

RAČUNARSKE MREŽE/ INTERNET KOMUNIKACIJE

Lekcija2: Mrežne arhitekture

leto 2018/2019

Prof. dr Branimir M. Trenkić

Visoka škola elektrotehnike i računarstva
strukovnih studija

Mrežne arhitekture - Uvod

- ***Mrežna arhitektura***

- ***Opšti principi*** organizovanja – Opšta arhitektura



(konkretizacija)

- ***Referentni model***



(konkretizacija)

- ***Standardi*** – konkretna specifikacija elemenata mreže saglasna referentnom modelu

Mrežne arhitekture - Uvod

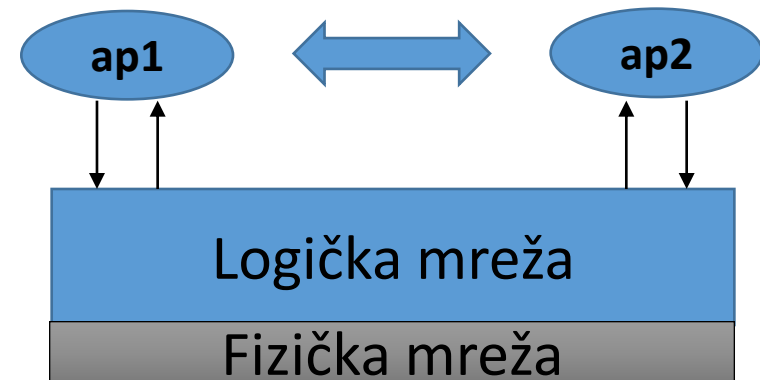
- **Mrežna arhitektura**

- Predstavlja kombinaciju **dve komponente**:

- **Fizička** komponenta (fizička arhitektura)
- **Logička** komponenta (logička arhitektura)

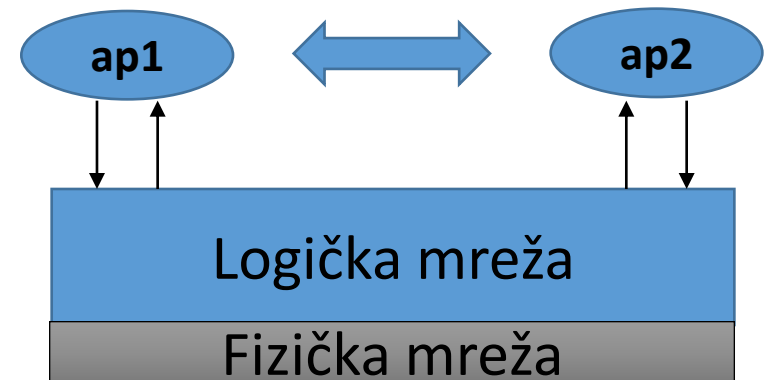
- **Pojam fizičke arhitekture** je opisan na predhodnom predavanju

- Fizička struktura mreže je **laka za razumevanje** jer je **vidljiva (fizički opipljiva)**



Mrežne arhitekture - Uvod

- **Logička struktura** mreže - *nije vidljiva (fizički opipljiva)*
 - Predstavlja **apstraktnu kategoriju**
 - **Koristi fizičku strukturu mreže** za prenos podataka
 - Logička i fizička komponenta se međusobno **oslanjaju jedna na drugu**
 - Sa visokim stepenom **nezavisnosti**
 - Fizička konfiguracija mreže može biti promenjena **bez promene logičke arhitekture**
 - **Ista fizička mreža** može u različitim slučajevima da podrži **različit skup standarda i protokola na logičkom nivou**

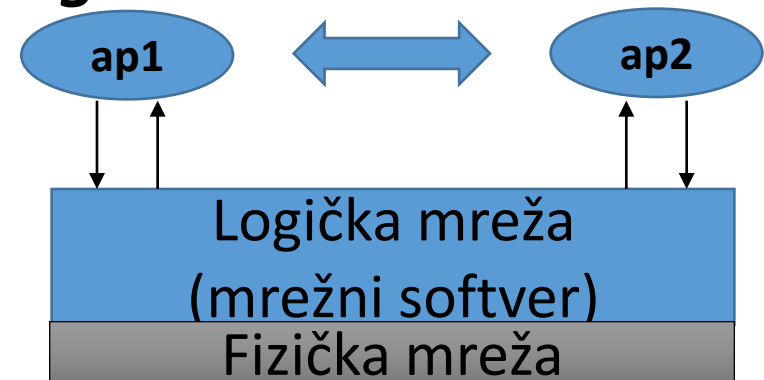


Mrežne arhitekture - Uvod

U nastavku ***opisujemo detalje logičke strukture mreže***

Mrežne arhitekture - Uvod

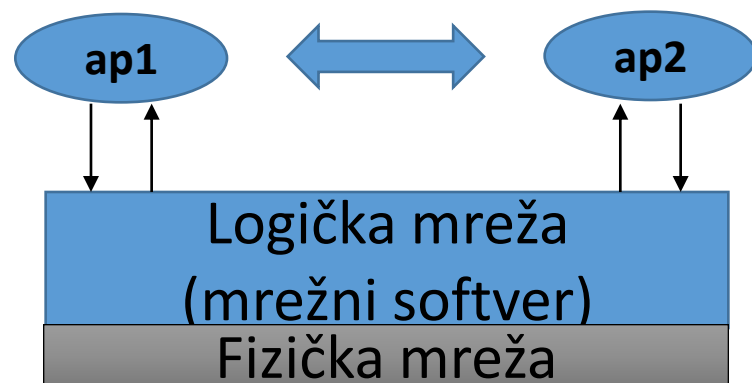
- **Razmena podataka** između umreženih aplikacija (uređaja) **zahteva** sprovođenje veoma **složenih procedura**
 - za **uspostavljanje** i **održavanje** komunikacione **veze**
 - **održavanje** korektne **sinhronizacije** između strana koje komuniciraju
 - **pronalaženje** optimalne **putanje** u mreži između udaljenih čvorova i čitav **niz drugih zadataka....**
- Većina ovih procedura se **realizuju u softveru** (tzv. **mrežni softver**)



Mrežne arhitekture - Uvod

- **Zadatak mrežnog softvera:**
- Da od krajnjeg korisnika **sakrije sve detalje fizičke mreže** koji su neophodni za ostvarivanje komunikacije
 - Na taj način, pruža se **privid direktne razmene** podataka s korisnikom koji je na drugom kraju veze
 - **Korisnik** može biti čovek, računar ili aplikacioni program

- **Kako realizovati ovaj softver?**

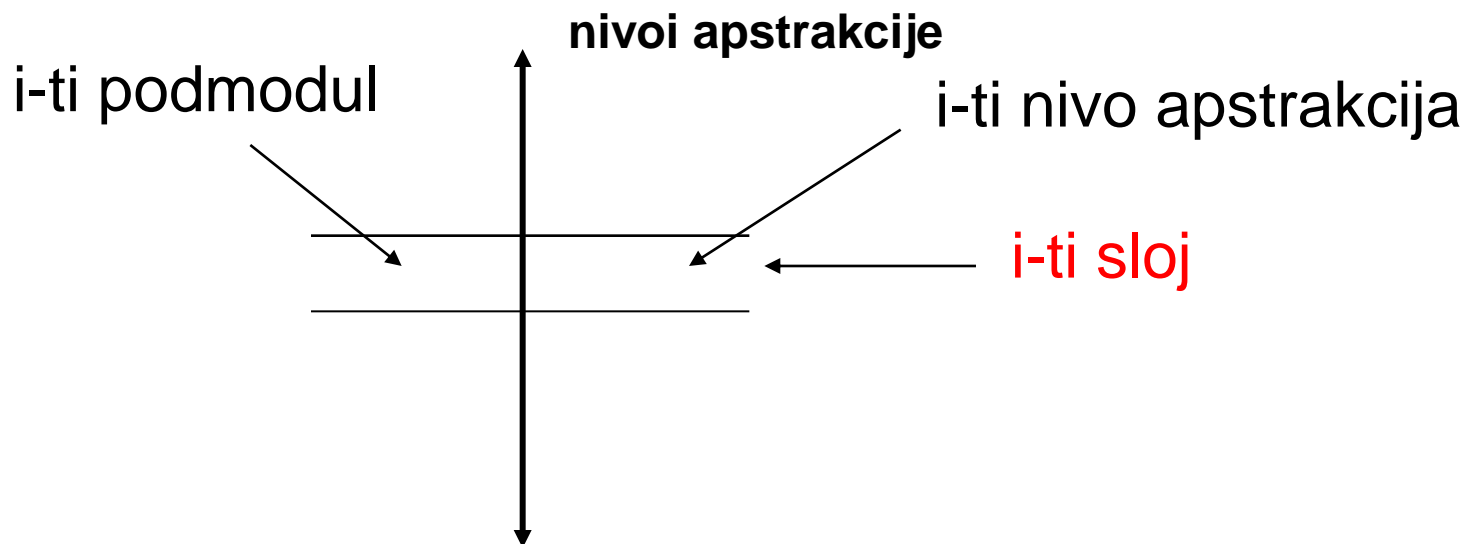


Mrežne arhitekture - Uvod

- **Mogući pravci realizacije:**
- **A) Monolitni modul**, koji bi se bavio svim aspektima i detaljima mrežne komunikacije
- **B) Podeljen** na nezavisne, ali međusobno povezane **podmodule**
- **Podmoduli**: - svaki odgovoran za **jedan** specifičan **zadatak** ili **skup** logički **povezanih zadataka**
- ***Zadaci?***
- Različitog nivoa apstrakcije!!
 - transformacija bitova u signal koji se prenosi linkom
 - usmeravanje poruka u mreži složene topologije

Mrežne arhitekture - Uvod

- **Podmoduli** se *raspoređuju u slojeve* koji prate nivo apstrakcije
- **Svaki sloj** u ovakvoj vertikalnoj strukturi *rešava niz (logički povezanih) problema* karakterističnih za jedan nivo apstrakcije



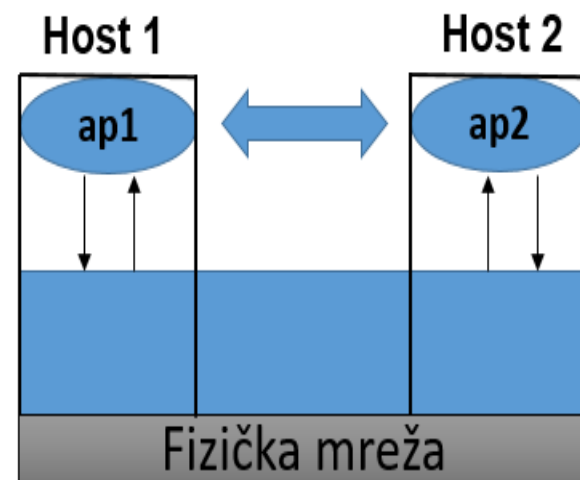
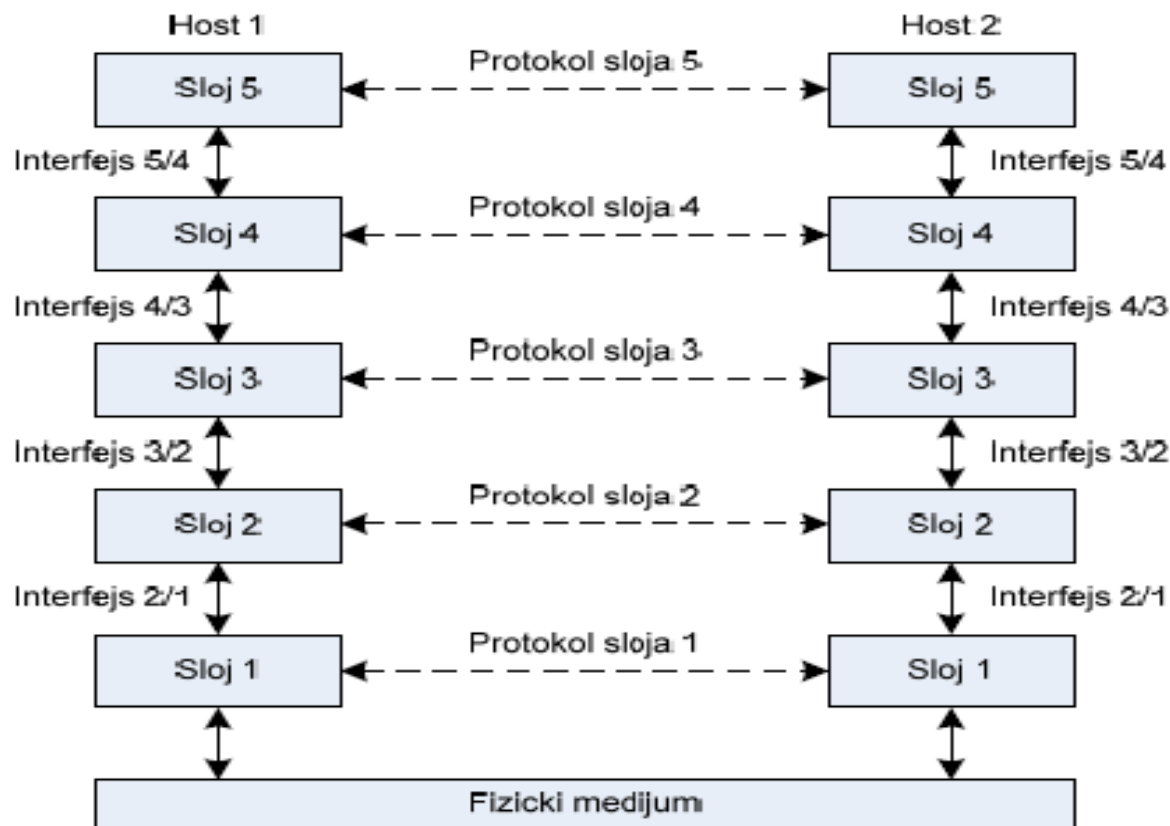
Mrežne arhitekture - Uvod

- **Opšti princip - Princip programabilnog interfejsa**
- **Zadatak celokupnog mrežnog softvera** - da **sakrije** sve **detalje** mrežne komunikacije **od krajnjeg korisnika**
- **Zadatak svakog sloja** - da **od sloja iznad** **sakrije sve detalje** nižeg nivo, koji su rešeni u tom sloju i svim slojevima ispod
 - **Na primer**, sloj koje se bavi ***rutiranjem poruka*** nije opterećen problemima koji se tiču ***prenosa podataka*** preko jednog fizičkog linka, zato što je to odgovornost nižih slojeva

