

# Uvod u veb i internet tehnologije



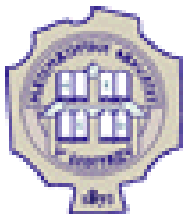


# Internet, usluge i protokoli





# Opis Interneta



# Opis Interneta

- Internet je najveća i najznačajnija mreža današnjice
- Ona povezuje veliki broj različitih mreža i računare širom cele planete
- S obzirom na to da Internet veoma kompleksan, teško je definisati ga jednom rečenicom
- Dve grupe opisa Interneta se mogu sresti u literaturi:
  - strukturni opisi
  - funkcionalni opisi



# Strukturni opis Interneta

Sa strukturnog stanovišta, Internet se definiše preko hardverskih, komunikacionih i softverskih komponenti koje ga sačinjavaju

- Sa ovog stanovišta, Internet je WAN mreža koja povezuje mnoštvo manjih privatnih ili javnih mreža
- Internet omogućava računarima i drugim uređajima povezanim na ove mreže da međusobno komuniciraju
- Komunikacioni kanali su izgrađeni od veoma različitih fizičkih komunikacionih tehnologija (raznih vrsta kablova, bežičnih veza, satelitskih veza)
- Krajnji računari se nazivaju i **host računari**
- Između host računara postoje obično samo posredne veze preko uređaja koji se nazivaju **ruteri**





## Strukturni opis Interneta (2)

- Struktura Interneta je **hijerarhijska**:
  - host računari su povezani u mrežu njihovih lokalnih Internet dobavljača (Internet Service Provider – **ISP**),
  - uređaji lokalnih dobavljača su povezani u regionalne mreže,
  - regionalne mreže su povezane u nacionalne i internacionalne mreže, itd.
- I host računari i ruteri poštuju IP protokol komunikacije koji, između ostalog, svakom od njih dodeljuje jedinstvenu logičku adresu koja se naziva **IP adresa**
- IP protokol definiše mogućnost slanja paketa informacija između hostova i rutera
- Paketi informacija od hosta do hosta putuju preko niza rutera, pri čemu se putanja automatski određuje i hostovi nemaju kontrolu nad putanjom paketa (koristi se paketno komutiranje)
- Softver host računarima korisnicima pruža različite usluge



# Funkcionalni opis Interneta

Sa funkcionalnog stanovišta, Internet se definiše preko usluga koje nudi svojim korisnicima

- Sa tog stanovišta, Internet je mrežna infrastruktura koja omogućava rad distribuiranim aplikacijama koje korisnici koriste
  - Ove aplikacije uključuju veb (World Wide Web) koji omogućava korisnicima pregled hipertekstualnih dokumenata, elektronsku poštu (e-mail), prenos datoteka (ftp, scp) izmedđu računara, upravljanje računarima na daljinu preko prijavljivanja na udaljene računare (telnet, ssh), slanje instant poruka (im), itd.
- Vremenom se gradi sve veći i veći broj novih aplikacija
  - Ove aplikacije međusobno komuniciraju preko svojih specifičnih aplikacionih protokola (npr. HTTP, SMTP, POP3, . . . )
- Svi aplikacioni protokoli komuniciraju korišćenjem dva transportna protokola: TCP i UDP



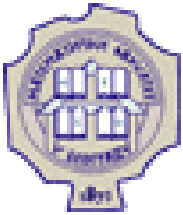
## Funkcionalni opis Interneta (2)

- Dakle, transportni protokoli Interneta su
  - TCP - protokol sa uspostavljanjem konekcije koji garantuje da će podaci koji se šalju biti dostavljeni ispravno, u potpunosti i u redosledu u kome su poslati
  - UDP - protokol bez uspostavljanja konekcije koji ne daje nikakve garancije o dostavljanju



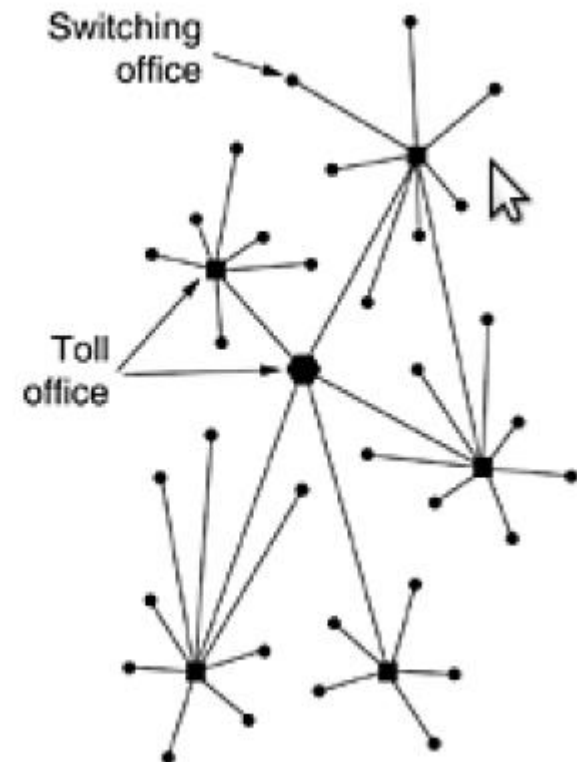


# Istorijat Interneta



## Prve ideje

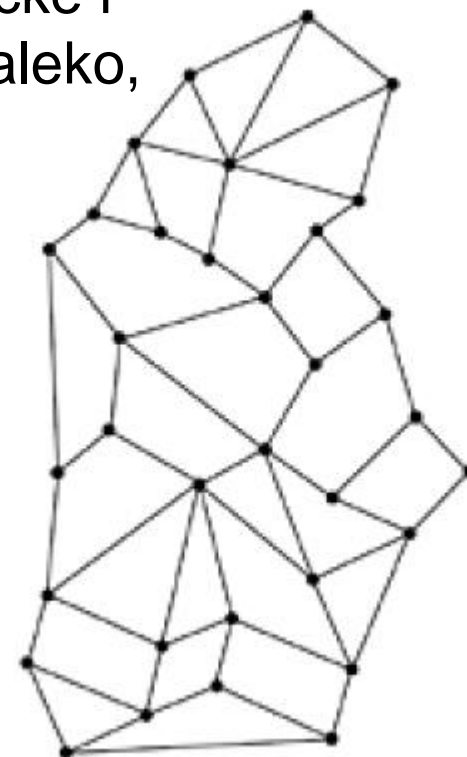
- Kasnih 1950-tih godina, na vrhuncu hladnog rata, Ministarstvo odbrane USA je želelo da uspostavi mrežu komunikacije projektovanu tako da može da preživi eventualni prvi nuklearni udar protivnika
- U to vreme vojne komunikacije su koristile javnu telefonsku mrežu, što se smatralo veoma ranjivim
- Slika koja prikazuje hijerarhijski način organizacije telefonske mreže jasno ukazuje da ukoliko dođe do kvara u malom broju čvorova, većina komunikacije biva prekinuta





## Prve ideje (2)

- Oko 1960. godine Ministarstvo odbrane angažuje RAND korporaciju, a Pol Baran predlaže rešenje prikazano na slici
- Podaci od čvora do čvora putuju bilo kojom od dostupnih putanja
- Pošto su u tom slučaju neke putanje predugačke i analogni signal nije mogao da se šalje tako daleko, predloženo je da se koristi digitalno paketno komutiranje (packet-switching)
- U Pentagonu je ovaj koncept prihvaćen, međutim, nakon konsultacija sa AT&T, vodećom telefonskom kompanijom u SAD, koncept biva odbačen





# ARPANET

- U oktobru 1957, kao odgovor na rusko lansiranje satelita Sputnik, predsednik SAD Ajzenhauer osniva **ARPA** - agenciju čiji je zadatak da subvencionise istraživanja pri univerzitetima i kompanijama čije se ideje čine obećavajućim
- 1967. godine, direktor ARPA Lari Roberts, odlučuje da jedan od zadataka ARPA treba da bude i ulaganje u komunikacije
- Nailazi se na ranije odbačen Baranov rad, čiji je minijaturni prototip već bio implementiran u Velikoj Britaniji i donosi se odluka da se sagradi mreža, koja će biti poznata pod imenom ARPANET



## ARPANET (2)

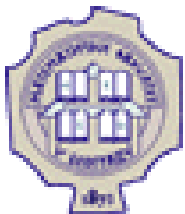
- ARPANET ima sledeće karakteristike:
  - Svaki čvor mreže se sastojao od mini računara (hosta) na koji je nadograđen uređaj pod imenom IMP (Interface Message Processor)
  - Kako bi se povećala pouzdanost, svaki IMP je bio povezan bar sa još dva udaljena IMP-a
  - Udaljeni IMP-ovi su međusobno bili povezani žičanim komunikacionim linijama brzine 56Kbps – najbržim u to vreme
  - Poruke koje su slane između hostova su se delile na pakete fiksirane dužine i svaki paket je mogao da putuje alternativnim putanjama
  - Svaki paket je morao u potpunosti da bude primljen u jedan IMP pre nego što se prosledi sledećem
- Dakle, ARPANET je bila prva store-and-forward packet-switching mreža



## ARPANET (3)

- Tender za izgradnju mreže dobila je američka kompanija BBN
- U pisanju softvera učestvovao je i određen broj postdiplomaca sa funiverziteta koji su imali ugovor sa Ministarstvom odbrane USA
- Mreža je prvi put javno prikazana u decembru 1969. godine sa četiri povezana čvora:
  1. UCLA (University of California at Los Angeles)
  2. UCSB (University of California at Santa Barbara)
  3. SRI (Stanford Research Institute)
  4. UU (University of Utah)
- Mreža je izrazito brzo rasla i do kraja 1972. godine bilo je povezano četrdesetak velikih čvorova u SAD
- Kako bi se pomoglo rastu ARPANET-a, ARPA je takode finansirala i istraživanja na polju satelitskih komunikacija i pokretnih radio mreža





## ARPANET (4)

- Ubrzo se uvidelo da je za dalji rast mreže uz mogućnost korišćenja različitih komunikacionih tehnologija potrebno ustanoviti i kvalitetne komunikacione protokole
- 1974. godine dizajniran je TCP/IP model i protokol
- Kompanija BBN i univerzitet Berkley su ugradili softversku podršku ovih protkola u Berkley Unix operativni sistem, kroz uvođenje programskog interfejsa za mrežno programiranje (tzv. soketa) i izgradnju niza aplikacija za rad u mrežnom okruženju
- Tokom 1980-tih veliki broj dodatnih mreža, naročito LAN, je povezan na ARPANET
- Povećanjem dimenzije mreže, pronalaženje odgovarajućeg hosta postaje problematično i uvodi se DNS (Domain Name System)



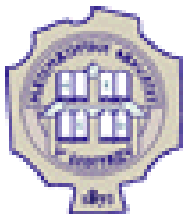
## NSFNET

- Kasnih 1970-tih, fondacija U.S. National Science Foundation (NSF) uvida ogroman pozitivan uticaj ARPANET-a na razvoj nauke, kroz omogućavanje udaljenim istraživačima da dele podatke i učestvuju u zajedničkim istraživanjima
- Da bi neki univerzitet mogao da koristi ARPANET, neophodno je bilo da ima ugovor sa Ministarstvom odbrane USA, što mnogi univerziteti nisu imali
- NSF odlučuje da se izgradi naslednik ARPANET mreže, koja bi omogućila slobodan pristup svim univerzitetskim istraživačkim grupama
- Projekat je započeo izgradnjom kičme mreže (backbone), koja je povezivala šest velikih računarskih centara u SAD
- Super-računarima su priključeni komunikacioni uredaji koji su nazivani fuzzball (poput IMP u slučaju ARPANET)



## NSFNET (2)

- Karakteristike razvijene mreže:
  - Hardverska tehnologija je bila identična tehnologiji korišćenoj za ARPANET
  - Međutim, softver se razlikovao - mreža je odmah bila zasnovana na TCP/IP protokolu
- Pored kičme, NSF je izgradio i dvadesetak regionalnih mreža koje su povezane na kičmu, čime je zvanično izgrađena mreža poznata kao NSFNET
- Ova mreža je priključena na ARPANET povezivanjem fuzball i IMP na univerzitetu CMU (Carnegie-Mellon University)
- NSFNET je bio veliki uspeh i komunikaciona tehnologija u kičmi mreže je kroz nekoliko faza proširivana i unapređivana do brzina od 1.5Mbps početkom 1990-tih



## NSFNET (3)

- Vremenom se shvatilo da vlada SAD nema mogućnost samostalnog finansiranja održavanja i proširivanja NSFNET mreže
- Odlučeno je da se mreža preda komercijalnim kompanijama koje bi, uz ostvarivanje sopstvenog profita, izvršile značajne investicije u razvoj
- Ovo se pokazuje kao dobar potez i 1990-tih godina, uključivanjem komercijalnih kompanija, brzina komunikacije u okviru NSFNET mreže, povećana je sa 1.5Mbps na 45Mbps
- Različite kompanije počinju da grade zasebne mrežne komunikacione kanale, pa da bi bila moguća komunikacija različitim kanalima svi oni bivaju povezani u okviru čvorova pod imenom NAP (Network Access Point)
- Umesto postojanja jedinstvene mreže, paket koji putuje može da bira bilo koju od raspoloživih mrežnih infrastruktura



## „Mreža svih mreža“

- Paralelno sa razvojem ARPANET-a i NSFNET-a, i na ostalim kontinentima nastaju mreže pravljene po uzoru njih (npr. u Evropi su izgradene EuropaNET i EBONE)
- Sve ove postepeno bivaju povezane u jedinstvenu svetsku mrežu
- Sredinom 1980-tih godina počinje se ova kolekciju različitih spojenih mreža posmatrati kao medumreža (internet), a kasnije i kao jedinstveni svetski entitet – Internet\*
- Danas se može smatrati da je uređaj priključen na Internet ukoliko koristi softver koji komunicira TCP/IP protokolima, koji ima IP adresu i može da šalje IP pakete ostalim uređajima na Internetu



