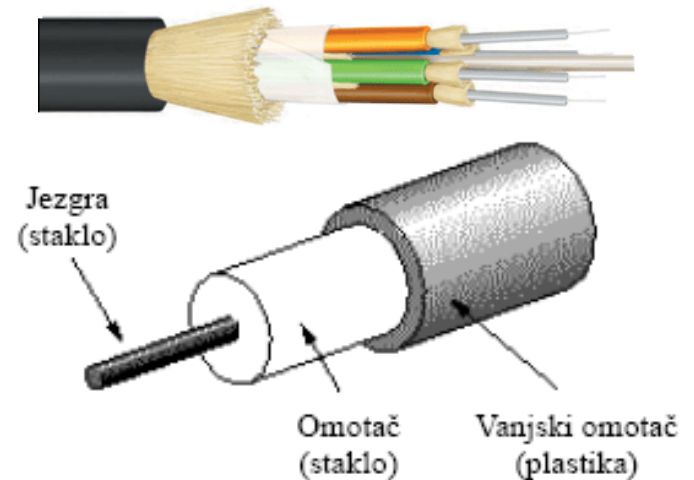
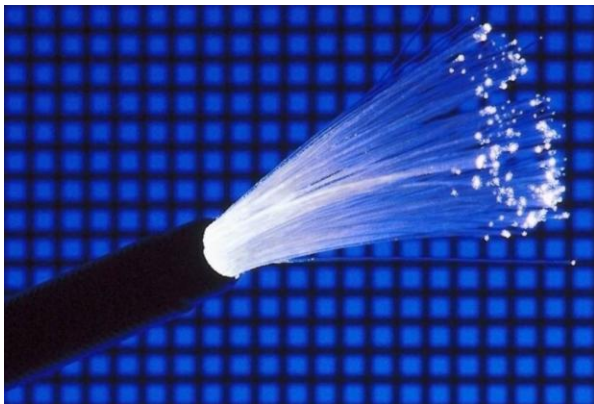
- Sastoje se od **četiri komponente**: unutrašnjeg provodnika, izolacionog sloja, žičane mreže-košuljice i zaštinog plastičnog omotača.
- Ovaj medijum može da prenosi signale u **modu osnovnog opsega** (*baseband mode*) ili u **modu širokopojasnog opsega** (*broadband mode*).
- Postoje **dva tipa koaksijalnog kabla** *Thick Net* (debeo) i *Thin Net* (tanak).



- Prvi prenos informacije išao je preko njih - Morzeov telegraf 1837god.
- Najčešća primena je sa upredenim paricama (*twisted pair*) gde su dve izolovane žice upredene i **prenose balansirane signale** tj. signale koji su fazno pomereni za 180 stepeni.
- Zbog slabljenja signala uvodi se **poseban uređaj repetitor** čija je uloga da izvrši pojačavanje signala.
- Dva tipa kablova: **nezaštićen UTP** i **zaštićen STP** kabli ( *Unshielded i Shielded Twisted Pair*).
- Označavaju se brojevima **CAT n** i postoje standardi do **CAT1- CAT7**.



- Predstavlja medijum koji za prenos informacija koristi **svetlosni izvor**, obično laserski snop.
- Odlikuje ga velika propusna moć i veoma mala težina (samo jedan namotaj optičkog fibera težine oko **1 kg** može da prenese istu količinu informacija kao i **100 kalemova žičanog kabla težine više od 350 kg**).
- Tri glavne komponente fiber optičkog vlakna su **jezgro, omotač i zaštitni omotač**.
- Jezgro se sastoji od **čistog stakla ili plastike**, omotač je takođe od stakla ili plastike koja je sa manjom optičkom gustinom od jezgra.