Mrežne arhitekture - Uvod

- ***Funkcionalni odnos između slojeva?***
- **Vertikalna povezanost**
- Uopšteno govoreći, **svrha svakog sloja** je da
 - Pruži određeni skup usluga** (*servisa*) višim slojevima,
 - Sakrije od njih detalje** koji se odnose na to kako su ti servisi konkretno realizovani

Slojevi, protokoli, interfejsi



Na primer, sloj 3 koristi usluge sloja 2, a pruža usluge sloju 4

Slojevi, protokoli, interfejsi

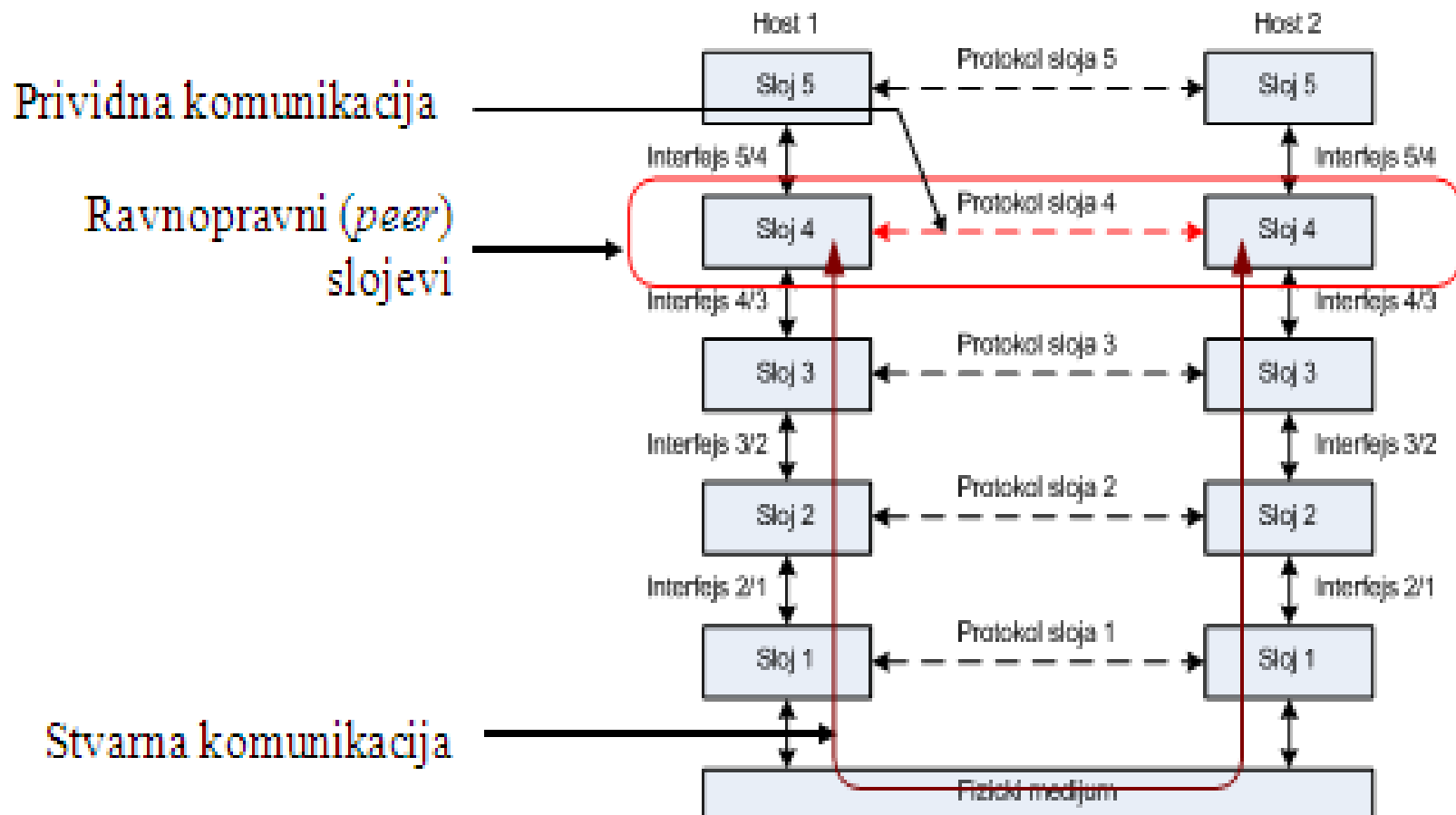
- Horizontalna povezanost - Ravnopravni (peer-to-peer) slojevi
- Za slojeve mrežnog softvera, osim vertikalne, karakteristična je i horizontalna povezanost
- Mreža se sastoji od velikog broja računara, a na svakom od njih se izvršava **funkcionalno identična kopija mrežnog softvera**
- Možemo razumeti da sloj n na računaru **Host_1**, obavlja konverzaciju sa sebi ravnopravnim (tzv. *peer*) slojem n na računaru **Host_2**

Slojevi, protokoli, interfejsi

- Logička (virtuelna) i fizička (stvarna) komunikacija
- Pravila ove konverzacije se zajedničkim imenom zovu **protokol sloja n**
- U osnovi, protokol je **dogovor između dve strane** o načinu na koji se komunikacija odvija
- U realnosti, podaci se ne prenose direktno između *peer* slojeva
- **Svaki sloj prosleđuje podatke**, zajedno sa odgovarajućim kontrolnim informacijama, **sloju ispod**, sve do sloja najnižeg nivoa (sloj 1)

Slojevi, protokoli, interfejsi

- Ravnopravni (*peer-to-peer*) slojevi



Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Interfejs**

- Između svakog para **vertikalno-susednih slojeva** egzistira **interfejs**
- Interfejs **definiše** primitivne ***operacije i servise nižeg sloja*** koji su dostupni višem sloju
- Kada projektanti mreže donose odluku o tome koliko slojeva treba predvideti i koje će funkcije obavljati svaki od njih - jedan od najvažnijih problema odnosi se upravo na **osmišljavanje interfejsa između slojeva**

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Interfejs**

- **Cilj je:**

- Definirati što je moguće **jednostavniji interfejs** koji će činiti skup dobro-definiranih i lako razumljivih funkcija
- Da **minimizuje** količinu **dodatnih informacija** koje se prenose između slojeva i
- Da omogući **zamenu** jedne realizacije sloja nekom drugom, a da to **ne zahteva** bilo kakve **promene** u susjednim slojevima

Protokol stek

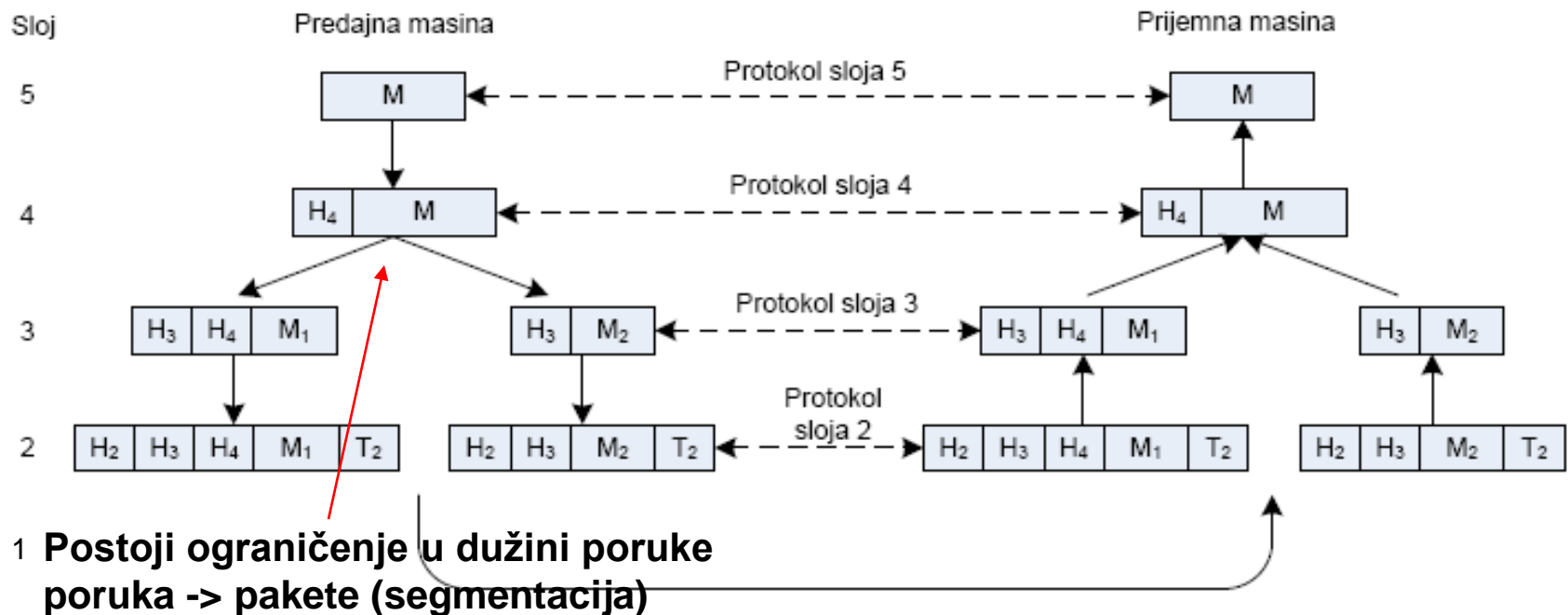
- Skup protokola koje se koristi u nekom sistemu, jedan protokol po sloju, naziva se protokol stek (*protocol stack*)

“Skup protokola + skup slojeva = arhitektura mreže”

- Specifikacija arhitekture
- Pored datog **protokolskog steka**
- Mora da **sadrži dovoljno informacija** na osnovu kojih će programeri ili projektanti hardvera biti u stanju **da realizuju** softver, odnosno hardver

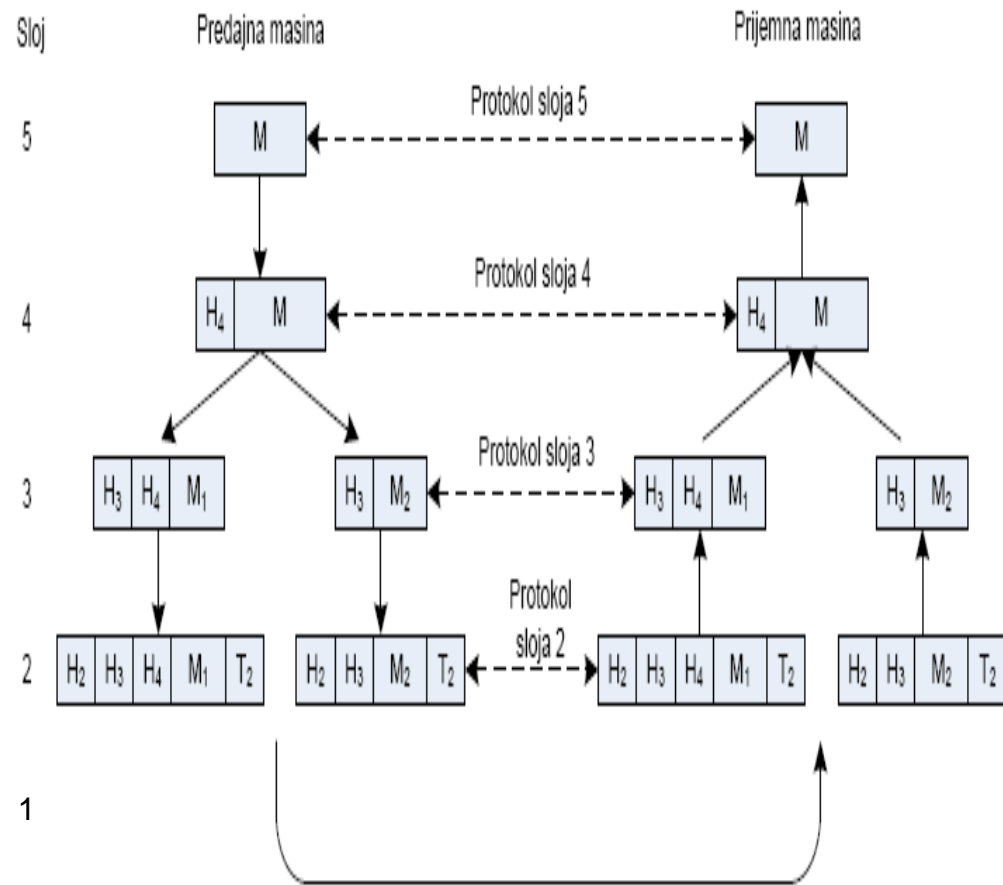
Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Enkapsulacija podataka**
- Pretpostavka je da vršni sloj (sloj 5) generiše poruku (**M**) koju želi da isporuči *peer* sloju na nekoj udaljenoj mašini



Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Enkapsulacija podataka**
- **Sloj 5** predaje poruku sloju 4
- **Sloj 4** na početak poruke umeće svoje *zaglavlje (header)* i sve zajedno prosleđuje sloju 3
- **Zaglavlje** je dodatna informacija koja identifikuje informacije koje slede i ima neki značaj za *peer* sloj 4