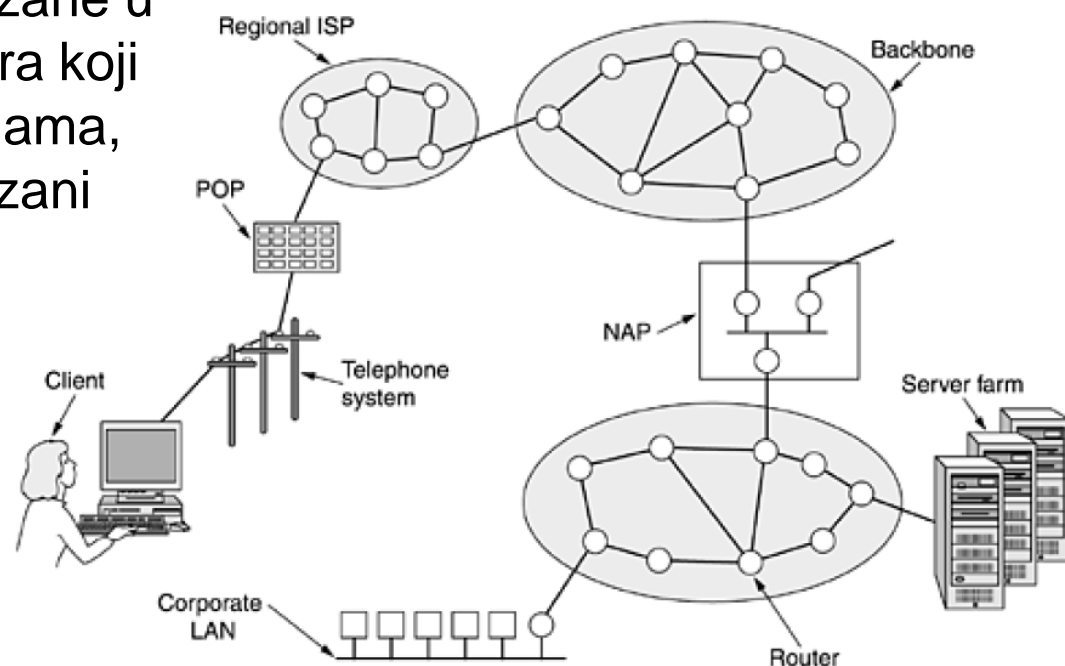
# Arhitektura Interneta





# Arhitektura Interneta

- Klijent se povezuje, nekom od pristupnih tehnologija, u slučaju prikazanom na slici modemska pristupom sa ISP računarom
- ISP održava regionalnu mrežu svojih rutera i povezan je na neku od kičmi Interneta
- Različite kičme su povezane u okviru NAP-stanice rutera koji pripadaju različitim kičmama, a u okviru NAP su povezani brzom LAN vezom.





## Arhitektura Interneta (2)

Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

- **Hab** (hub) - dobijene poruke prosleđuje svim priključenim uređajima
  - Ne može kontrolisati propuštanje paketa koje šalje povezanim uređajima
  - Ne može odrediti najbolji put za slanje paketa
  - Nisu efikasni
  - Koriste se u malim mrežama, sa niskim nivoom komunikacije
  - Radi na nivou sloja veze podataka – nisko, najbliže fizičkom sloju
- **Most** (bridge) - povezuje lokalnu mrežu sa drugom lokalnim mrežom koja koristi isti protokol
  - Ima jedinstveni ulazni i jedinstveni izlazni port
  - Kontrolise propuštanje paketa na mreži na osnovu MAC adrese odredišta – ne šalje sve pakete bez kontrole
  - Pakete prosleđuje samo mreži u kojoj se nalazi primalac
  - Radi na nivou sloja veze podataka



## Arhitektura Interneta (3)

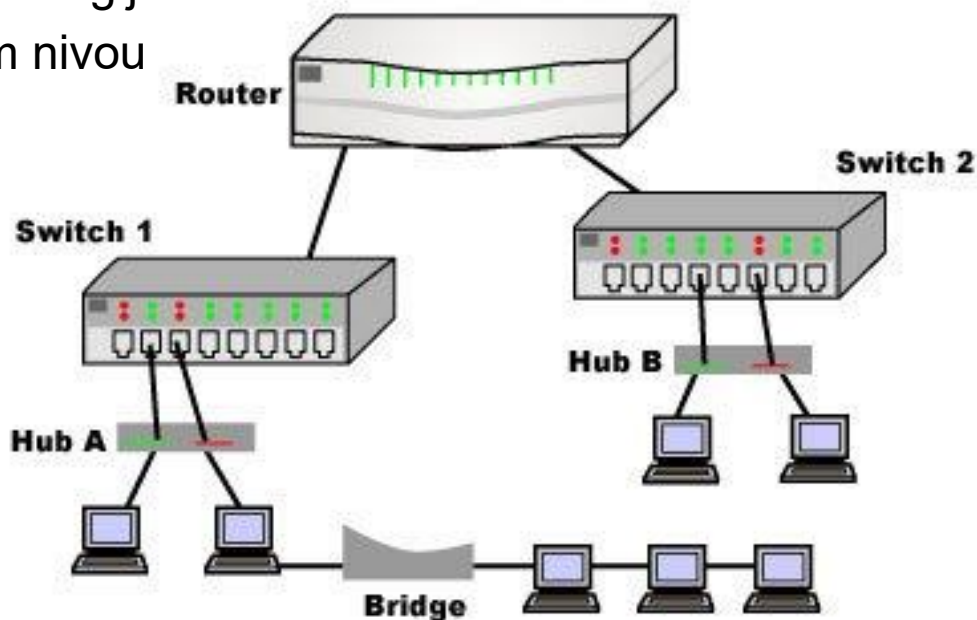
Elementi mrežnog hardvera koji se koriste:

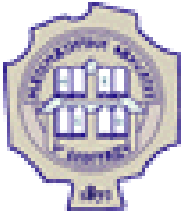
- Svič (switch) - povezuje dve ili više nezavisnih mreža
  - Podržava veći broj ulaznih i izlaznih portova
  - Vršiti kontrolu greške pre prosleđivanja paketa
  - U zavisnosti od tipa, realizuju prosleđivanje na nivou veze podataka (zasnovano na MAC adresama) i na nivou mreže (zasnovano na IP adresama)
  - Pakete prosleđuje samo mreži u kojoj se nalazi primalac
  - Kod velikih mreža se svičevi koriste umesto habova za povezivanje računara u podmrežama



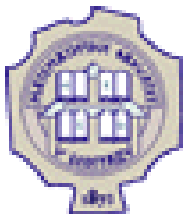
## Arhitektura Interneta (4)

- **Ruter** (router) - kompleksniji uređaj namenjen povezivanju raznorodnih mreža i povezivanju mreža sa Internetom
  - Obično ima javnu IP adresu koju deli cela mreža
  - Koristi IP adrese za prosleđivanje paketa, što dopušta mrežnu komunikaciju po različitim protokolima
  - Prosleđuje pakete na osnovu softvera, dok svič radi hardverski
  - Podržava različite WAN tehnologije
  - Radi na sloju mreže – višem nivou





# Tehnologije pristupa Internetu



# Tehnologije pristupa Internetu

- Tehnologije pristupa Internetu (access networks) su deo Internet infrastrukture između host računara i prvog rutera. Ovaj deo komunikacije se ponekad naziva **lokalna petlja** (local loop) ili **poslednja milja** (last mile)
- Iako predstavlja jako mali procenat geografske razdaljine koji podaci prelaze, često predstavlja usko grlo u komunikaciji
- Komunikacija u ovom delu se obično vrši korišćenjem zastarele postojeće infrastrukture fiksne telefonije i vrši se na analogan način
- Promene na tom polju i napredak tehnologije su sada vidljive, čak i u nerazvijenim zemljama





## Tehnologije pristupa Internetu (2)

Tehnologije pristupa Internetu su:

1. **Modemski pristup** - korišćenje već postojeće infrastrukture fiksne telefonije (plain old telephone system, POTS)
  - Kako bi se uspostavila veza, potrebno je nazvati telefonski broj - tako da ovakva povezivanja spadaju u pozivna povezivanja (dial up)
  - Fiksna telefonija podrazumeva postojanje parica koje povezuju udaljene tačke prenošenjem analognog signala
  - Računar se priključuje na telefonsku infrastrukturu preko uređaja koji se naziva modem koji ima zadatak da vrši analogno/digitalnu konverziju
  - Na drugom kraju veze, u okviru dobavljača interneta, nalazi se sličan modem koji je povezan na ruter uključen u Internet mrežu
  - Fizičke karakteristike komunikacije kroz telefonsku mrežu ograničavaju brzinu komunikacije na nekoliko desetina hiljada bps (standardno 56Kbps), jer su na kraju lokalne petlje instalirani filtri koji uklanjaju sve frekvencije van opsega 300Hz – 3400 Hz



## Tehnologije pristupa Internetu (3)

2. **DSL** - digitalna pretplatna linija (Digital Subscriber Line) je tehnologija za istovremeni prenos glasovnog signala i digitalnih podataka velikim brzinama preko parica fiksne telefonske mreže
- Korisnici istovremeno mogu i da telefoniraju i da prenose podatke, što ranije nije bilo moguće
  - DSL ostvaruje stalnu vezu i nema potrebe za okretanjem broja prilikom uspostavljanja veze (nije dial up)





# Tehnologije pristupa Internetu (4)

## ○ Princip funkcionisanja DSL:

- U slučaju kratkih veza (tj. kratkih telefonskih linija), prošireni frekvencijski raspon obično biva preko 1MHz. Ovaj raspon se zatim deli na pojaseve širine 4Khz i svaki pojas se nezavisno koristi za komunikaciju
- Dakle, u pitanju je multipleksovanje deljenjem frekvencija. Obično se jedan pojas alokira za prenos glasovnog signala, dva pojasa za kontrolu prenosa podataka, dok se svi ostali pojasevi (njih oko 250) alokiraju za prenos podataka
- S obzirom na to da se obično više vrši preuzimanje podataka nego slanje, obično se više pojaseva odvaja za dolazni saobraćaj (download) nego odlazni (upload). Ovaj pristup se naziva Asimetrična digitalna pretplatna linija (Asymmetric DSL, tj. ADSL)
- Brzina prenosa podataka je obično je do 16Mbps u dolaznom i 1Mbps u odlaznom saobraćaju
- Na korisnikovom kraju linije, instalira se razdelnik (splitter) koji prvi pojas (frekvencije do 4Khz) usmerava ka telefonskom uređaju, a ostale pojaseve ka računaru



# Tehnologije pristupa Internetu (5)

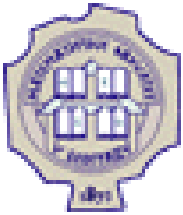
## ○ Princip funkcionisanja DSL:

- Filtriranje frekvencija van standardnih frekvencija ljudskog govora na kraju telefonskih linija ograničava mogućnost prenosa podataka
- Kako bi se povećao frekvencijski opseg, filteri se modifikuju i odsecanje frekvencija se ne vrši, čime frekvencijski opseg veze postaje zavisn samo od dužine kabla (jer na dugačkim paricama dolazi do slabljenja visokofrekvencijskih signala)
- Ograničenje DSL tehnologije je nemogućnost instalacije na mestima koje su fizički previše udaljeni od telefonske centrale (DSL pristojne brzine se obično može ugraditi na rastojanjima do 4km)
- Između računara i razdelnika nalazi se tzv. ADSL modem, koji je relativno kompleksan uređaj, jer ima zadatak da vrši deljenje i objedinjavanje podataka koji se šalju na veliki broj nezavisnih komunikacionih kanala
- Sličan uređaj (koji se naziva DSLAM), instalira se na drugom kraju žice (u okviru telefonske centrale). On prihvata podatke od velikog broja korisnika, objedinjuje informacije, i šalje ih ka ISP.



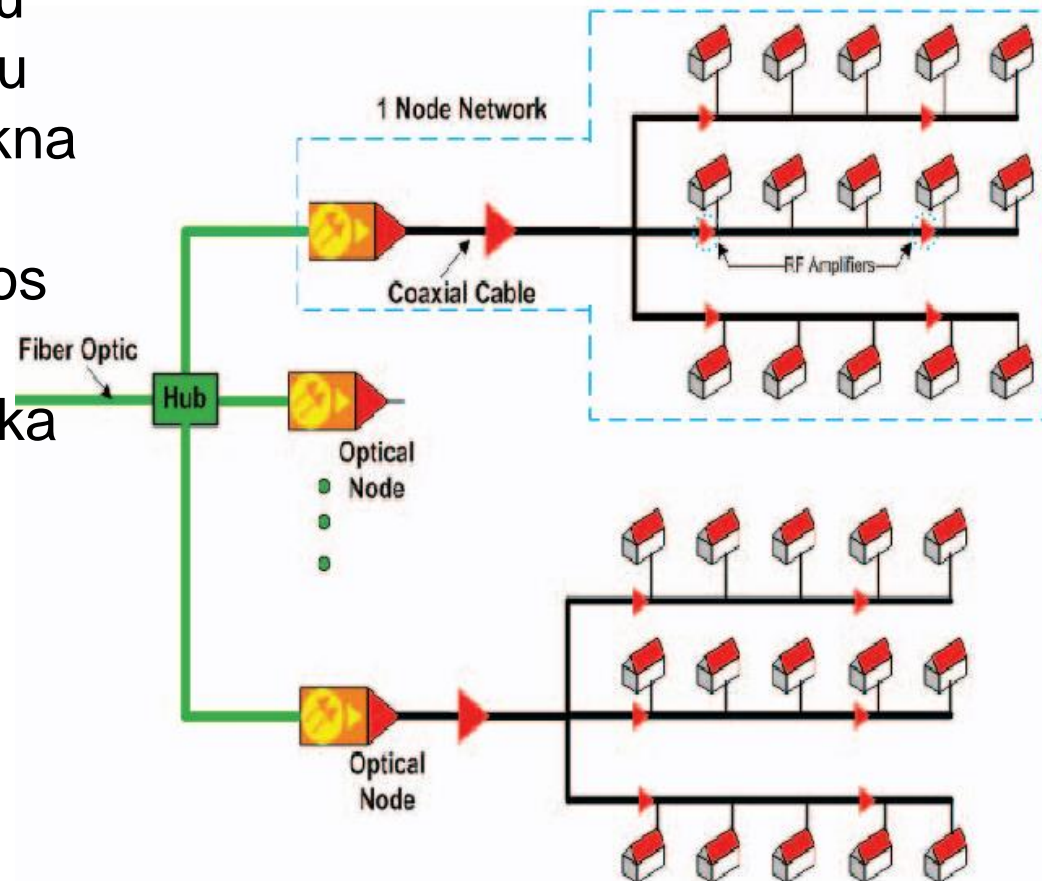
## Tehnologije pristupa Internetu (6)

