

Arhitekture računarskih mreža

Skup pravila za upravljanje i
ostvarivanje interakcije
(komunikacije) između sistema mreže

Mrežnu arhitekturu definišu:

- *format podataka koji se prenose,*
- *protokoli i*
- *logičke strukture.*

Osnovni pojmovi:

- ***Entitet*** predstavlja sve što može da šalje ili prima podatke (korisnički program, kontroleri baza podataka, i sl.).
- ***Sistem*** je fizički određen objekat koji sadrži više entiteta (računar, terminal, upravljački senzori itd.).
- ***Protokol*** je skup konvencija koje regulišu razmjenu podataka između entiteta.
- Blok (segment, datagram ili frejm) podataka koji se razmjenjuje između dva entiteta preko protokola se naziva ***protokolska jedinica podataka*** (Protocol Data Unit).

Šta je mrežni protokol?

Ljudski protokoli:

- ❑ Upoznavanje
- ❑ "Imam pitanje"

mrežni protokoli:

- ❑ Između mašina
- ❑ Sve komunikacione aktivnosti na Internetu definišu protokoli

Protokoli definišu format, redosled poslatih i primljenih poruka između mrežnih entiteta, i akcije koje se sprovode nakon prijema poslatih poruka

Pojam mrežnog protokola

Osnovni elementi mrežnih protokola su:

- **sintaksa** koja definiše format podataka, tip kodiranja i osobine signalizacionih nivoa,
- **semantika** koja definiše sadržaj pojedinih polja u PDU koji se recimo odnose na kontrolu protoka, otkrivanje i uklanjanje grešaka,
- vremenska usklađenost brzina prenosa podataka (usaglašavanje brzine slanja izvorišta i brzine obrade informacija na odredištu) i **sekvencionalnost** (prijem podataka po redosledu po kome su poslani).

Najznačajnije karakteristike mrežnih protokola

- **direktnost/indirektnost**, direktan mrežni protokol se koristi ako su entiteti povezani tačka-tačka, a indirektni ako između entiteta postoji jedna ili više komutacionih mreža
- **monolitnost/struktuiranost**, ako mrežni protokol obavlja sve funkcije protokola onda je on monolitan, odnosno, ako je između hijerarhijski ili nivoovski struktuiranih protokola ostvarena podjela funkcija radi se o struktuiranom protokolu
- **simetričnost/nesimetričnost**, mrežni protokol je simetričan ako se komunikacija ostvaruje između entiteta lociranih na istim pozicijama u mrežnoj arhitekturi. Nesimetrični mrežni protokoli se baziraju na "klijent-server" mehanizmu
- **standardizovanost/nestandardizovanost**, mrežni protokol može biti standardizovan ili nestandardizovan od strane međunarodnih organizacija za standardizaciju

Najvažnije funkcije protokola su:

- ❑ segmentiranje/ulančavanje (obezbjeđuje da se sadržaj i veličina poruka koje entiteti razmjenjuju prilagode karakteristikama mreže),
- ❑ formiranje protokolskih jedinica podataka PDU od podataka i potrebnih kontrolnih informacija (adresa, kodova za detekciju greške i sinhronizaciju),
- ❑ kontrola zagušenja (podešavanje količine i brzine podataka koje šalje entitet zavisno od stanja odnosno saobraćajnog opterećenja u kojem se nalazi mreža),
- ❑ kontrola protoka (podešavanje količine i brzine podataka koje šalje entitet zavisno od stanja odnosno saobraćajnog opterećenja u kojem se nalazi entitet sa kojim komunicira),
- ❑ kontrola greške (zaštita podataka od greške ili oštećenja),
- ❑ adresiranje (jedinствена globalna adresa za sve sisteme u mreži),
- ❑ multipleksiranje više sesija unutar jednog sistema,
- ❑ transmisioni servisi (prioritet, sigurnost podataka, itd.).

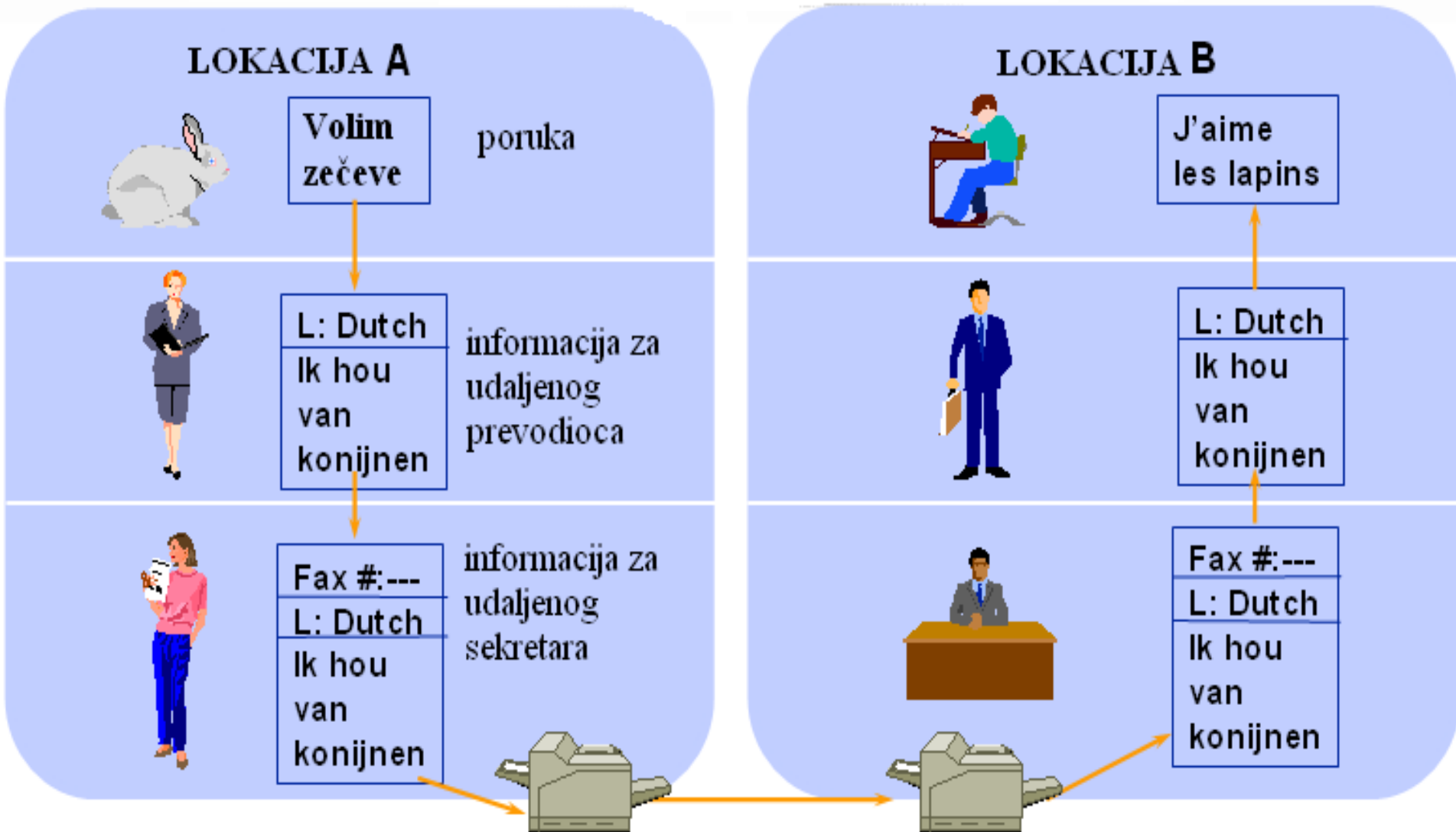
OSI (Open Systems Interconnection) referentni model