Slojevi, protokoli, interfejsi

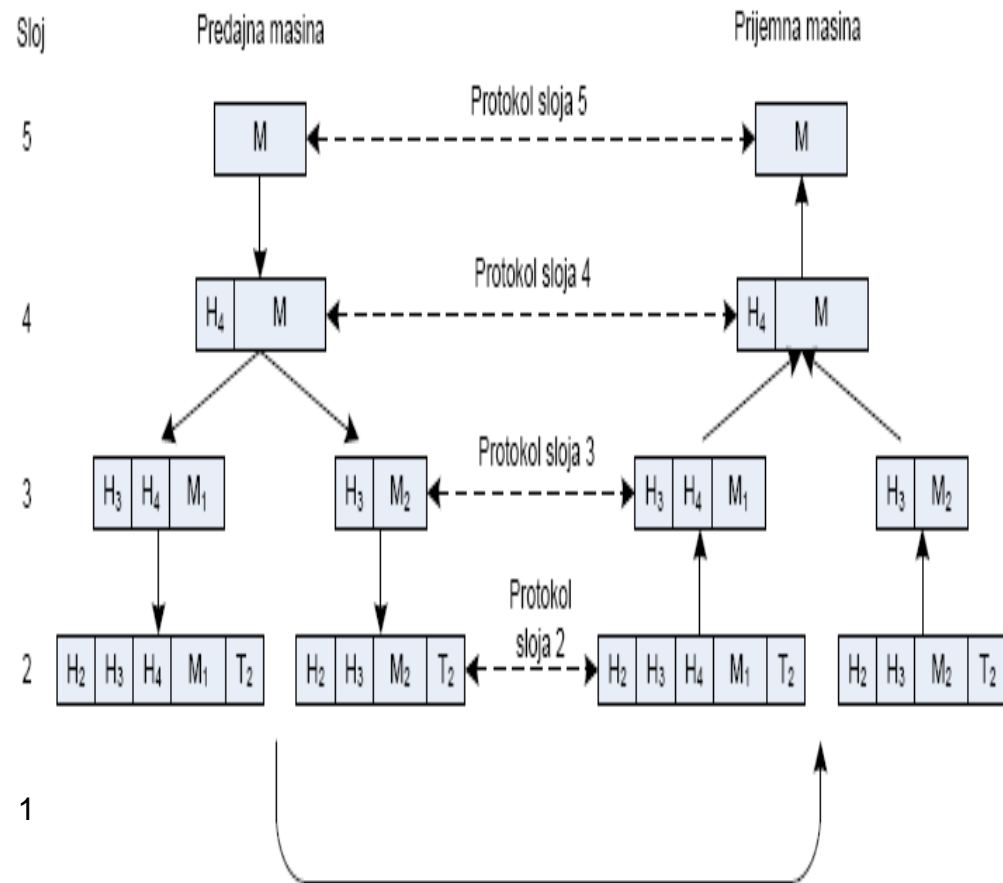
- **Enkapsulacija podataka**
- Primeri *informacija u zaglavlju*:
 - *Redni broj poruke*, na osnovu koga će sloj 4 na odredišnoj mašini biti u mogućnosti da sloju 5 isporuči poruke u redosledu u kome su one poslate
 - *Informaciju o veličini poruke*, tekućem vremenu i druge upravljačke i statusne podatke koje su od značaja za sprovođenje protokola odgovarajućeg sloja

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Enkapsulacija podataka**
- **Pravilo**: Sloj nižeg nivoa sve podatke primljene od višeg sloja (zaglavlje + poruka) **tretira kao jednu celinu**
- Kod mnogih mreža postoji ograničenje u maksimalnoj veličini poruka koje se mogu razmenjivati između pojedinih slojeva
 - Neka je u konkretnom primeru to slučaj sa **slojem 3**

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Enkapsulacija podataka**
- **Sloj 3** deli poruku sloja 4 na manje jedinice, tzv. **pakete**, i svakom paketu pridodaje svoje **zaglavlje**
- **Sloj 2** dodaje svakom primljenom paketu ne samo **svoje zaglavlje** već i **završni zapis** (*trailer*) i prosleđuje ga sloju 1 koji obavlja fizički prenos

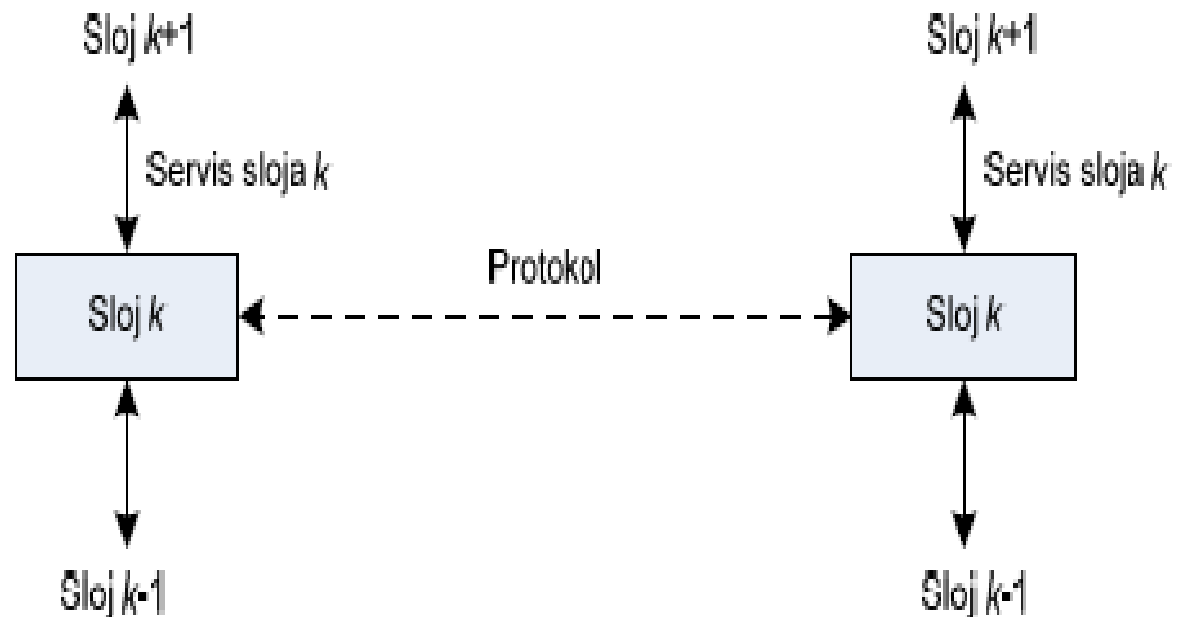


Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Odnos između protokola i servisa**
- Važno je **razumeti razliku** između *virtuelne* (**horizontalne**) i stvarne (**vertikalne**) komunikacije, odnosno, razliku između **protokola** i **servisa**
- Na primer, *peer* slojevi 4 imaju utisak da se njihova komunikacija obavlja direktno (horizontalno) korišćenjem protokola sloja 4
- U realnosti, slojevi 4 direktno komuniciraju samo sa slojevima 3 putem interfejsa 3/4

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Odnos između protokola i servisa**
- Pojmovi **servis** i **protokol** imaju različito značenje – vertikalna i horizontalna komunikacija



Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Odnos između protokola i servisa**
- **Servis** je *skup operacija* koje neki *sloj nudi sloju iznad*
- Servis definiše koje operacije je sloj spreman da obavi za sloj iznad, ali ne govori ništa o tome kako su te operacije realizovane
- Servis je u vezi sa interfejsom između slojeva
- Sloj nižeg nivoa je **provajder servisa**, a sloj višeg klijent ili **korisnik servisa**

Slojevi, protokoli, interfejsi

- Odnos između protokola i servisa
- Protokol je skup pravila
 - Koja regulišu kreiranje i značenje paketa ili poruka i
 - Koje se razmenjuju između peer slojeva
- Protokol se bavi horizontalnom komunikacijom između *peer* slojeva na različitim mašinama

Slojevi, protokoli, interfejsi

- Odnos između protokola i servisa
- Slojevi kroz protokole realizuju svoje servise
- **Protokol** sadržan u sloju se može slobodno **zameniti** nekim drugim **pod uslovom da servis**, onako kako ga vidi sloj iznad, ostane isti

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Dva važna referentna modela:**
- Pružaju **smernice u procesu razvoja standarda** za međusobno povezivanje računarske opreme
- **Referentni model** je pre radni okvir za razvoj ovih standarda nego sam standard
 - OSI referentni model
 - TCP/IP referentni model

Slojevi, protokoli, interfejsi

- **Dva važna referentna modela :**
- **OSI referentni model**
 - Retko koristi u praksi, ali sam model je i ***dalje od velike važnosti*** zbog svoje **opštosti i sveobuhvatnosti**
 - Koncepti obuhvaćeni OSI modelom su **podloga mnogim savremenim mrežnim arhitekturama**
- **TCP/IP referentni model**
 - Kao model nije od velike koristi, ali su zato njegovi **protokoli u širokoj upotrebi** - ***Internet je zasnovan na TCP/IP modelu***

OSI Referentni Model

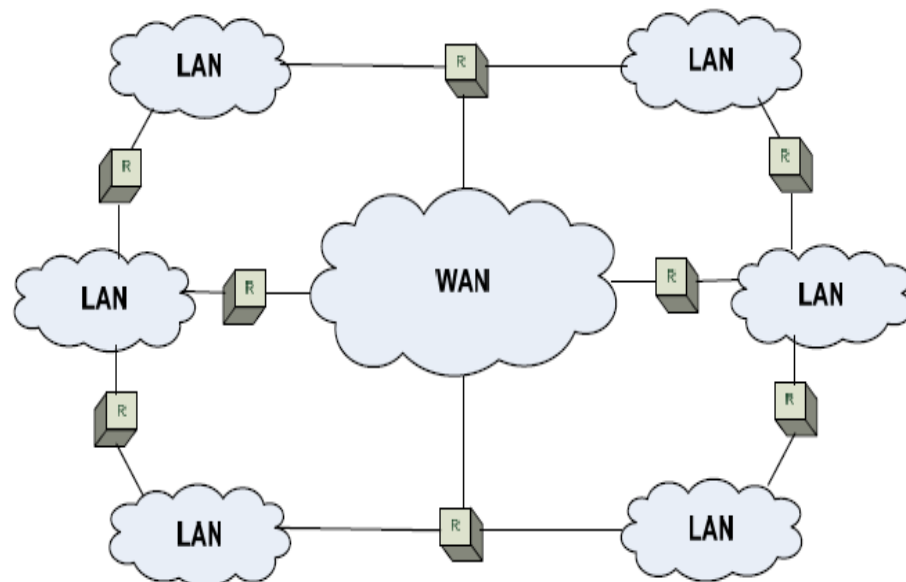
- OSI je standard uveden **1983. godine** od strane međunarodne organizacije za standardizaciju (**ISO - International Standard Organization**)
- Njegovo ime, **OSI** (**Open System Interconnect**) referentni model, ukazuje da se radi o modelu povezivanja **otvorenih sistema**, odnosno sistema koji su otvoreni za komunikaciju sa drugim sistemima
- Predstavlja model (**a ne standard!**) za razumevanje i razvoj fleksibilnih, robusnih i otvorenih **mrežnih arhitektura (standarda)**

OSI Referentni Model

- **Pretpostavke** od kojih se polazi:
- **Mreža** se sastoji od većeg broja hostova (računara) grupisanih u **više mreža** povezanih ruterima

- U okviru iste mreže, hostovi **direktno razmenjuju** podatke

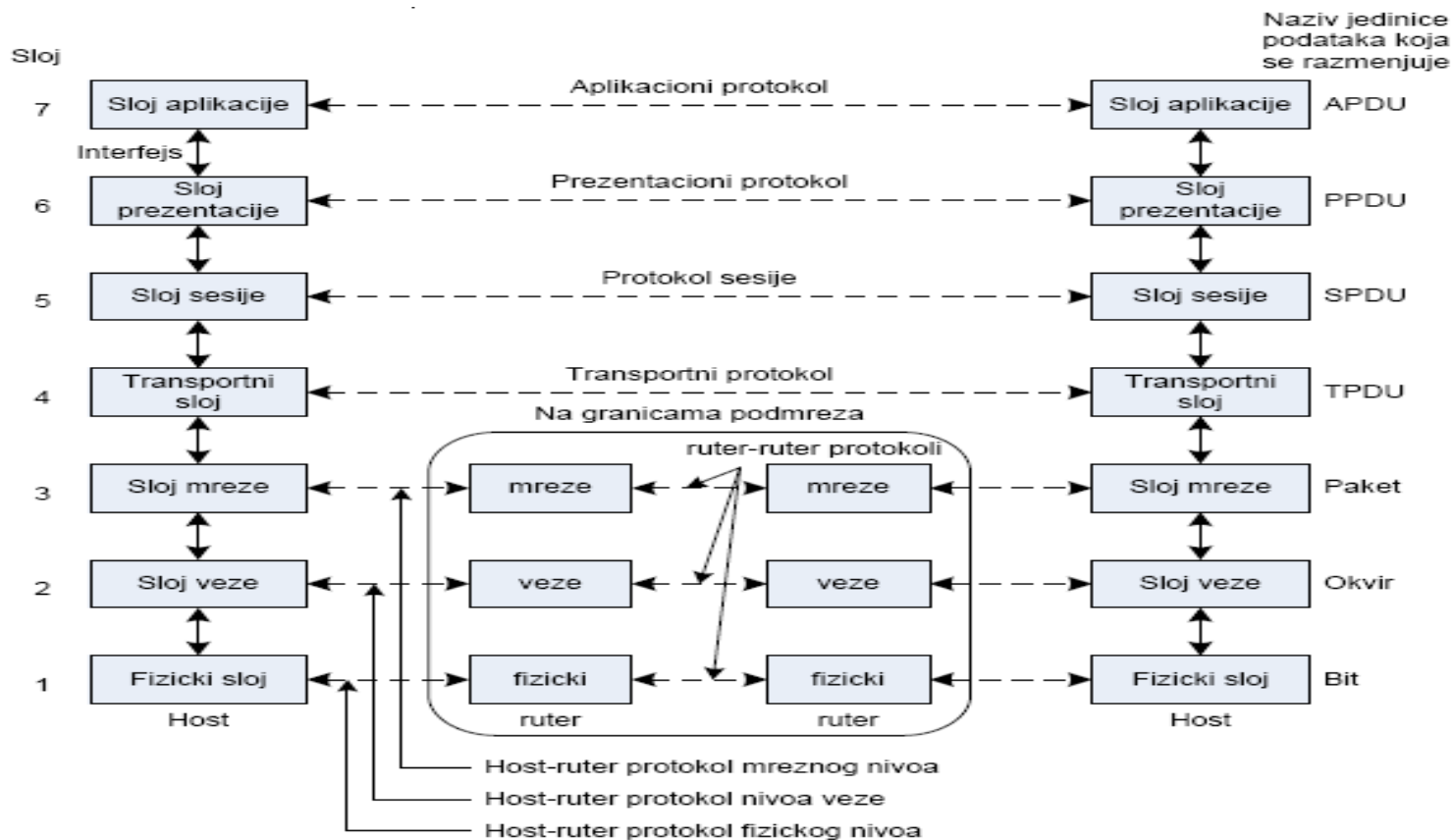
- Razmena podataka **između hostova iz različitih mreža** obavlja se **posredstvom rutera**