- Bežični LAN-ovi - jedna od najinteresantnijih područja u 21 veku.
- Eliminiraju potrebu za kablovima i konektorima, sigurno najranjivijim delom računarskih mreža,
- Omogućuju **stalno prisustvo na mreži** zahvaljujući mobilnim uređajima
- Bežične konekcije omogućavaju **lakše kretanje i razmeštanje računarske opreme**, bez potrebe da se vodi računa o isključivanju, dodavanju ili prekidanju mrežnih kablova.
- Koriste se sledeća elektromagnetna talasna područja:

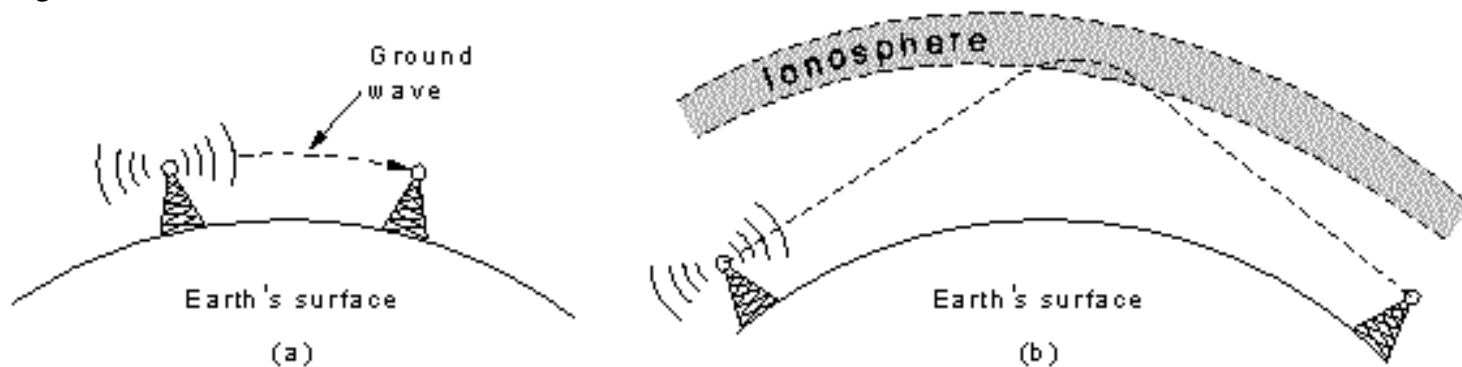
**Radio talasi** (100 Hz – 10 GHz)

**Mikrotalasi** (10 GHz – 1000 GHz)

**Infracrveni talasi** ( 1 THz-100 THz)

**Vidljiva svetlost** (100 THz – 10000 THz)

- ❑ **Prednosti:** radio talasi se lako generišu, mogu prelaziti velike udaljenosti, prolaze kroz zgrade, mogu putovati u svim smerovima od izvora
- ❑ **Nedostaci:** interferencija električne opreme u okolini
  - *niske frekvencije*: prolaze dobro kroz prepreke, ali slabe sa udaljenošću od izvora; koriste se za udaljenosti od oko 1000 km i imaju dosta nisku širinu pojasa
  - *visoke frekvencije*: putuju u ravnim linijama i odbijaju se od prepreke; dostižu jonosferu i odbijaju se natrag na zemlju; za duže udaljenosti





- korišćeni su **pre optičkih vlakana** za telefonski sistem na većim udaljenostima
- mikrotalasi putuju u **ravnoj liniji**, a domet signala se povećava paraboličkom antenom
- predajna i prijemna antena moraju biti tačno poravnate jedna u odnosu na drugu (da budu **međusobno vidljive**)
- između tornjeva sa antenama **potrebna su pojačala**, manje ih treba što su tornjevi viši
- ne **prolaze dobro kroz zgrade** a na njih utiču i **vremenske prilike** (sneg, kiša, vetar)
- prednost: **jeftiniji** u odnosu na optička vlakna

- Koriste ih npr. **daljinski upravljači** za TV, video...
- **Ne prolaze kroz čvrste objekte** (kao ni vidljiva svetlost) - nisu svugde pogodni
- Zavise **od ugla pod kojim se šalju talasi**
- Pogodni za **bežične LAN-ove unutar zgrade**, npr. za povezivanje prenosnih računara koji imaju ugrađene mogućnosti za takvu komunikaciju, za povezivanje prenosnih računara i štampača opremljenih infracrvenim senzorima
- Jako **pouzdana tehnologija** jer ne izlazi iz zatvorene prostorije
- Omogućuje povezivanje računara **na kratkim rastojanjima** od nekoliko metara