- ❑ ISO (International Standardization Organization) je 1977 osnovala podkomitet za razvoj mrežne arhitekture čiji je standard trebao da omogući lakšu implementaciju i kooperaciju opreme različitih proizvođača.
- ❑ Kao rezultat ovog istraživanja pojavio se OSI referentni model, čija konačna verzija ISO 7498 datira iz proljeća 1983. godine.
- ❑ OSI modelu je u potpunosti kompatibilna ITU-T verzija protokola X.200.
- ❑ OSI referentni model uspostavlja osnovni okvir za usaglašavanje standarda za međusobno povezivanje sistema.
- ❑ Sistemi koji koriste standardizovane postupke i metod iz OSI referentnog modela nazivaju se otvoreni sistemi, a takvo povezivanje se naziva povezivanje otvorenih sistema tj. OSI.

Višenivoovska struktura računarskih komunikacija

- ❑ Da bi bilo moguće uspostaviti komunikaciju između uređaja različitih proizvođača (HP, IBM, Compaq...) potrebno je definisati određena pravila, koja će omogućiti "prevođenje" različitih jezika koje te mašine koriste
- ❑ U cilju lakše i efikasnije realizacije računarskih komunikacija, taj proces je realizovan u više zasebnih nivoa (modula)
- ❑ Zašto?
 - Modularnost ubrzava evoluciju tehnologije,
 - Dijeli kompleksnost mrežnih komunikacija na djelove koji su lakši za učenje

- Analogni praktični primjer iz komunikacije između ljudi koji govore različitim jezicima