OSI Referentni Model

OSI model definiše **sedam slojeva**

Ne definiše konkretne protokole i servise koje se koriste na različitim nivoima, već - ***opisuje šta koji sloj radi***



OSI Referentni Model

- Slojevi OSI modela mogu se svrstati u tri grupe:
- Slojevi 1, 2 i 3,
- *fizički*, *sloj veze* i *mrežni* sloj - slojevi za podršku rada mreže
 - Prevažhodno se *bave prenosom podataka između hostova*
 - Specifikacija
 - električnih signala,
 - fizičkih veza i adresa,
 - tajming i pouzdanost

OSI Referentni Model

- Slojevi OSI modela mogu se svrstati u tri grupe:
- Slojevi 1, 2 i 3,
- *Ne ulaze* u smisao podataka koji se prenose
- Tretiraju se kao niz bajtova (ili bitova) koje treba pouzdano preneti **od predajne do prijemne** stanice
koje se nalaze u istoj mreži

OSI Referentni Model

- Slojevi 5, 6 i 7
- *sloj sesije*, *prezentacioni* i *sloj aplikacije* - slojevi za podršku korisniku
 - Staraju se o (I) usklađenosti **reprezentacije podataka** i (II) propisuju **pravila dijaloga između** dve udaljene **aplikacije**

OSI Referentni Model

- **Sloj 4**
- *transportni sloj* - zadužen je za uspostavljanje i održavanje konekcije i pouzdani prenos podataka između krajnjih aplikacija u mreži složene topologije
- za razliku od sloja 2 koji je zadužen za pouzdani prenos podataka u lokalnoj mreži

OSI Referentni Model

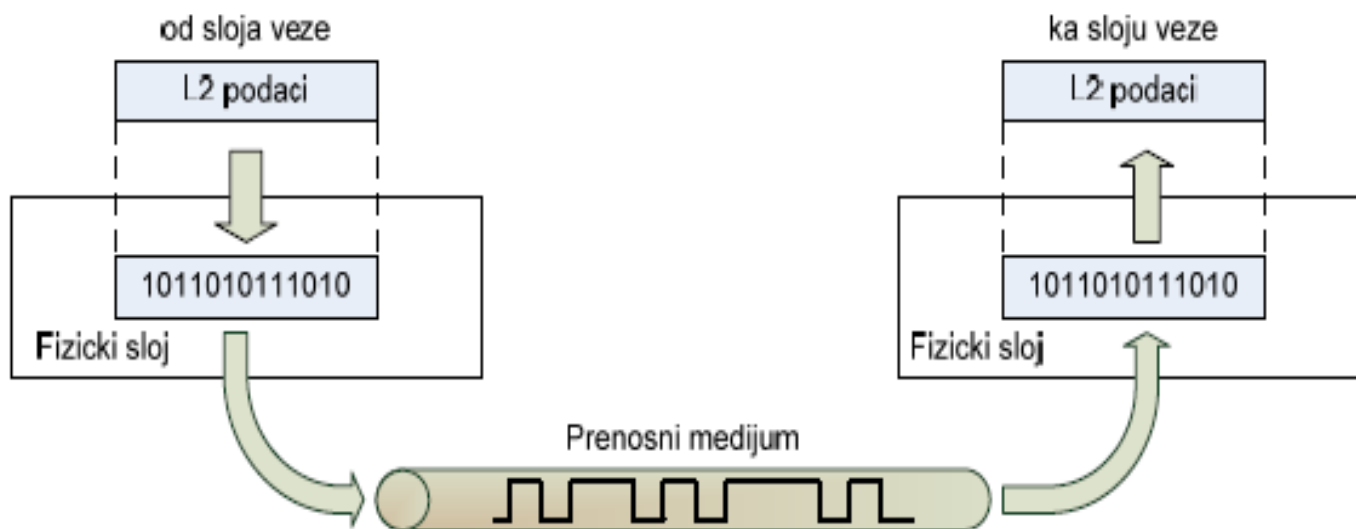
- **Viši** slojevi OSI modela (**slojevi 4-7**) se realizuju **u softveru**
- **Niži** (slojevi 1-3) su **kombinacija hardvera i softvera**, sa izuzetkom fizičkog sloja koji se uvek realizuje u hardveru
- **Slojevi 1, 2 i 3** sadržani su u mrežnom softveru **i hostova i rutera**
- **Slojevi 4-7** su prisutni samo **u hostovima**
- U nastavku će biti opisana funkcija svakog sloja!

OSI – Fizički sloj

- **Fizički sloj** je odgovoran za **prenos bitova preko fizičkog prenosnog medijuma**
- **Fizički sloj definiše:**
- (1) **mehaničke** i (2) **električne** karakteristike
 1. **prenosnog medijuma**
 - Definiše **tip prenosnog medijuma** (**žičani**, **optički** ili **bežični**)
 2. **interfejsa** između mrežnog uređaja i prenosnog medijuma
 - Za **spregu uređaja na medijum**, sve do nivoa **tipova utičnica i rasporeda pinova** na priključnim konektorima

OSI – Fizički sloj

- Fizički sloj **definiše:**
 - (3) funkcije i (4) procedure koje **uređaj** i **interfejs** treba da sprovode kako bi se ostvario prenos
- Pozicija fizičkog sloja u odnosu na fizički prenosni medijum i sloj veze



OSI – Fizički sloj

- Reprezentacija bitova
 - Podaci na fizikom nivou se sastoje od niza bitova (neprekidna sekvenca 0 i 1-ca)
 - Da bi se preneli preko fizičkog medijuma, bitovi moraju na neki način biti **utisnuti u signal** (električni ili optički)
 - Fizički nivo definiše **tip kodiranja i modulacije** - **kako se bitovi konvertuju u signal**

OSI – Fizički sloj

- Signal, modulacija i kodiranje
 - Glavna funkcija fizičkog sloja je prenos digitalnih informacije u obliku elektro-magnetskih signala preko prenosnog medijuma
 - Signal sam po sebi ne sadrži informaciju, kao što ni prava linija ne sadrži reči
 - Signal mora biti modulisan tako da sadrži uočljive promene u kojima će predajnik i prijemnik prepoznati informaciju
 - Signali koji egzistiraju u medijumu mogu biti analogni i digitalni

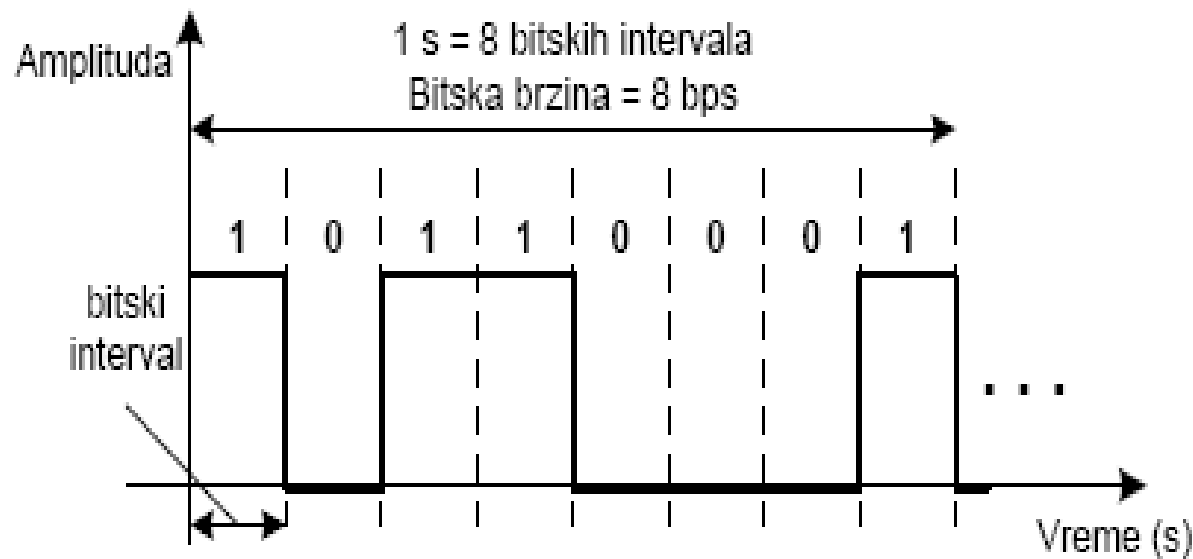
OSI – Fizički sloj

- Brzina prenosa

- Izražava broj bita koji se jednoj sekundi prenose preko fizičkog medijuma (bitska brzina), u jedinicama kao što su: **Kbps** (kilobits-per-second) - 2^{10} (=1024) bita u sekundi, ili **Mbps** (Megabits-per-second) 2^{20} (=1048576 \approx 1 milion) bita u sekundi
- Bitski interval je trajanje jednog bita i predstavlja *recipročnu vrednost* bitske brzine

OSI – Fizički sloj

- **Bitska brzina** i **bitski interval**



OSI – Fizički sloj

- Bitska sinhronizacija
 - Rad na istoj bitskoj brzini nije dovoljan da bi prijemnik ispravno primio bitsku sekvencu koju šalje predajnik
 - **Predajnik** i **prijemnik** moraju biti **sinhronizovani do nivoa bita**
 - Da bi iz signala izdvojio pojedinačne bitove, **prijemnik mora da ima informaciju kada svaki bit počinje i kada se završava**
 - **Fizički nivo definiše način na koji se ostvaruje sinhronizacija** između predajnika i prijemnika

OSI – Fizički sloj

- Konfiguracija linije
 - Definiše da li se koristi ***point-to-point*** ili ***multipoint linijska konfiguracija***
- Fizička topologija
 - Definiše **topologiju mreže**
- Režim prenosa
 - Definiše ***smer prenosa*** podataka između uređaja (simpleks, poludupleks, ili dupleks)

OSI - Sloj veze

- Nadograđuje fizički sloj u pouzdati link za isporuku podataka između susednih čvorova (stanica)
- Koristeći servise sloja veze, *sloj mreže vidi fizički sloj* kao *idealan* prenosni medijum u kome se ne mogu desiti greške koje se ne mogu otkriti
- Zbog uticaja raznorodnih poremećaja iz okruženja (smetnje, šumovi, elektro-magnetna interferencija) u toku prenosa podatak kroz medijum **može doći do narušavanja bitske sekvence**

OSI - Sloj veze

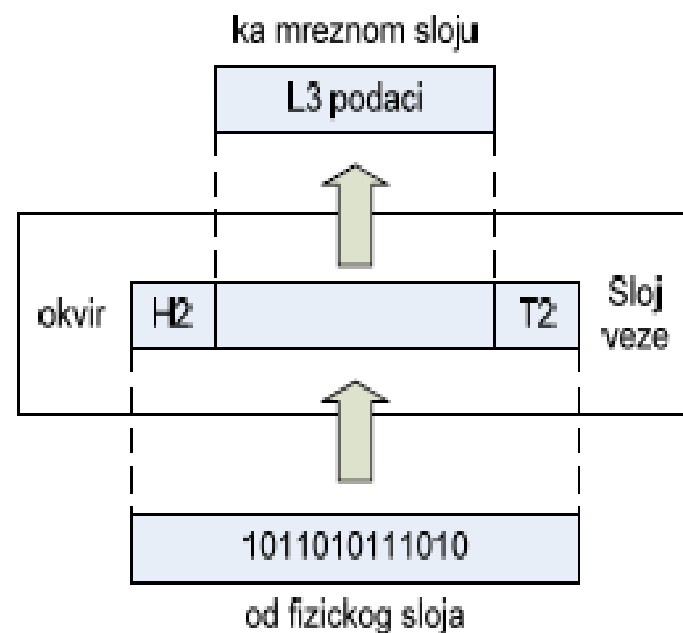
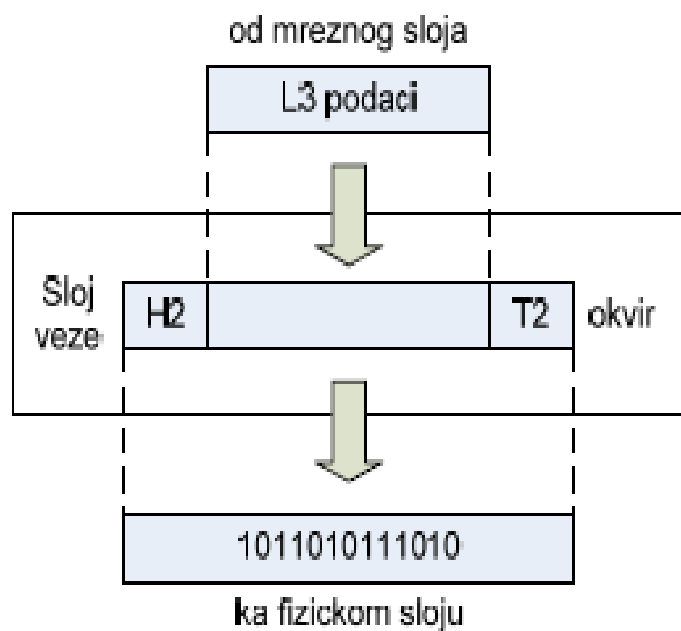
- Sloj veze rešava:
- Može se desiti da prijemnika **pogrešno primi** neke bitove sekvence (1 umesto 0, ili obrnuto), ili
- Da **primi više ili manje bitova** od onog broja koji je poslat
- ***Na sloju veze*** je da:
 - (I) detektuje i, ako je to moguće,
 - (II) ispravi greške

OSI - Sloj veze

- Sloj veze rešava:
- Problem koordinacije brzog predajnika i sporog prijemnika - kontrola protoka, kao i
- Problem pristupa deljivom fizičkom medijumu (kod *multipoint* linkova)

OSI - Sloj veze

- **Pozicija sloja veze** u odnosu na mrežni i fizički sloj



OSI - Sloj veze

- **Uokviravanje** - Sloj veze vrši podelu niza bitova iz sloja mreže na manje jedinice koje se zovu **okviri** (ili **frejmovi**)
- Kod nekih protokola svi **okviri** moraju imati **istu**, tačno određenu **dužinu**
- Kod drugih, **dužina okvira** može biti **promenljiva**, ali ne veća od maksimalno dozvoljene (tipično, **nekoliko stotina** do **nekoliko hiljada** bajtova)