3. **ISDN** - slično DSL tehnologiji, ova tehnologija (Integrated Services Digital Network) uvodi direktne digitalne veze zasnovane na žicama javne telefonije kojima se istovremeno prenosi glasovni signal i digitalni podaci (na zasebnim kanalima)
- Korisnicima je omogućeno da istovremeno razgovaraju telefonom i koriste mrežu
  - Za razliku od DSL, ISDN zahteva uspostavljanje veze pozivom broja, tako da spada u grupu dial up pristupa
  - Brzina prenosa podataka je obično 128Kbps
  - ISDN je danas u velikoj meri potisnut od strane DSL tehnologije, jer zahteva kompleksnije promene u postojećoj telefonskoj infrastrukturi, a ne donosi značajno povećanje brzine prenosa podataka u odnosu na dial up



# Tehnologije pristupa Internetu (7)

4. **HFC\*** - Optičko-kablovske mreže (Hybrid fibre-coaxial) su mreže koje se zasnivaju na kombinovanom prenosu podataka kroz optička vlakna i koaksijalne kablove koje služe za istovremeni prenos televizijskog signala, radio signala, i digitalnih podataka







## Tehnologije pristupa Internetu (8)

### ○ Princip funkcionisanja HFC:

- Ruter u centrali ISP se povezuje optičkim kablovima sa čvorovima, koji su dalje povezani sa korisnicima korišćenjem koaksijalnih kablova (obično već postojećih kablova kablovske televizije)
- Signal iz koaksijalnih kablova se zatim razdeljuje na radio i TV signal i na digitalne podatke
- Veza sa računarom se ostvaruje preko tzv. kablovskog modema
- Na jedan čvor se obično povezuje oko 500 korisnika
- Signal u kablovima se obično prostire radio talasima frekvencije između 5MHz i 1GHz
- Obično se početni pojas širine nekoliko desetina MHz koristi za odlazni saobraćaj, a ostatak frekvencijskog pojasa se koristi za dolazni saobraćaj
- Slično kao kod DSL, korišćenjem FDM, frekvencijski opseg se deli na pojaseve koji se alociraju za prenos različitih vrsta signala i podataka



# Tehnologije pristupa Internetu (9)

- Princip funkcionisanja HFC:
  - Svi korisnici povezani na lokalni čvor dele komunikacioni kanal i svi dolazni paketi bivaju istovremeno dostavljeni svim kablovskim modemima koji su priključeni na isti čvor
  - Zbog ovoga, brzina prenosa može da varira u zavisnosti od aktivnosti korisnika priključenih na lokalni čvor
  - Brzina dolaznog saobraćaja može da ide i do 60Mbps, a odlaznog 2Mbps (pod pretpostavkom da lokalni čvor nije opterećen)

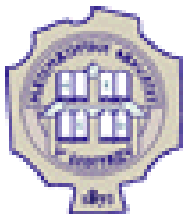




# Tehnologije pristupa Internetu (10)

## 5. Mreže mobilne telefonije

- Razvoj mobilne telefonije karakteriše se generacijama.
- U prvoj generaciji vršen je analogni prenos glasa, u drugoj generaciji digitalni prenos glasa, dok se u okviru treće generacije vrši digitalni prenos glasa i podataka, a u četvrtoj generaciji je omogućen prenos veoma velikih količina podataka sa znatno većim brzinama i minimalnim kašnjenjem
- Tehnologije pristupa internetu koje koriste postojeće mreže mobilne telefonije u novije vreme postaju sve naprednije i sve šire korišćene
- U okviru četvrte generacije se koristi tehnologija Long Term Evolution(LTE), sa brzinom preuzimanja sadržaja do 105 Mbps i brzinom postavljanja sadržaja do 30 Mbps, koja omogućuje gledanje odabranih sadržaja u visokoj definiciji (HD i 4K), uključujući i digitalni TV program, te bolji kvalitet video servisa (live streaming, on-line igrice itd.)

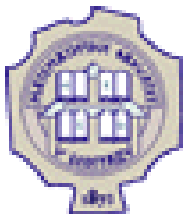


# Tehnologije pristupa Internetu (11)

- Tehnologija koje se u okviru treće generacije najviše koristi je High Speed Packet Access (HSPA)
  - Omogućava brzine prenosa i do 14Mbps u dolaznom i 6Mbps u odlaznom saobraćaju.
  - HSPA je unapređenje je Wideband Code Division Multiple Access (W-CDMA) tehnologije
- Još starija General Packet Radio Service (GPRS) tehnologija je omogućavala brzine od 56 do 114Kbps i korišćena je za prenos podataka u okviru druge generacije (tzv. 2.5G)



# Internet servisi



# Internet servisi

Broj različitih servisa koje nudi Internet vremenom raste. Osnovni servisi prisutni još iz doba ARPANET-a su elektronska pošta, diskusione grupe, upravljanje računarima na daljinu i prenos datoteka

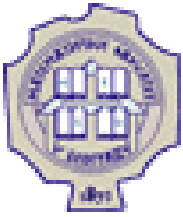
Naravno, najpopularniji servis interneta je veb i on će biti opisan nešto kasnije

U poslednje vreme se često događa da se „klasični“ servisi Interneta, kao i novi tipovi usluga koje se pružaju na Internetu realizuju preko veba



# Internet servisi – elektronska pošta

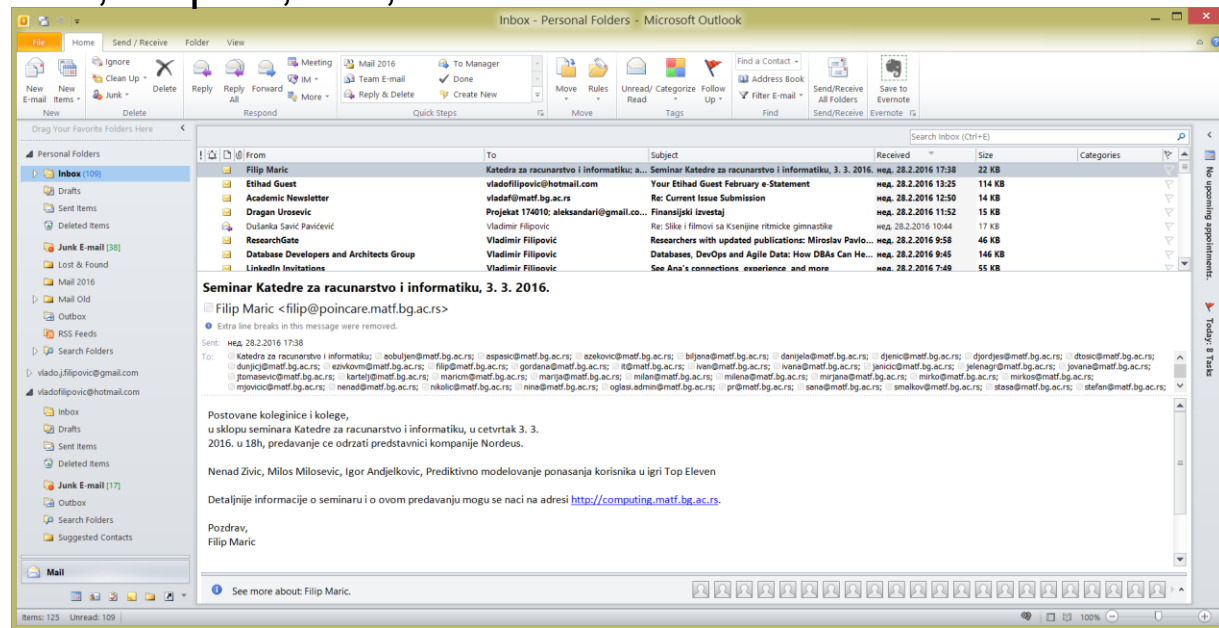
- Elektronska pošta (e-mail) - predstavlja jedan od najstarijih servisa Interneta
  - Godišnje se razmeni više milijardi poruka
  - Funkcioniše tako što svaki korisnik poseduje svoje „poštansko sanduče” (mailbox) na nekom serveru.
  - Sanduče jedinstveno identifikuje elektronska adresa koja obavezno sadrži znak @ koji razdvaja ime korisnika, od domena servera elektronske pošte.
  - Sandučići se nalaze na serverima na Internetu i obično ih obezbeđuju kompanije, univerziteti i dobavljači Interneta, ali takode postoje i javni, besplatni serveri elektronske pošte.
  - Poruke se šalju su u tekstualnom formatu (bilo kao čisti tekst, bilo kao hipertekst označen jezikom HTML), ali mogu da obuhvate i priloge u proizvoljnom formatu



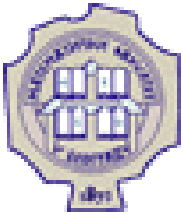
# Internet servisi – elektronska pošta (2)

## ○ Elektronska pošta (e-mail)

- Uz svaku poruku, poželjno je navođenje teme poruke i elektronske adrese primaoca
- Slanje i primanje pošte korisnik obično obavlja preko klijenta instaliranog na svom računaru
- Najpoznatiji klijenti za elektronsku poštu danas su Microsoft Office Outlook, Microsoft Outlook Express, Apple Mail, Mozilla Thunderbird, Lotus Notes, Eudora, mapine, elm, . . .







# Internet servisi – elektronska pošta (3)

## ○ Elektronska pošta (e-mail)

- Značajan obim elektronske pošte se odvija preko javnih servisa elektronske pošte vezanih za veb, bez korišćenja posebnog klijenta elektronske pošte, već se rad obavlja pomoću veb aplikacija
- Servisi ovog tipa su Yahoo! Mail, Microsoft Hotmail, Google Gmail, itd.

The screenshot shows the Outlook.com web interface. The top navigation bar includes links for Books, Business, Finance, Developed, Education, Entertainment, Media, Prog, Real estate, and Science. Below this is a search bar and a list of folders: Inbox (8), Junk (17), Drafts, Sent, Deleted, and Suggested Contacts. The main content area displays a list of emails. The selected email is from the 'Database Developers and Architects Group' with the subject 'Databases, DevOps and Agile Data: How DBAs Can Help Speed Application Development'. The email content includes a LinkedIn Groups header and a discussion post by Aroop Menon, a Product Marketer, discussing the importance of database development in IT projects.



## Internet servisi – elektronska pošta (4)

- U slanje jedne elektronske poruke obično su uključena četiri računara



- Dva pristupa organizovanju elektronske pošte:
  - poruke se podrazumevano odmah trajno prenose sa servera primaoca na njegov računar, brišu se sa servera i organizuju na tom računaru
  - podrazumevano poruke sve vreme stoje na serveru i tamo se organizuju



## Internet servisi – elektronska pošta (5)

- Za slanje elektronske pošte koristi se protokol SMTP
- Za primanje elektronske pošte koriste se protokoli:
  - POP3
    - primer prvog pristupa organizovanju elektronske pošte
    - poruke se mogu ostaviti i na serveru ali će se onda na drugom računaru i pročitane poruke prikazati kao nove
    - moguće je pravljenje samo lokalnih foldera i markera za sortiranje pošte
  - IMAP
    - primer drugog pristupa organizovanju elektronske pošte
    - folderi za sortiranje poruka se prave na serveru i biće isto vidljivi sa bilo kog računara sa koga se povežemo na server
    - jednom pročitana poruka se prikazuje kao pročitana i na drugim uređajima
- Protokoli aplikativnog sloja SMTP, POP3 i IMAP koriste TCP protokol na transportnom nivou



# Internet servisi – diskusione grupe

- Diskusione grupe (usenet) - predstavljaju distribuirani Internet sistem za diskusije koji datira još od 1980. godine
  - Korisnici mogu da čitaju i šalju javne poruke
  - Poruke se smeštaju na specijalizovane servere (news server). Diskusije su podeljene u grupe (newsgroups) po određenim temama, koje se imenuju hijerarhijski
    - Na primer, sci.math označava grupu za diskusije na temu matematičke nauke
  - Pristup diskusionim grupama se vrši korišćenjem specijalizovanog softvera (newsreader). Obično su klijenti elektronske pošte istovremeno i klijenti za korišćenje diskusionih grupa
  - Iako u današnje vreme veb forumi predstavljaju alternativni način diskusija, diskusione grupe se i dalje koriste u značajnoj meri.