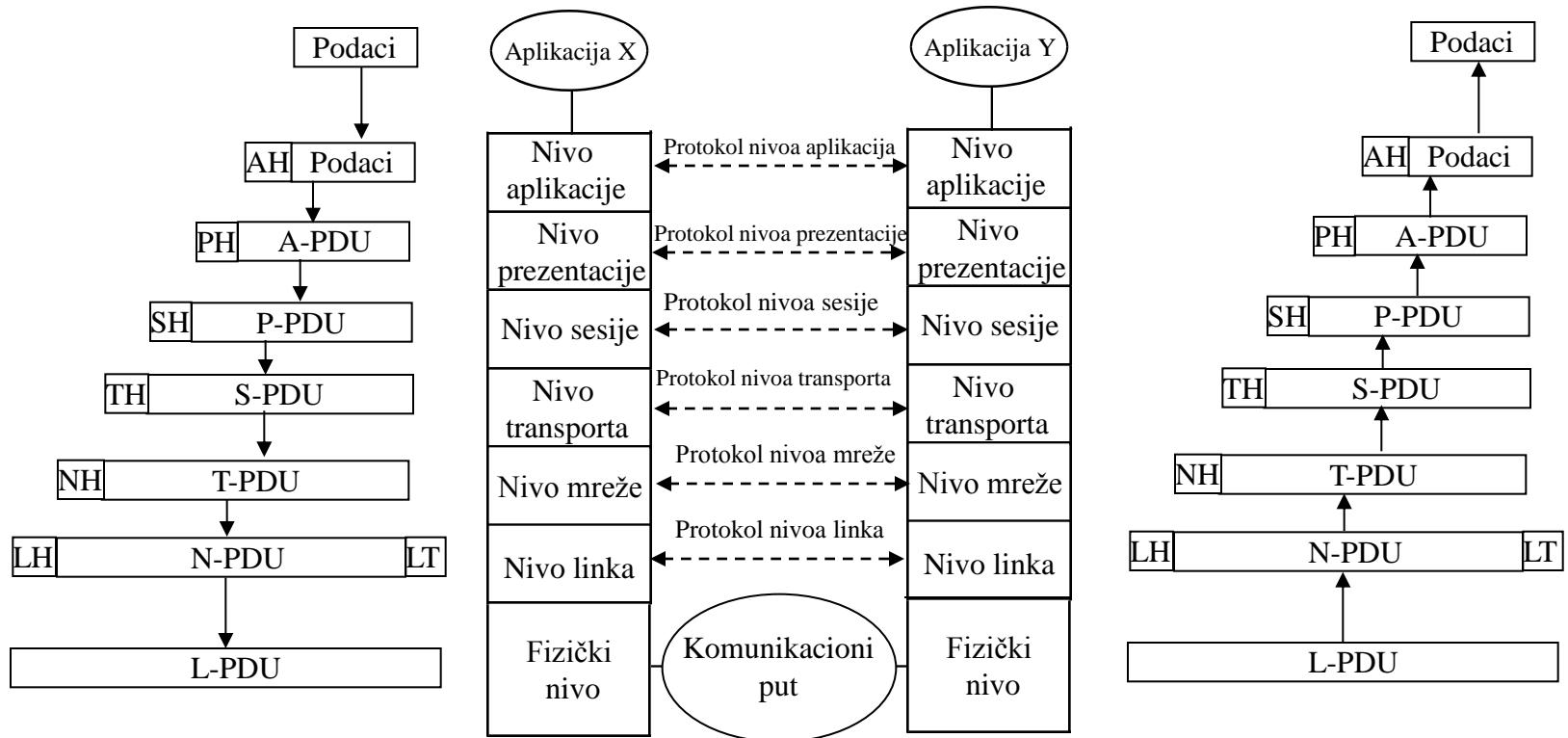
Struktura OSI modela

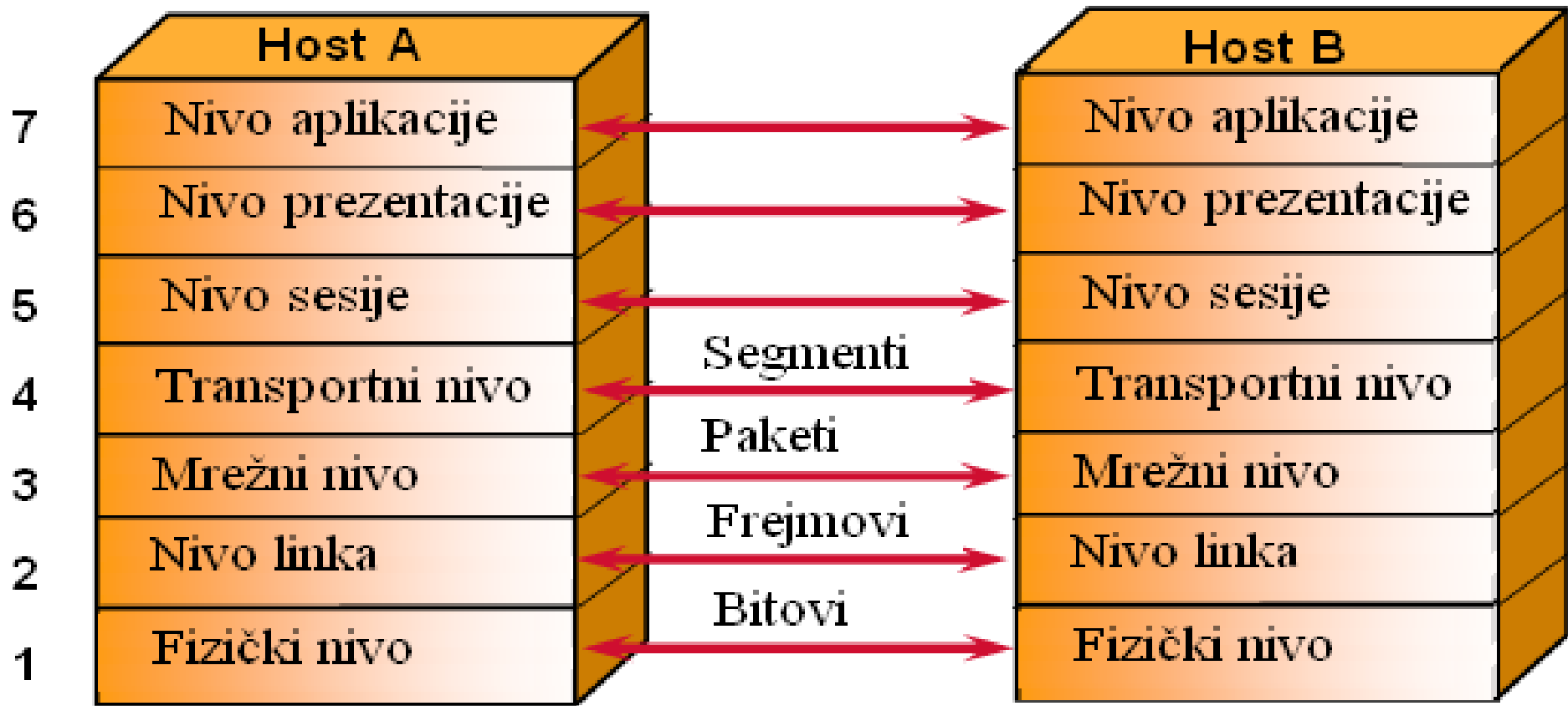
OSI model koristi slojevitú ili višenivoosku strukturu tako da su sve funkcije protokola sistematizovane u 7 nivoa. Ovakav pristup obezbeđuje modularnost i nadogradnju. Svaki nivo obavlja tačno specificirani skup funkcija potrebnih za komunikaciju sa drugim sistemima, pri tome se oslanjajući na servise koje mu nude nivoi nižeg reda.

Nivoi OSI modela su:

- ❑ fizički nivo,
- ❑ nivo linka,
- ❑ mrežni nivo,
- ❑ nivo transporta,
- ❑ nivo sesije,
- ❑ prezentacioni nivo,
- ❑ nivo aplikacije.