OSI - Sloj veze

- Uokviravanje
- Da bi se ostvarila **početna sinhronizacija** između predajnika i prijemnika, **početak i kraj** okvira moraju biti **jednoznačno određeni**
- Po prijemu sekvence za početak (najčešće oblika 1010...1010) prijemnik **“zna”** da je počeo prenos novog okvira

OSI - Sloj veze

- **Fizičko adresiranje** - Izuzev **potpuno povezane mreže**, kod koje je svaki link isključivo namenjen komunikaciji između dve stanice, kod svih **ostalih mrežnih topologija**, **linkovi su deljiv resurs** koji koriste više od dva stanice
- Signal koji šalje jedna stanica, iako je namenjen samo jednoj odredišnoj stanici, distribuira se **do svih stanica** povezanih na isti link
- Da bi se omogućila identifikacija odredišta okvira, svakoj stanici u mreži dodeljuje se jedinstvena **fizička adresa**

OSI - Sloj veze

- Fizičko adresiranje



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Admin>ipconfig/all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : black
    Primary Dns Suffix . . . . . :
    Node Type . . . . . : Unknown
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . :
    Description . . . . . : Realtek L8102E/R
    Physical Address. . . . . : 00-30-67-0C-5C-5B
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
```

The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe". The user has entered the command "ipconfig/all". The output displays the Windows IP Configuration details. Under the "Ethernet adapter Local Area Connection:" section, the "Physical Address" is listed as "00-30-67-0C-5C-5B". This line is circled in yellow. A blue arrow points from the right side of the image towards the "Physical Address" line.

OSI - Sloj veze

- **Fizičko adresiranje**
- Sloj veze **u zaglavlje** svakog okvira koji šalje umeće fizičku adresu **odredišta** i fizičku adresu **izvora** poruke
- Okvir primaju sve stanice, ali je prihvata samo ona koja adresu odredišta prepozna **kao svoju adresu**. Na osnovu adrese izvora, odredišna stanica zna ko je poslao okvir
- Ako su podaci namenjeni **stanici** koja se nalazi **u** nekoj **drugoj mreži**, tj. stanici kojoj podaci ne mogu direktno da se isporuče - okviri se šalju na **fizičku adresu rutera**

OSI - Sloj veze

- Kontrola protoka - Sloj veze poseduje **mehanizme** koji sprečavaju da **prijemnik bude "pretrpan" podacima** u slučajevima kada je brzina kojom može da apsorbuje podatke manja od brzine kojom predajnik šalje podatke
 - A. Kontrola protoka na bazi inteziteta protoka na predajnoj strani (**rate-based flow control**)
 - B. Kontrola protoka zasnovana je na povratnim okvirima (**feedback-based flow control**)

OSI - Sloj veze

- Kontrola protoka
- Kontrola protoka zasnovana je na povratnim okvirima koje prijemnika šalje predajniku, a kojima mu nalaže da privremeno obustavi, odnosno nastavi slanje novih okvira
- Primer:
- **Prijemnik** može da pošalje **predajniku** poruku sledećeg značenja: "Možeš da mi **pošalješ n okvira**, ali posle toga **prestani sa slanjem i čekaj** dok ti ne kažem kada da nastaviš."

OSI - Sloj veze

- **Kontrola grešaka** – Dve osnovne strategije zaštitnog kodovanja:

1. Korektivno kodovanje

- **Dovoljno redundantnih bitova** koji će omogućiti automatsku korekciju u slučaju pogrešnog prijema

2. Detekcija greške

- **Manje redundantnih bitova** koji će omogućiti samo detekciju greške u prenosu
- Ide u kombinaciji sa (**korekcijom**) **ponovnim slanjem** (**retransmisijom**) **oštećenih ili izgubljenih okvira**

OSI - Sloj veze

- Kontrola grešaka –
- Za detekciju grešaka u prenosu, koristi se **princip zaštitnog kodiranja**
 1. *Bit parnosti*
 2. *Kontrolna suma (checksum)*
 3. *Polinomijalni kod, CRC*
- Nad bitovima koje treba poslati jednim okvirom predajni uređaj primenjuje određenu matematičku formula koja kao rezultat daje broj tzv. **kontrolnu sumu** (*checksum*)

OSI - Sloj veze

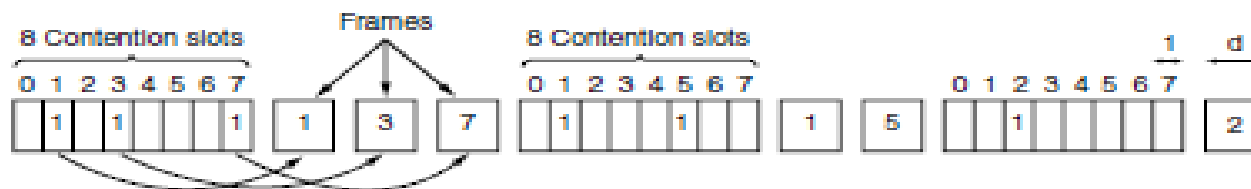
- **Kontrola pristupa medijumu** - U slučajevima kada dva ili **više uređaja koriste isti link**, zadatak sloja veze je da odredi u kom vremenu će koji uređaj imati kontrolu nad medijumom, odnosno imati pravo da šalje podatke
- Ovo je veoma važan zadatak sloja veze i obično se tretira kao **poseban podsloj**, **MAC** (*Medium Access Control*) u okviru ovog sloja
- U jednom vremenu preko istog linka samo jedna stanica može da šalje svoje podatke

OSI - Sloj veze

- Kontrola pristupa medijumu
- Ako za to vreme neki druga stanica započne prenos, na liniji dolazi do **kolizije** (tj. sudara ili mešanja) signala, a rezultujući signal je neupotrebljiv
- **Tri pristupa** ovom problemu:
 - Multipleksiranje **na vremenskoj osnovi** (*Time Division Multiplex*)
 - Centralizovana **arbitraža**
 - Izbegavanje **kolizije**

OSI - Sloj veze

- Kontrola pristupa medijumu
- Izbegavanje **kolizije**
 - **Carrier sense protokoli**
 - Moguća kolizija – mehanizam detektovanja
 - CSMA/CD
 - **Collision-free protokoli**
 - **Bit-map** protokol
 - **Period takmičenja** između prenosa okvira

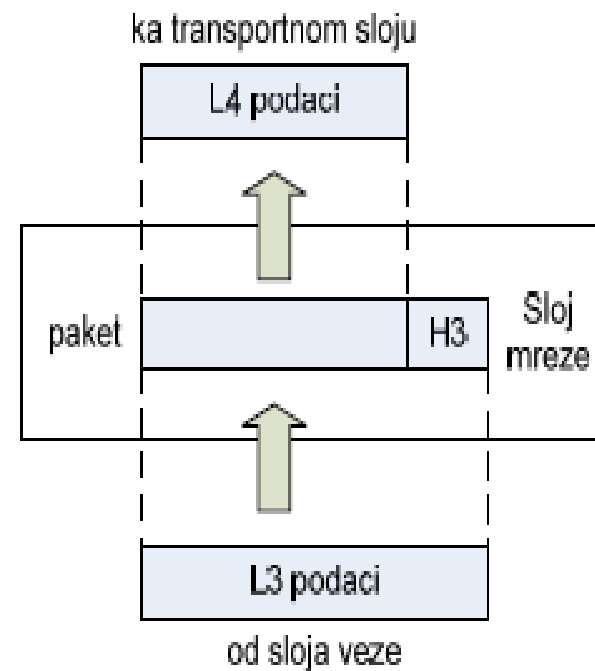
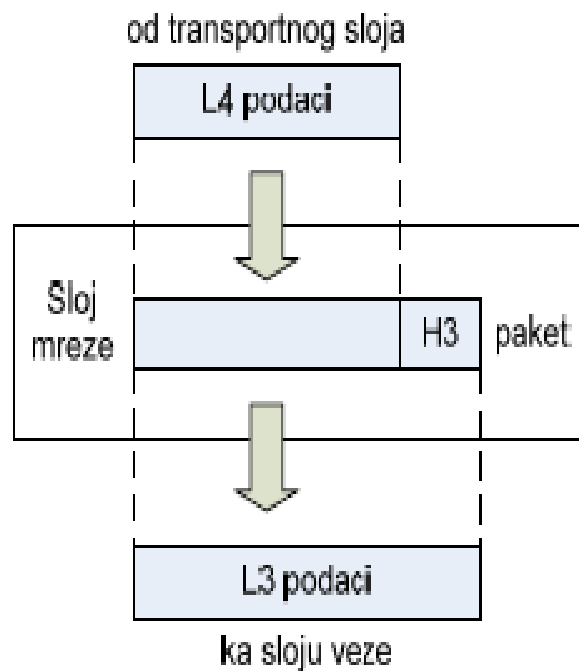


OSI - Sloj mreže

- Odgovoran je za isporuku paketa **od izvora do odredišta** koji se mogu nalaziti i u različitim mrežama (nisu povezani na isti link)
- Ako su dva sistema povezana na isti link, obično ne postoji potreba za mrežnim slojem
- Ako su sistemi povezana na različite mreže (linkove), sa **uređajem za međumrežno povezivanje** između njih, mrežni nivo je neophodan, a njegov zadatak je da reguliše protok paketa između dva sistema

OSI - Sloj mreže

- **Odnos** između **sloja mreže**, **transportnog sloja** i **sloja veze**



OSI - Sloj mreže

- Kada paketi **prelaze granice mreža**, mogu nastati brojni **problemi**:
 - **Fizičko adresiranje** koje se koristi u drugoj mreži se može **razlikovati** od onoga koje važi u prvoj
 - **Paket** koji stiže iz jedne mreže može biti **previše veliki** da bi se u drugoj mreži preneo jednim okvirom
 - Mogu se **razlikovati** **protokoli** nižeg nivoa
- Na sloju mreže je da reši sve ove probleme

OSI - Sloj mreže

- Logičko adresiranje - *Fizičko adresiranje*, koje se realizuje na nivou sloja veze, **rešava problem** adresiranja lokano, na nivou zajedničkog linka
- **Složena mreža**, formirana povezivanjem više, moguće različitih mreža, koje koriste različite šeme fizičkog adresiranja, zahteva uvođenje logičkih (ili mrežnih) adresa, koje će biti jedinstvena na nivou celokupne mreže
- Logičke adrese izvora i odredišta, sadržane su u *zaglavlju paketa sloja mreže*

OSI - Sloj mreže

- Rutiranje - U velikoj mreži, ili internetu (mreži-mreža) **uređaji koji povezuju nezavisne mreže** (ruteri) imaju **zadatak da usmeravanju (rutiraju) pakete do krajnjeg odredišta**
- ***Mehanizmi za rutiranje*** ugrađeni su **u sloju mreže**

OSI - Sloj mreže

- **Fragmentacija paketa** - Mreže povezane u internet nameću različita **ograničenja** u pogledu **maksimalne veličine paketa** koje mogu da prenose
- Ova **ograničenja** su direktna **posledica** ograničene veličina okvira sloja veze koja zavisi od **tipa fizičkog medijuma** koji se koristi u podmreži
- Nastaje problem kada veliki paket treba da pređe u mrežu kod koje je maksimalna veličina paketa isuviše mala da bi paket mogao biti prenet "u jednom komadu"

OSI - Sloj mreže

- Fragmentacija paketa
