

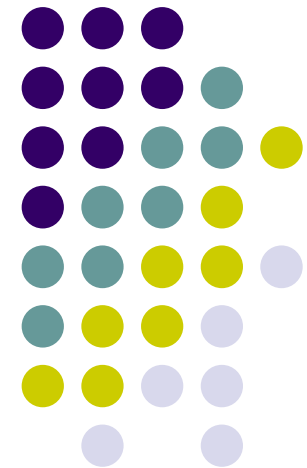
Lekcija 3:

Protokoli i referentni modeli

Prof.dr.sc. Jasmin Velagić
Elektrotehnički fakultet Sarajevo

Kolegij: Distribuirani sistemi

2012/2013





Sadržaj poglavlja:

✚ Protokoli i referentni modeli

✚ OSI referentni model

- Slojnost OSI modela
- Komunikacija kod OSI modela
- Arhitektura mreže temeljena na OSI modelu
- OSI modeli u industriji

✚ TCP/IP referentni model

- Struktura TCP/IP modela
- TCP protokol
- IP protokol
- UDP protokol
- Usporedba protokola

3. PROTOKOLI I REFERENTNI MODELI

- **Protokoli:** smišljeno projektirane procedure koje prate razmjenu podataka.
- Skup pravila kojima se propisuje ispravan način djelovanja nekog sistema naziva se protokol.
- Protokol se realizira u vidu procesa koji je potrebno obaviti da bi se očuvao integritet prijenosa podataka.
- U svijetu računara to su pravila koja definiraju kako nesmetano prenijeti podatke između dva računara (čvora) u mreži.
- Definiira postupke komunikacije; povezivanje, sinhronizaciju, verifikaciju i prijenos podataka između procesa na istom računaru ili na računarima povezanim u računarsku mrežu.





3.1. Protokoli

- **Komunikacijski protokoli su standardno dizajnirani da bi specificirali kako računari "razgovaraju" i razmjenjuju poruke.**
- Protokoli obično specificiraju:
 - **Format poruka.**
 - **Načine obrađivanja pogrešaka.**
- **Kako bi pojednostavili dizajn i implementaciju protokola, dizajneri računarskih sistema odlučili su dizajnirati skup protokola, svaki sa različitim odgovornostima umjesto jednog protokola odgovornog za sve vrste komunikacija.**
- **Moderne komunikacijske mreže izgrađene su sa visokim stupnjem strukturiranosti. Da bi se smanjila kompleksnost dizajniranja mreže, većina ih je organizirana kao serija slojeva, u kojima se svaki novi sloj gradi na prijašnjem.**

Protokoli

Svaki proces obavlja se na jednoj od razina (slojeva) protokola kao na slici, što predstavlja strukturu (ram, okvir) poruke obrađene protokolom.



Razina 1 – prikupljanje podataka.

Razina 2 – grupiranje podataka u blokove.

Razina 3 – slanje i prijenos podataka.

Bitovi unutar okvira (frame) organizirani su u polja:

- 1. Adresno polje;** sadrži adresu čvora pošiljatelja i primatelja.
- 2. Kontrolno polje;** opisuje namjenu okvira - podaci ili upravljanje.
- 3. Polje podataka;** predstavlja koristan sadržaj okvira.
- 4. Polje kontrole na pogrešku;** otkriva pogreške u okviru.



3.2. OSI referentni model

- (ISO/IEC standard 7498, 1978 godine).
- Razvijen kao dio OSI (Open Systems Interconnect) inicijative. OSI referentni model je baziran na prijedlogu koji je razvila ISO (International Standards Organization = internacionalna organizacija za standarde).
- Model se zove i ISO OSI (Open Systems Interconnection = međuvezivanje otvorenih sistema) jer rješava problematiku povezivanja otvorenih sistema, odnosno sistema koji su otvoreni za komunikaciju sa drugim sistemima.
- Slojeviti apstraktni opis komunikacijskih i računarskih mrežnih protokola.
- **OSI referentni model je hijerarhijska struktura sedam slojeva koji definira zahtjeve za komunikacijama između dva računara.**
- OSI model opisuje način na koji treba upravljati podacima za vrijeme različitih faza njihovog prijenosa.
- **Zadatak: definiranje slojnosti komunikacijskog i računarskog softvera.**

OSI referentni model

Načela utemeljenosti OSI ref. modela

- Zaseban sloj za svaku razinu apstrakcije.
- Svaki sloj obavlja precizno definiranu funkciju.
- Svaki se sloj mora moći standardizirati.
- Protok podataka između slojeva mora biti što je moguće manji.
- Optimalan broj slojeva – kompromis između broja funkcija po sloju i broja slojeva.
- OSI nije protokol, već model za strukturiranje komunikacijskog softvera primjenjiv na svaku mrežu.
- Većina komunikacijskih protokola može se preslikati u OSI model.



OSI referentni model

Slojnost OSI modela

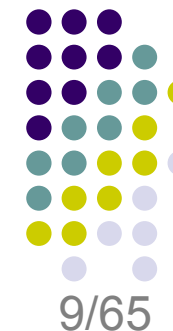
Zašto slojevi?

- Tačno razgraničavanje pojedinih funkcija u umrežavanju na način da jedan sloj nema nikakvog utjecaja na susjedne slojeve.
- Na taj način omogućen je njihov pojedinačni razvoj te promjena sklopova u uređaju (računaru) bez utjecaja na njegovu funkcionalnost.
- Mreže različitih proizvođača će međusobno besprijekorno komunicirati.



OSI referentni model

Slojnost OSI modela



Sloj	Format	Odgovornost	Akcija	Protokoli	Mrežne komponente
Sloj primjene	Podaci	Korisnik programa	Usluge neposredno dostupne korisniku, implementacija u okruženju operacijskih sistema.	DNS,FTP,TFTP,BOOTP, SNMP,RLOGIN,SMTP; MIME,NFS,FINGER, TELNET,NCP,APPC,AFP, SMB	Gateway
Sloj prikaza (predstavljanja)	Podaci	System Utilities	Oblikovanje i prikaz podataka (ASCII ili slično), enkripcija, kompresija teksta, razbijanje poruke u blokove.		Gateway
Konekcijski (pristupni) sloj	Podaci	Operacijski sistem	Usaglašavanje mogućnosti različitih sistema,uspostavljanje sjednice "user - to - user", upravljanje konekcijom , ponovna sinhronizacija.	etBIOS, Names Pipes, Mail Slots, RPC	Gateway
Prijenosni sloj	Segmenti	Mrežni softver	Upravljanje protokom "s kraja na kraj",usluge prioriteta, nadzor nad prijenosom podataka (ispravnost), oporavak od pogrešaka, pouzdani prijenos.	TCP, ARP, RARP , SPX, NWLink, NetBIOS / NetBEUI, ATP	Gateway, Advanced Cable Tester, Brouter
Mrežni sloj	Paketi	Mrežni softver	Rutiranje, formiranje paketa iz blokova poruka, povezivanje različitih mreža, kontrola protoka u mreži i između mreža, sprječavanje zagušenja, brojanje podataka. (logičko adresiranje)	IP,ARP, RARP, ICMP, RIP, OSFP, IGMP, IPX, NWLink, NetBEUI, OSI, DDP, DECnet	Brouter, Router, Frame Relay Device, ATM Switch, Advanced Cable Tester
Podatkovni sloj	Okvirovi	Hardver	Otkrivanje grešaka u prijenosu, separacija poruka u okvirove (frames) pakiranje, enkripcija, upravljanje protokom, oporavak od greški pristup mediju. (Fizičko adresiranje)	Logical Link Control 802.1 OSI Model 802.2 Logical Link Control Media Access Control 802.3 CSMA/CD (Ethernet) 802.4 Token Bus (ARCnet) 802.5 Token Ring 802.12 Demand Priority	Bridge, Switch, ISDN Router, Intelligent Hub, NIC, Advanced Cable Tester
Fizički sloj	Bitovi	Hardver	Fizički prijenos podataka, kodiranje, modulacija, električko i mehaničko spajanje (električne i fizičke veze– ožičenje).	IEEE 802 IEEE 802.2 ISO 2110 ISDN	Repeater, Multiplexer, Hub, TDR, Oscilloscope, Amplifier

OSI referentni model

Tabela primjera

Layer	Misc. examples	TCP/IP suite	SS7	AppleTalk suite	OSI suite	IPX suite	SNA	UMTS
7	HL7 , Modbus , SIP	HTTP , SMTP , SNMP , FTP , Telnet , NFS , NTP	ISUP , INAP , MAP , TUP , TCAP	AFP , PAP	FTAM , X.400 , X.500 , DAP		APPC	
6	TDL , ASCII , EBCDIC , MIDI , MPEG	XDR , SSL , TLS		AFP , PAP				
5	Named Pipes , NetBIOS , SAP , SDP	Session establishment for TCP		ASP , ADSP , ZIP		NWLink	DLC?	
4	NetBEUI	TCP , UDP , RTP , SCTP		ATP , NBP , AEP , RTMP	TP0, TP1, TP2, TP3, TP4	SPX , RIP		
3	NetBEUI , Q.931	IP , ICMP , IPsec , ARP , RIP , OSPF , BGP	MTP-3 , SCCP	DDP	X.25 (PLP) , CLNP	IPX		RRC (Radio Resource Control)
2	Ethernet , Token Ring , FDDI , PPP , HDLC , Q.921, Frame Relay , ATM , Fibre Channel		MTP-2	LocalTalk , TokenTalk , EtherTalk , Apple Remote Access , PPP	X.25 (LAPB) , Token Bus	802.3 framing, Ethernet II framing	SDLC	MAC (Media Access Control)
1	RS-232 , V.35 , V.34 , Q.911, T1 , E1 , 10BASE-T , 100BASE-TX , ISDN , SONET , DSL		MTP-1	Localtalk on shielded, Localtalk on unshielded (PhoneNet)	X.25 (X.21bis) , EIA/TIA-232 , EIA/TIA-449 , EIA-530 , G.703		Twinax	PHY (Physical Layer)



OSI referentni model

Fizički sloj

- Najniži sloj OSI modela koji se brine za prijenos “sirovih” bitova preko komunikacijskog kanala.
- **Definira fizičke, električke, mehaničke i funkcionalne procedure i standarde koji su potrebni za pristup fizičkom mediju tj. mreži.**
- Također definira i fizički medij prijenosa koji leži odmah ispod fizičkog sloja.
- Protokoli ovog sloja definiraju parametre kao što su razina napona, oblik i strukturu priključnica, oblik signala, način prijenosa itd.
- Protokoli moraju osigurati da kad jedna strana pošalje logičku jedinicu, da je i druga strana tako primi. Tipična pitanja su koliki napon je potreban za reprezentiranje logičke 1 i logičke 0, koliko mikrosekundi traje jedan bit, da li prijenos može biti nastavljen simultano u oba smjera, kako se uspostavlja početna veza i kako se razbija kada su obje strane završile sa kontaktom, koliko pinova ima mrežni konektor i za što se koji koristi.



OSI referentni model

Podatkovni sloj

- **Glavni zadatak - sirovi medij pretvoriti u liniju koja se čini oslobođena od grešaka u prijenosu iz mrežnog sloja, odnosno osigurati pouzdani prijenos podataka preko linije (od čvora do čvora).**
- Predajnik razbija ulazne podatke u podatkovne okvire (obično od nekoliko stotina bajtova), prenese ih sekvencijalno i procesira potvrdu o primanju od strane primatelja. Ako se poruka sa potvrdom ošteti ili izgubi doći će do dupliciranja okvira, protokol na podatkovnom sloju mora znati riješiti ovaj problem. Ovo se može postići dodavanjem posebnih nizova bitova na početak i kraj svakog okvira. Kad okvir dođe do primatelja provjeravaju se kontrolni bitovi. Ako postoji mogućnost da se isti nizovi pojave i u podatkovom dijelu okvira, mora povesti i brigu o izbjegavanju tako prouzrokovane konfuzije.
- Još jedan problem koji se pojavljuje u fizičkom sloju za povezivanje (i većini viših slojeva) je riješiti problem **zatrpavanja podacima sporije stanice od strane brže**. Dakle, mora se uposliti određeni mehanizam za regulaciju prometa kako bi se prijenosniku moglo "reći" koliki raspoloživi prostor za primanje ima primatelj. Često su regulacija protoka i grešaka integrirane zajedno.
- Ako se linija može koristiti za dvosmjernan prijenos podataka, pojavljuju se nove komplikacije kojima se ponovo mora baviti sloj za povezivanje. Problem je potvrda primitka okvira koji se mogu sudariti.
- **Sumarno: kontrola greški i kontrola protoka da bi se osigurao pouzdan prijenos podataka.**



OSI referentni model

Mrežni sloj

- Brine se o transparentnom prijenosu podataka između prijenosnih slojeva krajnjih stanica, određuje prijenosne puteve i obavlja funkcije komutiranja, tj. uspostavlja, održava i raskida veze.
- Nastoji odabrati put od izvora ka odredištu koji će minimizirati ukupnu "cijenu" prijenosa, što uključuje dužinu, brzinu prijenosa, kašnjenje u propagaciji, kašnjenje u čvorovima itd.
- Obavlja operacije **podmreža** (subnet). **Ključni problem dizajna je određivanje broja paketa koji moraju biti usmjereni od izvora do odredišta.** Smjernice se mogu bazirati na statičkim tablicama koje su "upržene" u mrežu i rijetko se mijenjaju. Također bi mogle biti i određene na početku svakog kontakta, npr. terminalne sesije. Konačno, mogu biti visoko dinamične, nanovo određene sa svaki paket, da bi pratili trenutačno opterećenje mreže.
- Ako se previše paketa pošalje u istu podmrežu istovremeno, sudarit će se jedan s drugim, oblikujući **uska grla**. Kontrola takvih zagušenja također pripada mrežnom sloju.
- Kada paket treba putovati iz jedne mreže u drugu da dođe do odredišta, mogu se pojaviti mnogi problemi. **Adresiranje** koje koristi prva mreža može biti različito od druge. Druga možda ne može uopće primiti pakete jer je prevelika. Protokoli se mogu razlikovati, itd. Na mrežnom je sloju da premosti ove probleme i da omogući povezivanje **heterogenih mreža**.



OSI referentni model

Prijenosni sloj (transportni sloj)

- Osnovna funkcija transportnog sloja je primati podatke iz konekcijskog sloja, razdijeliti ih u manje jedinice ako je to potrebno, iste prenijeti ka mrežnom sloju, i osigurati da su svi dijelovi bez greške stigli na drugi kraj. Nadalje, sve se mora odvijati efikasno, na način da izolira konekcijski sloj od neizbježnih promjena u hardverskoj tehnologiji.
- Pod normalnim uvjetima, transportni sloj stvara odvojenu mrežnu vezu za svaku transportnu vezu koju zatraži konekcijski sloj. Međutim, ako transportna veza zatraži veliku propusnost, transportni sloj može stvoriti više veza, dijeleći podatke među vezama da bi poboljšao protok. Na drugu stranu, ako je stvaranje ili održavanje mreže skupo, transportni sloj može multipleksirati nekoliko transportnih veza na istoj mrežnoj vezi kako bi se smanjila ukupna cijena. U svakom slučaju, transportni sloj je potreban da bi multipleksiranje bilo transparentno za konekcijski sloj.
- **Transportni sloj je pravi izvor-odredište sloj.** Drugim riječima, program na izvorišnom računaru nastavlja "razgovor" sa istim programom na odredišnom računaru, koristeći zaglavlja paketa i kontrolne poruke.
- Kao dodatak multipleksiranju nekoliko podatkovnih veza u jedan kanal, transportni sloj se mora brinuti o **uspostavljanju i brisanju veza kroz mrežu.** Ovo zahtijeva neku vrstu sistema imena (mehanizam adresiranja), kako bi procesi na jednom stroju mogli biti opisani onome s kim trebaju sarađivati. Također moraju postojati mehanizmi za reguliranje protoka informacija, tako da brzi server ne može "preteći" sporog. Kontrola protoka među računarima je drukčija od kontrole protoka između preklopnika, iako se primjenjuju isti principi.