## Tehnologija Free Space Optics (FSO)

- LAN-ovi u dve zgrade povezuju se pomoću lasera na krovovima
- Namenjena je onima koji žele da **koriste veće bitske brzine koje omogućava optička tehnologija**, a da, pri tom, izbegnu troškove koji prate instaliranje optičkih fibera
- prednost: **visoka propusnost i niska cena**
- nedostatak: laserski zraci **ne prodiru kroz kišu ili maglu**
- zavisi od **direktne linije vidljivosti** i zato se moraju izbegavati sve prepreke na putu.
- prenos signala je **pouzdan na udaljenostima do 2,5 km**, mada brojna testiranja pokazuju da je optimalno rastojanje **manje od 1 km**.
- **Mnogi smatraju da je FSO glavna tehnologija budućnosti.**

# II-Komutacione tehnike povezivanja

- Posmatrajmo situaciju **sa više uređaja koji zahtevaju više veza**.
- Zašto se ne bi obezbedila tačka-tačka veza između svih njih? Ovo se naziva potpuno povezana ili „*mesh*” topologija.
- Ukoliko ima  $k$  uređaja zahteva se  **$k(k-1)/2$**  potpuni dupleks veza, i svaki uređaj zahteva  $k-1$  ulazno/izlaznih (U/I) portova.
- Rešenje ovog problema je **povezivanje uređaja na komunikacionu mrežu**.
- Svaka stanica se priključuje **za mrežni čvor**.
- Komunikaciona mreža: ne vodi računa o sadržaju podataka koji se razmenjuju između stanica; njena namena je jednostavno **da prenese podatke od izvorišta do odredišta**, da **obezbedi deobu transmisionih uređaja između mnogih stanica** čime se smanjuju troškovi koje napravi bilo koji par stanica.
- Takođe, **jedan U/I port je potreban svakoj stanici, a ne  $k-1$** .

# II-Komutacione tehnike povezivanja

Postoje tri strategije:

**1.komutacija kola ili kanala** (*circuit switching*) -

**2.komutacija poruka** (*message switching*)

**3.komutacija paketa** (*packet switching*)

I. Virtuelno kolo

II. Datagrami

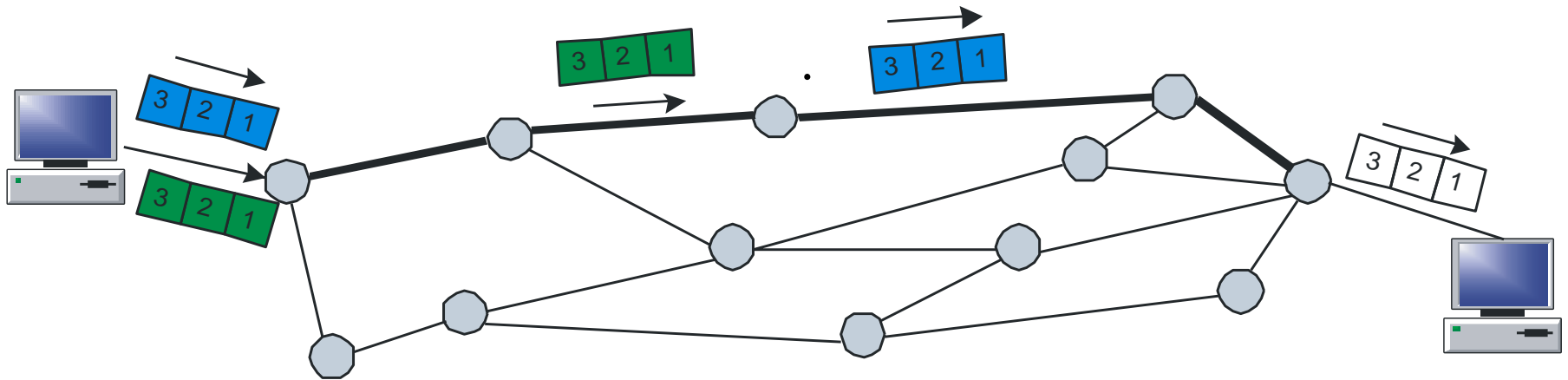
***Komutacija kanala podrazumeva tehniku komuniciranja dve udaljene stanice tako da postoji komunikacioni put dodeljen samo tim stanicama***

Komunikacija u sistemu sa komutacijom kanala podrazumeva **tri faze**:

**1. Faza uspostave veze** (*Circuit establishment*) - Pre nego što se bilo koji signal pošalje mora se uspostaviti veza sa kraja-na-kraj (stanica-stanica). U slučaju sistema sa komutacijom kanala veza se koristi u smislu fizički dodeljenog kanala ili linije.