OSI referentni model





OSI referentni model

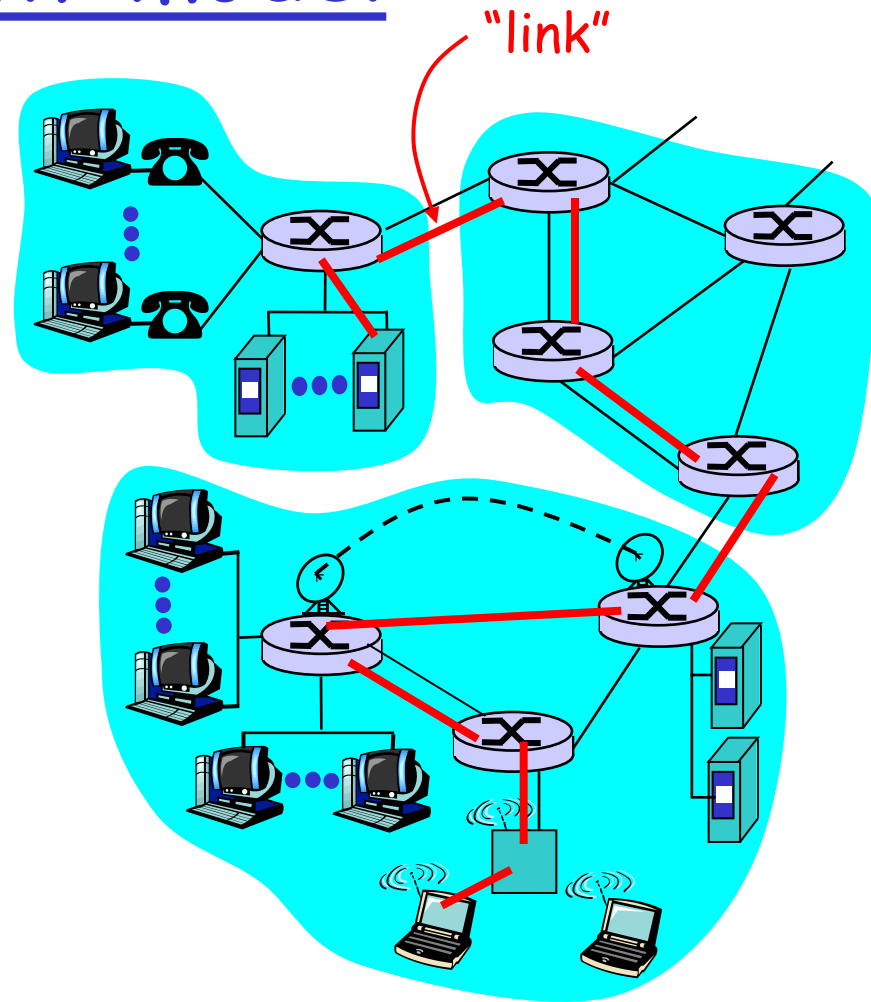
Fizički nivo

- Fizički nivo je zadužen za prenos toka bita između mrežnih sistema.
- Definiše nivoe napona, brzinu prenosa i karakteristike konektora.
- Primjeri standarda za ovaj nivo su RS-232-C, RS449, RS-422-A, RS-423-A i prvi nivoi ISDN i LAN standarda.

OSI referentni model

Nivo linka

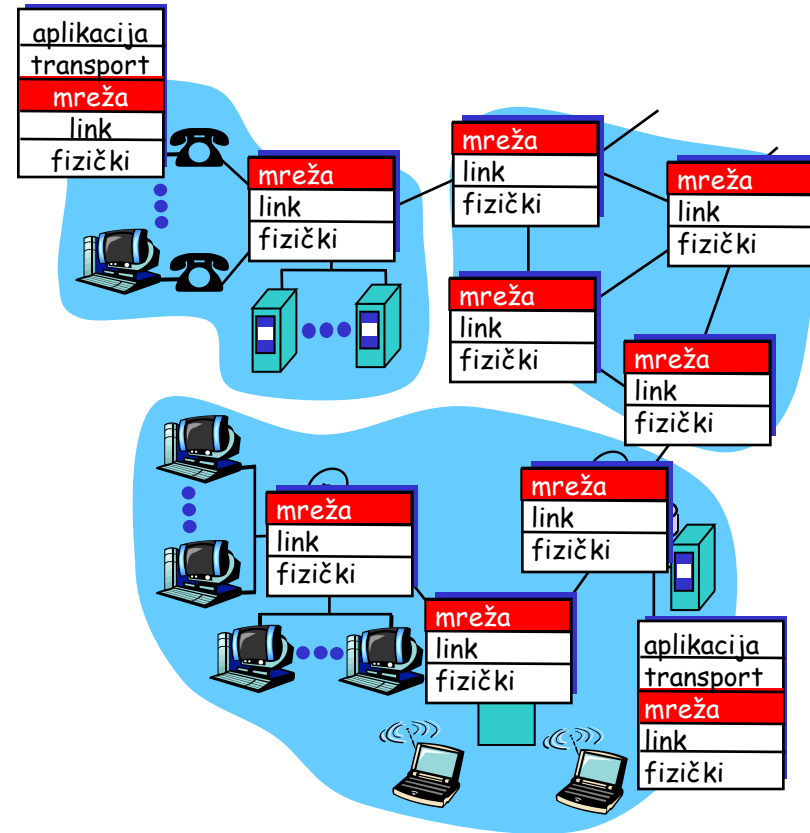
- kako fizički nivo obezbeđuje samo prenos toka bita, nivo linka čini fizičku vezu pouzdanom (kontrola protoka, detekcija greške, retransmisija oštećenih paketa),
- daje mogućnosti za uspostavljanje, nadgledanje i deaktiviranje veze (kontrola pristupa), kombinujući bite u bajte, bajte u frejmove (formiranje frejmova i sinhronizacija).
- primjeri standarda ovog sloja su: HDLC (High-Level Data Link Control), LAPB (Link Access Protocol-Balanced) i LAPD (Link Access Protocol-Dchannel).