OSI referentni model

Konekcijski sloj (sesija sloj)

- Konekcijski sloj dopušta korisnicima različitih računara da stvore veze (sesije, sjednice) između sebe. Sesija dopušta obični transport podataka, kao i transportni sloj, ali pruža i neke moćnije usluge korisne u nekim aplikacijama. Sesija se može koristiti da bi se korisniku dopustilo logiranje na udaljeni time-sharing sistem ili za prijenos datoteka između dva računara.
- Ovaj sloj omogućuje da se mrežni promet odvija u oba smjera istovremeno, ili samo u jednom smjeru u jednom trenutku. Ako promet može ići samo u jednom smjeru u jednom trenutku, ovaj sloj nam pomaže u praćenju "na koga je red".
- Servis koji se povezuje s ovim slojem je **upravljanje tokenima** (Token ring LAN-ovi). Za neke protokole, bitno je da obje strane ne pokušaju istu operaciju u isto vrijeme. Da bi mogli upravljati ovim aktivnostima, sesija sloj stvara tzv. "tokene" koji se mogu "razmjenjivati". Samo strana kod koje je token može obaviti ključnu operaciju.
- Još jedan servis je **sinhronizacija**. Razmislite o problemima koji se mogu pojaviti kada pokušamo provesti dvosatni prijenos datoteka između dva stroja na mreži sa periodom od 1 sat između "rušenja". Nakon što se svaki prijenos prekine, cijeli prijenos mora početi ponovo, i vjerojatno bi ponovo propao kod rušenja mreže. Da bi eliminirao ovaj problem, sesija sloj omogućuje da se "ubace" tačke provjere u niz podataka, kako bi se nakon prekida nastavili prenositi podaci s tačke gdje je bila zadnja provjera, umjesto sa samog početka.



OSI referentni model

Sloj prikaza (reprezentacijski sloj)

- Obavlja određene funkcije koje se traže dovoljno često da bi se potražilo opće rješenje, umjesto dopuštanja svakom korisniku da rješava problem individualno. Posebno, za razliku od donjih slojeva, koji su samo interesantni zbog pomicanja bitova sa provjerama "od ovdje do tamo", prezentacijski sloj se brine za sintaksu i semantiku informacije koja se prenosi.
- Tipični primjer prezentacijskog servisa je **oblikovanje podataka u standardni**, unaprijed dogovoreni način. Većina korisničkih programa ne razmjenjuje tek slučajne nizove bitova i bajtova. Oni razmjenjuju imena ljudi, datume, proračune, itd. Ti objekti su reprezentirani kao niz znakova, brojeva, itd (npr. ASCII, Unicode). Različiti računari imaju različite kodove za raspoznavanje pojedinih vrsta nizova. Kako bi se omogućila komunikacija računarima sa različitim načinima raspoznavanja, strukture podataka koje se razmjenjuju se moraju definirati apstraktno, zajedno sa standardnim formatom podataka koji se koristi "na žici". Taj posao pada na prezentacijski sloj.
- Također se brine i o različitim drugim aspektima prezentiranja informacija za daljnji prijenos. Na primjer, na ovom sloju se može primijeniti **kompresija podataka** da bi se smanjio broj bitova koji se treba prenijeti, a i **kriptografija** koja je često potrebna za privatnost i autentificiranje korisnika.



OSI referentni model

Sloj primjene (aplikacijski sloj)

- **Obuhvaća procese koji se obavljaju na razini korisnika.**
- Razni protokoli koji su obično potrebni za osnovno sučelje prema korisniku. Postoje stotine nekompatibilnih terminala u svijetu. Uzmimo npr. samo editor teksta koji treba raditi na mreži sa mnogim vrstama terminala. Svaki terminal ima svoju veličinu ekrana, svoje sekvence za upisivanje i brisanje teksta, pomicanje kursora, itd.
- Jedan način da se sve te razlike premoste je definiranje **apstraktnog mrežnog virtualnog terminala** za koji se editori i ostali programi mogu pisati. Da bi se rukovalo svakim od pojedinih terminala, mora biti napisan dio softvera koji će mapirati funkcije mrežnog virtualnog terminala na stvarni terminal. Na primjer, kada editor pomiče kursor virtualnog terminala u gornji lijevi ugao ekrana, softver mora za isti pomak poslati odgovarajuću sekvencu stvarnom terminalu na kojem se također pomiče kursor. Kompletan softver virtualnog terminala prema OSI modelu spada u aplikacijski sloj.
- Još jedna funkcija ovog sloja je **prijenos datoteka**. Različiti sistemi datoteka imaju različite konvencije obilježavanja datoteka, različite načine prikaza tekstualnih linija, itd. Prijenos informacija između dva sistema zahtijeva rješavanje ovih, ali i svih drugih nekompatibilnosti. Ovaj posao također pripada aplikacijskom sloju, kao i **elektronička pošta, udaljeno logiranje**, i mnogi opći i specifični servisi koje koristimo.



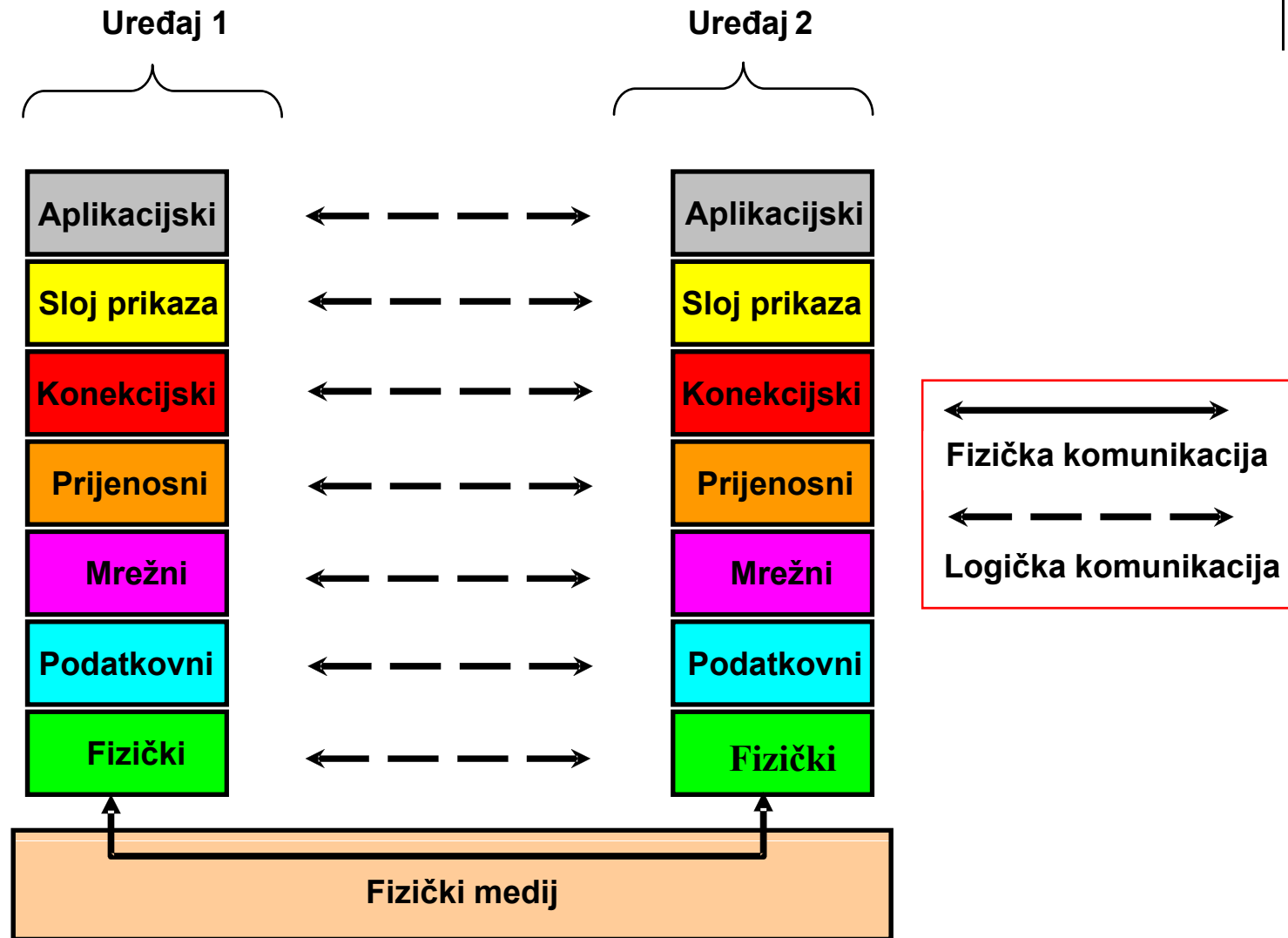
3.3. Komunikacija kod OSI referentnog modela

- Komunikacija kod OSI modela uvijek ide sloj po sloj, ni jedan sloj se ne može preskočiti.
- Veza između dva sloja (višeg i nižeg) naziva se **sučelje**.
- Funkcija n-tog sloja u komunikacijskom sistemu odvija se u saradnji s procesom n-tog sloja uređaja s kojim komuniciramo.
- Način njihovog komuniciranja naziva se **protokol** n-tog sloja.
- Dakle, postoji princip sučelja i protokola. Sučelje je između višeg i nižeg sloja, a protokol je između n-tih slojeva.
- Sučelje nije, a protokol jest predmet međunarodne standardizacije.



Komunikacija kod OSI referentnog modela

Fizička i logička komunikacija



Komunikacija kod OSI referentnog modela

Tok komunikacije

- Aplikacijski sloj pozivajućeg uređaja započinje pozivom aplikacijskom sloju pozvanog uređaja s kojim uspostavlja ravnopravan odnos, koristeći protokol sloja 7.
- Protokol sloja 7 zahtijeva od sloja 6 potrebne usluge, pa ovaj sloj uspostavlja ravnopravan odnos s odgovarajućim slojem na drugoj strani uz pomoć protokola 6 sloja.
- Protokol 6 sloja zahtijeva potrebne usluge od sloja 5 itd. Sve do fizičkog sloja na kojem tek dolazi do stvarne razmjene podataka.
- Dakle, svaki sloj predajne stanice uz pomoć pripadnog protokola šalje svoje podatke nižem sloju i tako sve do fizičkog sloja.
- Fizički sloj odašilje podatke odgovarajućem sloju prijemne stanice koji predaje podatke sloju veze (podatkovnom sloju), ovaj mrežnom itd., sve do odredišnog sloja.
- Susjedni slojevi iste stanice međusobno komuniciraju preko sučelja kojima je osnovna zadaća da format poruke prilagode protokolu sljedećeg sloja.



Komunikacija kod OSI referentnog modela

Slanje podataka

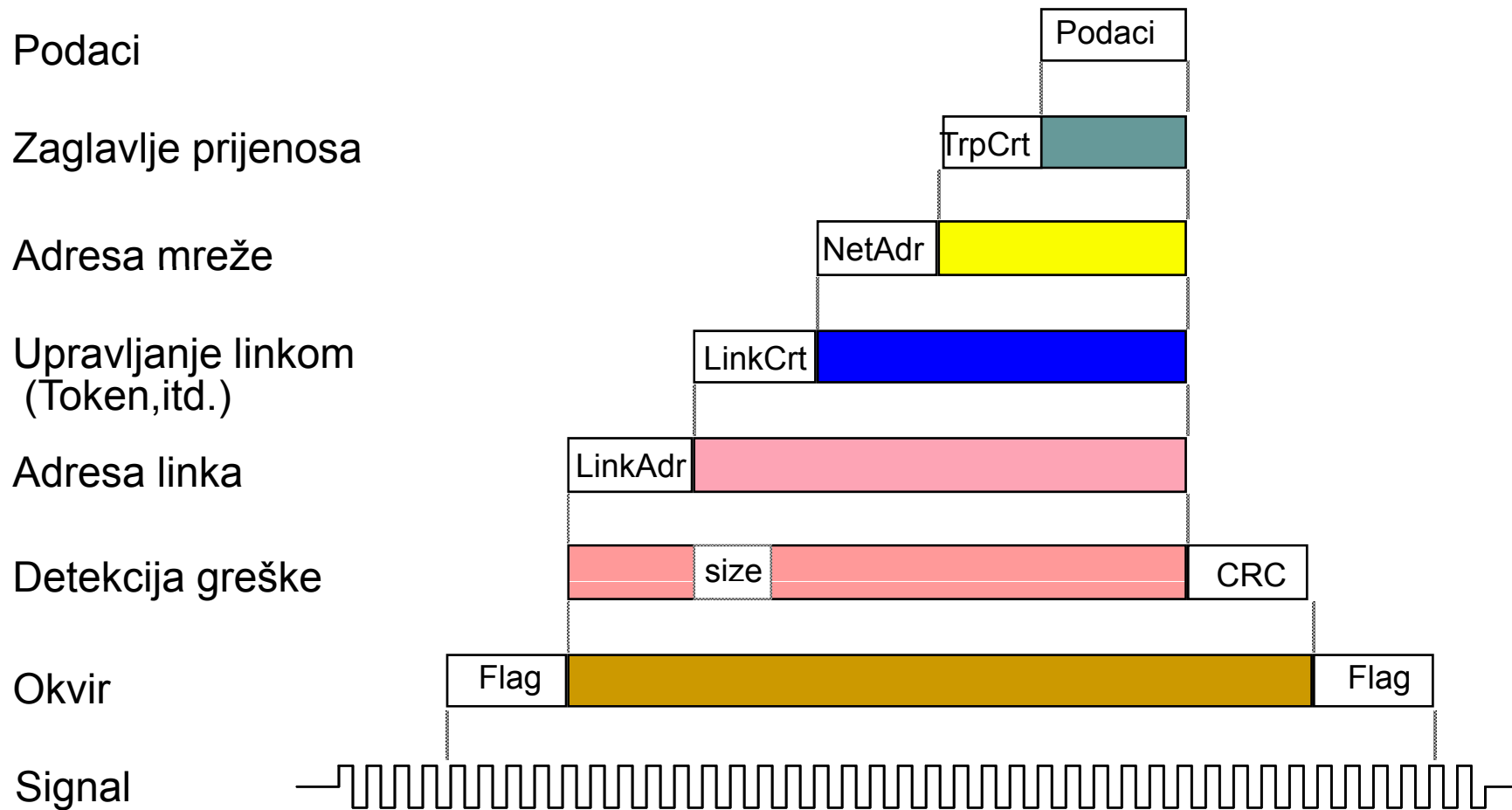
- Podaci se šalju prema dolje niz slog (stack), kada su poslani na mrežu, i gore uz slog, kada su primljeni sa mreže. Podaci se u OSI modelu šalju niz protokol.
- Slog iz aplikacijskog sloja sve do fizičke mreže. Svaki sloj u slogu dodaje kontrolnu informaciju da bi potvrdio sigurnu dostavu.
- Ova kontrolna informacija naziva se **zaglavlje** (header) jer je postavljena na početak podatka koji se treba poslati.
- Svaki sloj tretira sve informacije koje primi iz sloja iznad kao podatke i stavlja svoje zaglavlje na početak informacije. Kada su podaci primljeni, događa se suprotno, svaki sloj “skida” svoje zaglavlje prije nego pošalje podatke sloju iznad.