- Da bi se ovaj problem prevazišao, ruterima je dozvoljeno da **velike pakete dele na više manjih** fragmenata i svaki fragment prenose dalje kao nezavisni paket
- Na odredištu, fragmenti se prikupljaju i spajaju u prvobitne pakete
 - Neka forma numerisanja fragmenata je neophodna
- **Fragmentacija** i **rekonstrukcija** paketa su u **nadležnosti sloja mreže**

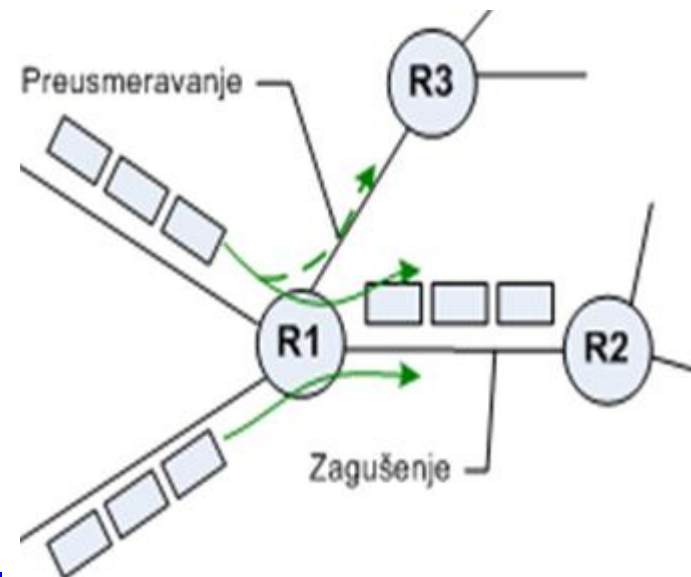
OSI - Sloj mreže

- **Kontrola zagušenja** - Ako se u mreži, u isto vreme, nalazi **veliki broj paketa**, koji se kroz **rutere i linkove**, prenose ka svojim odredištima - **performanse** mreže mogu značajno **da degradiraju**
- **Prenos** paketa kroz zagušene rutere i/ili linkove **se usporava**, a u uslovima veoma intenzivnog saobraćaja, **pojedini paketi** mogu biti i **izgubljeni**
- Ovakva situacija se zove **zagušenje**

OSI - Sloj mreže

- Kontrola zagušenja
- Kontrola zagušenja je **odgovornost mrežnog sloja**, koji treba da **preusmeri saobraćaj** iz zagušenih delova mreže ka ruterima koji imaju manje posla

- Alternativni pristup – izbegavanje nastanka zagušenja



OSI - Sloj mreže

- **Kvalitet servisa** – Mrežu u isto vreme koristi veliki broj korisnika sa **različitim zahtevima** u pogledu **očekivanih performansi**, tj. očekivanog kvaliteta servisa (QoS - *Quality of Service*)
- **Mere QoS-a su:**
 - **gubici** (npr. **procenat isporučenih paketa**),
 - **kašnjenje** (**vreme prenosa paketa** od izvora do odredišta),
 - **propusnost** (količina podataka koja se u jedinici vremena prenese između izvora i odredišta) i
 - treperenje ili **džiter** (*jitter* - **fluktacije u kašnjenju pojedinačnih paketa** između para izvor-odredište)

OSI - Sloj mreže

- Kvalitet servisa
- U uslovima intenzivnog saobraćaja, QoS koji mreža pruža pojedinim korisnicima može biti narušen
- **Zadatak sloja mreže** je da u što većoj meri svojim korisnicima **obezbedi zahtevani QoS**
 - Primer:
 - Mrežni sloj može da **da prednost** paketima koji zahtevaju brzi prenos, u odnosu na one kod kojih kašnjenje nije primarni zahtev

OSI – Transportni sloj

- Odgovoran za **isporuku celokupne poruke** od izvora do odredišta (tj. ***od-kraja-do-kraja***)
- **Mrežni sloj** iako obezbeđuje prenos ***pojedinačnih paketa*** od izvora do odredišta, **ne “vidi” bilo kakvu vezu između njih**
 - Svaki ***paket*** tretira kao ***nezavisnu jedinicu***; kao da je svaki paket posebna poruka, bez obzira da li je to i zaista slučaj ili ne

OSI – Transportni sloj

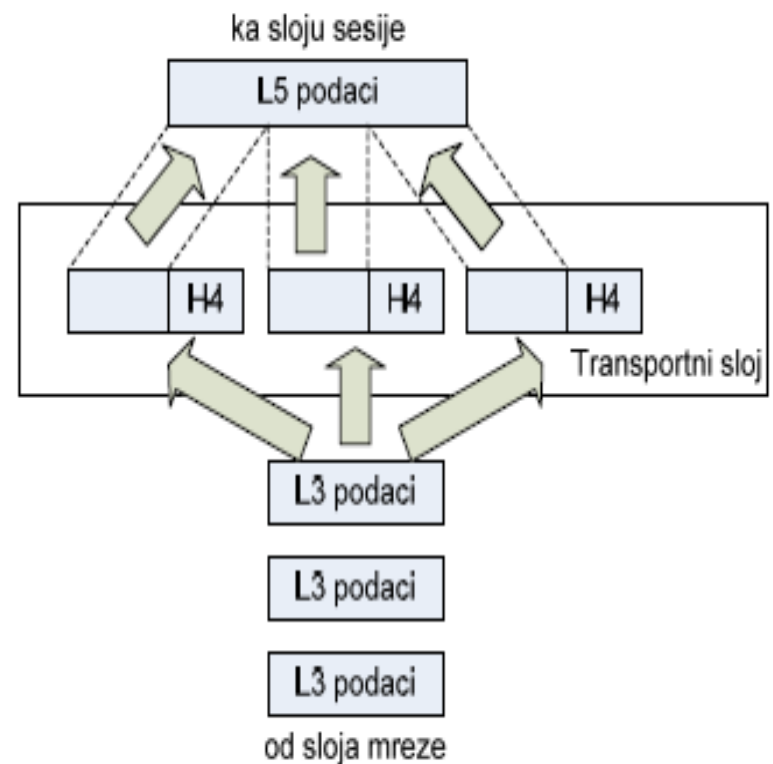
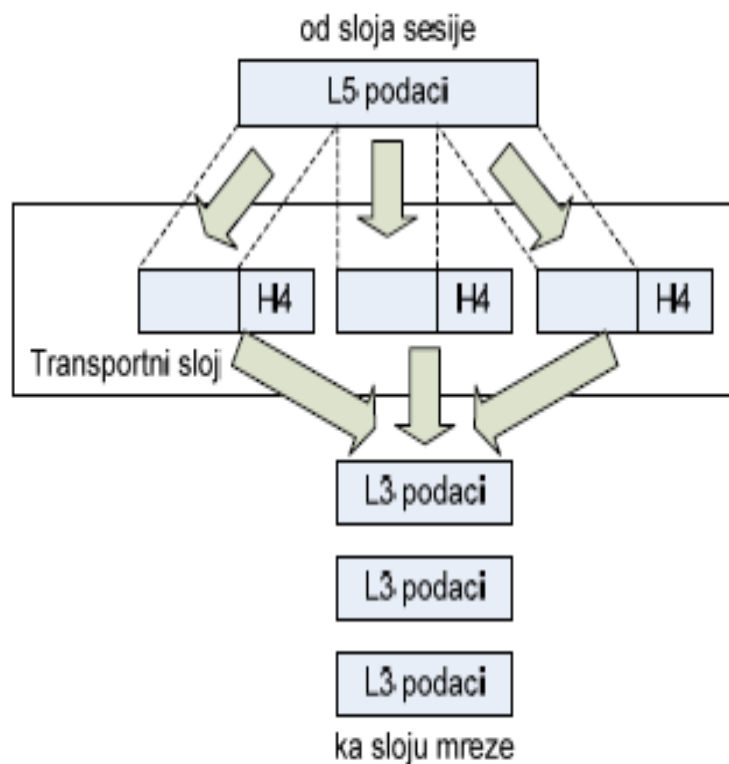
- Sloj mreže, iako čine najviše šta može
- ***Ne garantuje*** da će svaki paket ***biti isporučen***
- Ako paket bude ***izgubljen***, npr. ***zbog zagušenja rutera***, mrežni sloj ***nikoga neće obavestiti*** o tome
- Transportni sloj obezbeđuje da ***celokupna poruka***, u izvornom obliku, bude prenesena do odredišta
- Namećući (I) ***kontrolu grešaka*** i (II) ***kontrolu protoka*** na nivou izvora i odredišta

OSI – Transportni sloj

- Primer - *fajl transfer* aplikacija
- Ima zadatak da fajl proizvoljne veličine prenese **od fajl servera na host** koji je tražio fajl
- U cilju prenosa kroz mrežu, **fajl će biti podeljen na pakete**, a svaki paket će se prenositi nezavisno
- *Neki paketi* mogu biti primljeni sa greškom, a neki izgubljeni u prenosu
- *Zadatak transportnog sloja* je da uvede strogu disciplinu u isporuci paketa kako bi fajl u prvobitnom obliku bio prenet do svog odredišta

OSI – Transportni sloj

- Odnos između **transportnog sloja** i **slojeva mreže i sesije**



OSI – Transportni sloj

- **Osnovna funkcija** transportnog sloja je da
 1. ***Prihvati podatke*** od višeg sloja,
 2. **Podeli** ih na manje jedinice (***segmente***), ako je to potrebno,
 3. Prosledi ih sloju mreže i
 4. **Osigura** da svi oni **korektno stignu** na drugi kraj

OSI – Transportni sloj

- **Suštinska razlika** između transportnog i slojeva nižeg nivoa
 - **Niži nivoi** se bave komunikacijom između mašine i njenih **neposrednih suseda** u mreži,
 - **Transportni sloj** podrazumeva **komunikaciju između krajnjih mašina**, razdvojenih većim brojem rutera

OSI – Transportni sloj

- Da bi se **olakšala koordinacija** izvora i odredišta, na nivou transportnog sloja
 - Kreira se **konekcija** između dve krajnje tačke komunikacije
 - **Konekcija** se može razumeti kao **logička veza** (ili ***putanja***) za sve pakete koje se prenose u konkretnoj komunikaciji (sadržani u konkretnoj poruci)

OSI – Transportni sloj

- **Konekcija** je **analogna linku na fizičkom nivou**:
Krajnji učesnici u komunikaciji preko transportnog sloja **imaju utisak** da komuniciraju preko **jednog pouzdanog linka**, iako se **u realnosti** komunikacija ostvaruje uz pomoć **velikog broja** linkova i rutera

OSI – Transportni sloj

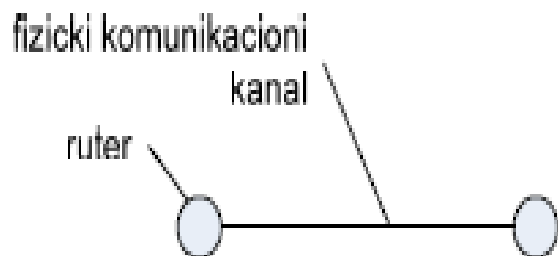
- Kreiranje konekcije podrazumeva tri koraka: uspostavljanje (otvaranje) konekcije, prenos podataka i zatvaranje konekcije
- Vezivanjem svih paketa za jednu konekciju, transportni sloj ostvaruje ***bolju kontrolu nad***
 - detekcijom i korekcijom grešaka,
 - protokom i
 - sekvenciranjem paketa

OSI – Transportni sloj

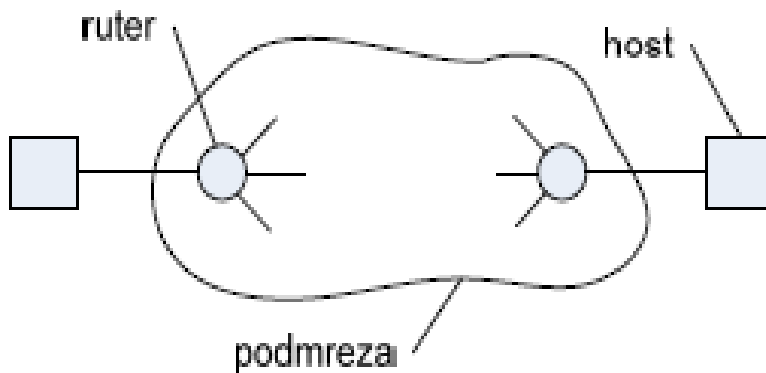
- **Transportni protokoli** nalikuju protokolima **sloja veze** - oba tipa protokola se bave **kontrolom grešaka i kontrolom protoka**
- Međutim, između njih postoji **suštinska razlika**, uslovljena **različitim okruženjima** u kojima ova dva protokola rade
- **Na nivou veze**, dva rutera komuniciraju direktno putem **fizičkog prenosnog medijuma**,
- **Na transportnom nivou** ovaj fizički kanal zamenjen celom **jednom podmrežom**

OSI – Transportni sloj

okruženje protokola sloja veze:



okruženje protokola transportnog sloja:



OSI – Transportni sloj

- **Adresiranje servisa** - Krajnje tačke komunikacije na nivou transportnog sloja **nisu mašine** (fizički uređaji), **već programi** koji se na njima izvršavaju
- Isporuka od izvora do odredišta nije samo isporuka od jednog do drugog računara, već **od konkretnog procesa** (programa koji se izvršava) na jednom računaru **do konkretnog procesa** na drugom računaru

OSI – Transportni sloj

- Adresiranje servisa
- **Zaglavlje** koje se formira na transportnom nivou sadrži **posebnu adresu** (koja se zove i **adresa servisa**) koja ukazuje na krajnje procese uključene u komunikaciju
- **Sloj mreže** vodi pakete do odredišnog računara, a **transportni sloj** do odredišnog procesa na tom računaru

OSI – Transportni sloj

- Segmentacija i rekonstrukcija - Na transportnom nivou, **poruka se deli na** segmente koji se dalje transportuju
- **Da bi se** na strani odredišta **omogućila rekonstrukcija** poruke i eventualno otkrili paketi koji su izgubljeni u prenosu, **segmenti jedne poruke se numerišu rednim brojevima** koji se umeću u zaglavlje protokola transportnog sloja

OSI – Transportni sloj

- Upravljanje konekcijom - Transportni sloj može biti:
 - **Konekcionog** (*connection-oriented*) ili
 - **Beskonekcionog** (*connectionless*) tipa
- Beskonekcioni prenos –
- Svaki segment se prenosi pomoću **nezavisnih paketa** i kao takav isporučuje transportnom sloju na određenom računaru

OSI – Transportni sloj

- Upravljanje konekcijom
- Transportni protokol **beskonekcionog tipa** ne rešava slučajeve gubitka paketa ili pristizanja paketa izvan redosleda, već segmente kao takve prosleđuje višem nivou