**2. Faza prenosa poruka** (*Data transfer*) - podaci se prenose u obliku ramova/poruka. Odgovarajući kanali koji čine tu putanju dodeljeni su samo toj vezi. Veza omogućuje da se signali mogu slati u oba pravca

**3. Faza raskidanja veze** (*Circuit disconnect*) - Posle perioda prenosa podataka veza se prekida, obično zahtevom jedne od dve stanice. Uočimo da je putanja uspostavljena pre nego što je prenos poruka započet.



### Prednosti:

- ✓ Velika brzina
- ✓ Nema velikog kašnjenja
- ✓ Od čvorova se ne zahteva pamćenje poruka
- ✓ Jeftina

### Mane:

- ✓ Rute su rezervisane pa ih nijedna druga veza ne može da koristi
- ✓ Zahteva prisustvo oba korisnika u vezi
- ✓ Zahteva uspostavu i prekid komunikacije

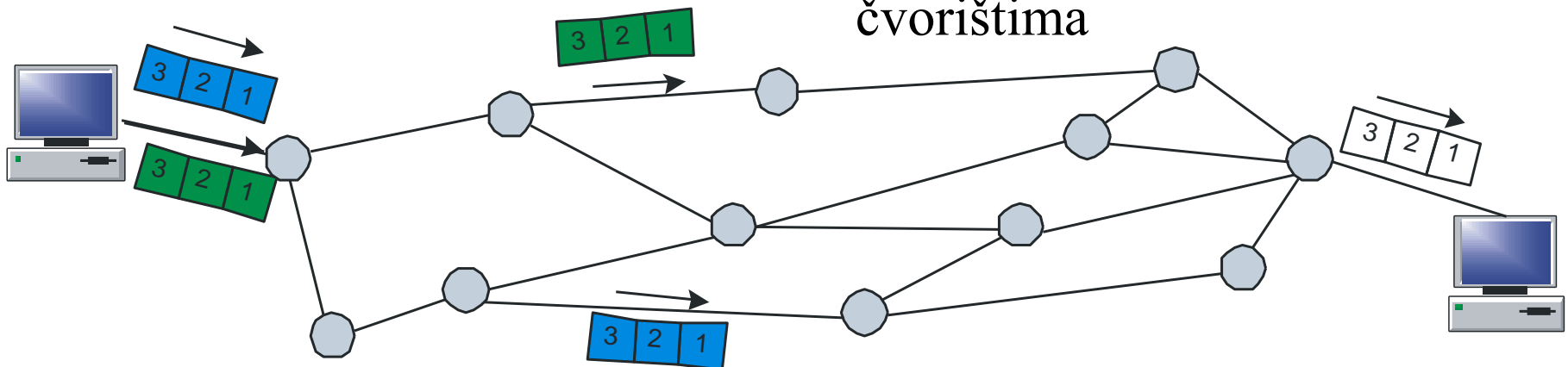
*Jedinica informacije predstavlja jedna poruka koja se šalje unapred određenim rutama*

## Prednosti:

- ✓ Rute nisu rezervisane
- ✓ Ne zahteva prisustvo oba učesnika u vezi

## Mane:

- ✓ Potrebno je više vremena da poruke stignu
- ✓ Problem dugačkih poruka
- ✓ Zahtevaju baferovanje
- ✓ Promene uslova na izabranim čvorištima



- Sistemi sa komutacijom poruka su **prilagođeni velikim porukama**.
- Sa stanovišta stanice, poruke iznad određene veličine moraju da se dele u manje jedinice podataka (**pakete**) i zatim **šalju različitim rutama**
- U mrežama sa komutacijom paketa dužina jedinice podataka je ograničena i tipično max. iznosi **od jedne do nekoliko hiljada bitova**.