OSI referentni model

Nivo mreže

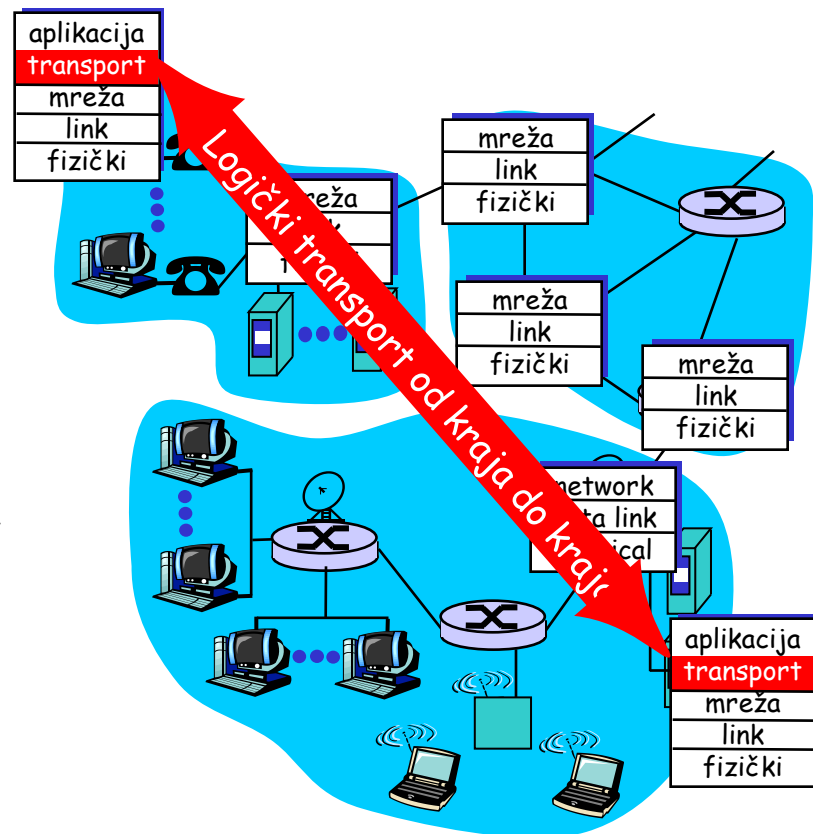
- obezbeđuje prenos informacije u vidu paketa preko različitih vrsta mreža izborom primarnog i sekundarnog (alternativnog) puta ili uspostavljanjem virtuelnog kola.
- na taj način slojevima iznad transportnog mreža je transparentna, odnosno oni ne moraju da imaju uvid u tehnologije prenosa i komutacije koje su primijenjene u mreži.
- primjeri standarda ovog sloja su: IP (Internet Protocol) ili ICMP (Internet Control Message Protocol).



OSI referentni model

Transportni nivo

- Transportni nivo može da pruži pouzdani mehanizam razmjene podataka između računara, oslobođenih greške, nesekvencionalnosti, gubitka i dupliranja.
- Transportni nivo obavlja funkciju optimizacije mrežnog servisa i pružanje odgovarajućeg kvaliteta servisa.
- Kontrola protoka.
- Segmentacija.
- Multipleksiranje aplikacija.
- Primjeri standarda ovog sloja su: TCP (Transmission Control Protocol) ili UDP (User Datagram Protocol).



OSI referentni model

Nivo sesije

- ❑ Nivo sesije obezbjeđuje mehanizam za kontrolu dijaloga između dva sistema.
- ❑ Primjeri standarda ovog sloja su: RPC, SQL ili NFS.
- ❑ Na Internetu integrisan u nivo aplikacije.

OSI referentni model

Nivo prezentacije

- ❑ Nivo prezentacije omogućava definisanje formata podataka kao što su ASCII, JPEG, TIFF ili MPEG.
- ❑ Ovaj nivo obavlja i ekripciju (zaštitu) podataka ako to od njega aplikativni nivo zahtijeva.
- ❑ Na Internetu integrisan u nivo aplikacije.

OSI referentni model

Nivo aplikacije

- ❑ Pruža komunikacione mogućnosti aplikacijama.
- ❑ Primjeri vezani za ovaj sloj su: Telnet, HTTP, FTP, WWW itd.
- ❑ Na Internetu u okviru njega su integrisani nivoi sesije i prezentacije.

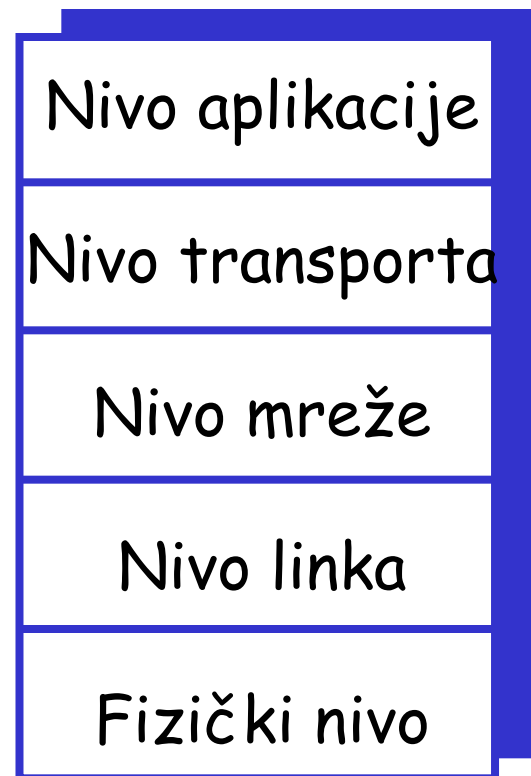
Internet arhitektura

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

- ❑ Razvoj TCP/IP počinje ranih '70-tih godina kada je DARPA (The USA Department of Defense Advanced Research Projects Agency) prihvatila kao standard mrežnu arhitekturu prisutnu u američkim državnim mrežama (ARPANET).
- ❑ TCP/IP je bio prisutan u Berklijevoj UNIX verziji operativnog sistema.
- ❑ Tokom '80-tih godina TCP/IP je postao osnova razvoja Interneta, čija ekspanzija je TCP/IP dala značajno veću popularnost od OSI-ja.
- ❑ Zvanično usvojeni TCP/IP model protokola ne postoji. Razlog za to je što je TCP/IP nastao iz prakse a ne iz procesa standardizacije koji je započeo mnogo kasnije nego što je TCP/IP zaživio u praksi. Ipak specifikacije pojedinih Internet protokola su javno dostupne u vidu RFC (Request For Comments) dokumenata koji se mogu naći na www.ietf.org/rfc.html.

TCP/IP

- Najčešće se TCP/IP protokol razmatra kroz 5 nivoa, i to:
 - 1) fizički nivo, koji definiše karakteristike prenosnog medija, brzinu signalizacije i šemu kodiranja signala,
 - 2) nivo linka ili nivo mrežnog pristupa, koji se bavi interfejsom između krajnjeg sistema i mreže, i omogućava prenos **okvira (frejmova)** na bazi odgovarajućih protokola nivoa linka između dva rutera (**Ethernet**, PPP, ATM,...)
 - 3) internet nivo (IP) ili nivo mreže, koji izvršava rutiranje podataka u formi **datagrama** od izvorišnog do destinacionog hosta,
 - 4) transportni (host-host) nivo (TCP ili UDP) koji obezbijuje prenos podataka u formi **segmenta** od kraja do kraja,
 - 5) aplikacioni nivo (FTP, SMTP, TELNET,...), koji omogućava komunikaciju između procesa ili aplikacija na odvojenim hostovima.