Komunikacija kod OSI referentnog modela

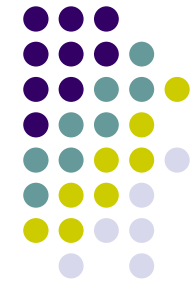
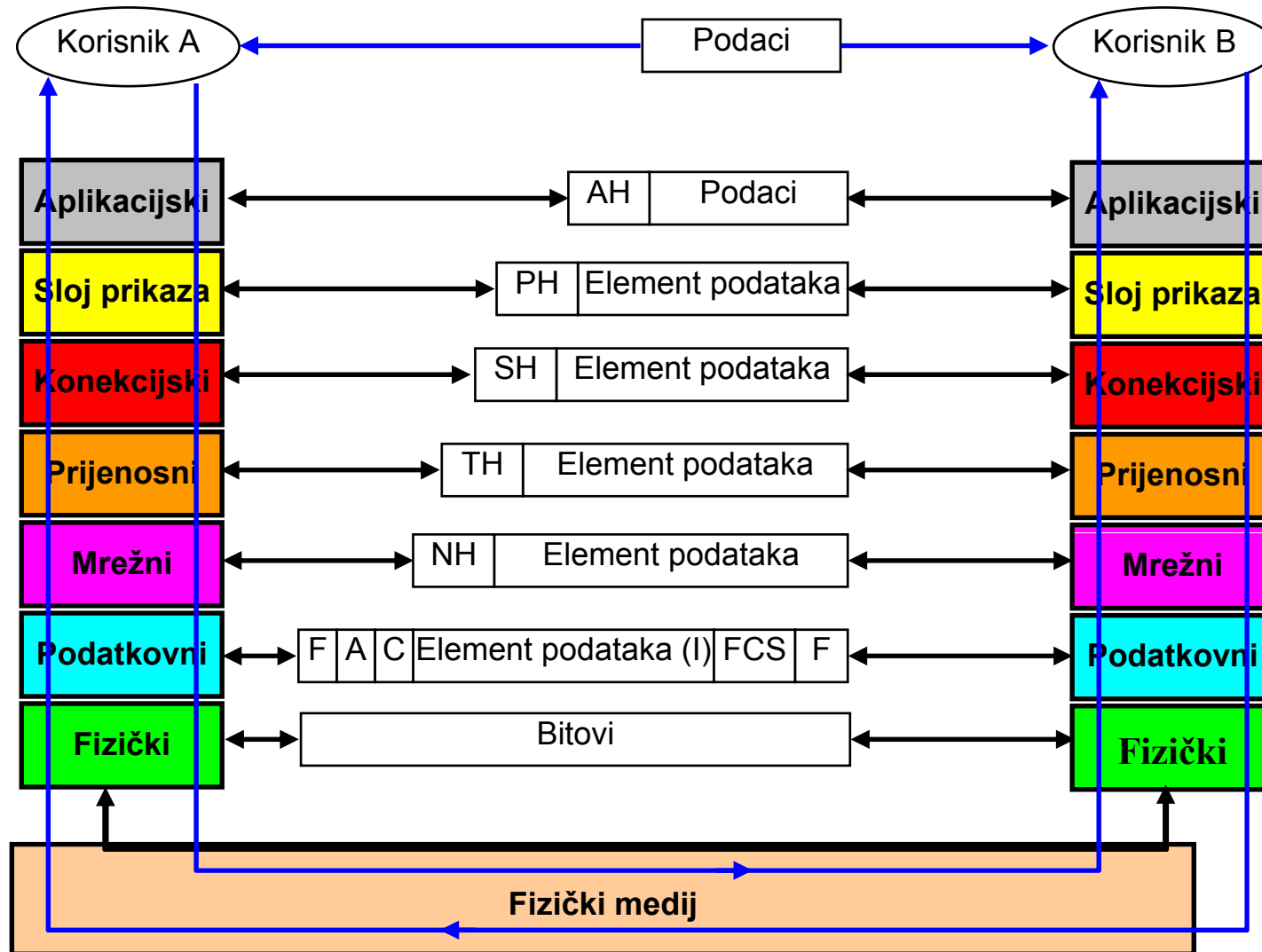
Slanje podataka

Svaki sloj dodaje svoje zaglavlje (header).

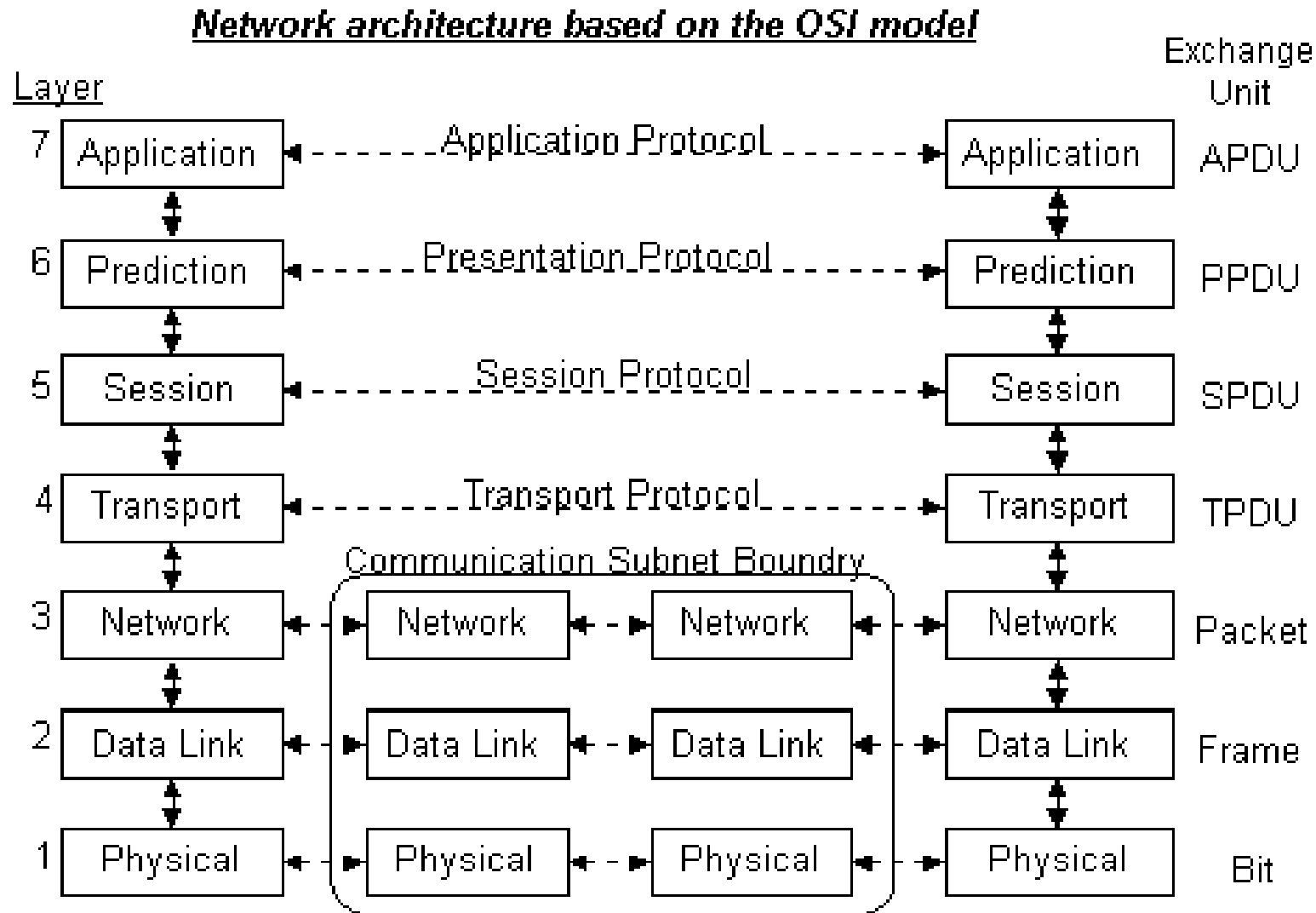


Komunikacija kod OSI referentnog modela

Primjer: Komunikacija dva računara po OSI modelu

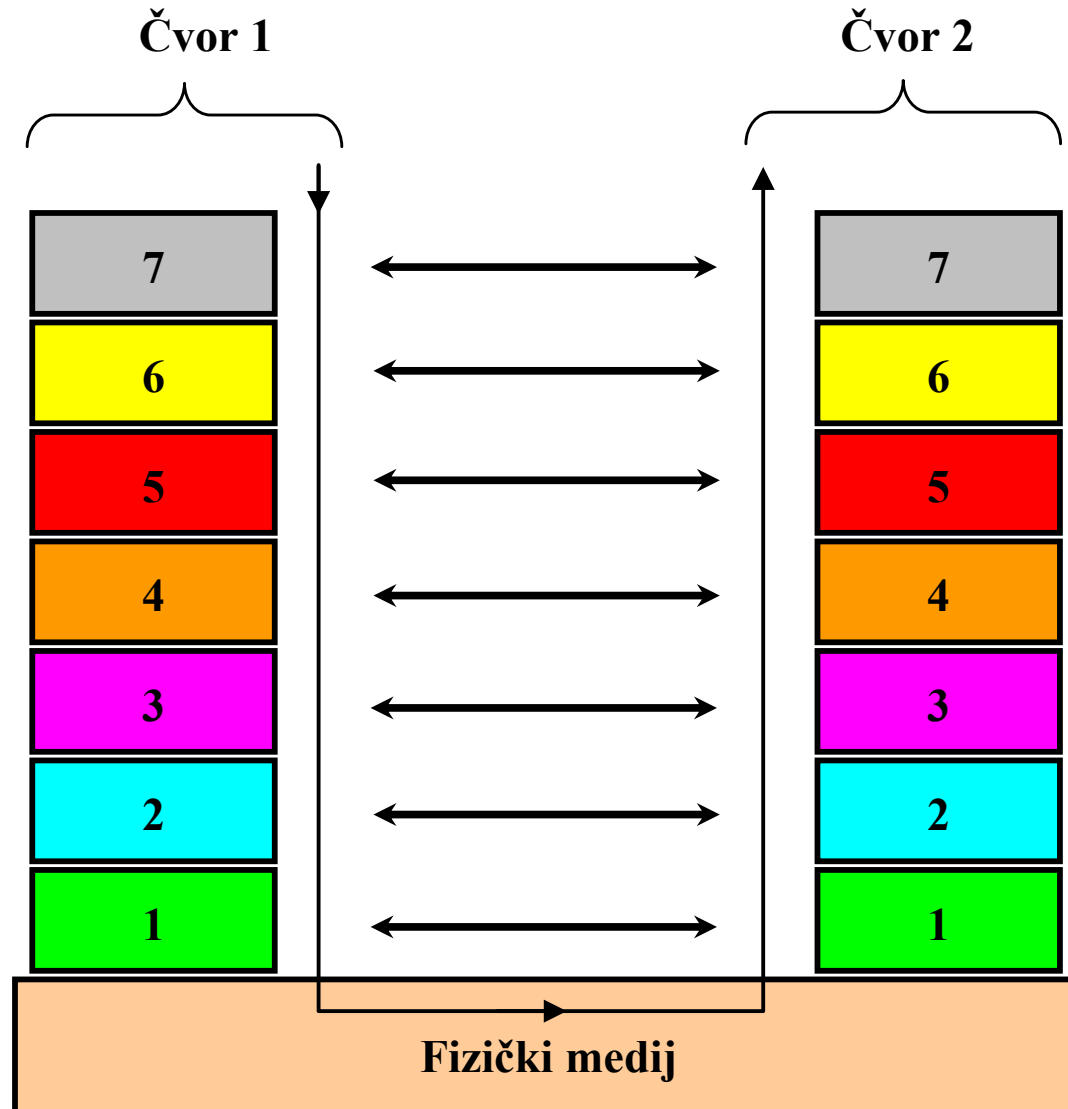


3.4. Arhitektura mreže temeljena na OSI modelu



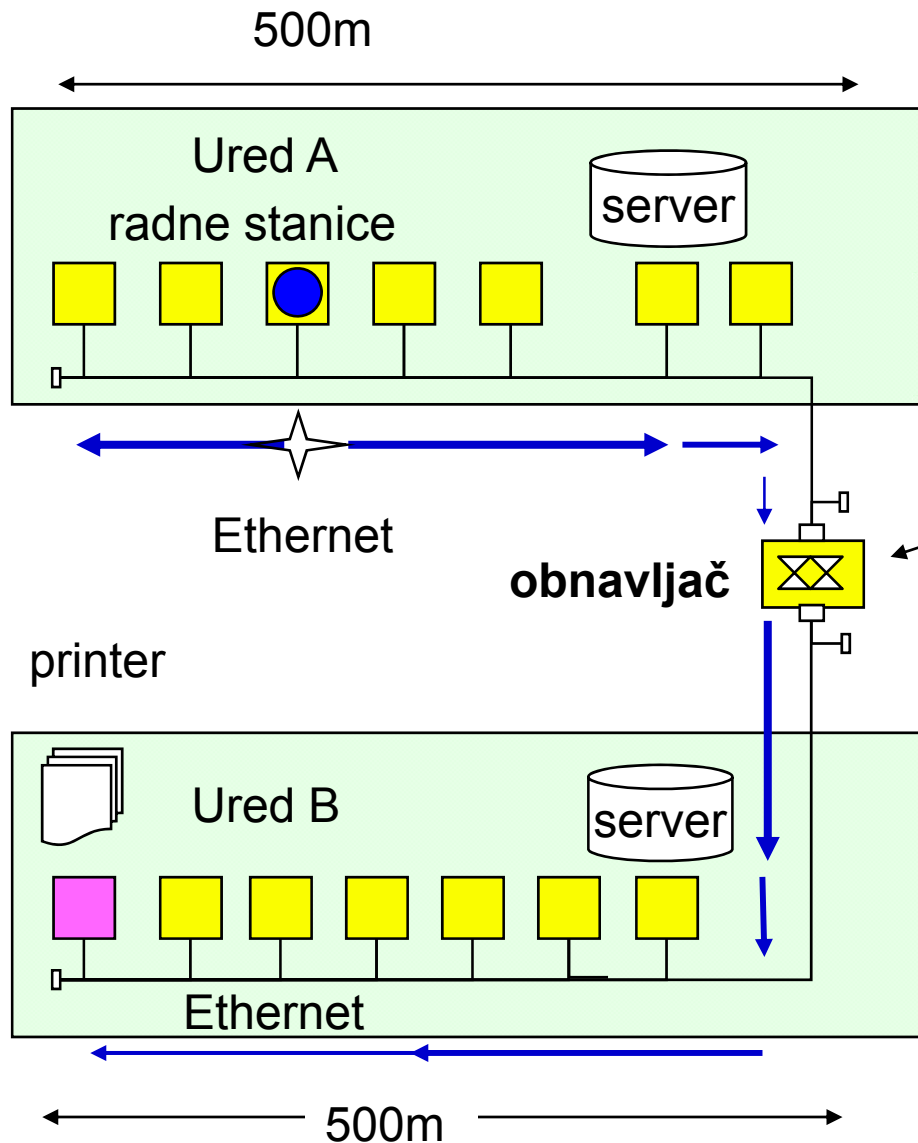
Arhitektura mreže temeljena na OSI modelu

OSI model s dva čvora



Arhitektura mreže temeljena na OSI modelu

Primjer sa obnavljačem



Za povezivanje radne stanice Ureda A sa printerom u Uredu B, kabel postaje predug i dolazi do oštećenja poruka.

- Obnavljač rekonstruira i sinhrozira signale.
- Unosi kašnjenje 1-4 bita.