Ovde razlikujemo **dva pristupa slanja paketa** i to:

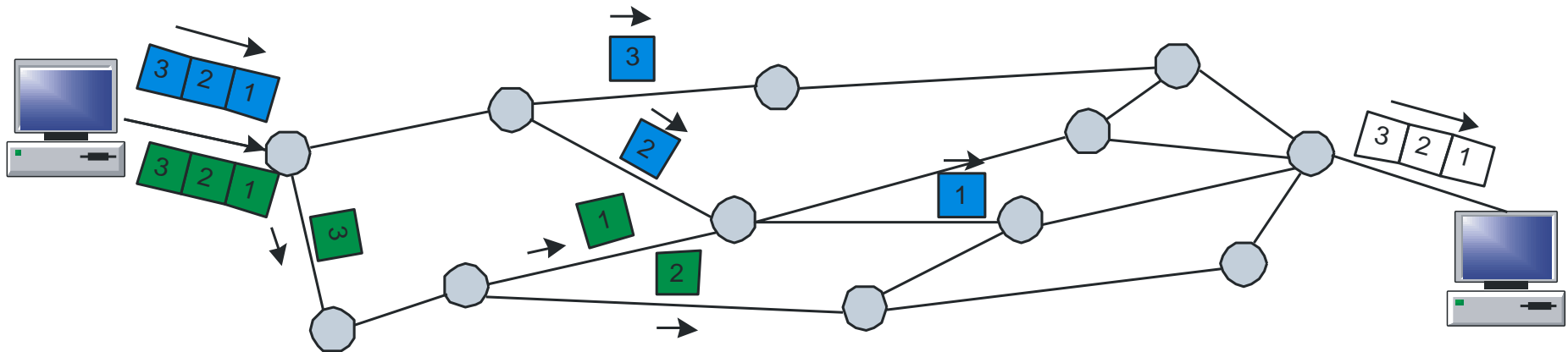
- 1. datagram pristup** - **svaki paket se tretira nezavisno**, kao što se i svaka poruka tretira nezavisno u mreži sa komutacijom poruka. Za svaki paket, čvorovi moraju da naprave odluku o daljem rutiranju.
- 2. virtuelno kolo** - **logička veza se uspostavlja pre nego što se bilo koji paket pošalje** (uspostavlja se ruta pre prenosa podataka).
  - Ne **postoji dodeljeni put**, kao u kolima sa komutacijom kanala.
  - Paket se **baferuje u svakom čvoru**, i stavlja u red ka svakoj liniji/ruti
  - Čvor **nema potrebe da odlučuje o ruti za svaki paket**, jer se to radi samo jednom za svaku vezu.
  - **Servis sa uspostavom veze je drugi tip servisa koji se zahteva**

## Prednosti:

- Bolje iskorišćenje mrežnih ruta (datagrami)
- Svi paketi koriste istu rutu što je pogodno za real-time aplikacije (vituelno kolo)