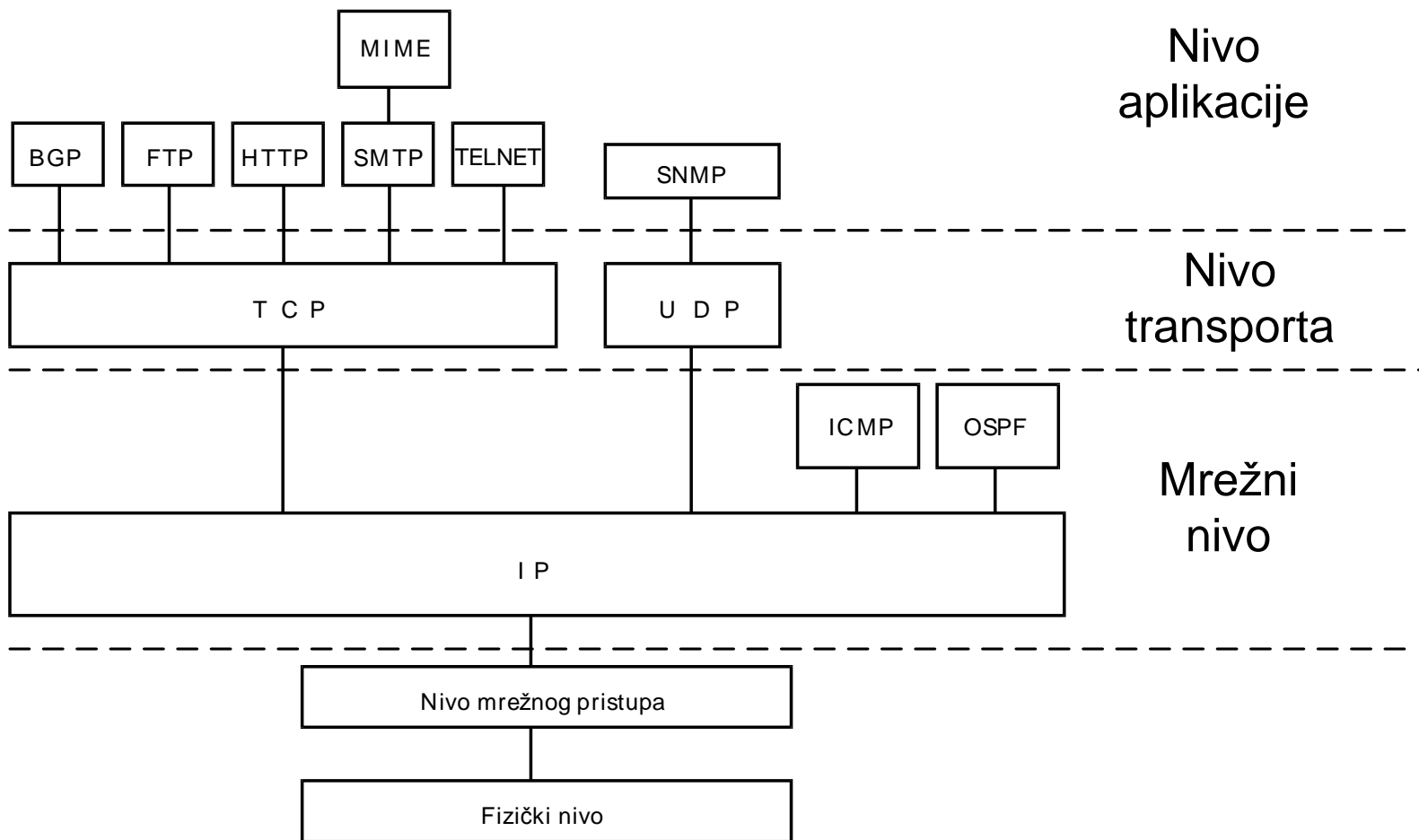


TCP/IP

- Protokol određenog sloja može biti implementiran u softveru, hardveru ili kombinaciji ova dva okruženja.
 - Protokoli sloja aplikacije, na primjer HTTP (HyperText Transfer Protocol) i SMTP (Simple Message Transfer Protocol), su uvijek implementirani u softveru krajnjih sistema,
 - Isto važi i za slučaj protokola transportnog nivoa.
 - Mrežni nivo se obično implementira kombinovano, i u hardveru i u softveru.
 - Kako su fizički nivo i nivo linka odgovorni za komunikaciju preko konkretnog linka, oni se obično implementiraju u kartici mrežnog interfejsa (Ethernet ili WiFi NIC (*Network Interface Card*)), koja je povezana sa datim linkom.