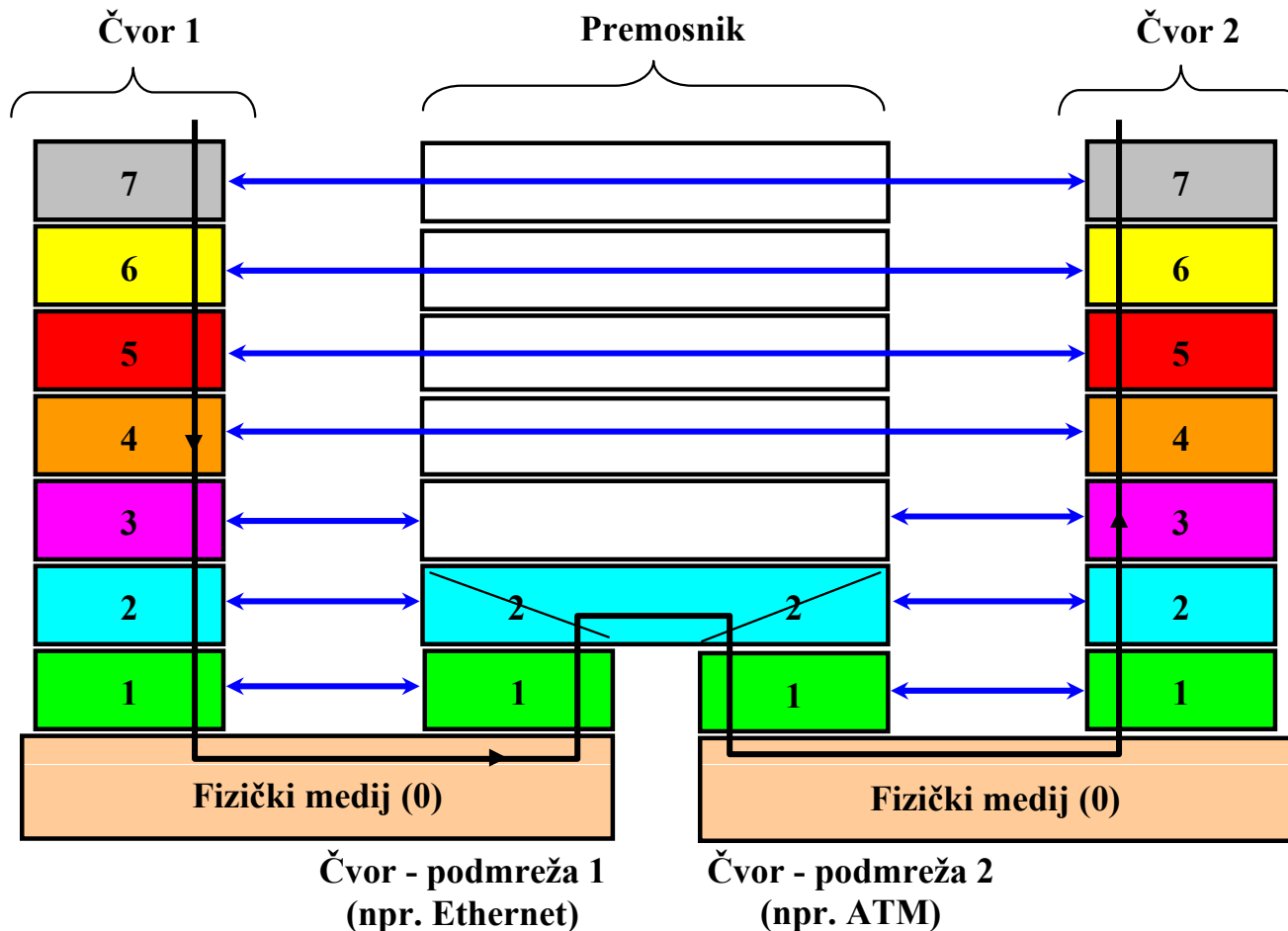
Fizički, ovo je još uvijek samo jedna mreža i samo jedan od umreženih čvorova u oba ureda može slati poruku u jednom trenutku.



OSI model sa tri čvora (premosnik)

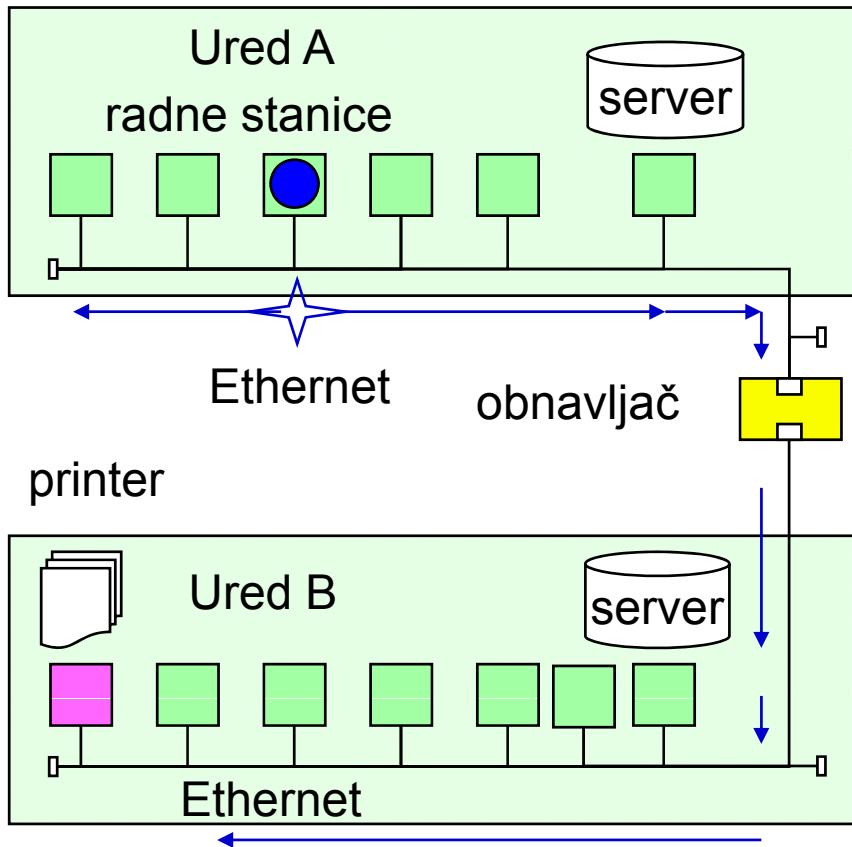
Premosnik sa obje strane ima pod mreže, koje imaju:

1. jednake formate okvira (osim zaglavlja),
2. isto adresno područje s obje strane (različite adrese čvorova s obje strane).
3. jednake protokole podatkovnog sloja.

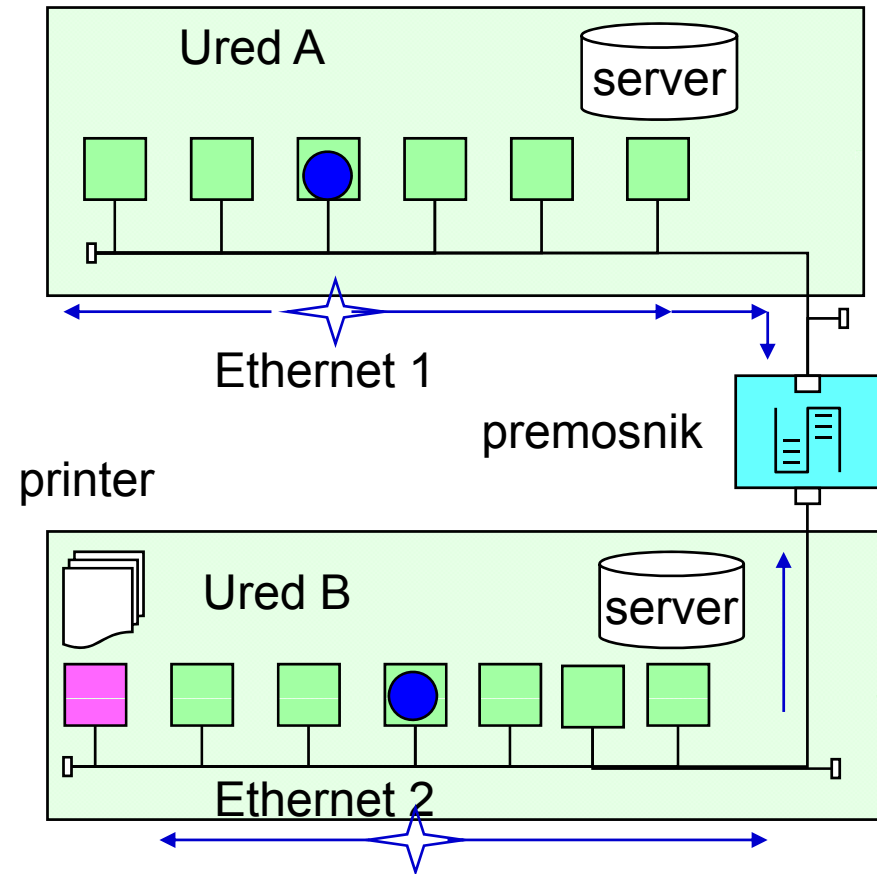


OSI model sa tri čvora (premosnik)

Primjer sa premosnikom



Samo jedna Ethernet mreža za oba ureda.

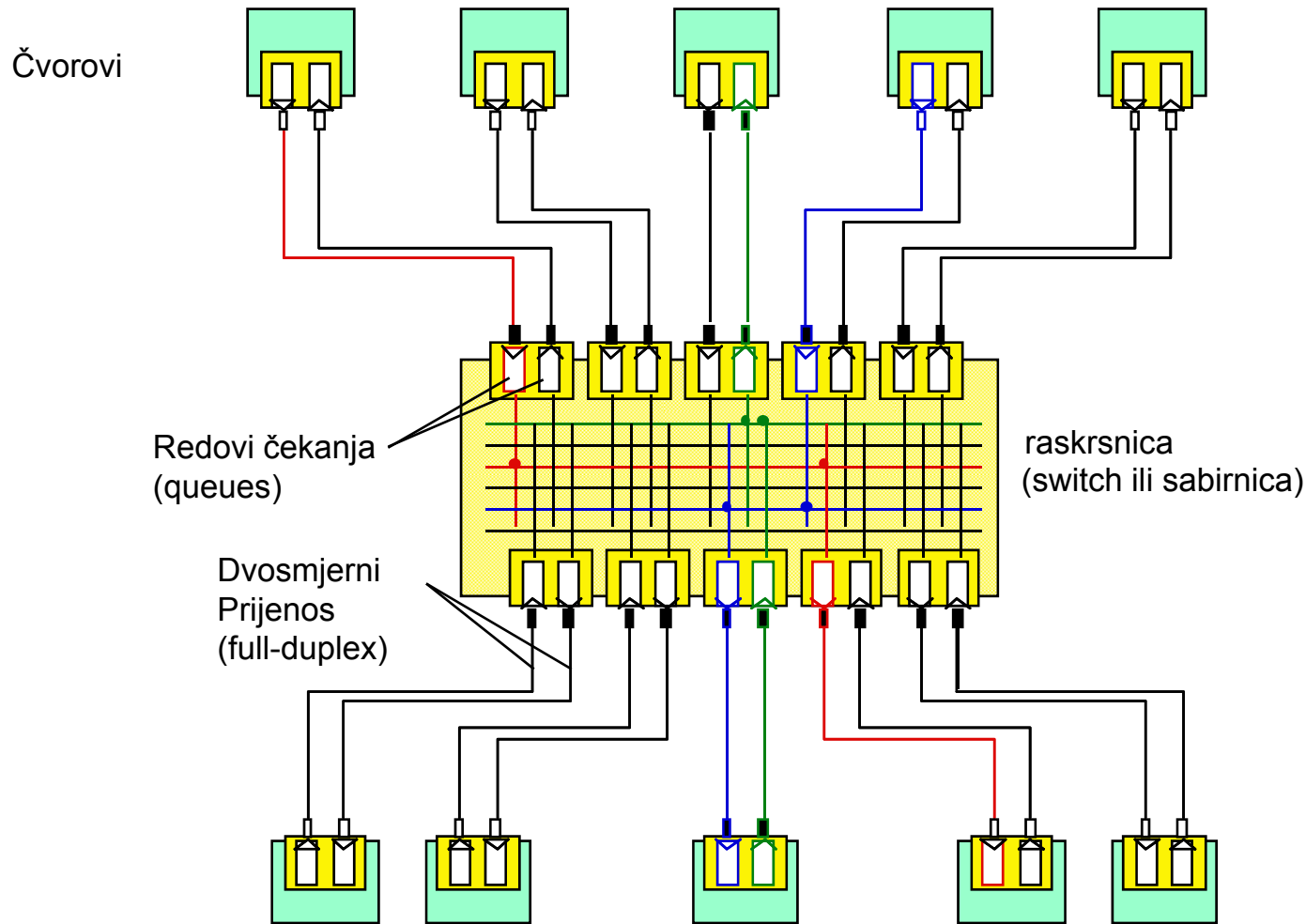


Svaki ured ima svoju Ethernet mrežu i samo komunikacija između njih opterećuje vezu.



OSI model

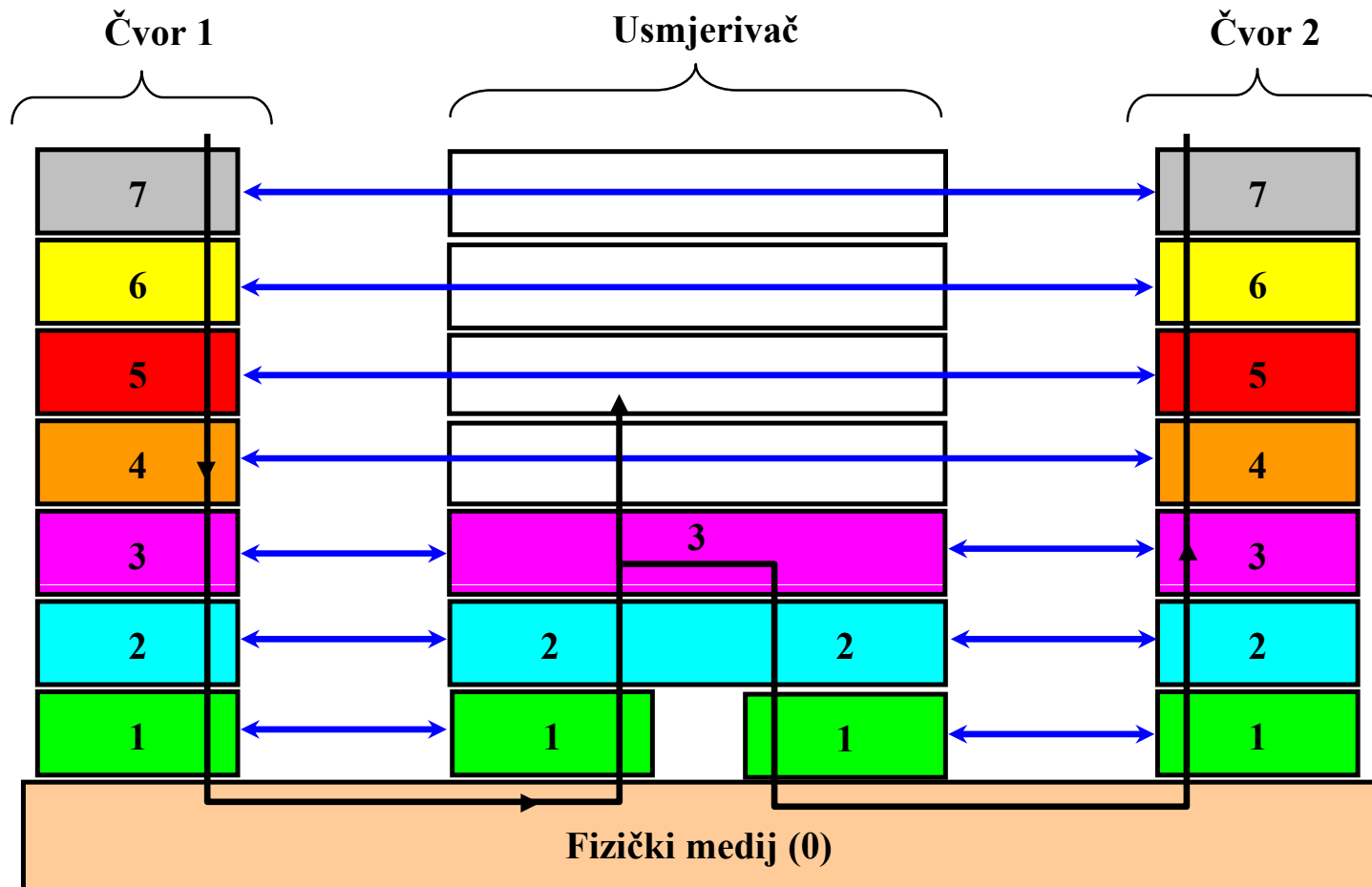
Primjer sa preklopnikom (skretnica)



Skretnica je proširenje obnavljača sa mogućnošću pohranjivanja i prosljeđivanja poruka.