# Internet servisi – udaljen pristup

- Prijavljivanje na udaljene računare (remote login) - ovaj servis omogućava korisnicima (tj. klijentima) da se korišćenjem Interneta prijave na udaljeni računar (server) i da nakon uspešnog prijavljivanja rade na računaru, kao da je u pitanju lokalni računar
  - Korisnik na ovaj način dobija terminal kojim upravlja udaljenim računarem izdajući komande
  - Udaljeni računar prima komande i izvršava ih korišćenjem svojih resursa, a rezultate šalje nazad klijentu koji ih korisniku prikazuje u okviru terminala
  - Prijavljivanje na udaljeni računar se obično vrši preko Telnet protokola i SSH protokola
  - Telnet aplikacije ne vrše enkripciju podataka prilikom slanja tako da imaju problem sa stanovišta bezbednosti i sve manje se koriste
  - Sa druge strane, telnet klijenti se mogu koristiti i nezavisno od Telnet protokola



## Internet servisi – udaljen pristup (2)

- Prijavljivanje na udaljene računare (remote login)
  - Za ovaj servis, klijenti najčešće se koriste aplikacije kao što su telnet (komandna aplikacija koja implementira Telenet protokol), PuTTY (aplikacija koja implementira i Telnet i SSH protokol), OpenSSH, SSH Secure Shell Client (aplikacije koje implementiraju SSH protokol) i sl.

```
poincare.matf.bg.ac.rs - default - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
[Icons]
Quick Connect Profiles

SSH Secure Shell 3.2.9 (Build 283)
Copyright (c) 2000-2003 SSH Communications Security Corp - http://www.ssh.com/

This copy of SSH Secure Shell is a non-commercial version.
This version does not include PKI and PKCS #11 functionality.

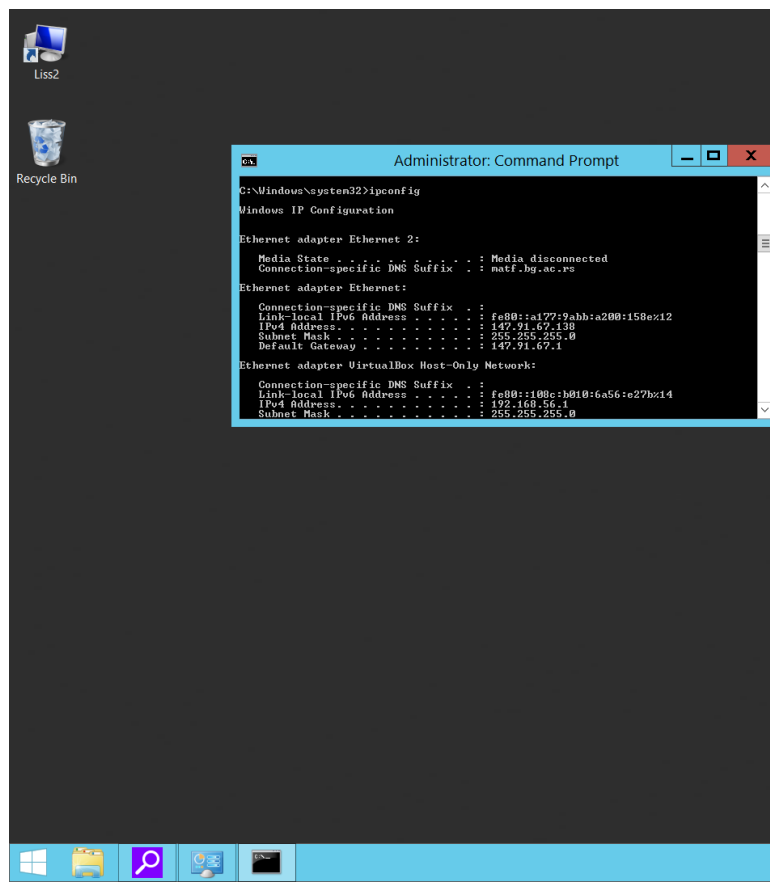
Last login: Sat Feb 27 17:20:15 2016 from 93-86-222-172.dynamic.isp.telekom.rs
Linux 3.10.17.
vladaf@poincare:~$ dir
#aa.txt#      WINDOWS/      init-spamfilter.sh*  nauci_sa_spam.sh*   temp/
Desktop/      dead.letter  mail/                procmail.log
Sent\ Items   forward1    nauci_sa_ham.sh*    public_html/
vladaf@poincare:~$
```

Connected to poincare.matf.bg.ac.rs SSH2 - aes128-cbc - hmac-md5 - n 80x24



# Internet servisi – udaljen pristup (2)

- Prijavljivanje na udaljene računare
- Omogućen je i udaljen pristup u kome je korisniku na raspolaganju kompletan GUI udaljenog računara (remote desktop).



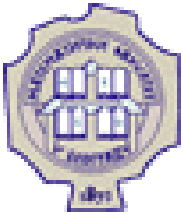
Windows Server 2012 R2



# Internet servisi – prenos datoteka

- **Prenos datoteka** (file transfer) - predstavlja jedan od klasičnih servisa Interneta i datira još od ranih 1970-tih. Prenos datoteka se vrši između klijentskog računara i serverskog računara u oba smera (mogu se preuzimati i postavljati datoteke na server)
  - Ovaj servis se obično koristi za postavljanje datoteka na veb servere kao i za preuzimanje velikih binarnih datoteka
  - Serveri koji čuvaju kolekcije datoteka obično se identifikuju adresom koja počinje sa ftp
  - Za prenos datoteka koristi se FTP protokol, kao i SCP i SFTP protokoli bazirani na SSH koji nude enkripciju pri prenosu datoteka.





# Internet servisi – prenos datoteka (2)

- Prenos datoteka (file transfer)
  - Kijenti najčešće se koriste aplikacije kao što su ftp (komandna aplikacija koja implementira ftp protokol), scp (komandni program koji kopira datoteke uz korišćenje enkripcije), veb pregledači, klijenti poput GnuFTP, Windows Commander i sl.

The screenshot displays two windows side-by-side. The left window is a web browser showing the 'Index of /' page for the FTP site ftp://ftp.ncbi.nih.gov. It lists various directories and files with their sizes and modification dates. The right window is a Windows Command Prompt titled 'Administrator: Command Prompt - ftp', showing the execution of FTP commands to connect to the NCBI server and list the directory contents.

**Index of /**

Name	Size	Date Modified
1000genomes/		2/26/13, 12:00:00 AM
100GB	97.7 GB	10/6/14, 12:00:00 AM
10GB	9.8 GB	10/6/14, 12:00:00 AM
1GB	1001 MB	10/6/14, 12:00:00 AM
50GB	48.8 GB	10/6/14, 12:00:00 AM
5GB	4.9 GB	10/6/14, 12:00:00 AM
README.ftp	2.0 kB	8/12/15, 12:00:00 AM
SampleData/		2/8/16, 4:27:00 PM
asn1-converters	0 B	10/5/14, 12:00:00 AM
bigwig/		11/22/14, 12:00:00 AM
bioproject/		2/28/16, 4:10:00 PM
biosample/		2/28/16, 9:02:00 AM
blast/		1/6/16, 2:49:00 PM
cgap/		9/13/04, 12:00:00 AM
clemson/		10/14/14, 12:00:00 AM
cn3d/		10/3/14, 12:00:00 AM
dbgap/		11/6/14, 12:00:00 AM
entrez/		7/18/13, 12:00:00 AM
epigenomics/		10/13/11, 12:00:00 AM
eqtl/		10/1/15, 4:20:00 PM
fa2htgs/		8/4/06, 12:00:00 AM
favicon.ico	3.2 kB	10/5/14, 12:00:00 AM
genbank/		2/17/16, 12:13:00 AM
gene/		2/12/16, 10:11:00 PM
genomes/		2/25/16, 8:22:00 PM

**Administrator: Command Prompt - ftp**

```
C:\Windows\system32>ftp
ftp> o ftp://ftp.ncbi.nih.gov
Unknown host ftp://ftp.ncbi.nih.gov.
ftp> o ftp.ncbi.nih.gov
Connected to ftp.wip.ncbi.nlm.nih.gov.
220-
Warning Notice!

You are accessing a U.S. Government information system which includes this
computer, network, and all attached devices. This system is for
Government-authorized use only. Unauthorized use of this system may result in
disciplinary action and civil and criminal penalties. System users have no
expectation of privacy regarding any communications or data processed by this
system. At any time, the government may monitor, record, or seize any
communication or data transiting or stored on this information system.
---
Welcome to the NCBI ftp server! The anonymous access URL is ftp://ftp.ncbi.nlm.
nih.gov/

Public data may be downloaded by logging in as "anonymous" using your E-mail ad
dress as a password.

Please see ftp://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/README.ftp for hints on large file transf
ers
220 FTP Server ready.
User (ftp.wip.ncbi.nlm.nih.gov:(none)): anonymous
331 Anonymous login ok, send your complete email address as your password
Password:
230 Anonymous access granted, restrictions apply
ftp> dir
200 PORT command successful
150 Opening ASCII mode data connection for file list
dr-xr-xr-x 4 ftp anonymous 4096 Feb 26 2013 1000genomes
-r--r--r-- 1 ftp anonymous 104858648576 Oct 3 2014 100GB
-r--r--r-- 1 ftp anonymous 10486808576 Oct 3 2014 10GB
-r--r--r-- 1 ftp anonymous 1049624576 Oct 3 2014 1GB
-r--r--r-- 1 ftp anonymous 52429848576 Oct 3 2014 50GB
```



# Internet servisi - veb

- Veb (World Wide Web - WWW) - Internet servis nastao tek ranih 1990-tih godina, međutim veoma brzo je postao je najznačajniji Internet servis današnjice
  - To je sistem međusobno povezanih dokumenata poznatih kao veb strane koje mogu da sadrže tekst, slike, video snimke i dr.
  - Veb strane su povezane korišćenjem veza (linkova), tj. predstavljaju hipertekst
  - Korisnici aktivirajući veze (obično jednostavnim klikom miša) prelaze sa jedne stranice na drugu
  - Stranice se čuvaju na specijalizovanim veb serverima i na zahtev klijenata se prenose na klijenske računare gde ih specijalizovani programi prikazuju
  - Ovi programi nazivaju se veb pregledači (web browsers). Najpoznatiji pregledači danas su Google Chrome, Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Safari, Opera, Yandex, Microsoft Internet Explorer, itd.
  - Dostava veb sadržaja je zasnovana na HTTP protokolu i HTTPS protokolu (pruža dodatnu sigurnost jer se podaci šalju u šifrovanom obliku)



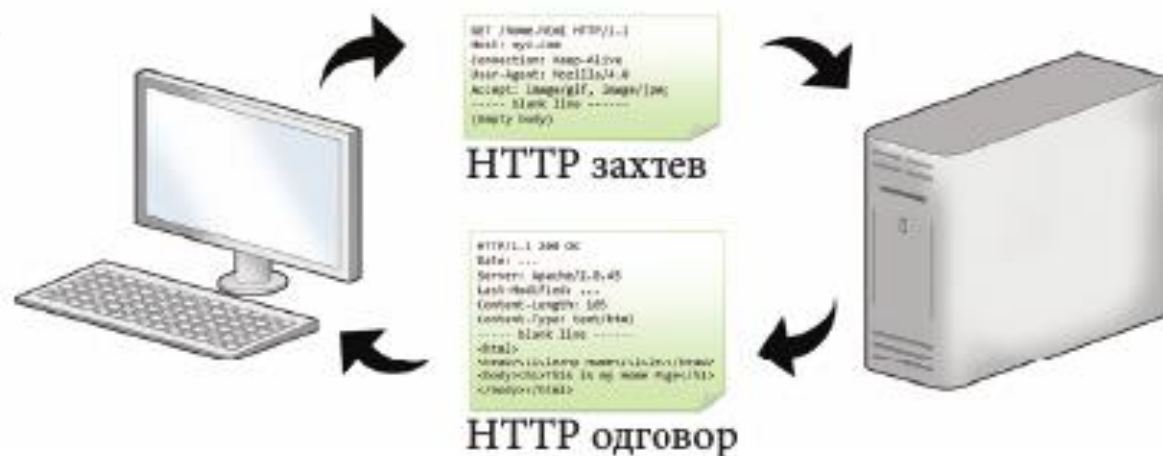
## Internet servisi – veb (2)

- Veb sajt (web site) je kolekcija veb stranica povezanog sadržaja
- Veb stranicama su pridružene URI adrese (Uniform Resource Identifier)
  - URI adresa: oznaka protokola + ime domena ili IP adresa servera + putanja do resursa na internetu
  - Primer: <http://www.server.com/data/grafik.pdf>
- Kratak opis istorijskog razvoja veba:
  - Koncipiran 1980-tih u istraživačkom centru CERN (Tim Berners-Li)
  - 1990. razvijen prototip klijentskog i serverskog softvera i definisana prva verzija HTTP protokola
  - Mosaic - prvi veb pregledač
  - Tokom 1990-tih rat pregledača: Microsoft Internet Explorer i Netscape Navigator
  - Napredak tehnologije prikaza dovodi do toga da autori insistiraju na bogatoj vizuelnoj prezentaciji
  - 1994. formirana neprofitna organizacija W3C sa svrhom kanalisanja daljeg razvoja veba i koordinacije industrijskih proizvođača softvera



## Internet servisi – veb (3)

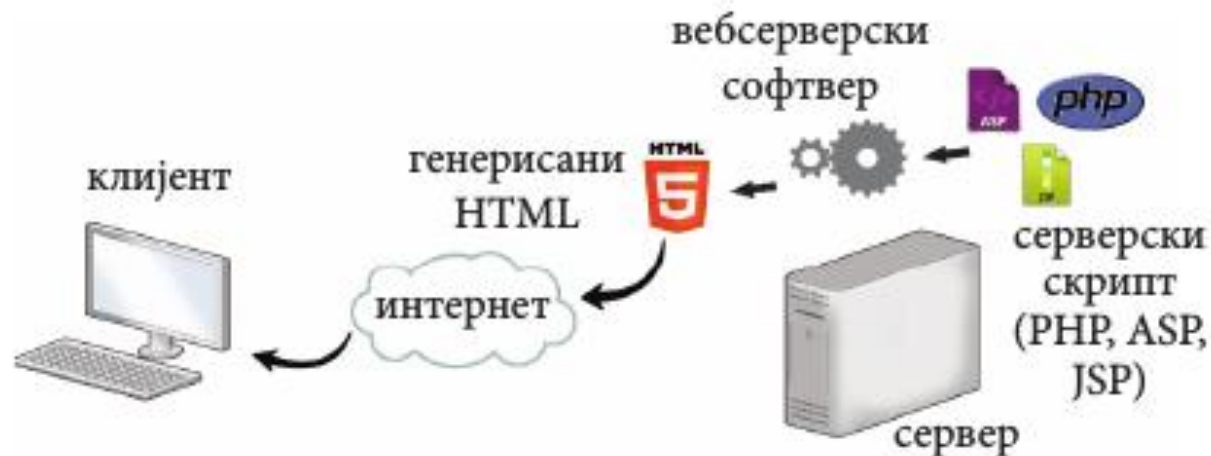
- Komunikacija između pregledača i servera:
  - Određuje se IP adresa servera
  - Serveru se šalje HTTP zahtev s nazivom i lokacijom zahtevane strane
  - Server proverava da li postoji strana i ako postoji šalje je u vidu HTTP odgovora
  - Klijent analizira HTML opis i ako se u njemu referiše na sliku, audio ili video zapis, šalje novi HTTP zahtev za resursima na koje se referiše
  - Ako veb-server ne može da pruži zahtevanu stranu, HTTP odgovor sadrži informaciju o tome (npr. kod greške 404 označava da resurs nije pronađen)





# Internet servisi – veb (4)

- Tipovi veb stranica:
  - statičke veb stranice
    - prikazuju unapred pripremljen sadržaj
  - veb stranice sa procesiranjem na strani servera
    - dinamične - podrazumevaju interakciju sa korisnikom
    - dinamika se dodaje specijalizovanim programima - skriptovima
    - skriptovi se izvršavaju na strani servera - klijentu se šalju generisane HTML stranice
    - skript tehnologije: PHP, JSP, ASP.NET, node.js itd.