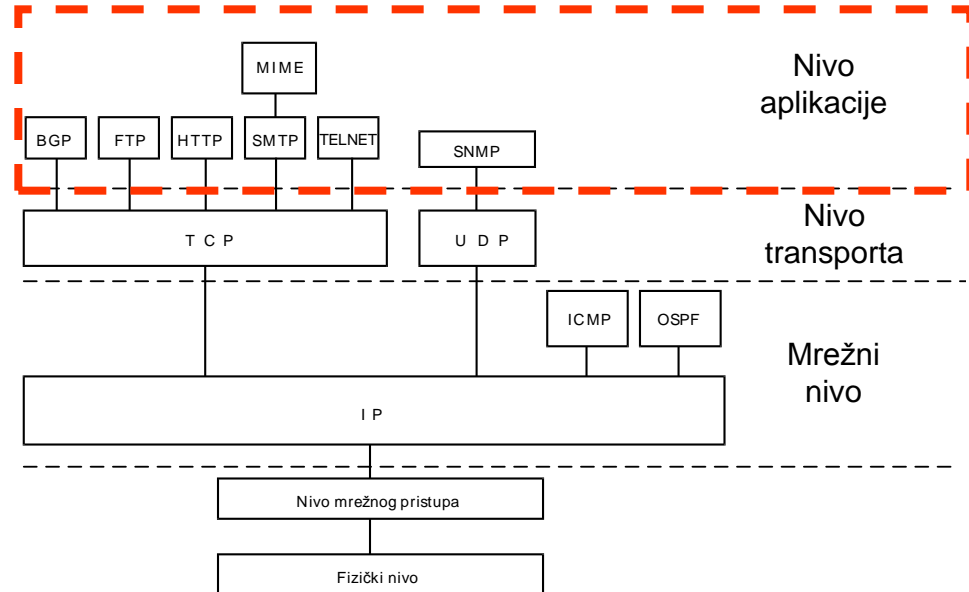
TCP/IP familija protokola



TCP/IP

Nivo aplikacije

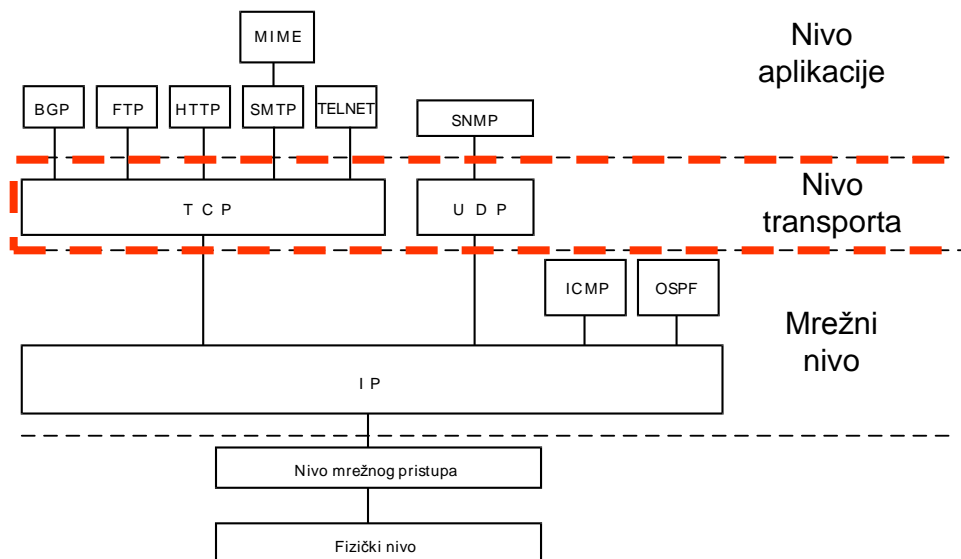
- mrežne aplikacije i njihovi protokoli nivoa aplikacije.
- Primjeri:
 - HTTP (podrška za zahtijevanje i transfer web strana),
 - SMTP (podrška za transfer elektronske pošte)
 - DNS (Domain Name System, prevođenje ljudima razumljivih Internet imena krajnjih sistema u 32 bitne mrežne adrese).
- veoma lako napraviti i implementirati sopstvene nove protokole nivoa aplikacije.



TCP/IP

Nivo transporta

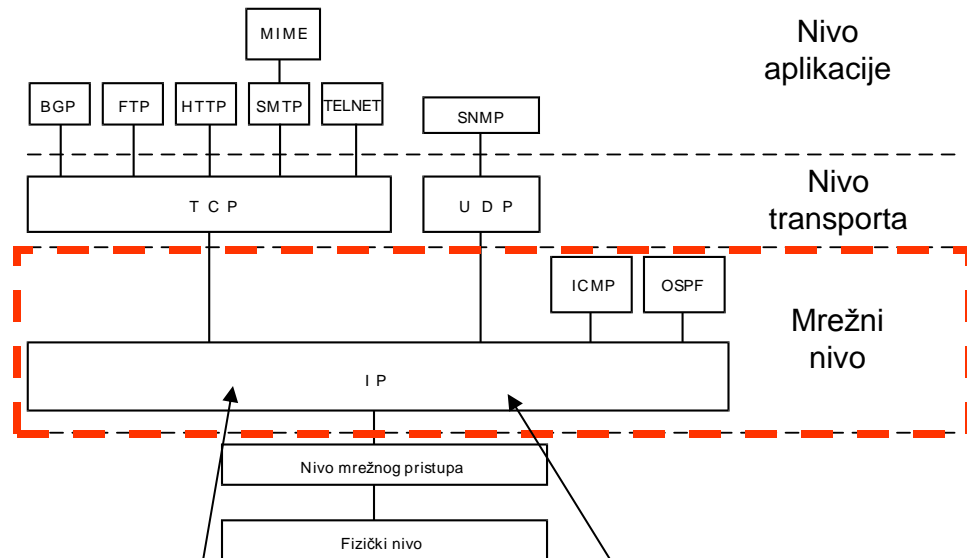
- Na usluzi protokolima nivoa aplikacije
- Dva transportna protokola:
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - UDP (User Datagram Protocol)
- TCP svojim aplikacijama nudi
 - konektivni servis (*connection oriented*).
 - kontrolu protoka (usaglašavanje brzina komuniciranja pošiljaoca i primaoca).
 - segmentaciju dugih poruke na kraće segmente
 - mehanizme za kontrolu zagušenja
- UDP svojim aplikacijama obezbeđuje
 - nekonektivni servis (*connectionless*) bez ikakvih garancija.
- Jedinice podataka transportnog nivoa se zovu *segmenti*.



TCP/IP

Nivo mreže

- zadužen za rutiranje paketa mrežnog nivoa (datagrama) od jednog računara do drugog.
- Mrežni sloj Interneta ima dvije osnovne komponente.
 - IP (*Internet Protocol*) protokol koji definiše polja u *datagramima*, kao i način reagovanja krajnjih sistema i rutera na sadržaj ovih polja.
 - Mrežni nivo takođe sadrži *protokole rutiranja*, koji određuju rute kojima se datagrami kreću od izvora do odredišta. Na Internetu postoji veliki broj protokola za rutiranje, jer administrator mreže ima slobodu korišćenja bilo kojeg od njih.
- Internet mrežni nivo se često naziva IP nivo.