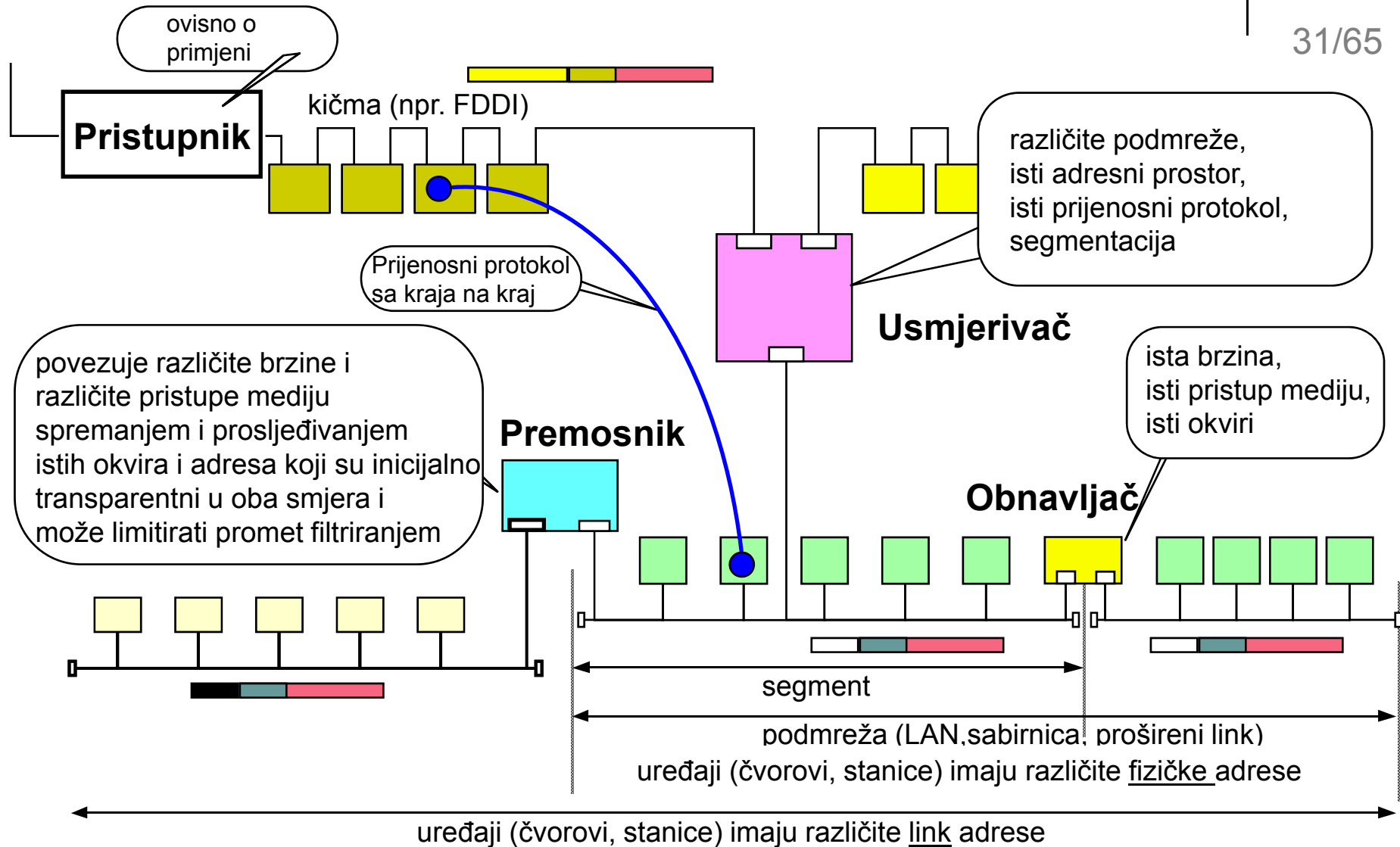
OSI model sa tri čvora (usmjerivač)

1. Usmjerivač usmjerava okvire na temelju njihovih mrežnih adresa.
2. Podmreže mogu imati različite protokole podatkovnih slojeva.
3. Okviri koji se izmjenjuju obrađuju se u mrežnom sloju.



OSI model

Primjer sa prenosnikom, usmjerivačem, obnavljačem i pristupnikom - topografija

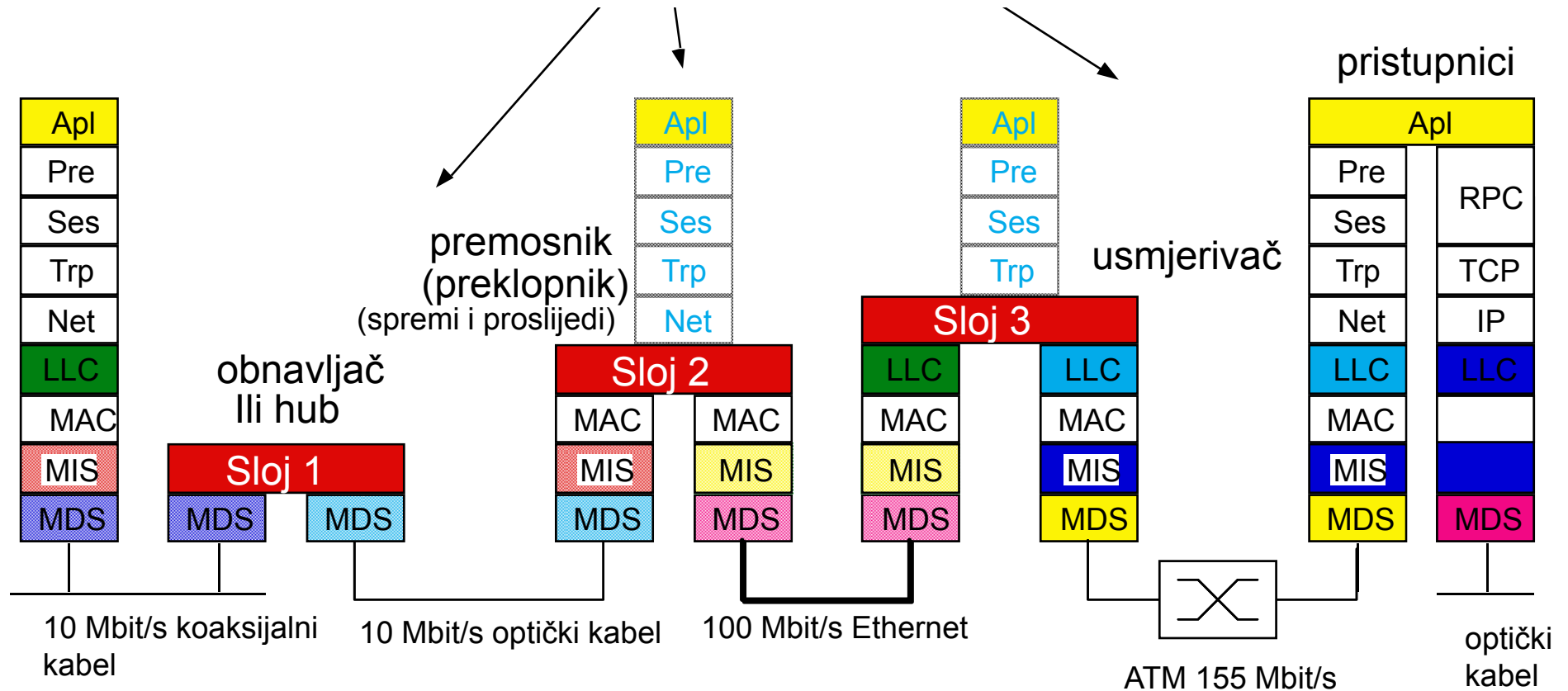


OSI model

Primjer sa premosnikom, usmjerivačem, obnavljačem i pristupnikom

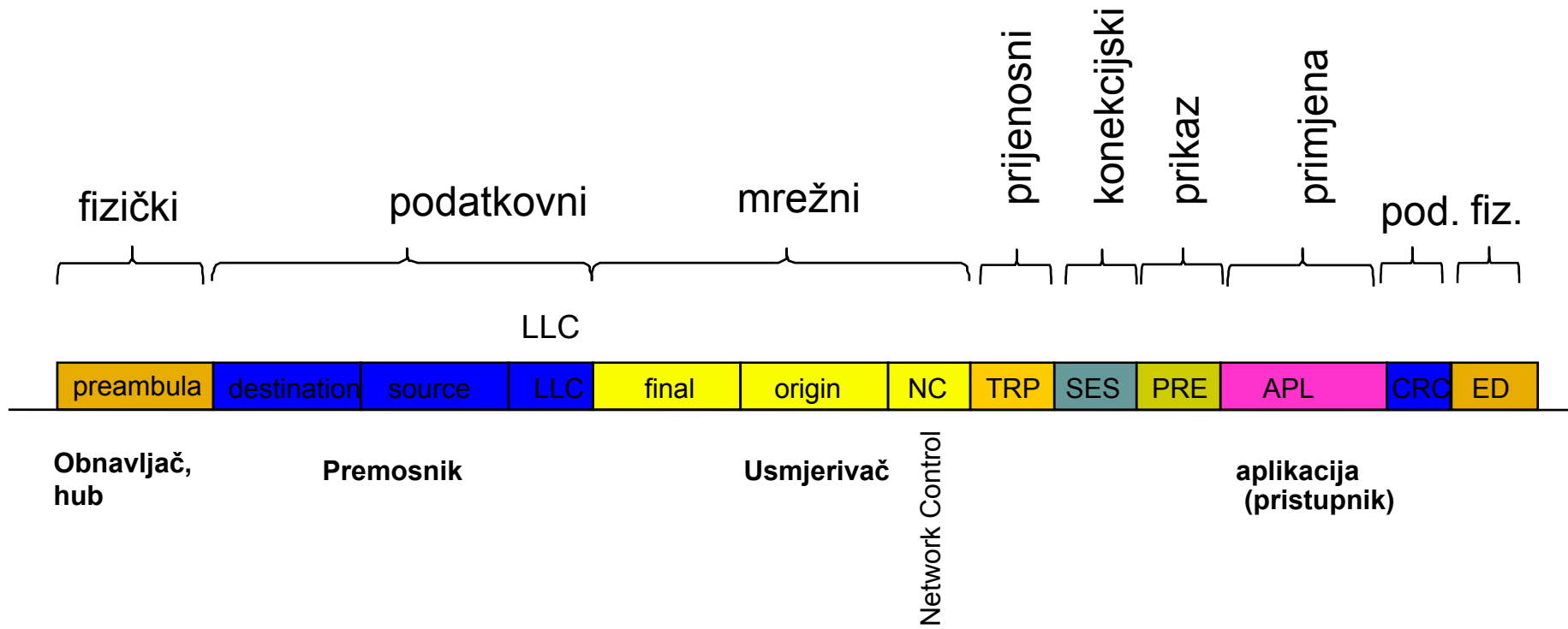
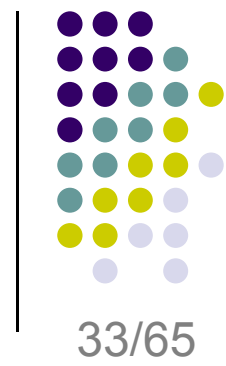


Inteligentni spojni uređaji mogu obavljati sve tri funkcije, ako su brzine prijenosa jednake



OSI model

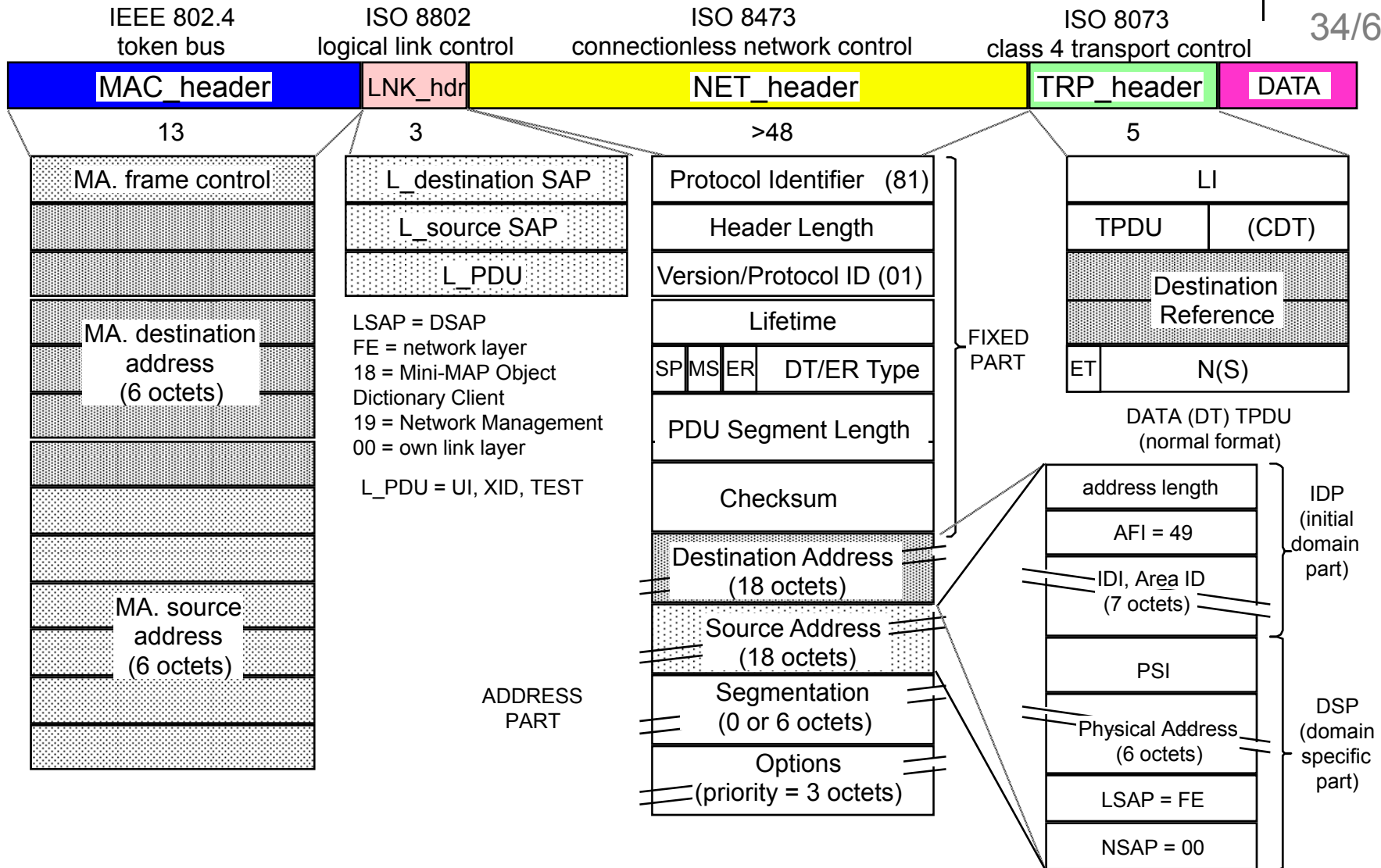
Kojoj razini element okvira pripada?