- Transportni sloj **konekcionog tipa** za prenos svake poruke kreira konekciju između krajnjih procesa
- Poruka se deli na segmente, a po završenom prenosu svih segmenata konekcija se zatvara

OSI – Transportni sloj

- Kontrola protoka - Slično kao i sloj veze, transportni sloj je odgovoran za kontrolu protoka
- Na ovom nivou, kontrola protoka se obavlja **između udaljenih krajnjih procesa**, a ne između uređaja direktno povezanih fizičkim linkom

OSI – Transportni sloj

- Kontrola grešaka - Kao i sloj veze, transportni sloj (konekcionog tipa) je odgovoran za kontrolu grešaka
- Kontrola grešaka se obavlja **na nivou krajnjih procesa**, a ne na nivou direktno povezanih uređaja
- Transportni sloj obezbeđuje da će **celokupna poruka** stići do odredišnog procesa **bez grešaka**
- Kontrola grešaka se po pravilu postiže **retransmisijom paketa**

OSI – Sloj sesije

- Omogućava **korisnicima na različitim mašinama** da **ustpostave logičku sesiju** između njih
- *Sesija pruža različite servise*, kao što su:
 - 1. Upravljanje dijalogom***
 - ko i kada može da šalje podatke
 - 2. Kontrola pristupa zajedničkim resursima***
 - da bi se sprečilo da dve strane u isto vreme pokušaju izvođenje neke kritične operacije

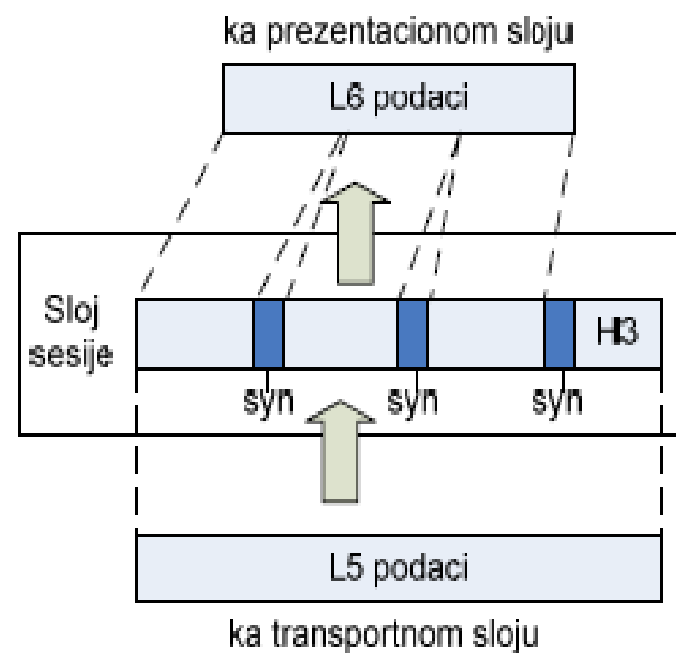
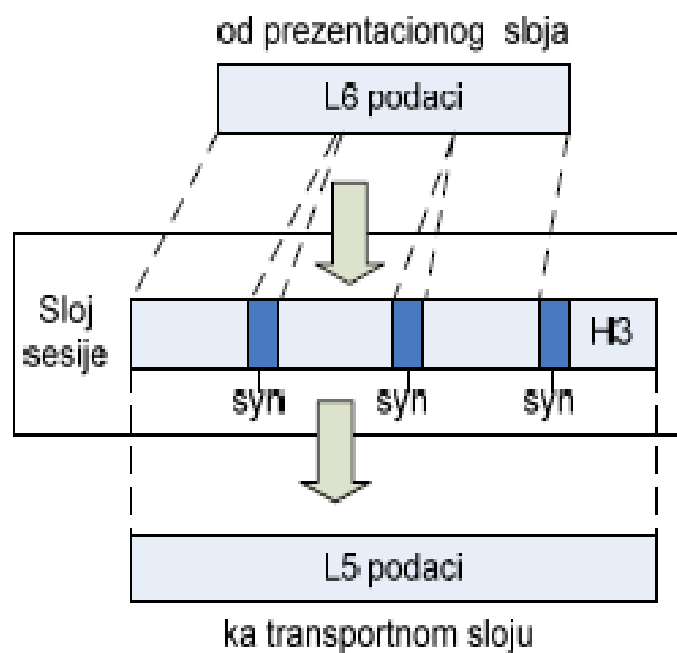
OSI – Sloj sesije

3. Sinhronizacija

- *nadgledanje dugotrajnih prenosa* velikih fajlova za slučaj abnormalnog prekida kako bi se ***po ponovnom uspostavljanju komunikacije*** prenos nastavio počev od tačke prekida

OSI – Sloj sesije

- **Odnos** između **sloja sesije** i susednih slojeva, **prezentacionog** i **transportnog**

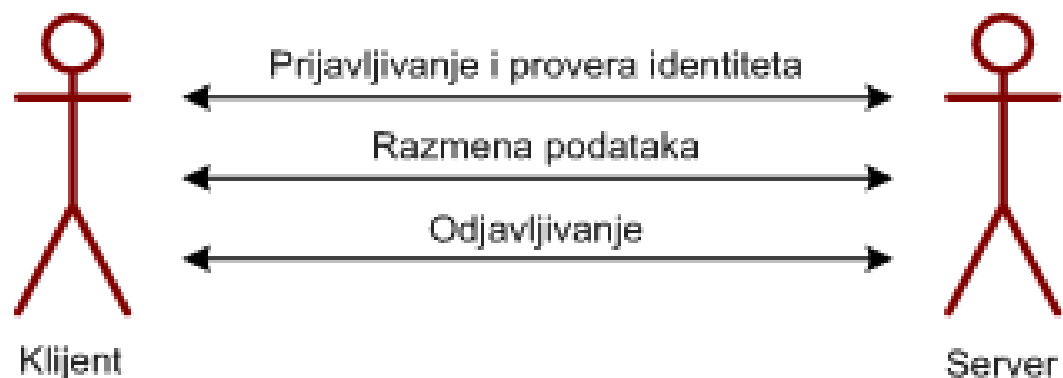


OSI – Sloj sesije

- Upravljanje dijalogom - Interakcija dve udaljene aplikacije **ne uključuje samo prostu razmenu podataka**. Obično, jedna strana u komunikaciji ima ulogu klijenta (onaj ko traži uslugu), a druga servera (onaj ko pruža uslugu)
- Da bi server opslužio klijenta, **klijent najpre mora da se predstavi** i na neki način **dokaže svoj identitet** (npr. putem **korisničkog imena i lozinke**), kako bi server bio siguran da klijent ima pravo korišćenja tražene usluge ili resursa iz tog sistema

OSI – Sloj sesije

- [Upravljanje dijalogom](#) -
- Po završetku interakcije, klijent se odjavljuje



OSI – Sloj sesije

- Upravljanje dijalogom
- Sve **ove aktivnosti čine dijalog** između dva sistema koji se ostvaruje pod kontrolom sloja sesija
- Slično konekciji sa transportnog nivoa, sesija se (I) **otvara**, (II) **traje** i (III) **zatvara**
- Međutim, **jedna sesija** može da uključi **veći broj konekcija**

OSI – Sloj sesije

- Upravljanje dijalogom
- Konekcija može **nepredviđeno da se prekine**, a zadatak sloja sesije je da konekciju **ponovo otvori**
- **Server ne mora biti jedan računar**, već jedan računar može biti zadužen za **prijavljivanje i autorizaciju**, dok drugi može sadržati **bazu podataka**
- **Sloj sesije** sve ove **detalje sakriva od klijenta**, koji ima utisak da komunicira sa jedinstvenim serverom preko jedinstvene sesije

OSI – Sloj sesije

- Kontrola pristupa mrežnim resursima - Sloj sesije omogućava **bezbedno i uzajamno isključivo korišćenje deljivih mrežnih resursa**
- Na primer, ako je resurs **mrežni štampač**, jasno je da u jednom vremenu servis štampanja može da opslužuje samo jednog klijenta - **uvek može da bude otvorena najviše jedna sesija** štampanja
- Takođe, deljiv resurs može biti baza podataka kojoj pristupa veliki broj korisnika

OSI – Sloj sesije

- *Sinhronizacija* - Sloj sesije omogućava procesima da **u tok podataka umeću sinhronizacione tačke**
- Primer:
- Ako neki sistem šalje ***fajl od 2000 stranica***, ima punog smisla postavljati ***sinhronizacione tačke na svakih 100*** prenetih stranica kako bi se potvrdilo da je svaka od jedinica obima 100 stranica uspešno preneti i potvrđena od strane odredišta

OSI – Sloj sesije

- *Sinhronizacija*
- Primer:
- Ako kojim slučajem u toku prenosa 535-te stranice dođe do nepredviđenog prekida komunikacije, npr. zbog nestanka napajanja, nakon ponovnog uspostavljanja veze **retransmisija će početi od 501 stranice**, jer stranice od 1 do 500. nema potrebe ponovo prenositi

OSI – Sloj sesije

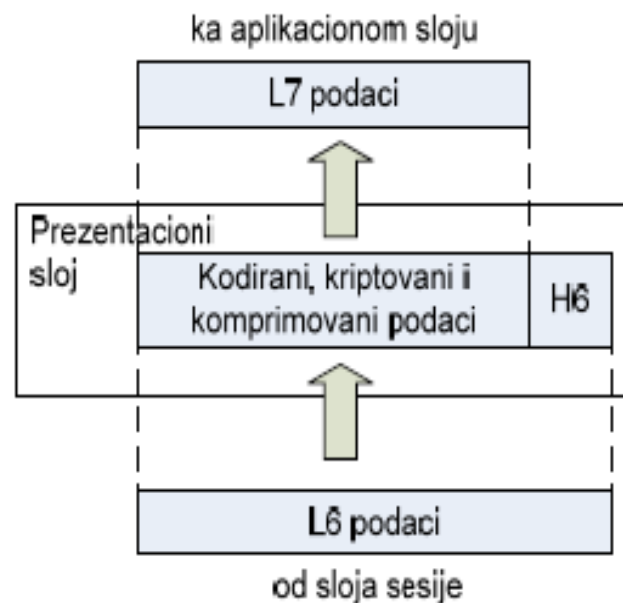
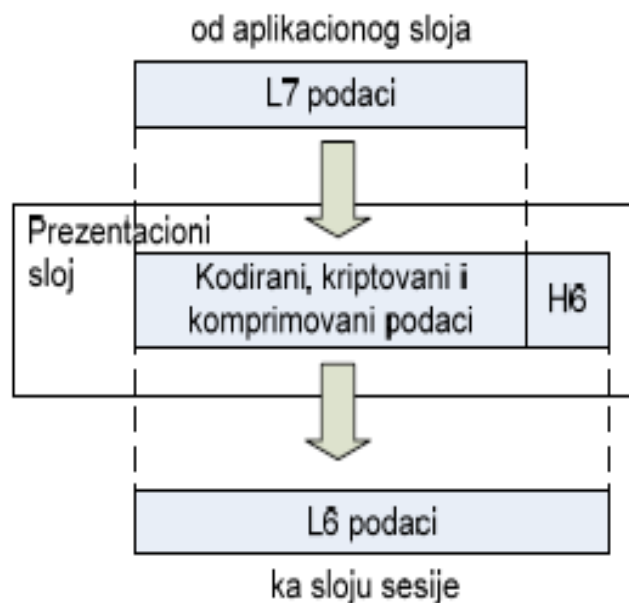
- Sinhronizacija
- **Sinhronizacione tačke** prilikom sprovođenja nekog složenog dijaloga **se ubacuju nakon** okončanih pojedinačnih **faza dijaloga**
- Ako usred dijaloga dođe do prekida komunikacije, dijalog će biti nastavljen počev od poslednje kompletirane faze

OSI – Prezентациони sloj

- Zadužen je za sintaksu i semantiku informacija koje se razmenjuju između dva sistema
- U sloju prezentacije se obavljaju transformacije podataka koje su neophodne *kako bi se*:
 - Uskladili formati podataka,
 - Omogućilo racionalno korišćenje komunikacionog kapaciteta mreže i
 - Obezbedila sigurnost podataka

OSI – Prezентациони sloj

- **Odnos** između **prezentacionog sloja** i susednih slojeva, **aplikacionog** i **sloja sesije**



OSI – Prezентациони sloj

- Prevođenje - **Procesi** (programi koji se izvršavaju) na dva udaljena sistema obično **razmenjuju informacije** u obliku **nizova karaktera, brojeva** itd.
- Pre prenosa, **informacija mora biti konvertovana u niz bitova**
- **Različiti računari koriste različite sisteme kodiranja**, a odgovornost prezentacionog sloja je da obezbedi prevođenje iz jednog u drugi
- **Na strani predaje**, prezentacioni sloj prevodi informaciju **iz formata** koji koristi pošiljalac **u** neki **standardni** format, razumljiv svima

OSI – Prezентациони sloj

- Prevođenje
- **Na prijemnoj strani**, prezentacioni sloj prevodi informaciju **iz standardnog u format koji koristi određni korisnik**
- Na primer, za binarno kodiranje tekstualnih informacija (slova, cifre i specijalni znaci) u upotrebi su dva standarda:
 - **ASCII** i
 - **EBCDIC**

OSI – Prezantacioni sloj

- Prevođenje
- Slovo 'A', u **ASCII** standardu kodira se sa **7 bita** kao "**1000001**", a u **EBCDIC** sa **8 bita** kao "**11000001**"
- Očigledno **tekstualni fajl** kreiran na mašini koja koristi ASCII standard, **biće nečitljiv** na mašini gde je u upotrebi EBCDIC standard, osim ako se **pre isporuke teksta** krajnjem korisniku ne **obavi prevođenje** iz ASCII u EBCDIC

OSI – Prezентациони sloj

- Kompresija/dekompresija - Između računara često se prenose **obimni fajlovi** koje sadrže tekst, slike ili neki druge tipove podatka
 - Veličina ovih fajlova može biti više desetina ili čak stotina megabajta
- **Prenos** tako velikih fajlova **traje dugo** i **zausima** značajan deo **kapaciteta mreže**
- Da bi se skratilo vreme prenosa, na predajnoj strani se obavlja kompresija fajla, čime se njena veličina smanjuje

OSI – Prezентациони sloj

- Kompresija/dekompresija
- Komprimovani fajl se prenosi preko mreže do odredišnog računara, gde se obavlja dekompresija i fajl, u obnovljenom obliku, isporučuje odredišnoj aplikaciji
- Podaci se komprimuju **uklanjanjem nizova bitova** koji se ponavljaju i njihovom zamenom nekom vrstom pregleda koji zauzima manje prostora; podaci se dekomprimuju **rekonstrukcijom** ponavljanih sekvenci bitova

OSI – Prezентациони sloj

- Kompresija/dekompresija
- Za datoteke koje sadrže tekst, program ili numeričke podatke moraju se koristiti metodi kompresije bez gubitaka