## Internet servisi – veb (5)

- Tipovi veb stranica:
  - veb stranice sa procesiranjem na strani klijenta
    - dinamične - obezbeđuju interakciju sa korisnikom, samo na drugačiji način
    - pored opisa u HTML-u i CSS-u sadrže i programski kod koji veb pregledač čita i izvršava
    - kod omogućava izmenu strane pri njenom prikazivanju u pregledaču
    - u tu svrhu, najzastupljeniji jezik danas je JavaScript



- Većina veb sajtova danas kombinuje skriptove koji se izvršavaju na strani klijenta i one koji se izvršavaju na strani servera



## Internet servisi – veb (6)

- Veb sadrži enormnu količinu informacija i ne bi funkcionisao bez **veb pretraživača**
  - Najpopularniji veb pretraživač: Google
  - Veb pretraživači sadrže komponentu pod nazivom **pauk** ili kroler (crawler)
  - Algoritmi rangiranja stranica: Page Rank (Google) - brojanje veza koje vode ka stranici
  - SEO (search engine optimization) - razne tehnike za obezbeđivanje da veb sajt bude prikazan među prvim rezultatima pretrage
  - Postoje razne tehnike poboljšanja pretrage
- **Veb portali** pružaju relevantne informacije za određenu temu, prikupljene iz različitih izvora



## Internet servisi – veb (7)

- Broj veb sajtova je ogroman i velika je međusobna konkurencija, pa je **veb dizajn** veoma važan
  - Veb sajt treba da bude funkcionalan, bogat sadržajem, vizuelno dopadljiv
  - Savremeni veb dizajn uključuje i internet marketing i SEO i veštine kreiranja ugodnih korisničkih interfejsa
  - Prilikom izrade veb sajta potrebno je osmisliti njegovu logičku organizaciju, a kasnije se posvetiti pitanjima estetskog dizajna
  - Mnogi principi su nepromenljivi: boje teksta i pozadine treba da budu kontrastne, najvažnije stvari jasno istaknute, itd.
  - Trendovi u veb-dizajnu se menjaju; danas moderne strane svedenog, minimalističkog dizajna





## Internet servisi – skladišta datoteka

- Kompanije nude usluge skladištenja podataka u „oblaku“, tj. u skladištima, tzv. **repozitorijumima** na serverima tih kompanija
- Sa različitih računara i uređaja korisnik ima pristup svim svojim podacima
- Sihronizacija podataka sa serverima vrši se automatski
- Sadržajima u skladištu moguće je pristupiti preko veba, bilo korišćenjem pregledača, bilo aplikacija za pametne telefone
- Najpopularnija skladišta datoteka: Dropbox, Google Drive, itd.



# Internet servisi - ćaskanje

- **Ćaskanje** (chat) - korisnicima Interneta omogućava uspostavljanje kontakata i „priču” na razne teme kucanjem uživo (on-line)
  - Korisnici pristupaju sobama za ćaskanje (chat room) i time mogu da se uključe u grupnu ili privatnu komunikaciju
  - Ćaskanje je u današnje vreme zasnovano ili na specifičnim protokolima (npr. IRC) i aplikacijama (npr. Xchat, mIRC) ili se koriste veb-zasnovane sobe za ćaskanje
- **Instant poruke** (instant messaging) - osnovna razlika u odnosu na ćaskanje je da se instant poruke uglavnom razmenjuju „oči-u-oči” između poznanika, dok ćaskanje u obično podrazumeva grupnu komunikaciju u sobi za ćaskanje
  - Preteča instant poruka je UNIX program talk
  - Servisi za razmenu instant poruka su AOL Instant Messenger (AIM), Microsoft MSN, Google Talk, ICQ, itd.
  - Kod pojedinih servisa, kao što su Skype, Viber, WhatsApp, Slack, direktna komunikacija predstavlja samo jednu od mogućnosti
  - Instant poruke se mogu razmenjivati i preko veba (npr. Facebook chat)



# Internet servisi - VoIP

- VoIP servisi i programi omogućuju glasovnu i video-komunikaciju između udaljenih osoba preko Interneta
- Moguće je pozivanje onih poznanika koji su tog trenutka priključeni na ovaj servis
- Moguće je povezivanje ovih servisa i sa klasičnom telefonijom, ali je ta usluga komercijalne prirode
- Najpopularniji servisi ovog tipa su Skype, Viber, WhatsApp, Google Talk, Telegram itd.



# Internet servisi – P2P

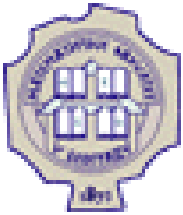
## ○ Peer-to-peer (P2P) servisi

- Popularizacija P2P servisa desila se 1999. kada je servis pod imenom Napster iskorišćen za razmenu velike količine muzičkih MP3 datoteka između velikog broja korisnika širom sveta
- S obzirom na kršenje autorskih prava Napster je već 2001. zabranjen, ali je nastao veliki broj P2P protokola i aplikacija
- Za razliku od većine Internet servisa koji funkcionišu po klijent-server modelu komunikacije, P2P servisi se zasnivaju na direktnoj razmeni podataka između različitih klijenata, pri čemu serveri samo služe za koordinaciju komunikacije, bez direktnog kontakta sa samim podacima koji se razmenjuju
- P2P servisi se obično koriste za razmenu velikih datoteka (obično video i audio sadržaja)
- P2P aplikacije čine ogroman deo Internet saobraćaja
- Najkorišćeniji P2P servisi i protokoli danas su Bittorent, DC++, Gnutella, G2, E-mule, KaZaA (FastTrack), itd.
- Postoji veliki broj aplikacija koje korisnicima omogućuju korišćenje ovih protokola



# Internet servisi – forumi, blogovi, društvene mreže

- **Forumi** (internet forum) - korisnicima omogućavaju diskusiju na određene teme; diskusija je organizovana u nitima
  - Primeri: EliteSecurity, MyCity, itd.
- **Blogovi** (weB LOG) - korisnici objavljuju svoja razmišljanja o nekoj temi
- **Društvene mreže** - omogućavaju povezivanje sa nalogima prijatelja i poznanika ili sa nalogima ličnosti iz javne sfere
  - Iako su sastavni deo veba, u poslednje vreme društvene mreže doživljavaju izrazitu ekspanziju i imaju sve veći i veći društveni značaj
  - Najkorišćenije socijalne mreže današnjice su Facebook, Tweeter, Google+, MySpace itd.
  - Postoje i socijalne mreže sa specijalizacijom, npr. LinkedIn, Foursquare, itd.
  - Izuzetno dinamična dešavanja i promene – primeri YouToube, Instagram itd.



# Internet servisi – geografski informacioni sistemi i internet mape

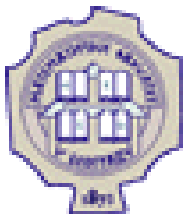
- **Geografski informacioni sistemi** (GIS) - sistemi koji sadrže geografske informacije: mape, satelitske snimke, baze podataka sa interesantnim geografskim tačkama (imena ulica, pozicija stajališta)
- Danas na internetu postoje svima dostupni sajtovi koji nude funkcionalnosti GIS sistema: Google Maps, Google Earth, Bing Maps, (u Srbiji PlanPlus, B92 mape)
- Pametni telefoni opremljeni sistemom globalnog pozicioniranja (GPS) doprinose korišćenju mapa za određivanje trenutne pozicije i davanje instrukcija kako stići do željene destinacije





# Internet servisi – elektronska trgovina i bankarstvo

- Elektronska trgovina sve više zamenjuje klasične oblike trgovine
- Tri vrste poslovanja:
  - B2C (business to customer) - kompanije prodaju svoju robu/usluge pojedinačnim kupcima
  - B2B (business to business) - kompanije prodaju svoje usluge drugim kompanijama
  - C2C (customer to customer) - prodavci pojedinačno prodaju svoju robu/usluge pojedinačnim kupcima
- Banke danas pružaju usluge elektronskog bankarstva
  - provera stanja na računu, uplata, isplata, prenos sredstava sa računa na račun
  - usluga elektronskog plaćanja računa
  - važno pitanje sigurnosti – obično dvofaktorska autentifikacija



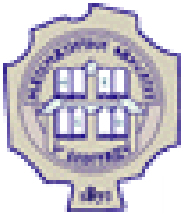
# Internet servisi – elektronsko učenje

- **Elektronsko učenje** (e-learning) podrazumeva korišćenje informacionih tehnologija, veba i interneta u oblasti obrazovanja
- Sistemi za upravljanje učenjem (learning management systems, LMS) omogućavaju da nastavici ostave elektronski nastavni materijal, organizuju testiranje - primer Moodle
- Masovni slobodno dostupni kursevi na internetu (massive open online courses, MOOC) organizuju se u potpunosti elektronski – primer sajtovi Coursera, UDACITY, edX, MIT OpenCourseWare, itd.

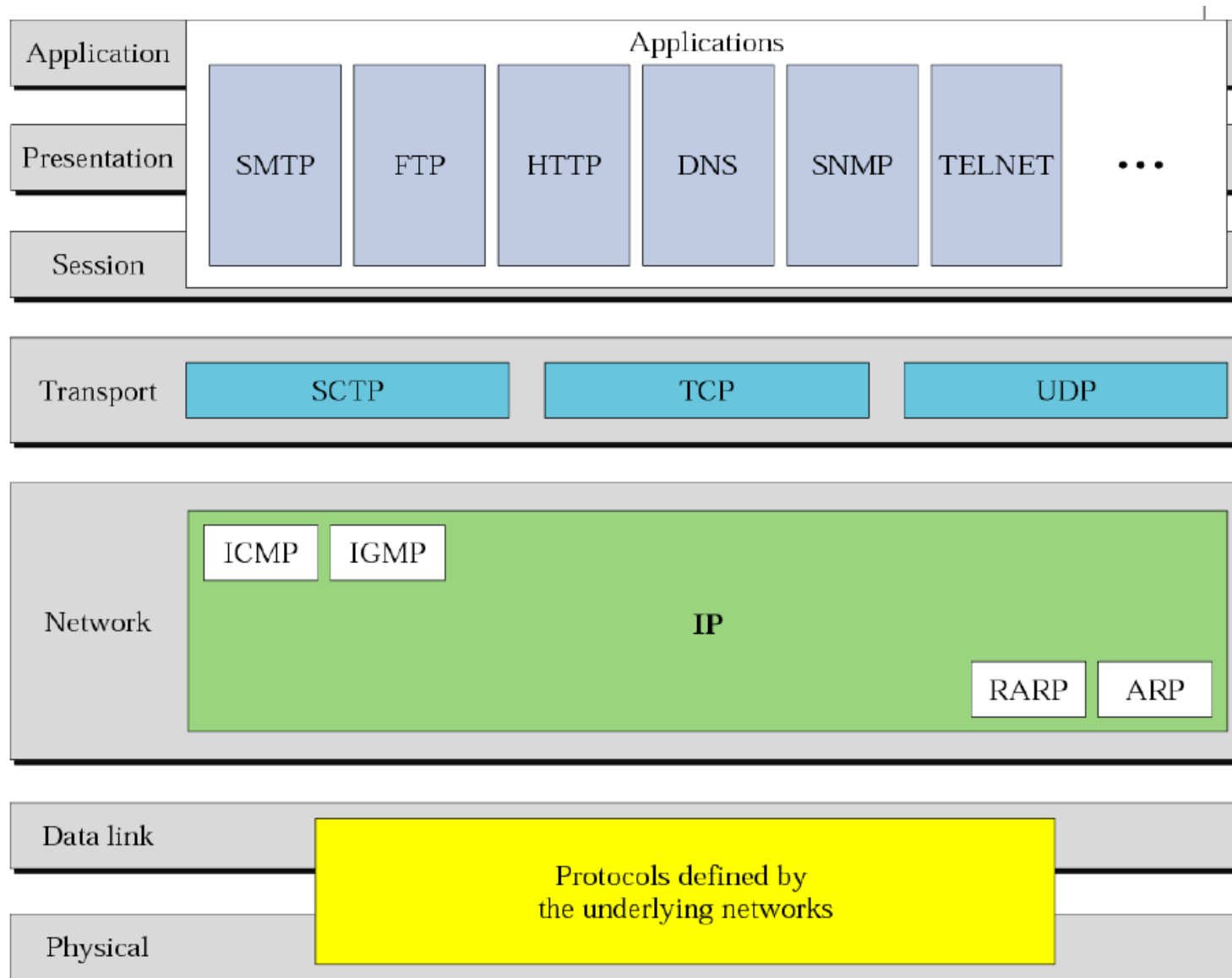




# Mrežni i Internet protokoli



# Shematski prikaz protokola





# Komunikacija na fizičkom sloju

- Fizički sloj, dakle, od sloja veze podataka dovija zadatak da preko komunikacionog medijuma prenese sekvencu bitova
- To je najniži nivo komunikacije - proučava se mehanizam slanja pojedinačnih bitova od jednog do drugog uređaja kroz komunikacioni medijum
- Potreba za velikom efikasnošću
- Zavisi od tipa komunikacionog medijuma - žičana ili bežična veza, koja vrsta kablova je u pitanju i sl.