Okvir je strukturiran u skladu sa ISO modelom

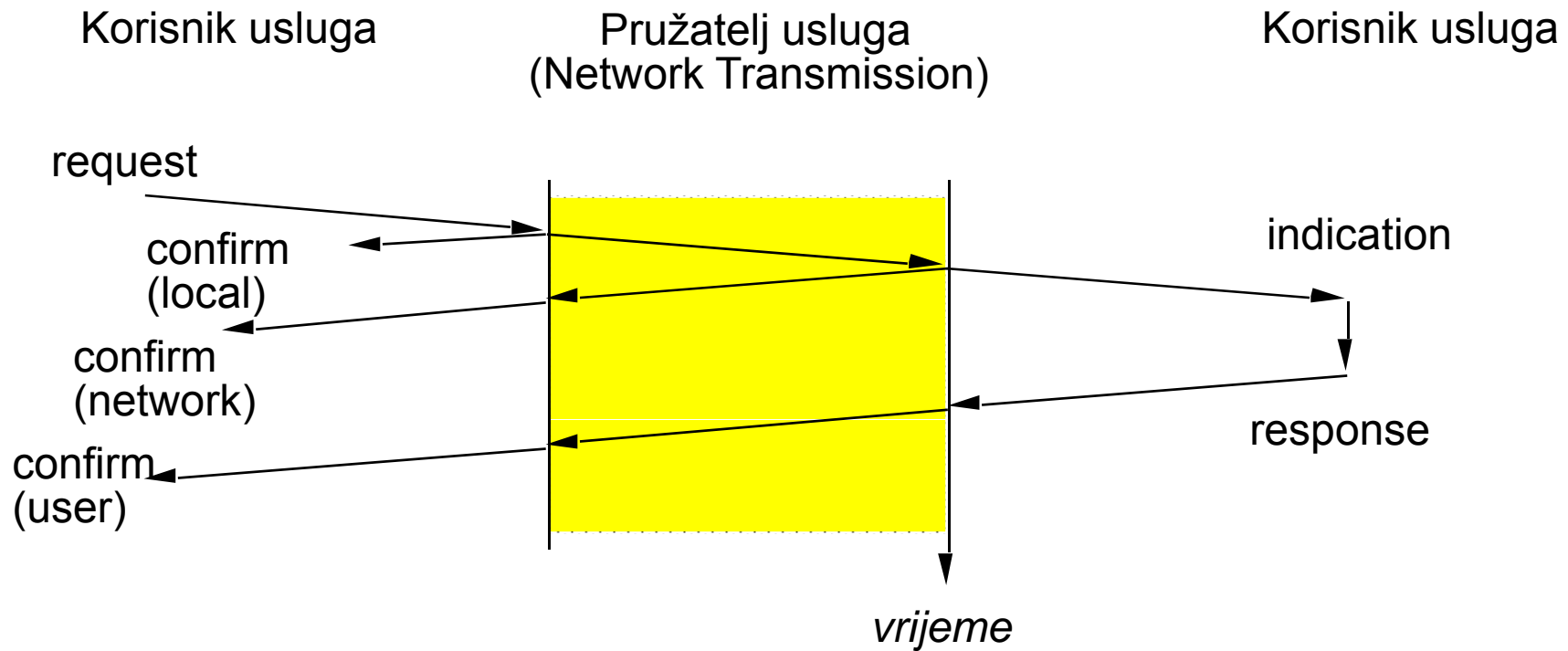
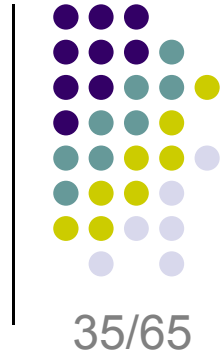
OSI model

Primjer: OSI slog struktura okvira



OSI model

Procedura poziva u ISO modelu



OSI model u industriji

Teorija:

- OSI standardi trebaju se koristiti u industriji jer smanjuju specifikacije i prilagodbe, a mogu se koristiti i komercijalno dostupne komponente.

Stvarnost:

- OSI model je opći telekomunikacijski model, dakle presložen.
- Dodatni podaci ISO modela nisu prihvatljivi za rad u realnom vremenu.
- OSI softver je presložen – jednostavni uređaji trebaju jednostavnu podršku.
- OSI model ne razmatra prijenos podataka u realnom vremenu.

Zaključak:

- Komunikacijske mreže za rad u realnom vremenu koriste samo dio sloga protokola OSI modela.
- Uređaji u industriji moraju imati “uključiti i radi” kompatibilnost, praktički ne postoji opcionalnost.
- Komunikacija je u velikoj mjeri pojednostavljena u odnosu na telekomunikacije i uredske komunikacije.



OSI model

Umjesto zaključka

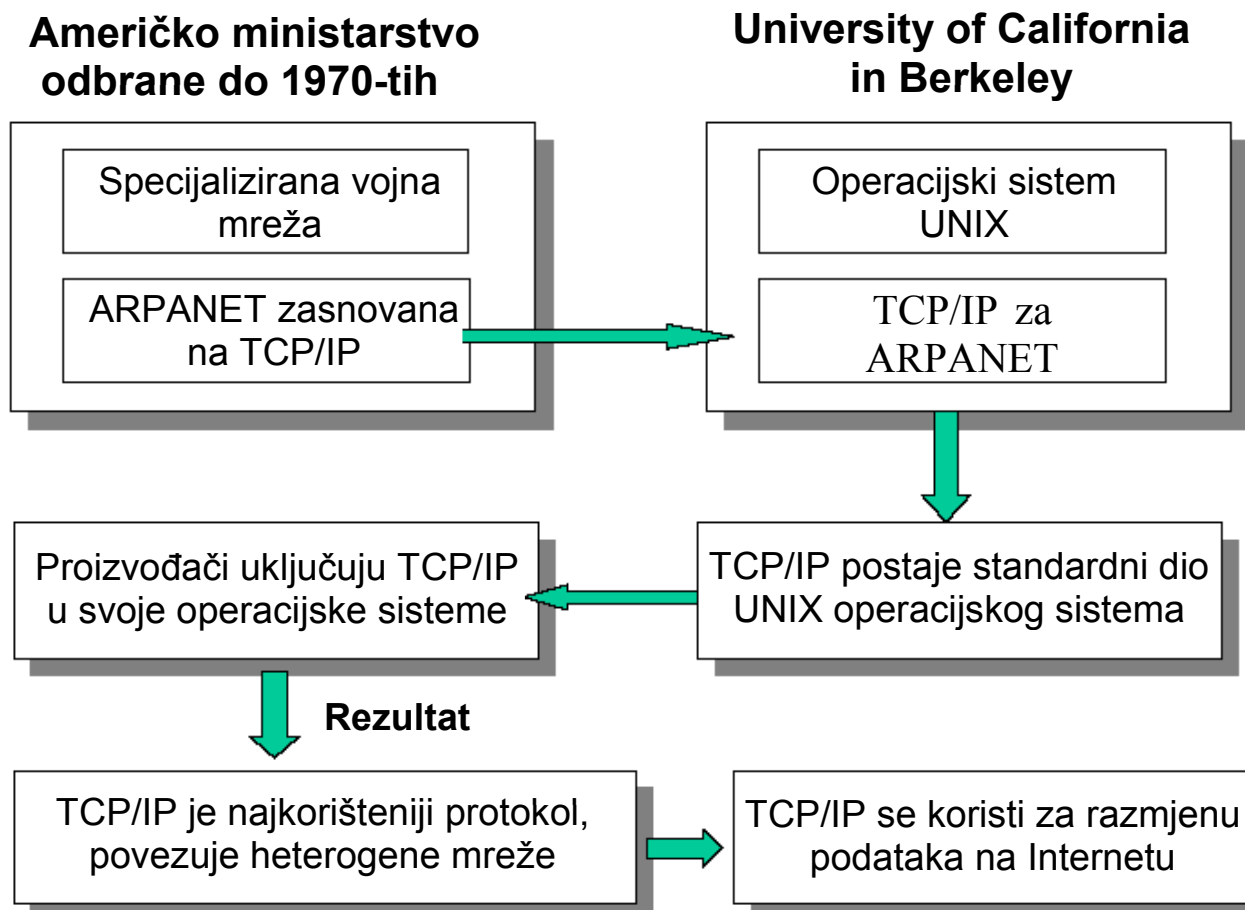
- Svaki sloj ima svoju ulogu i što je sloj viši to je i složeniji.
- Zahtjevi jednog sloja prema drugom proslijeđuju se sučeljem.
- Svaki sloj oslanja se na standarde sloja ispod.
- Sloj ispod vrši svoju funkciju i osigurava usluge sloju iznad, a pri tome ga ne opterećuje detaljima o načinu svog funkcioniranja.
- Privid je da je svaki sloj u direktnoj komunikaciji sa odgovarajućim slojem drugog računara.
- Nijedan sloj, osim najnižeg, ne može da proslijedi informaciju sloju drugog računara.
- Stvarna komunikacija se odvija isključivo između dva susjedna sloja na istom računaru.
- Softver svakog sloja primjenjuje mrežne funkcije prema određenim protokolima.
- Podaci se iz jednog sloja u drugi prenose paketima u redoslijedu slojeva.
- Na svakom sloju paket se dodatno formatira i adresira.



3.5. TCP/IP model

Razvoj TCP/IP modela

- TCP – Transmission Control Protocol (RFC 793 MIL-STD 1778)
- IP – Internet Protocol (RFC 791 MIL-STD 1777)



TCP/IP model

Šta je TCP/IP?

- TCP/IP je softverski komunikacijski model koji se koristi u računarskim mrežama.
- Iako ime (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) asocira da je cijeli protokol zapravo fuzija dva odvojena protokola, to nije tako, već je TCP/IP skup softverskih dijelova programa koji pružaju pristup mrežnim servisima kroz administriranje s daljine, prijenosom datoteka i elektroničkom poštom.
- TCP/IP pruža praktično sve što je potrebno za prijenos informacija s jednog umreženog računara na drugo.
- Komunikacijski protokol mora moći rukovati s greškama u prijenosu, upravljati smjerom i isporukom podataka, i kontrolirati trenutni prijenos podataka kroz unaprijed određene statusne signale - TCP/IP može sve ovo.
- TCP/IP model definira pojedine funkcije komunikacijskog modela kroz četiri sloja.



TCP/IP model

Zašto TCP/IP?

TCP/IP skup protokola prihvaćen je kao standard zbog pogodnosti koje je jedini u datom trenutku nudio, a neki od njih su:

- Neovisnost o tipu računarske opreme i operacijskih sistema, te o pojedinom proizvođaču.
- Neovisnost o tipu mrežne opreme na fizičkoj razini i prijenosnog medija, što omogućava integraciju različitih tipova mreža (Ethernet, token ring, X.25...).
- Jedinstveni način adresiranja koji omogućuje povezivanje i komunikaciju svih uređaja koji podržavaju TCP/IP.
- Standardizirani protokoli viših razina komunikacijskog modela, što omogućuje široku primjenu mrežnih usluga.

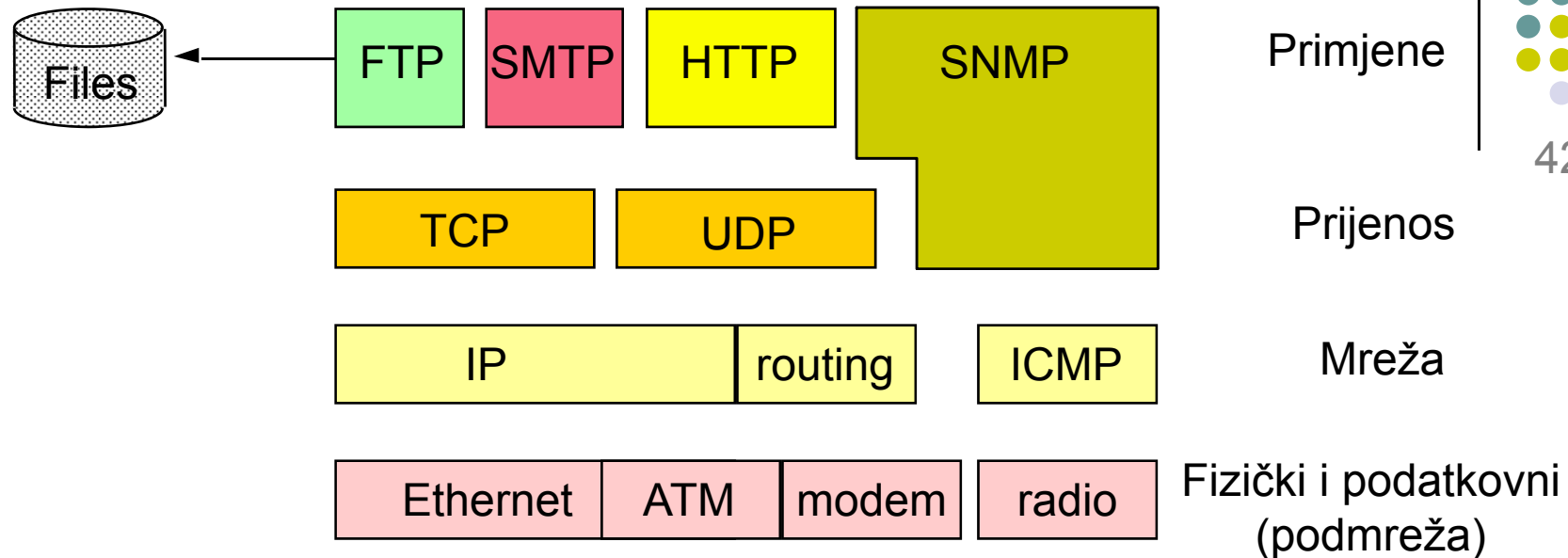


3.6. Struktura TCP/IP modela

TCP / IP referentni model u odnosu na OSI model



Struktura TCP/IP modela



- **FTP** (File Transfer Protocol) – prijenos datoteka sa znatno širim skupom dodatnih funkcija.
- FTP može datoteku sa jednog računara kopirati na drugo. Korisnik se ne logira kao pravi korisnik na računaru kojem pristupa (kao kod telnet), nego koristi FTP program koji se koristi određenim skupom instrukcija kojim "razgovara" s udaljenim računarom. Pri tome korisnik mora imati određena dopuštenja na udaljenom računaru da bi mogao pristupiti datotekama.
- Jednom kada se uspostavi veza, FTP omogućuje kopiranje jedne ili više datoteka sa ili na vaš računar. Široko se koristi na Internetu, kao i na mnogim većim LAN-ovima i WAN-ovima.