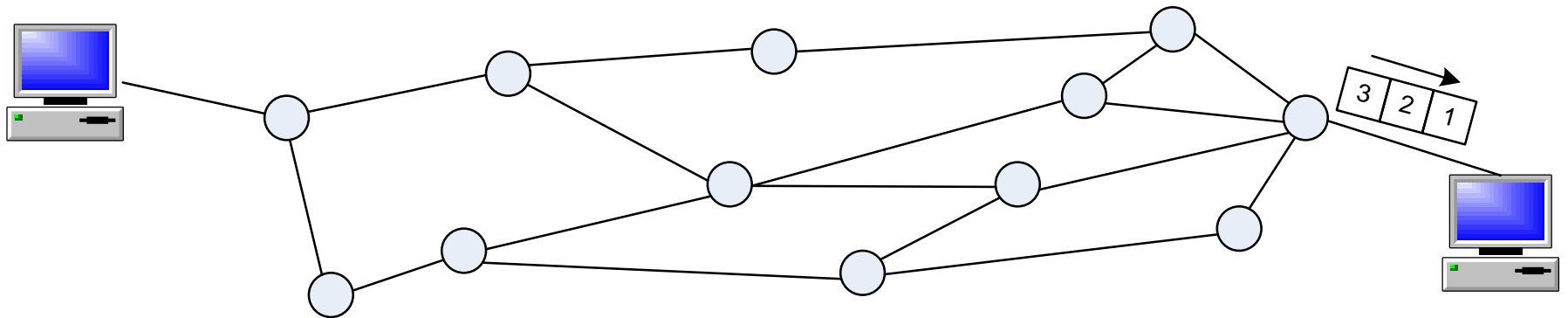
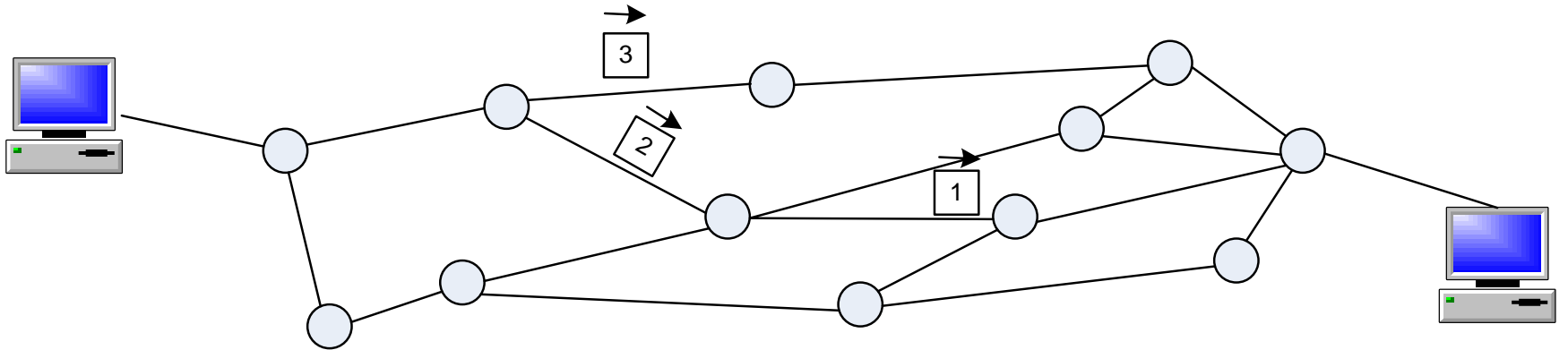
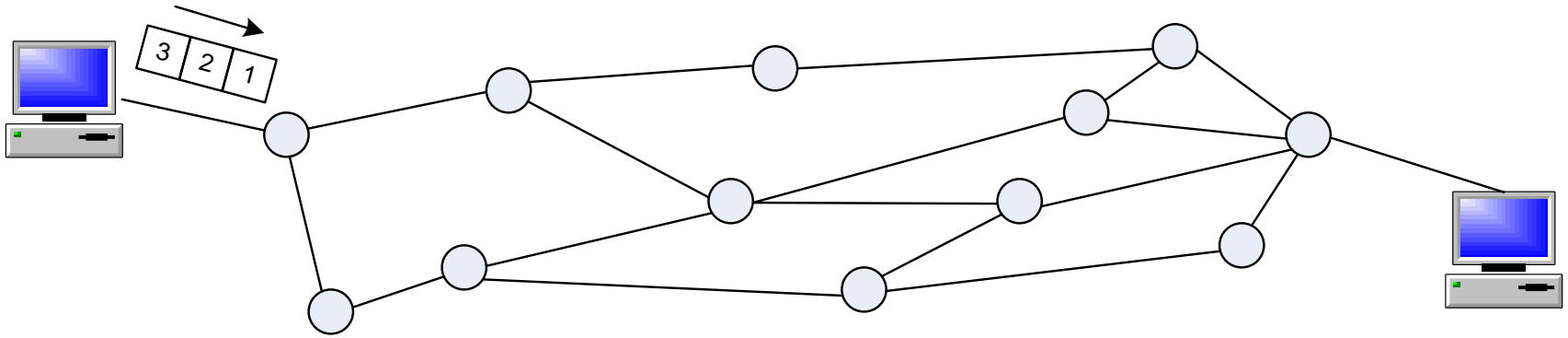
## Mane:

- Veći su troškovi
- Potrebni efikasni protokoli rutiranja
- Paketi ne moraju da stižu redom (datagrami)
- Uslovi na rutama se menjaju pa ne moraju da budu optimalni (virtuelno kolo)





# II - Komutacija paketa



Hvala na pažnji !!!



Pitanja

? ? ?