# Komunikacija na sloju veze podataka

- Sloj veze podataka od uređaja koji rade na mrežnom sloju dobija zadatak da se paket (ako se na mrežnom sloju koristi IP protokol, tada se paket naziva **IP datagram**) prenese:
  - sa jednog rutera na drugi
  - sa jednog uređaja na drugi u okviru lokalne mreže
- Taj zadatak se realizuje tako što se IP datagram se obmotava dodatnim podacima i kreiraju se **okviri** (frame)





## Komunikacija na sloju veze podataka (2)

- Potrebno je sprečiti izmenu podataka prilikom mrežnog prenosa (preskakanje bitova, izmena bitova, ponavljanje, ...)
- Na kraj okvira dodaje se sekvenca za proveru okvira:
  - omogućava primaocu da proveri da li je došlo do greške
  - neke greške se mogu ispraviti
- Moguće je detektovati i ispraviti složenije greške korišćenjem sekvenci od više bitova, kodiranih kodovima za otkrivanje i ispravljanje grešaka
- Ruteri u unutrašnjosti obično su povezani tačka na tačku (point-to-point)
- Ruteri u unutrašnjosti Interneta koji spajaju velike mreže povezani su brzim vezama (najčešće optičkim)
- Kućni ruter je najčešće direktnom vezom (preko modema, a zatim telefonskog ili koaksijalnog kabla) povezan sa ruterom dobavljača Interneta



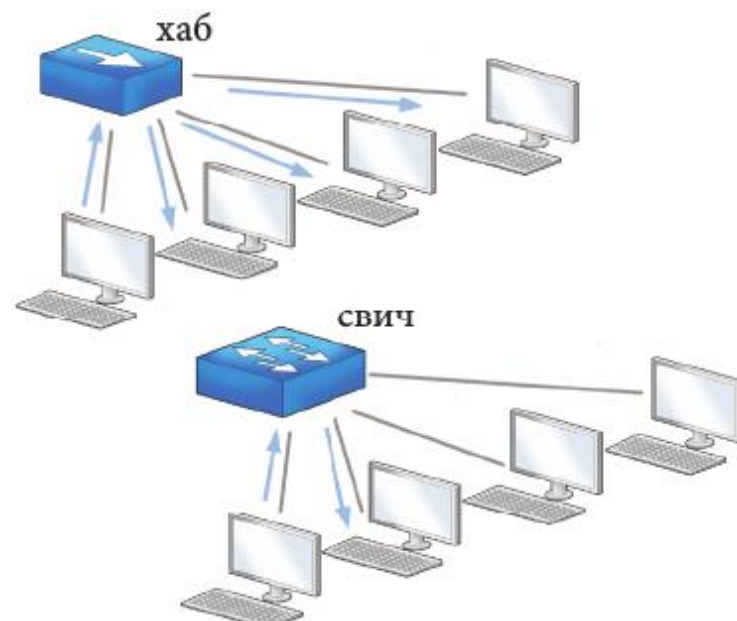
## Komunikacija na sloju veze podataka (3)

- U okviru lokalne mreže komunikacija se zasniva na tehnologijama:
  - Ethernet (žičano povezivanje)
  - Wi-Fi (bežično povezivanje)
- Brzina prenosa podataka u ovakvim mrežama veća od 1Gbps
- Na sloju veze podataka koriste se MAC adrese
  - Predstavljaju se pomoću 48 bita
  - Zapisuju se u obliku 6 dvocifrenih heksadekadnih brojeva (primer: 2c:d4:44:a8:be:3b)
- Na početak okvira dodaju se MAC adresa primaoca i pošiljaoca
- Ako se u okviru nalaze IP datagrami, tada okvir sadrži i IP adrese primaoca i pošiljaoca, ali one se na ovom nivou ne analiziraju
- MAC adresa i IP adresa mogu da se odnose na različite uređaje: na uređaj koji će proslediti datagram dalje i na krajnje odredište



# Povezivanje uređaja u lokalnoj mreži

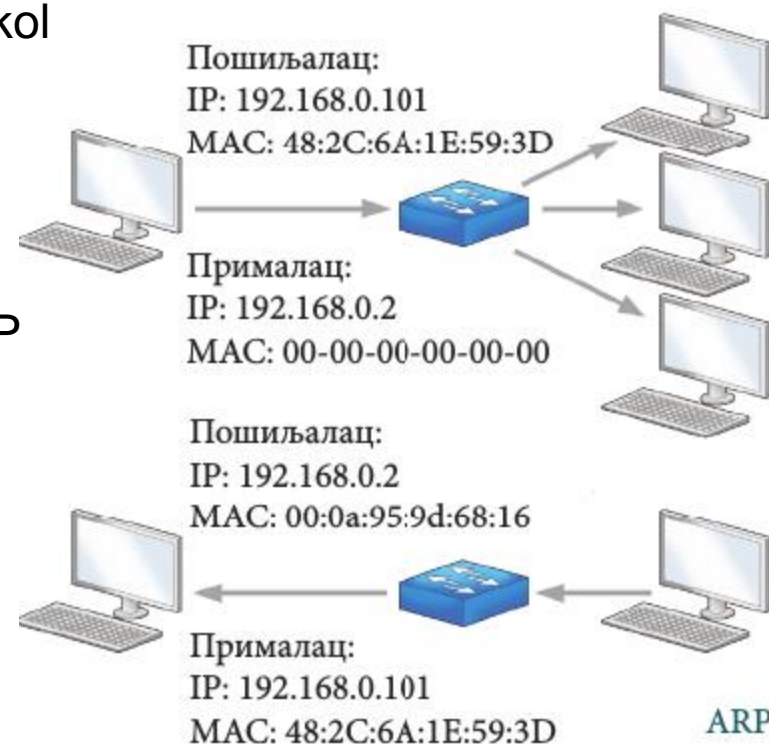
- Postavljanje **haba** između povezanih uređaja - primljeni paketi se prosleđuju svim uređajima povezanim na njega (jednostavno, ali je verovatnoća sudara velika)
- Postavljanje **sviča** između povezanih uređaja - poruka se prosleđuje samo uređaju kome je namenjena (efikasnija komunikacija)
- Svič čuva tabelu koja preslikava MAC adrese priključenih uređaja na redne brojeve priključaka
- Tabela se gradi i održava automatski tokom komunikacije



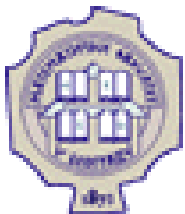


# Protokol razrešavanja adresa

- Kako uređaj koji zna IP adresu primaoca određuje MAC adresu na koju prosleđuje IP datagram?
  - na osnovu mrežne maske utvrđuje da li je primalac u istoj mreži; ako jeste šalje njemu, ako nije šalje izlaznoj kapiji
  - u oba slučaja zna IP adresu uređaja u lokalnoj mreži
  - za dobijanje adrese koristi se protokol razrešavanja adresa (address resolution protocol, ARP)
  - javno se emituje ARP zahtev sa IP adresom
  - uređaj sa tom IP adresom šalje ARP odgovor sa svojom MAC adresom







# IP protokol mrežnog sloja

- Internet protokol (Internet Protocol - IP) je protokol koji se koristi za komunikaciju u okviru mrežnog sloja Interneta
- Dve osnovne verzije ovog protokola su IPv4 i IPv6
- Iz istorijskih razloga i veće preglednosti u nastavku će detaljnije biti opisana IPv4 verzija IP protokola
- Osnovni zadatak ovog protokola je da pokuša da dopremi (tj. rutira) paket od izvora do odredišta u okviru mreže sa paketnim komutiranjem, isključivo na osnovu navedene adrese, bez obzira da li su izvor i odredište u okviru iste mreže ili između njih postoji jedna ili više drugih mreža
- Protokol ne daje nikakve garancije da će paketi zaista i biti dopremljeni, ne daje garancije o ispravnosti dopremljenih paketa, ne garantuje da će paketi biti dopremljeni u istom redosledu u kojem su poslani i slično
  - Garancije ovog tipa obezbeđuju se na višim slojevima komunikacije



## IP protokol mrežnog sloja (2)

- Pri prosleđivanju paketa sa transportnog sloja na mrežni sloj dodaju se:
  - адреса pošiljaoca,
  - адреса primaoca, ...
- IP datagram - ide od pošiljaoca do primaoca, preko serije rutera





# IP adrese

- IP protokol uvodi sistem adresa poznatih kao IP adrese
- U okviru IPv4, adrese su 32-bitni neoznačeni brojevi, koji se obično predstavljaju kao 4 dekadno zapisana broja između 0 i 255. Postoji ukupno  $2^{32}$  adresa IPv4, što se pokazuje kao nedovoljno
- IPv6 donosi 128-bitne adrese, što rešava ovaj problem
- Za dodelu IP adresa, zadužena je agencija Internet Assigned Numbers Authority (IANA), kao i pomoćni regionalni registri (Regional Internet Registries - RIRs)
- Svaki uređaj priključen na Internet ima jedinstvenu IP adresu
- Neki uređaji imaju uvek istu IP adresu (tzv. statički dodeljenu), dok se nekim uređajima dodeljuje različita adresa prilikom svakog povezivanja na mrežu (tzv. dinamička dodela)
  - Na primer, studentski server Matematičkog fakulteta ima statički dodeljenu adresu 147.91.64.2 ili binarno zapisano 10010011 1011011 01000000 00000010
- Statičke adrese pogodnije za servere, inače pogodnije dinamičke



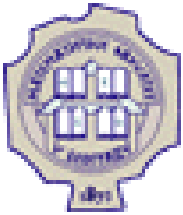
# Hijerarhijska struktura IP adresa

- IP adrese su strukturirane **hijerarhijski**: adresa se deli na bitove koji adresiraju mrežu (vodeći) i bitove koji adresiraju uređaj u okviru mreže
- Paket se dostavlja:
  - korišćenjem lokalnog mrežnog saobraćaja
  - šalje se van mreže "u svet" - preko određenog rutera koji se naziva **izlazna kapija** (gateway)
- Svi uređaji iz iste mreže dele zajednički početak IP adrese
  - Primer: od 147.91.67.0 do 147.91.67.255 - ista prva 24 bita, razlikuju se poslednjih 8



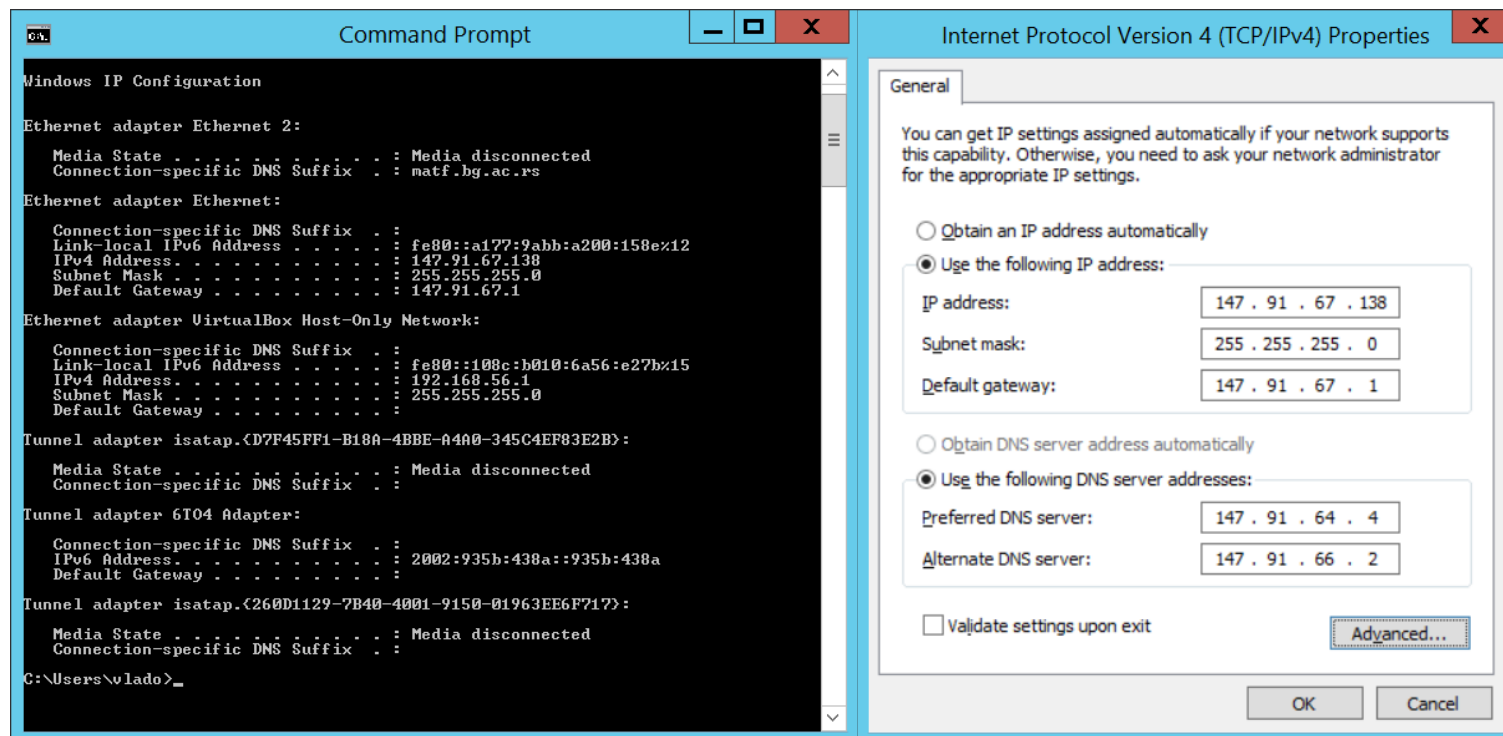
## Hijerarhijska struktura IP adresa (3)

- Ranije su IP adrese bile deljene na klase (A, B, C, D, E) i svaka klasa je definisala broj bita za prvi i broj bita za drugi deo deo IP adrese.
  - Adrese klase A (prvi bit u zapisu je 0 - između 0.0.0.0 i 27.255.255.255) su bile dodeljivane jako velikim mrežama (8+24 bita - 128 mreža sa mogućih preko 16.7 miliona korisnika)
  - Adrese klase B (počinje sa 10 - između 128.0.0.0 i 191.255.255.255) su bile dodeljivane srednjim mrežama (16+16 bita - preko 16 hiljada mreža sa mogućih 65536 korisnika)
  - Adrese klase C (počinje sa 110 - između 192.0.0.0 i 223.255.255.255) su bile dodeljivane malim mrežama (24+8 bita - preko dva miliona mreža sa mogućih 256 korisnika).
- Vremenom se pokazalo da ovakva organizacija nije skalabilna
  - Obično su mreže kompanija imale potrebu za više od 256 uređaja, tako su uzimale adrese klase B, pa je veliki broj adresa ostajao nedodeljen