Struktura TCP/IP modela

- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) - koristi se za prijenos elektroničke pošte između procesa u mreži. Transparentan je za korisnika, a "iza scene" se spaja na udaljene računare i prenosi e-mail poruke slično kao kod FTP-a. Korisnici su rijetko uopće svjesni djelovanja SMTP-a, a sistem administratori rijetko imaju problema s njim. Globalno praktički ne postoji sistem koji ga ne podržava.
- **TFTP** (Trivial File Transfer Protocol) – prijenos datoteka sa minimalnim zahtjevima i minimalnim dodatnim funkcijama. Vrlo je jednostavan za razmjenu datoteka koji nema nikakvu sigurnosnu zaštitu. Koristi UDP za transport podataka. Obavlja istu funkciju kao i FTP, ali kroz drugi transportni protokol.
- **SNMP** (Simple Network Management Protocol) – koristi se za statusne poruke i prijavljivanje problema kroz mrežu do administratora. Koristi User Datagram Protocol (UDP) kao transportni mehanizam. U SNMP-u se koristimo nešto drukčijim terminima, pa umjesto klijenta i servera imamo menadžere (mrežne upravljačke stanice) i agente (upravljačke objekte). Agent pruža informacije o uređaju, a menadžer služi za komunikaciju putem mreže sa agentima.



Struktura TCP/IP modela

- **TCP** (Transmission Control Protocol) – omogućuje pouzdanu slijednu komunikaciju i baza je za više protokole koji zahtjevaju da se podaci prenesu bez greške (npr. telnet, ftp). To je tip protokola koji zahtijeva potvrdu ispravnog prijema podataka prije slanja narednih.
- **UDP** (User Datagram Protocol) – nepouzdana neslijedna komunikacija (npr. za prenošenje govora, videa). Nije orijentiran na povezivanje tačaka (bespojni, za razliku od TCP-a), jer ne pruža retransmisiju datagrama. Dakle, jednom poslani podatak neće se provjeravati da li je stigao kako je trebao. Nije pouzdan (koristi se gdje je pouzdanost manje bitna), ali ima posebne svrhe. Aplikacije koje koriste UDP imaju ugrađene algoritme za provjeru prijenosa, čime se premoštavaju nedostaci standardnog UDP-a.



Struktura TCP/IP modela

- **IP** (Internet Protocol) - usmjerava grupe podataka (packet, datagram) optimalnim putem, ostvaruje kontakt te komunikaciju između dva udaljena računara putem međumrežja. Mrežni uređaji kao router koriste **routing** protokole i IP adresu u zaglavlju paketa da omoguće ovom protokolu navedenu zadaću kreirajući mu optimalni put. IP protokol spada u **routed** protokole (bespojni). Drugim riječima, IP se brine za prijenos paketa podataka koje je složio TCP ili UDP i koristi skup unikatnih adresa za svaki uređaj na mreži da bi utvrdio smjer i odredište podatka.
- **ICMP** (Internet Control Message Protocol) - provjerava i generira poruke o statusu uređaja na mreži. Može se koristiti da bi se drugi umreženi uređaji obavijestili o kvaru na jednom od njih. ICMP i IP obično "rade" zajedno. Greške otkrivaju IP moduli.



Struktura TCP/IP modela

Podmreža (Subnet)

- TCP/IP se može primijeniti na raznim komunikacijskim mrežama, bez obzira na prijenosni medij i fizičku izvedbu računarske mreže.
- Važno je samo da mreža omogućuje IP adresiranje.
- Primjeri mreža:
 - Ethernet LAN
 - Token Ring LAN
 - ATM
 - X.25 network
 - Modem
 - Bežične mreže.



3.7. TCP protokol

- Skraćenica od Transmission Control Protocol.
- Predstavlja **prijenosni protokol** TCP/IP modela.
- Uspostavlja logičku (virtualnu) dvosmjernu konekciju između dvije stanice u mreži (**spojno-orijentirani protokol**).
- Dobiva podatke iz aplikacijskog sloja i prosljeđuje ih mrežnom sloju (koji je IP).
- Otkriva i ispravlja greške prijenosa (gubitak, dupliciranje, oštećenje podataka) primjenom sekvencijskog (slijednog) broja, provjerene sume (check sum), potvrde prijema sa nadzorom vremena prenosa te ponavljanjem slanja.
- Osigurava mehanizam upravljanja protokom podataka.
- Omogućuje slanje urgentnih podataka.
- Pruža usluge multipleksiranja korištenjem TCP portova.



Zaglavlje TCP protokola

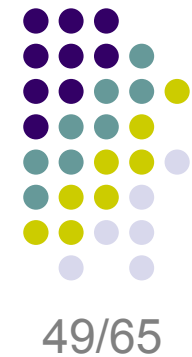
- Aplikacijski sloj interpretira podatke i prikazuje informacije u razumljivom obliku.
- Podaci se prosljeđuju nižem sloju (sloj prijenosa) i TCP ili UDP protokoli razbijaju ih u manje dijelove (segmente).
- Segmentima se pridružuje mehanizam numeriranja (SN, Sequence Number) – da bi podaci došli u ispravnom redosljedu.
- Potrebno je definirati broj porta sa kojeg dolaze i usmjeravaju se podaci, budući da pristižući segmenti ne moraju biti vezani uz istu aplikaciju.
- Dakle u izvoru se određuje i odredišni (aplikacijski) i izvorni (pošiljatelj) portovi.
- TCP koristi SN i ACK (potvrda prijema), dok UDP ne koristi mehanizam potvrde prijema (nepouzdan).
- Zaglavlja koja se dodaju segmentima korištenjem TCP, IP i UDP-a prikazani su nastavku.



Zaglavlje TCP protokola

Zaglavlje TCP-a

16								32							
Source port								Destination port							
Sequence number															
Acknowledgement number															
Offset		Resrvd		U	A	P	R	S	F	Window					
Checksum								Urgent pointer							
Option + Padding															
Data															
Struktura TCP zaglavlja u 32b redovima															



Source port – 16 bitna adresa.

Destination port – 16 bitna adresa. Uspostavlja se konekcija (logička) između dva socketa. U svakom trenutku moguća je samo jedna konekcija.

Sequence number (slijedni broj) – kod TCP prije slanja svakom bajtu se pridodaje. On je broj prvog podatkovnog bajta u TCP segmentu iza TCP zaglavlja.

Acknowledgement number – sadrži slijedni broj koji se očekuje od partnera.

Data offset – duljina TCP zaglavlja u 32 bitnoj riječi.

Reserved – Bitovi rezervirani za potencijalne buduće primjene. Moraju biti postavljeni na nulu.

Zaglavlje TCP protokola

Zaglavlje TCP-a

Kontrolni bitovi:

U (URG) – Urgent Pointer.

A (ACK) – Acknowledgment.

P (PSH) – Push funkcija.

R (RST) – Resetiranje konekcije.

S (SYN) – Sinhronizacija slijednih brojeva (uspostavljanje konekcije).

F (FIN) – Posljednji podatak od pošiljatelja (oslobađanje konekcije).

Window – ovo polje sadrži maksimalan broj bajtova koje partner još može poslati.

Checksum – provjerena suma eksplicitno osigurava ispravnost TCP zaglavlja.

Urgent Pointer – Kada se šalju urgentni podaci, oni se stavljaju odmah iza zaglavlja. Urgent Pointer sadrži broj bajtova urgentnih podataka.



Adresiranje TCP protokola

- Portovi se koriste za adresiranje (16 bitne adrese) raznih aplikacija u računaru.

Broj	Pojam	Opis
13 / tcp, udp	daytime	Daytime
18 / tcp, udp	misp	Message Send Protocol
20 / tcp, udp	ftp-data	File Transfer [Default Data]
21 / tcp, udp	ftp	File Transfer [Control], connection dialog
23 / tcp, udp	telnet	Telnet
25 / tcp, udp	smtp	Simple Mail Transfer; alias=mail
37 / tcp, udp	time	Time; alias=timeserver
42 / tcp, udp	nameserver	Host Name Server; alias=nameserver
43 / tcp, udp	nickname	Who Is; alias=nickname
49 / tcp, udp	login	Login Host Protocol
53 / tcp, udp	domain	Domain Name Server
70 / tcp, udp	gopher	Gopher
79 / tcp, udp	finger	Finger
80 / tcp, udp	www	World Wide Web HTTP
105 / tcp, udp	csnet-ns	Mailbox Name Nameserver
109 / tcp	pop, pop2	Post Office
110 / tcp	pop3	Post Office
119 / tcp, udp	nntp	Network News Transfer Protocol; alias=usenet
531 / tcp	conference	Chat
532 / tcp, udp	netnews	Readnews
533 / tcp, udp	netwall	For emergency broadcasts



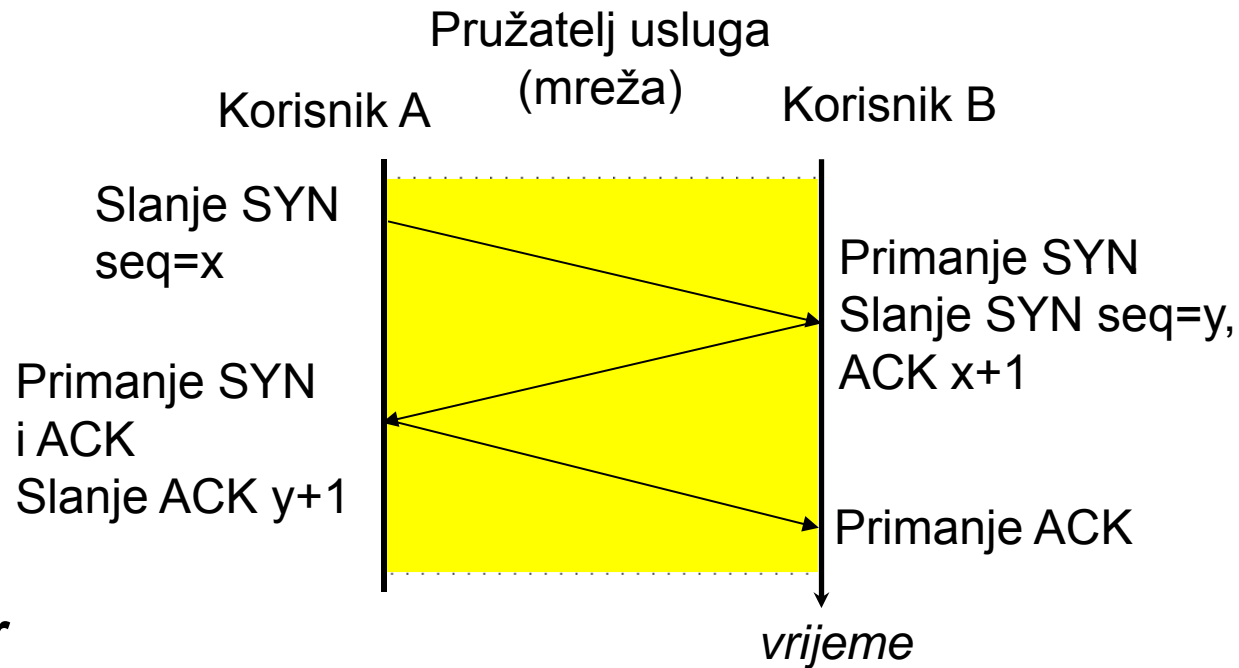
TCP upravljanje vezom

- TCP osigurava vezu sa spajanjem kojom se uspostavlja logička veza između dva krajnja korisnika.
- Da bi se uspostavila veza, dva računara moraju razmijeniti upravljačke informacije prije nego počnu slati podatke.
- Segmenti sa upravljačkim informacijama se razlikuju od segmenata sa podacima (razlikuju se u polju kontrolnih bitova).
- **TCP koristi trostruko rukovanje** (engl. *three-way handshake*) tj. dvije strane se dogovaraju o uspostavi veze izmjenom tri segmenta sa upravljačkim porukama.
- TCP promatra podatke kao kontinuirani slijed bajtova, a ne kao nezavisne pakete (kako ih vide niži slojevi).
- Zato TCP nastoji zadržati isti redoslijed bajtova od predajne do prijemne strane i koristi polja slijedni broj i broj potvrde (engl. *Acknowledgment Number*), koja se nalaze u zaglavlju TCP segmenta.
- Prema TCP standardu, pri slanju svojih poruka sistemi mogu koristiti bilo koji početni broj (broj prvog segmenta).
- U fazi uspostave veze, u procesu rukovanja, dvije strane u komunikaciji izmijene početne slijedne brojeve (ISN - Initial Sequence Number) u okviru SYN poruke.