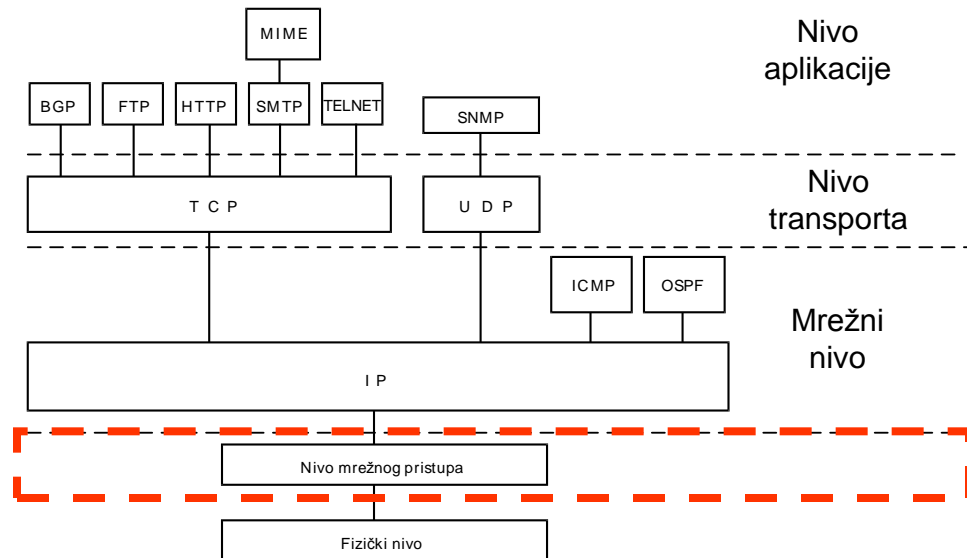
Postoji samo jedan IP i svi sistemi na Internetu moraju da ga koriste.

IP protokol cijelu Internet familiju protokola drži na okupu.

TCP/IP

Nivo linka

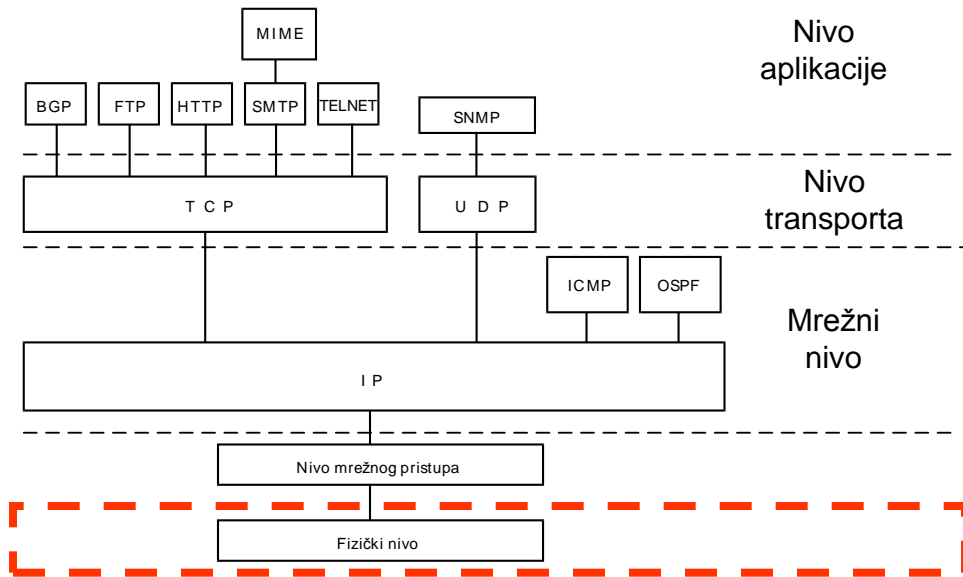
- Usluge koje obezbeđuje nivo linka zavise od konkretnog protokola koji je primijenjen na datom linku.
- Primjera radi, neki protokoli nude pouzdan prenos od emitujućeg čvora do prijemnog čvora. Ovaj pouzdani prenos treba razlikovati od onoga koji nudi TCP, a koji se odnosi na prenos od kraja do kraja.
- U primjere nivoa linka spadaju Ethernet, PPP, WiFi,...
- datagramima u različitim linkovima mogu da se bave različiti protokoli nivoa linka. Mrežni nivo od svakog od njih može dobiti različite usluge.
- Paketi ovog nivoa se zovu *okvirima* ili *frejmovima (frame)*.



TCP/IP

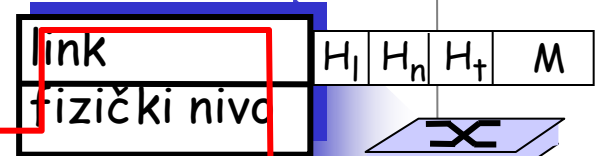
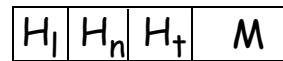
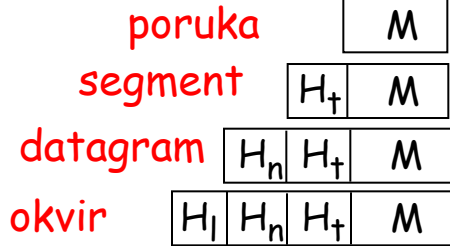
Fizički nivo

- „posao“ fizičkog nivoa jeste prenošenje pojedinačnih bita iz okvira (frejmova) između susjednih čvorova.
- protokoli ovog nivoa zavise od nivoa linka, ali i od samog prenosnog medijuma.
 - Primjera radi Ethernet ima mnogo protokola fizičkog sloja, jedan za bakarne kablove sa upredenim paricama, drugi za koaksijalne kablove, treći za optičke kablove. U svakom konkretnom slučaju pojedinačni bit se prenosi kroz link na drugačiji način.



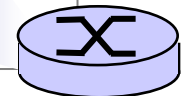
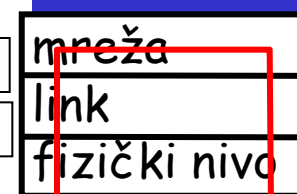
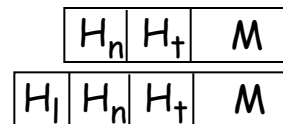
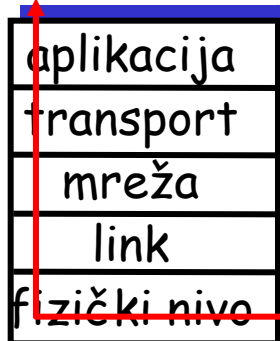
Enkapsulacija

IZVOR



switch

DESTINACIJA



router