 - Smanjuju datoteku na do **40%** njene originalne
- Proces komprimovanja tokom kojeg se gube neki podaci zove se kompresija sa gubicima
- **Video i audio datoteke** često sadrže više informacija nego što posmatrač ili slušalac može da opazi
- Metod kompresije sa gubicima ne čuva višak informacija i može da smanji ove datoteke na do **5%** originalne veličine

OSI – Prezентациони sloj

- Šifrovanje/dešifrovanje - Šifrovanje se odnosi na **zaštitu podataka** od neovlašćenog korišćenja
- Mnoge računarske mreže (kao što je Internet) su javne mreže - što znači da su dostupne svim zainteresovanim korisnicima
- **Komunikaciona infrastruktura** koja povezuje dva udaljena korisnika nije pod kontrolom ni jednog od njih, pa informacije koje se razmenjuju mogu biti dostupne i nekoj trećoj strani i eventualno zloupotrebene

OSI – Prezantacioni sloj

- Šifrovanje/dešifrovanje
- Da bi se to sprečilo, **poverljive informacije** koje se šalju, **na predajnoj strani se šifruju** i prenose u šifrovanom obliku
- **Na prijemnoj strani**, obavlja se **dešifrovanje** i informacija u prvobitnom obliku isporučuje primaocu
- Za bilo koje treće lice koje dođe u posed šifrovane informacije, ona nema značaj jer niko osim pošiljaoca i primaoca nije u stanju da protumači njeno značenje

OSI – Prezencacioni sloj

- Provera autentičnosti - **Provera autentičnosti** se odnosi na utvrđivanje integriteta podataka
- Iako postoji više metoda za proveru autentičnosti, razmotrićemo samo jedan, poznat pod nazivom digitalni potpis
- **Koncept digitalnog potpisa** sličan je proceduri koja se sprovodi prilikom npr. **podizanja** veće količine **novca u banci**
 - Korisnik potvrđuje prijem novca potpisivanjem odgovarajućeg dokument, a banka smešta potpisani dokument u arhivu

OSI – Prezентациони sloj

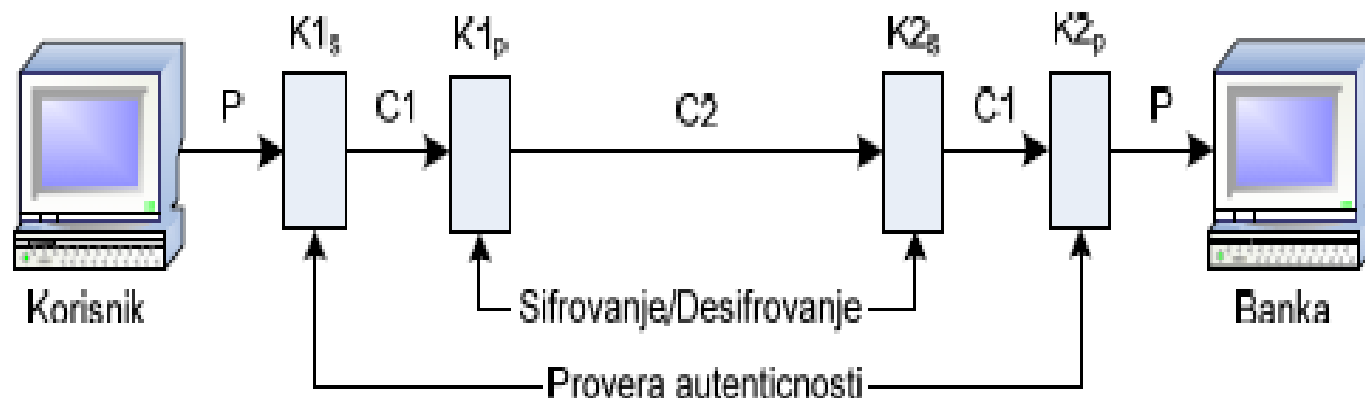
- Provera autentičnosti
- Potpisani dokument je potreban kao dokaz o obavljenoj transakciji, za slučaj da se korisnik kasnije obrati banci sa tvrdnjom da nije uzimao novac
- **Stavljanjem potpisa** na dokument korisnik potvrđuje autentičnost dokumenta
- **U mrežnim transakcijama**, korisnik ne može lično da potpiše zahtev za podizanje novca

OSI – Prezентациони sloj

- Provera autentičnosti
- Korisnik može da kreira ekvivalent elektronskog ili **digitalnog potpisa** načinom na koji šalje podatke
- Digitalni potpis uvodi **još jedan nivo šifrovanja/dešifrovanja** u prethodno opisani proces šifrovanja **javnim ključem**
- Međutim, ovog puta, **tajni ključ čuva korisnik**, a **javni banka**

OSI – Prezентacioni sloj

- Provera autentičnosti
- Digitalni potpis



K_s – tajni ključ

K_p – javni ključ

OSI – Sloj aplikacije

- Sloj aplikacije je vršni sloj OSI modela koji omogućava korisniku korišćenje usluga mreže
- Svrha šest nižih slojeva je obezbeđivanje pouzdanog prenosa podataka - prenos podataka, sam po sebi, nije krajnji cilj!
- Na aplikacionom nivou, mogućnost razmene podataka sa udaljenim korisnicima se **uobličava u svrsishodne servise i aplikacije**

OSI – Sloj aplikacije

- Sloj aplikacije obezbeđuje interfejs i podršku za standardne (informacione) servise kao što su:
 - elektronska pošta,
 - pristup i prenos udaljenih fajlova,
 - Web i dr.

OSI – Sloj aplikacije

- **Korisnici** informacionih servisa:
 - **čovjek**
 - **druga aplikacija**
 - Izvršava se na istom računaru
 - U tom slučaju, interfejs nisu tastatura, miš i ekran već skup funkcija (servis) koje su na raspolaganju korisničkom programu

OSI – Sloj aplikacije

- Da bi dve aplikacije mogle da komuniciraju neophodno je da postoje pravila koja definišu **skup dozvoljenih poruka** i **aktivnosti koje program preduzima** po prijemu poruke
- Primer - **program** za slanje elektronske pošte
- **Omogućava** korisniku da
 - napiše e-mail,
 - navede odredišnu e-mail adresu i
 - prostim **klikom na dugme** pošalje email

OSI – Sloj aplikacije

- Zadatak programa:
- Ono što **za krajnjeg korisnika** predstavlja **jednostavnu aktivnost**, **program** razlaže na čitav niz akcija
- Da sadržaj pisma, adresu pošiljaoca, adresu primaoca zajedno drugim pratećim informacijama upakuje u poruku koja će biti razumljiva za program koji koristi primalac pisma

OSI – Sloj aplikacije

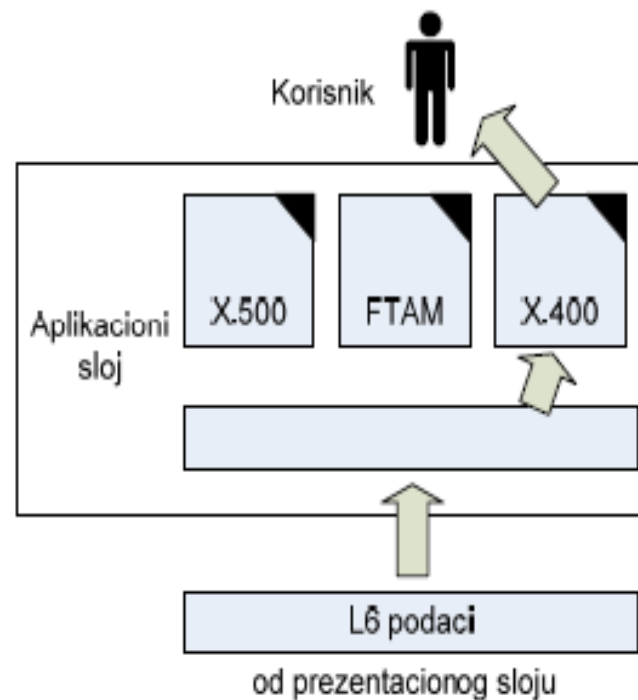
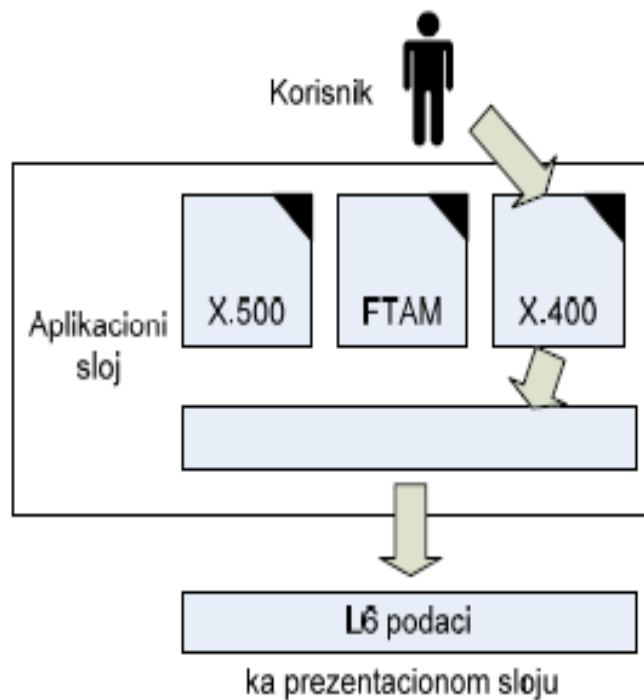
- Zadatak programa:
- Dalje,
- Uspostavi vezu sa Mail serverom i isporuči mu poruku
- Dakle, akcije uključuju i **interakciju** i dijalog sa nekom **udaljenom aplikacijom**
- Da bi dve aplikacije mogla da se razumeju - neophodno je da obe poštuju neka zajednička **standardizovana pravila**

OSI – Sloj aplikacije

- **Pravila interakcije** između udaljenih aplikacija predstavljaju **protokole** koji spadaju **u sloj aplikacije**
 - **X.400** - servis za razmenu poruka,
 - **X.500** - servis imenika (direktorijuma) i
 - **FTAM** - prenos, pristup i menadžment fajlova
- Napomenimo da se radi o servisima OSI standarda, koji se danas **retko koriste**

OSI – Sloj aplikacije

- **Odnos** između **korisnika**, **sloja aplikacije** i **prezentacionog sloja**



OSI – Sloj aplikacije

- ***Virtuelni terminal*** –
- Virtualni terminal je **softverska verzija** fizičkog terminala (tastatura i monitor)
- Omogućava korisniku **da udaljeni računar koristi** na isti način **kao lokalni**
- Aplikacija kreira **softversku emulaciju terminala** na udaljenom računaru

OSI – Sloj aplikacije

- *Virtuelni terminal* -
- Korisnički računar komunicira sa softverskim terminalom, koji prenosi konverzaciju na udaljeni računara i obrnuto
- Udaljeni računar ima privid da interaguje sa fizičkim terminalom koji je direktno priključen

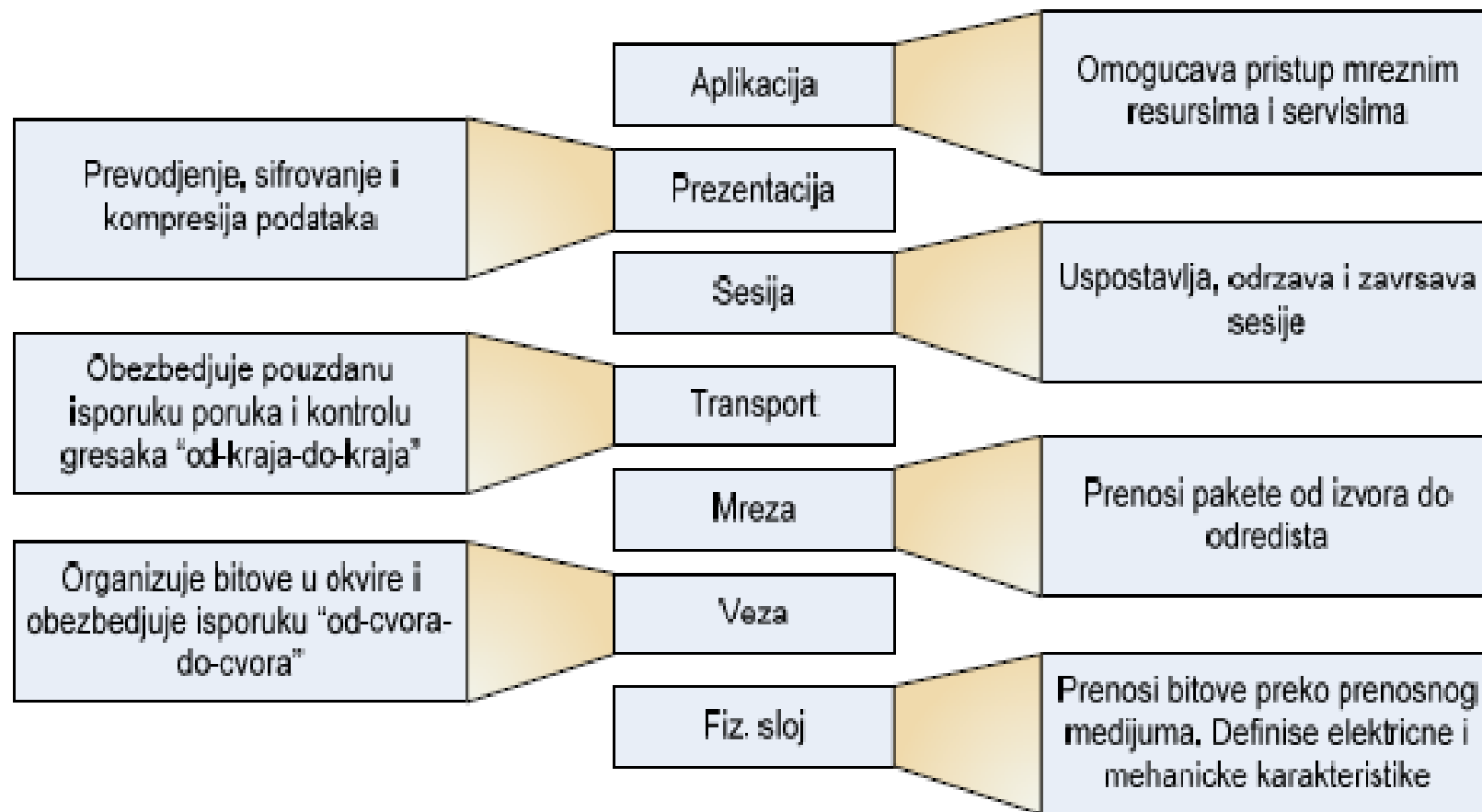
OSI – Sloj aplikacije

- Prenos, pristup i menadžment fajlova - Ova aplikacija omogućava korisniku da **pristupa fajlovima na udaljenom računaru** radi
 - čitanja (preuzimanja),
 - modifikacije,
 - kreiranja novih ili
 - brisanja postojećih fajlova
- Mail servis - Predstavlja osnovu za **prenos i skladištenje elektronske pošte**

OSI – Sloj aplikacije

- Servis (imenika) direktorijuma - Ova aplikacija omogućava **pristup distribuiranim imenicima** koji čuvaju neke globalne informacije iz različitih oblasti

Pregled funkcija OSI modela



TCP/IP referentni model

- **TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol - Protokol za kontrolu prenosa/Internet protokol*) **referentni model** se koristi na **Internetu**
- Razvijen je **pre OSI modela**, tako da se slojevi ova dva modela **ne poklapaju** u potpunosti
- TCP/IP model čini **pet slojeva**:
 - fizički,
 - sloj veze,
 - mrežni,
 - transportni i
 - aplikacioni

TCP/IP referentni model

- TCP/IP se samo **sporadično bavi** najnižim slojevima (**fizičkim i slojem veze**)
- Zajedno, ova dva sloja se tretiraju kao **“host-mreža” sloj**
- TCP/IP **ne nameće neke posebne zahteve** koji se tiču ovih slojeva
- Pretpostavlja se da **lokalne mreže poseduju protokole** koji pokrivaju funkcije tih slojeva

TCP/IP referentni model

- Naglasak stavljen na sloj mreže, transportni i aplikacioni sloj
- Mrežni i transportni sloj odgovaraju slojevima **3 i 4 OSI modela**
- Međutim, kod TCP/IP na transportni sloj direktno se nastavlja aplikacioni sloj - koji obuhvata funkcionalnost **tri vršna sloja OSI modela**

TCP/IP referentni model

- **Odnos** između **OSI** i **TCP/IP** modela