# Hijerarhijska struktura IP adresa (4)

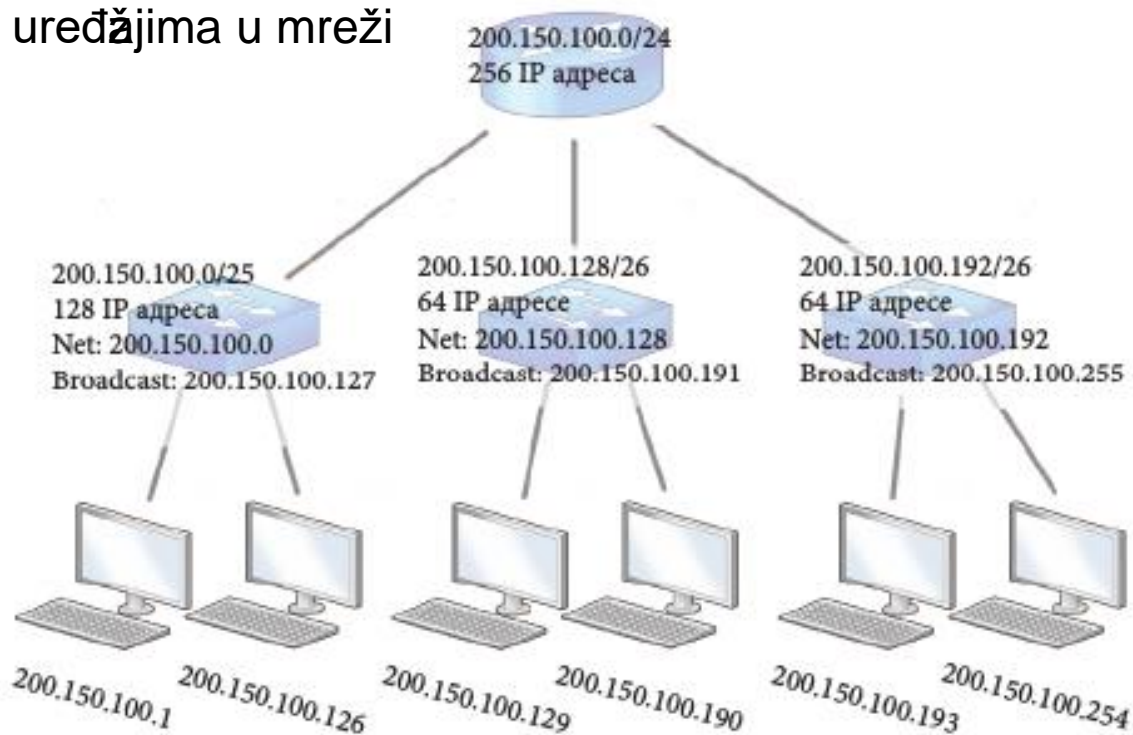
- Dva načina zapisa skalabilnog zapisa IP adresa:
  - CIDR notacija - adresa 147.91.67.138/24
  - Maska podmreže (subnet mask) - uz adresu 147.91.67.138 navodi se maska podmreže 255.255.255.0 (24 jedinice i 8 nula)





## Hijerarhijska struktura IP adresa (5)

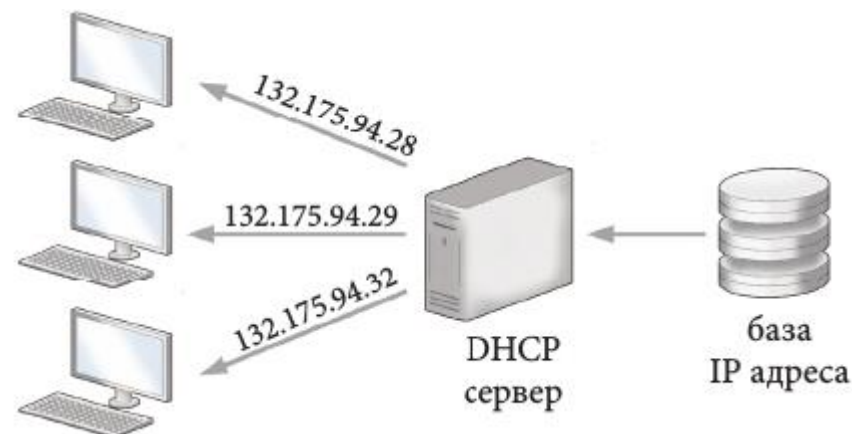
- U okviru svake mreže postoje dve adrese sa specijalnom namenom:
  - prva adresa (250.150.100.0) smatra se adresom mreže
  - poslednja adresa (250.150.100.255) - adresa za javno emitovanje (broadcast address) - svaka poruka poslata na tu adresu dostavlja se svim uređajima u mreži





# IP adrese i DHCP

- Dinamičke IP adrese se dodeljuju korišćenjem specijalizovanog protokola za dinamičku konfiguraciju (Dynamic Host Configuration Protocol - **DHCP**)
- Specijalizovani server (tzv. DHCP server) je zadužen za skup IP adresa koje određuje administrator mreže i na zahtev uređaja koji se priključuje na mrežu dodeljuje mu neku u tom trenutku slobodnu adresu
- Server se može konfigurisati tako da dodeljuje bilo koju slobodnu IP adresu, ili uvek istu adresu koja se određuje na osnovu MAC adrese uređaja koji zahteva IP adresu, i slično

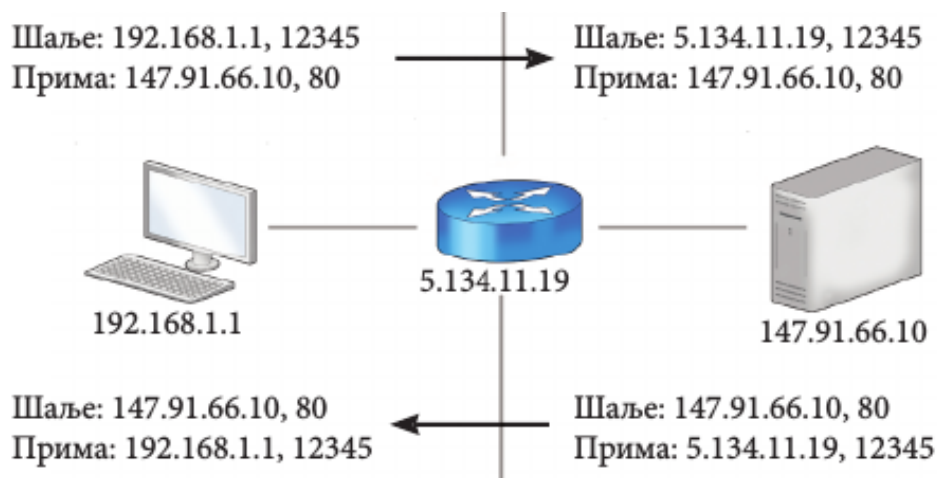






# Javne i privatne IP adrese

- Da ne bi došlo do nestašice IPv4 adresa uvode se privatne adrese:
  - 10.0.0.0/8 (od 10.0.0.0 do 10.255.255.255) - 16.7 miliona adresa
  - 172.16.0.0/12 (od 172.16.0.0 do 172.31.255.255) - milion adresa
  - 192.168.0.0/16 (od 192.168.0.0 do 192.168.255.255) - 65536 adresa
- Privatne adrese se koriste samo za lokalnu mrežnu komunikaciju
- Prilikom pristupa Internetu:
  - ruter (izlazna kapija) menja lokalnu adresu svojom (javnom) adresom
  - primalac odgovor šalje nazad ruteru, a on menja adresu privatnom adresom uređaja koji je poslao zahtev i prosleđuje odgovor





## Javne i privatne IP adrese (2)

- Ovaj proces se naziva preslikavanja mrežnih adresa (network address translation - NAT)
- Korišćenje NAT-a prilikom slanja paketa:
  - U slučaju da ruter detektuje odredišnu adresu iz opsega adresa privatne mreže sa kojom je povezan, jasno je da je paket namenjen za lokalnu komunikaciju i šalje se jedinstvenom uređaju sa navedenom lokalnom adresom
  - Ako je odredišna adresa javna, ruter adresu pošiljaoca zamenjuje svojom adresom (globalno jedinstvenom) i paket prosledjuje na odredište.



## Javne i privatne IP adrese (3)

- Korišćenje NAT-a prilikom prijema paketa:
  - U slučaju dolaznog paketa, nije odmah jasno na koju privatnu adresu je potrebno poslati paket koji je pristigao
  - Kako bi se ovo razrešilo, lokalna adresa se pakuje i postaje sastavni deo paketa koji se šalje
  - Ruter, pre prosledivanja dolaznog paketa, vrši njegovo raspakivanje i određivanje lokalne adrese
- Sve ovo narušava osnovne principe i koncepte IP protokola, pa se zato NAT smatra prelaznim rešenjem problema nestašice IP adresa, dok ne zaživi IPv6

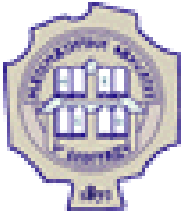


# Rutiranje

- U većim mrežama postoji veliki broj povezanih rutera
- Uloga rutera: na osnovu IP adrese primaoca i na osnovu tabela koje su zapisane u njihovoj memoriji (tabela rutiranja) odrediti kome od povezanih čvorova treba proslediti paket da bi efikasno stigao do cilja
- Tabele rutiranja sadrže spisak mrežnih adresa različitog nivoa hijerarhije i za svaku od njih kom uređaju treba dostaviti paket
- Primer: Neka je u tabeli rutiranja rutera

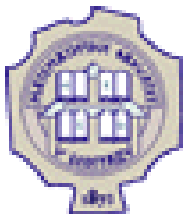
```
0.0.0.0/0 via 200.170.10.10
200.0.0.0/8 via 200.100.5.20
200.160.0.0/16 is directly connected, Serial0/1
```

  - Ako ruter primi paket namenjen adresi 200.150.100.23, on se dostavlja preko rutera 200.100.5.20
  - Šablonom 0.0.0.0/0 zadaje se gde proslediti paket ako adresa nije prepoznata na neki drugi način
  - Traži se najpreciznije poklapanje sa šablonom - poklapanje sa najvećim brojem bitova



## Rutiranje (2)

- Kvalitet rutiranja zavisi od tabela rutiranja
- Tabele rutiranja se mogu graditi statički ili dinamički



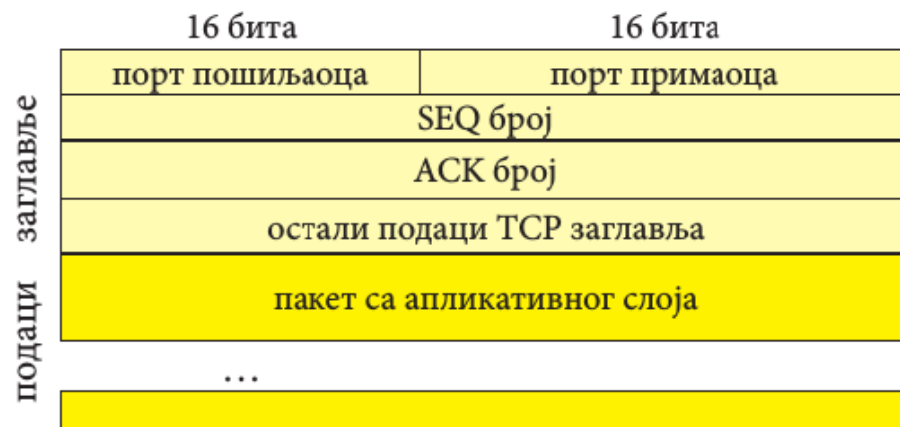
# Protokoli transportnog sloja

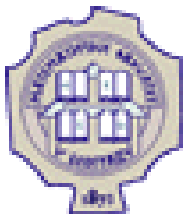
- Poruka se deli na **pakete** koji se nezavisno šalju (komutiranje paketa)
- Više delova iste poruke može paralelno da putuje kroz mrežu
- Svaki paket se dopunjuje informacijama potrebnim za njegovu dostavu
- Na transportnom sloju paketi se nazivaju **segmenti**
- Komunikacija se organizuje ne samo kao komunikacija između dva uređaja, već između dva programa koji se na njima izvršavaju
- Paket mora da sadrži informaciju o uređaju i softveru koji paket prima i koji paket šalje
- Na transportnom nivou se paketima dodaju identifikatori softvera - portovi, a adrese uređaja tek na mrežnom sloju



# TCP protokol transportnog sloja

- TCP (Transmission Control Protocol) je protokol transportnog sloja u okviru Interneta koji pre komunikacije vrši uspostavljanje pouzdane konekcije između dva hosta
  - Kanal komunikacije je dvosmeran (eng. full duplex)
  - Konekcija se uspostavlja tako što klijent i server razmene tri poruke (three way handshake):
    - Klijent traži uspostavljanje konekcije, server potvrđuje da prihvata konekciju i konačno klijent potvrđuje da je konekcija uspostavljena
  - Prava komunikacija može da započne tek nakon što je konekcija uspostavljena, što može da traje neko vreme





## TCP protokol transportnog sloja (2)

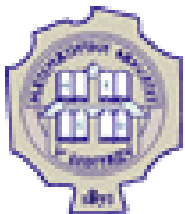
- TCP garantuje pouzdanost prenosa podataka (reliable transfer) čime se garantuje da će paketi koji su poslati biti primljeni (i to u istom redosledu u kojem su poslati). S obzirom da niži mrežni slojevi ne garantuju dostavu paketa:
  - TCP protokol mora da se stara o tome da paketi koji zalutaju automatski budu ponovno poslati, kao i da na prihvatnoj strani automatski permutuje primljene pakete tako da odgovaraju redosledu slanja
  - Da bi ovo moglo da bude realizovano, uvodi se potvrda prijema paketa (acknowledgment), tj. nakon prijema jednog ili više paketa, vrši se slanje poruke pošaljiocu koja govori da su ti paketi zaista primljeni
  - Pošaljioc, na osnovu ovoga, može da odluči da ponovno pošalje paket koji je ranije već bio poslat, u slučaju da u određenom vremenskom periodu ne dobije potvrdu prijema