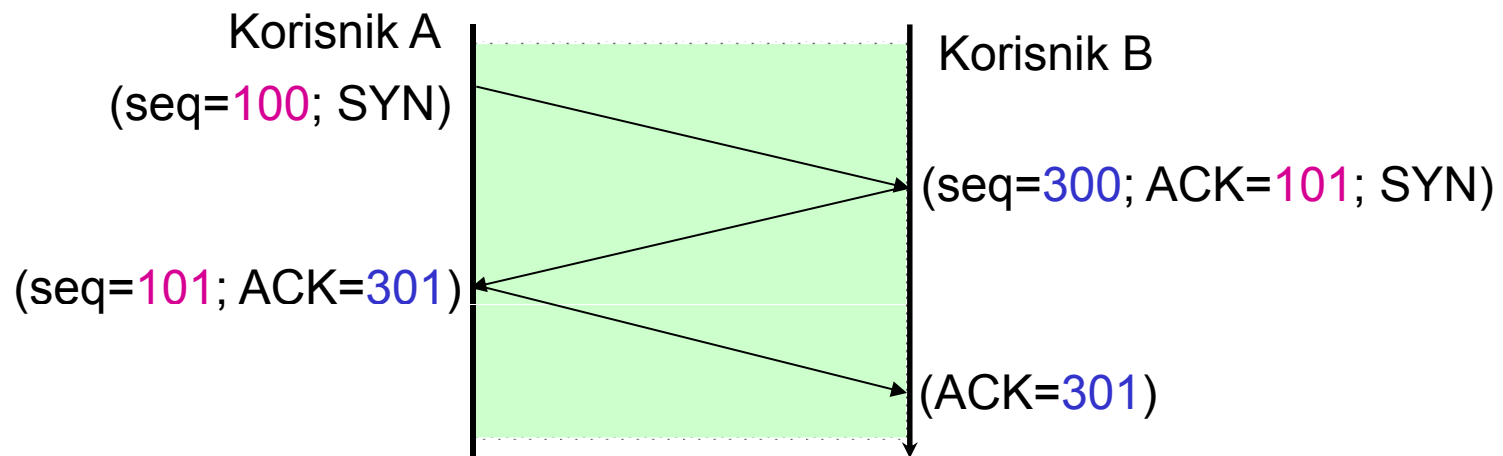


TCP upravljanje vezom

- Uspostavljanje veze

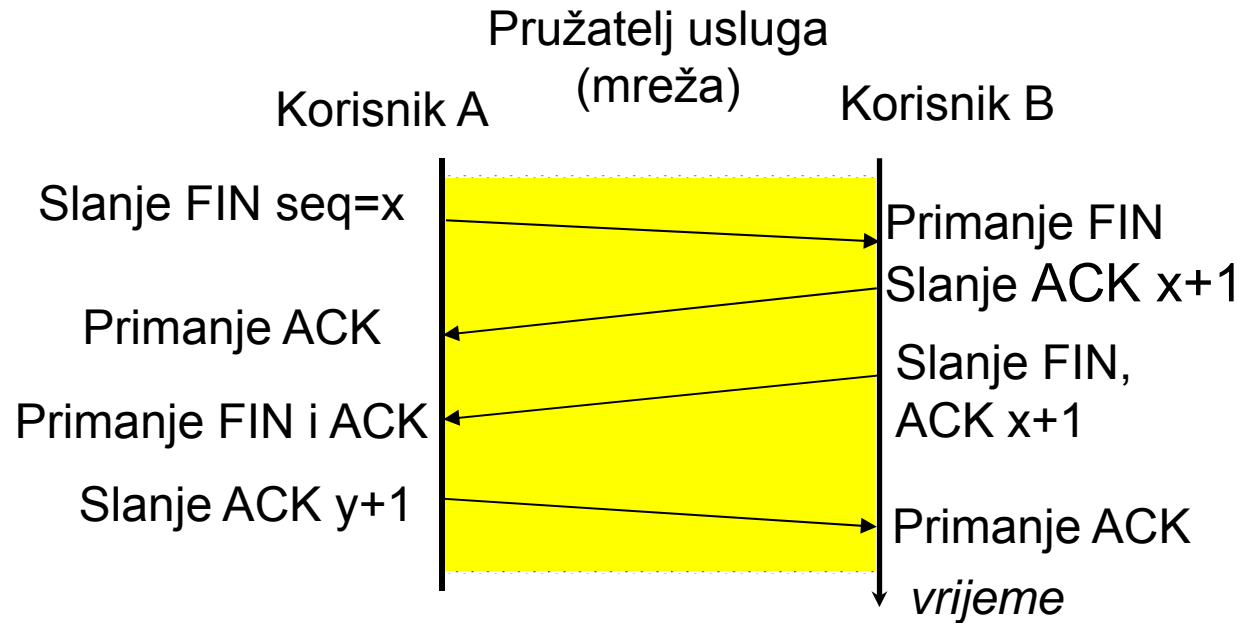


- Primjer

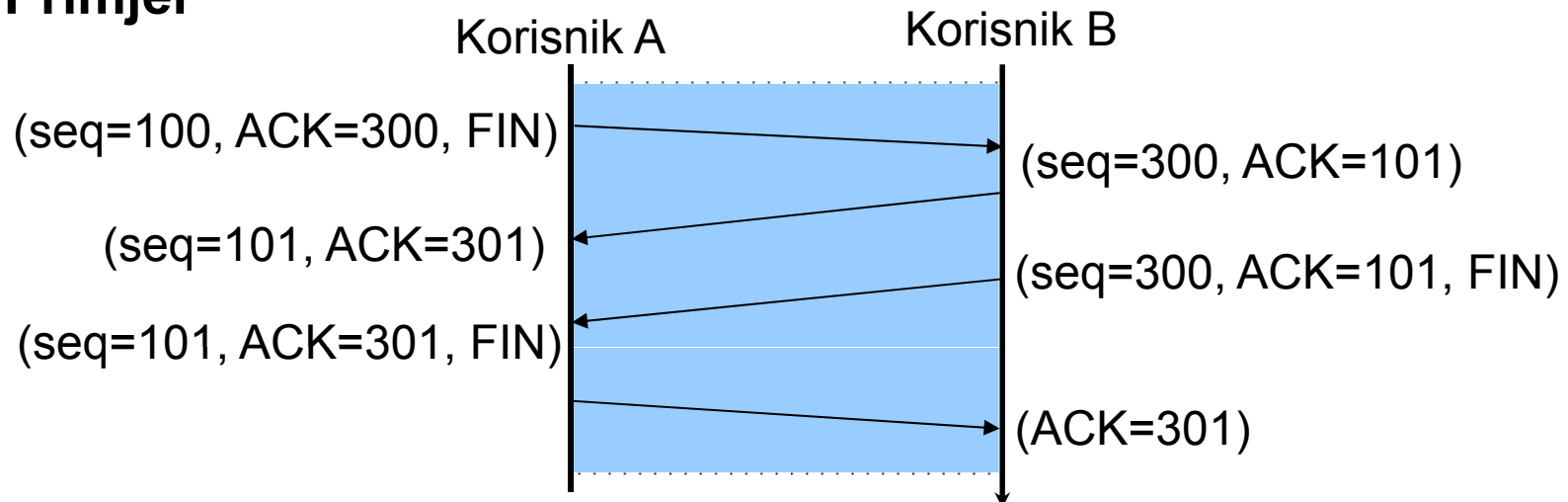


TCP upravljanje vezom

- Prekidanje veze



- Primjer



3.8. IP protokol

- **Glavna funkcija:** usmjeravanje i jednoznačno adresiranje kroz mrežu.
- **Svojstva IP:**
 - ◇ Slanje nepouzdatih brzih poruka kroz mrežu. Bespojni protokol.
 - ◇ Računari adresirani sa 32-bitnom Internet IP adresom.
 - ◇ Poruke se razlažu u više paketa koji se ponovo spajaju na odredištu.
 - ◇ Maksimalna veličina paketa 65535 okteta.
 - ◇ Nadzor vremena prijenosa radi sprječavanja beskonačnih petlji, ograničeno vrijeme slanja paketa.
 - ◇ Ispravnost prijenosa paketa provjerava se generiranjem “provjerene sume zaglavlja” (checksum header).
 - ◇ Polja protokola koja se uvijek ne koriste su opcijiska.
 - ◇ “Best effort” isporuka paketa.

Napomena: IP ne provjerava ispravnost prijenosa paketa, niti šalje potvrdu niti koristi mehanizam ispravljanja grešaka.



IP protokol

Zaglavlje IP-a

4	8	16	32
Ver.	IHL	Type of service	Total length
Identification		Flags	Offset
Time to live	Protocol	Checksum	
Source address			
Destination address			
Option + Padding			
Data			
Struktura IP zaglavlja u 32b redovima			



- **Version** – Oznaka IP protokola (aktuelna je 5).
- **IHL** – Duljina Internet zaglavlja u 32-bitnim riječima (najmanje 5).
- **Type of Service** – Struktura polja: **Bitovi 0-2:** prioritet brzog poziva – 000 = najniži prioritet; **Bitovi 3-2:** Oznaka performansi – 000 = normalno kašnjenje, normalno stanje, normalna pouzdanost (standardno); **Bitovi 6-7:** fiksno = 0.
- **Total length** – Ukupna duljina (IP zaglavlje + podaci) Internet brzojava (brzog poziva) u oktetima.
- **Identification** – Identifikacijski broj Internet brzojava; važno kad se poruke rastavljaju i ponovo sastavljaju.

IP protokol

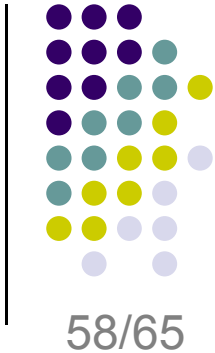
Zaglavlje IP-a

- **Flags** – **Bit 0**:fiksno; **Bit 1:0**=poruka se može rastaviti;1=poruka se ne može rastaviti; **Bit 2:0**=ovo je zadnji fragment poruke;1:još fragmenata poruke slijedi.
- **Fragment Offset** – Označava poziciju fragmenta poruke u jedinicama od 8 okteta. Prvi fragment i nefragmentirane poruke imaju ofset jednak nuli.
- **Time To Live** – Maksimalno preživljavanje “brzojava” u sekundama.
- **Protocol** – oznaka slijedećeg višeg protokola. Npr. **H=01:ICMP**; **H=03:GGP**; **H=06:TCP**; **H=11:UDP**.
- **Checksum** – IP suma provjere, osigurava ispravnost Internet zaglavlja.
- **Source Address** – 32-bitna adresa pošiljatelja brzojava.
- **Destination Address** – 32-bitna adresa primatelja brzojava. Internet adrese su strukturirane u obliku 4 decimalna broja razdvojena tačkama. Primjer: **Internet adresa 220.255.8.209 odgovara hexadecimalnom nizu H=DC FF 08 D1**.
- **Options** – Specifikacija opcijskih informacija. Npr. **Loose Source and Record Route**, **Strict Source and Record Route**.
- **Padding** – Ako lista opcija ne završava na kraju 32-bitne riječi, preostali bitovi se postavljaju na nulu.



IP (Internet) adrese

- Svaki računar i usmjerenik na Internetu imaju svoju IP adresu.
- IP adrese dodjeljuje NIC (Network Information Center).
- IP adresa sastoji se od 4 bajta (4 okteta), koji se kod zapisa odvajaju tačkama (polje1.polje2.polje3.polje4).
- Računar može imati više IP adresa, npr Gateway (pristupni) računar.
- IP adresa ima tri dijela:
 - ✓ Identifikator mreže ili klase A,B ili C.
 - ✓ Adresu mreže, "Net ID".
 - ✓ Lokalnu adresu čvora, "host ID".
- Tip A: 127 mreža, 24 bitna host ID.
- Tip B: 16.383 mreže, 16-bitna host ID.
- Tip C: više od 2.000.000 mreža, 8-bitna host ID.

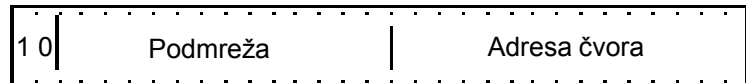


58/65

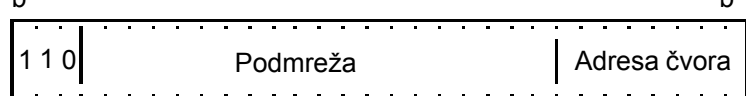
A – tip adresiranja (Mali broj pod mreža s velikim brojem čvorova u njima) b³¹ b⁰



B – tip adresiranja (Srednji broj pod mreža i čvorova u njima) b³¹ b⁰



C – tip adresiranja (Veliki broj pod mreža s malim brojem čvorova u njima) b³¹ b⁰



Tip A: adrese od 1.0.0.0 do 127.255.255.255

Tip B: adrese od 128.0.0.0 do 191.255.255.255

Tip C: adrese od 192.0.0.0 do 223.255.255.255

IP protokol – fragmentiranje poruke



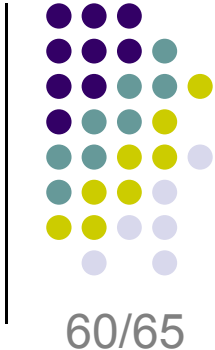
Ver. = 5	IHL = 5	Type of service	Total length = 472	
Identification = 111			Flags = 0	Offset = 0
Time to live = 123	Protocol = 6		Checksum	
Source address				
Destination address				
Option + Padding				
Data				

Označava kojoj poruci fragment pripada

Pokazuje smije li se poruka rastaviti
Flags=000
znači smije

Osigurava da se poruka na odredištu ispravno sastavi

IP protokol – fragmentiranje poruke



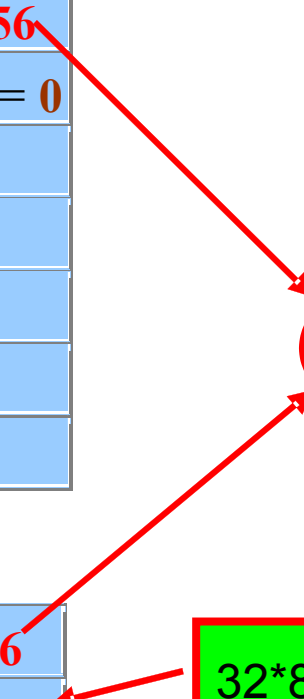
Ver. = 5	IHL = 5	Type of service	Total length = 256
Identification = 111		Flags = 1	Offset = 0
Time to live = 119	Protocol = 6	Checksum	
Source address			
Destination address			
Option + Padding			
Data			

+

Ver. = 5	IHL = 5	Type of service	Total length = 216
Identification = 111		Flags = 0	Offset = 32
Time to live = 119	Protocol = 6	Checksum	
Source address			
Destination address			
Option + Padding			
Data			

32*8=256

472



IP protokol – budućnost IPv6

IPv6

Motivacija : problem IP načina adresiranja je u malom broju raspoloživih adresa, s obzirom na broj računara u Internetu i brzom širenju.

- 128-bitne adrese (povećan adresni prosotor), adrese za milijarde računara.
- Efikasnije rutiranje.
- Korisnički (custom) dodaci za zaglavlja (headers) IP paketa.
- Poboljšana sigurnost.
- Bolja podrška za servise pogotovo one koji rade u realnom vremenu.
- Prioritet prema vrsti usluge.
- Veći protok podataka.
- Pojednostavljeno zaglavlje, koristi 7 polja (IPv4 13 polja). Kraće zaglavlje omogućuje usmjernicima da brže obrađuju pakete.

4	8	16	32
Version	Priority	Flow Label	
Payload Length		Next header	Hop Limit
Source address (16 baytes)			
Destination address (16 baytes)			



3.9. UDP protokol

- **UDP** – User Datagram Protocol.
- Bespojna usluga, nepouzdan brzojav.
- Nema upravljanja protokom niti mehanizma ispravljanja grešaka.
- Izmjena poruka sa minimalnim dodatnim podacima (zaglavlje od 8 bajtova).
- Osigurava multipleksiranja korištenjem portova.
- Omogućuje difuzijsko (sveodredišno) slanje poruka (svim stanicama u mreži).
- Omogućuje i višeodredišno slanje poruka (poruke se šalju skupu stanica u mreži).



Zaglavlje UDP protokola



	16		32
Source port		Destination port	
Length		Checksum	
Data			
Struktura UDP zaglavlja u 32b redovima			

- **Source port** – Adresa izvorišnog porta.
- **Destination port** – Adresa odredišnog porta.
- **Length** – Duljina brzojava u bajtovima (oktetima) = **duljina zaglavlja + duljina podatkovnog niza**.
- **Checksum** – Suma provjere (provjerena suma) zaglavlja i podataka. **Ako je postavljeno na "0" tada se ne radi suma provjere.**

UDP protokol umjesto TCP-a

Postoji nekoliko slučajeva kada se za prijenos koristi UDP protokol, umjesto TCP protokola:

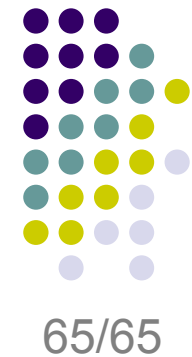
- Kada je blok podataka koji treba poslati mali, veličine jednog paketa, može se dogoditi da je jednostavnije, brže i efikasnije prenositi samo podatke (uz zaglavlje UDP-a), pa u slučaju pogrešno primljene poruke ponoviti slanje, nego uspostavljati vezu i provjeravati pouzdanost prijenosa kako to zahtijevaju protokoli koji se koriste za prijenos većih poruka.
- UDP koriste poruke tipa upita koje jedan računar šalje drugom, pri čemu se, ako odgovor ne stigne u nekom određenom vremenu, zahtjev ponovi ili se od njega odustane.
- Neke aplikacije imaju vlastite tehnike za pouzdani prijenos podataka i ne zahtijevaju usluge protokola prijenosnog sloja i tada je puno bolje koristiti UDP i zaobići dodavanje nekorisnih informacija na osnovnu poruku.



Usporedba TCP i UDP protokola

Svaki sloj ima svoju strukturu podataka i terminologiju koja opisuje tu strukturu.

- Na aplikacijskom sloju TCP protokol za podatke koristi naziv tok (engl. *stream*), dok se kod UDP protokola koristi naziv poruka (engl. *message*).
- TCP na prijenosnom sloju naziva podatke segment, a UDP paket.
- Na internet sloju svi podaci su predstavljeni datagramom, a na sloju pristupa mreži okvirom.
- TCP je pouzdan protokol tj. osigurava provjeru prijema podataka, što nije slučaj sa UDP protokolom
- TCP je protokol za veze sa spajanjem, a UDP za veze bez spajanja.
- TCP radi sa segmentima podataka, a UDP ih zove paketi.
- TCP se koristi za prijenos većih poruka, kada komunikacija traje dulje vremena, a UDP za kratke poruke tipa upit-odgovor.



65/65