## TCP protokol transportnog sloja (3)

- TCP uvodi kontrolu i korekciju grešaka (error correction)
  - Ovo je dodatna slaba provera (vrši se samo kontrola parnosti), jer se pretpostavlja da se jača provera (obično CRC) vrši na nižim slojevima
  - Ipak, u praksi se pokazuje da ova provera ima smisla i uspeva da uoči i ispravi veliki broj grešaka koje promaknu ostalim kontrolama
- TCP uvodi i kontrolu brzine protoka (flow control)
  - Njom se kontroliše brzina slanja kako se ne bi desilo da brzi uređaji šalju pakete brzinom većom od one kojom spori uređaji mogu da ih prime (npr. brz računar koji šalje podatke na spor mobilni telefon)



## TCP protokol transportnog sloja (4)

- Važna odlika TCP protokola je da vrši kontrolu zagušenja (congestion control)
  - Pojava zagušenja se javlja kada više čvorova pokušava da pošalje podatke kroz mrežu koja je već na granicama svoje propusne moći
  - U takvim situacijama, dešava se da brzina komunikacije u celoj mreži opada za nekoliko redova veličina
  - Naime, broj izgubljenih paketa se višestruko povećava jer unutrašnji čvorovi mreže (ruteri) ne mogu da prihvate nove pakete zato što su im prihvatni baferi prepuni
  - TCP pokušava da detektuje ovakve situacije i da u tim slučajevima uspori sa slanjem paketa dok se mreža ne rastereti
  - Jedna od tehnika koje se koriste u cilju smanjenja zagušenja je da se pri početku komunikacije paketi šalju sporije (slow-start), a da se brzina slanja postepeno povećava kada se utvrdi da paketi zaista i stižu na odredište



## TCP protokol transportnog sloja (5)

- Činjenica da TCP protokol da vrši kontrolu zagušenja je jedan od razloga zbog čega TCP spada u grupu sporijih protokola
- Stoga se TCP ne koristi se za aplikacije kod kojih je brzina prenosa presudna



# UDP protokol transportnog sloja

- **UDP** (User Datagram protocol) je protokol transportnog sloja u okviru Interneta koji ne vrši uspostavljanje konekcije pre započinjanja komunikacije
  - Prilikom korišćenja UDP protokola ne vrši se potvrda prijema poslatih paketa, tako da se komunikacija može smatrati nepouzdanom
  - Osnovni razlozi korišćenja UDP protokola su, pre svega, njegova brzina - zbog toga se uglavnom koristi od strane aplikacija koje imaju potrebu za komunikacijom u realnom vremenu (real time), kao što su npr. audio-video prenosi, internet telefonija, igrice i sl.
  - Takođe, UDP se koristi za aplikacione protokole koji daju elementarne mrežne usluge i vrše kontrolu mreže (npr. DHCP, DNS, SNMP)



# Sistem imena domena

- IP adrese su pogodne za korišćenje od strane računara, ali nisu pogodne za ljudsku upotrebu
- Stoga je uveden je sistem imena domena (domain name system - DNS) – adrese hostova (servera) zadaju se u tekstualnom obliku
- DNS se smatra „telefonskim imenikom” Interneta, koje imenima domena dodeljuje razne informacije (najčešće IP adrese)
  - Na primer, već pomenuti studentski server Matematičkog fakulteta u Beogradu ima domen `alas.matf.bg.ac.rs`
- Domeni su hijerarhijski organizovani i čitaju se s desna na levo
  - Na primer, domen `rs` označava Republiku Srbiju, `ac.rs` označava akademsku mrežu u Srbiji, `bg.ac.rs` njen čvor u Beogradu, `matf.bg.ac.rs` označava Matematički fakultet, dok `alas.matf.bg.ac.rs` označava konkretan studentski server koji tako imenovan u čast velikog matematičara Mihaila Petrovića Alasa
- Domeni najvišeg nivoa mogu biti bilo nacionalni (kao u navedenom primeru), bilo generički (npr. `.com`, `.org`, `.net`), a novom regulativom je liberalizovano korišćenje domena najvišeg nivoa



## Sistem imena domena (2)

- Domeni se koriste u okviru jedinstvenih lokatora resursa na Vebu (URL), u okviru adresa elektronske pošte, itd.
- Prilikom preslikavanja domena u adrese, koriste se usluge distribuirane DNS baze podataka
  - Specijalizovani DNS serveri čuvaju delove ove baze
  - Ovi serveri su hijerarhijski organizovani i njihova hijerarhija uglavnom prati hijerarhiju domena

```
Command Prompt

DNS Suffix Search List. . . . . : matf.bg.ac.rs

Ethernet adapter Ethernet 2:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . : matf.bg.ac.rs
    Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 PM Network Connection
    Physical Address. . . . . : 00-24-21-5F-EE-06
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes

Ethernet adapter Ethernet:

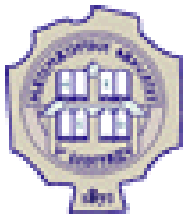
    Connection-specific DNS Suffix . : 
    Description . . . . . : Intel(R) 82566DM-2 Gigabit Network Connection
    Physical Address. . . . . : 00-24-21-5F-EE-05
    DHCP Enabled. . . . . : No
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::a177:9abb:a200:158e%12(Preferred)
    IPv4 Address. . . . . : 147.91.67.138(Preferred)
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 147.91.67.1
    DHCPv6 IAID . . . . . : 201335841
    DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-1C-29-0A-22-00-24-21-5F-EE-05

    DNS Servers . . . . . : 147.91.64.4
                           147.91.66.2
    NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```



# TCP/IP programski interfejs

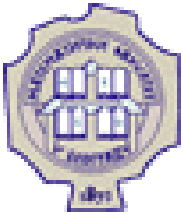
- Većina savremenih operativnih sistema i programskih jezika daje direktnu podršku za korišćenje Internet (TCP/IP familije) protokola
- Podrška za korišćenje ovih protokola u okviru programa se realizuje kroz koncept soketa (socket)
- Socket je apstrakcija kojom se programeru predstavlja kanal komunikacije (zasnovan bilo na TCP bilo na UDP protokolu)
- Programer piše podatke u soket ili čita podatke iz soketa, obično na sličan način kao da je u pitanju obična datoteka, a operativni sistem se brine o svim aspektima stvarne mrežne komunikacije



## TCP/IP programski interfejs (2)

```
import java.io.*;
import java.net.*;
class TCPClient {
    public static void main(String argv[]) throws Exception {
        String userSentence, modifiedSentence;
        BufferedReader inFromUser =
            new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        Socket clientSocket = new Socket("hostname", 6789);
        DataOutputStream outToServer =
            new DataOutputStream(clientSocket.getOutputStream());
        BufferedReader inFromServer =
            new BufferedReader(new InputStreamReader(
                clientSocket.getInputStream()));
        userSentence = inFromUser.readLine();
        outToServer.writeBytes(userSentence + '\n');
        modifiedSentence = inFromServer.readLine();
        System.out.println("FROM SERVER: " + modifiedSentence);
        clientSocket.close();
    }
}
```





# TCP/IP programski interfejs (3)

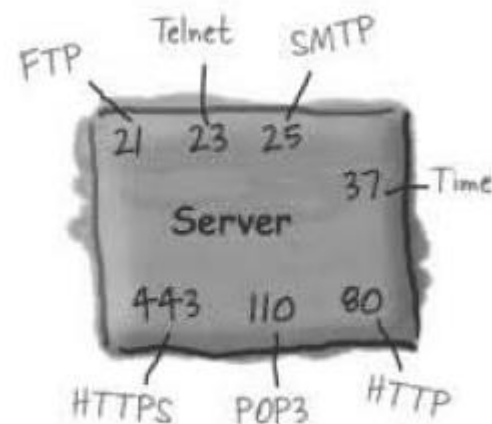
```
import java.io.*;
import java.net.*;
class TCPServer {
    public static void main(String argv[]) throws Exception {
        String clientSentence, modifiedSentence;
        ServerSocket welcomeSocket = new ServerSocket(6789);
        while(true) {
            Socket connectionSocket = welcomeSocket.accept();
            BufferedReader inFromClient =
                new BufferedReader(new InputStreamReader(
                    connectionSocket.getInputStream()));
            DataOutputStream outToClient =
                new DataOutputStream(connectionSocket.getOutputStream());
            clientSentence = inFromClient.readLine();
            modifiedSentence = clientSentence.toUpperCase() + '\n';
            outToClient.writeBytes(modifiedSentence);
        }
    }
}
```



# TCP порт

- Различите апликације користе различите портове
  - HTTP сервер подразумевано користи порт 80
  - Telnet сервер подразумевано користи порт 23
  - FTP сервер подразумевано користи порт 21
  - POP3 порт 110, а SMTP порт 25
  - Сервер за време порт 37
- Порт представља једнозначни идентификатор – број између 0 и 65535
- Порт представља логичку везу између конкретног софтвера и хардвера на ком се тај софтвер извршава
- Порт не представља место на које се прикључује уређај, већ број који означава приступну тачку за комуникацију са сервером

Well-known TCP port numbers for common server applications

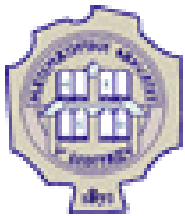


Using one server app per port, a server can have up to 65536 different server apps running.



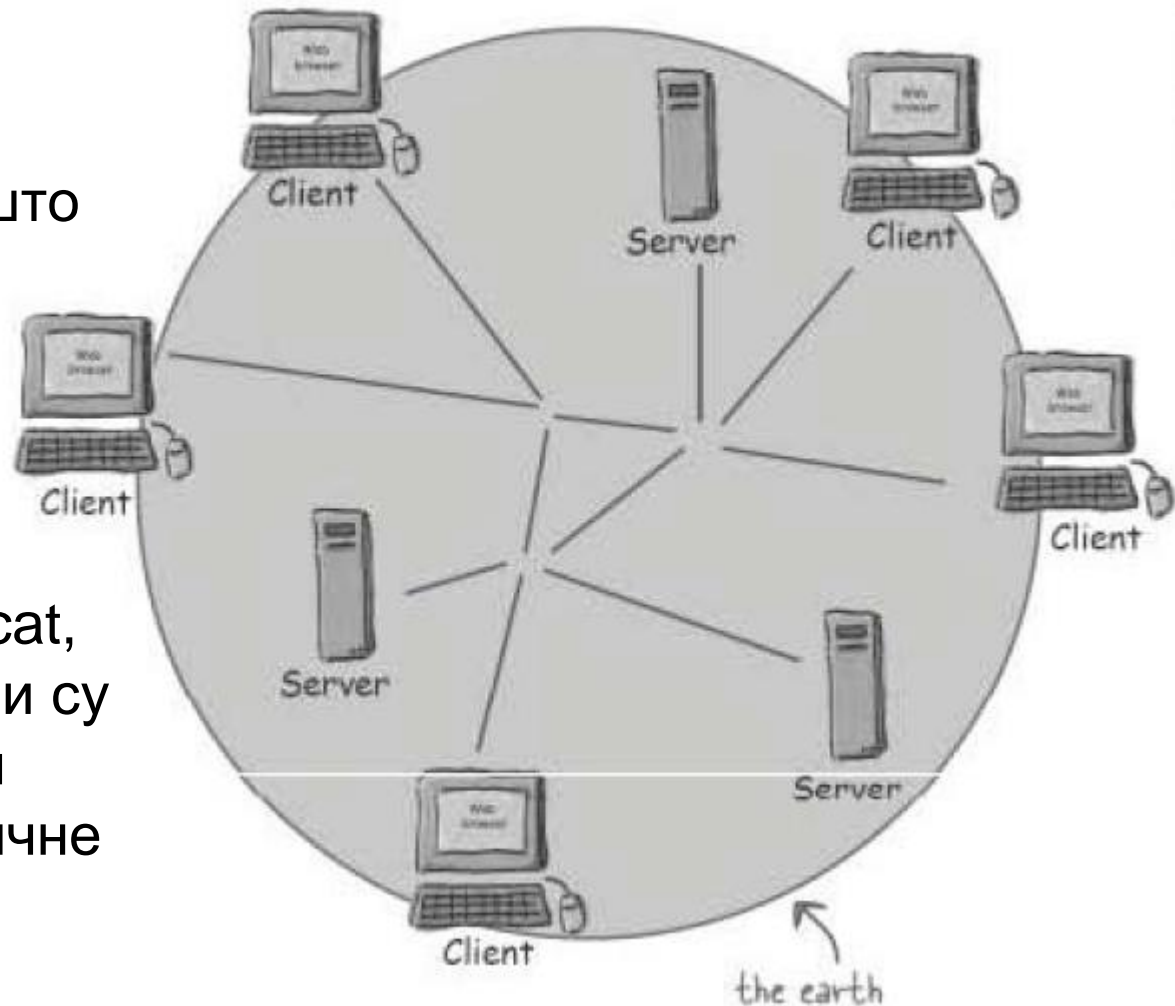
## TCP порт (2)

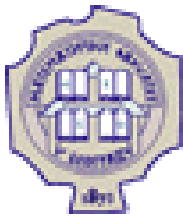
- Ако не би било броја порта, онда сервер не би знао са којом клијентском апликацијом комуницира, нити по ком се протоку та комуникација реализује
  - Могло би се догодити, на пример, да прегледач, уместо да комуницира са веб сервером, покушава успостави комуникацију са сервером електронске поште
- TCP портови између 0 и 1023 су резервисани за познате сервисе и не препоручује се да се ти портови користе за „нове“ серверске програме
- Ако се извршавају серверски програми на рачунарској мрежи компаније, тада са администратором система треба проверити који су портови слободни, а који заузети



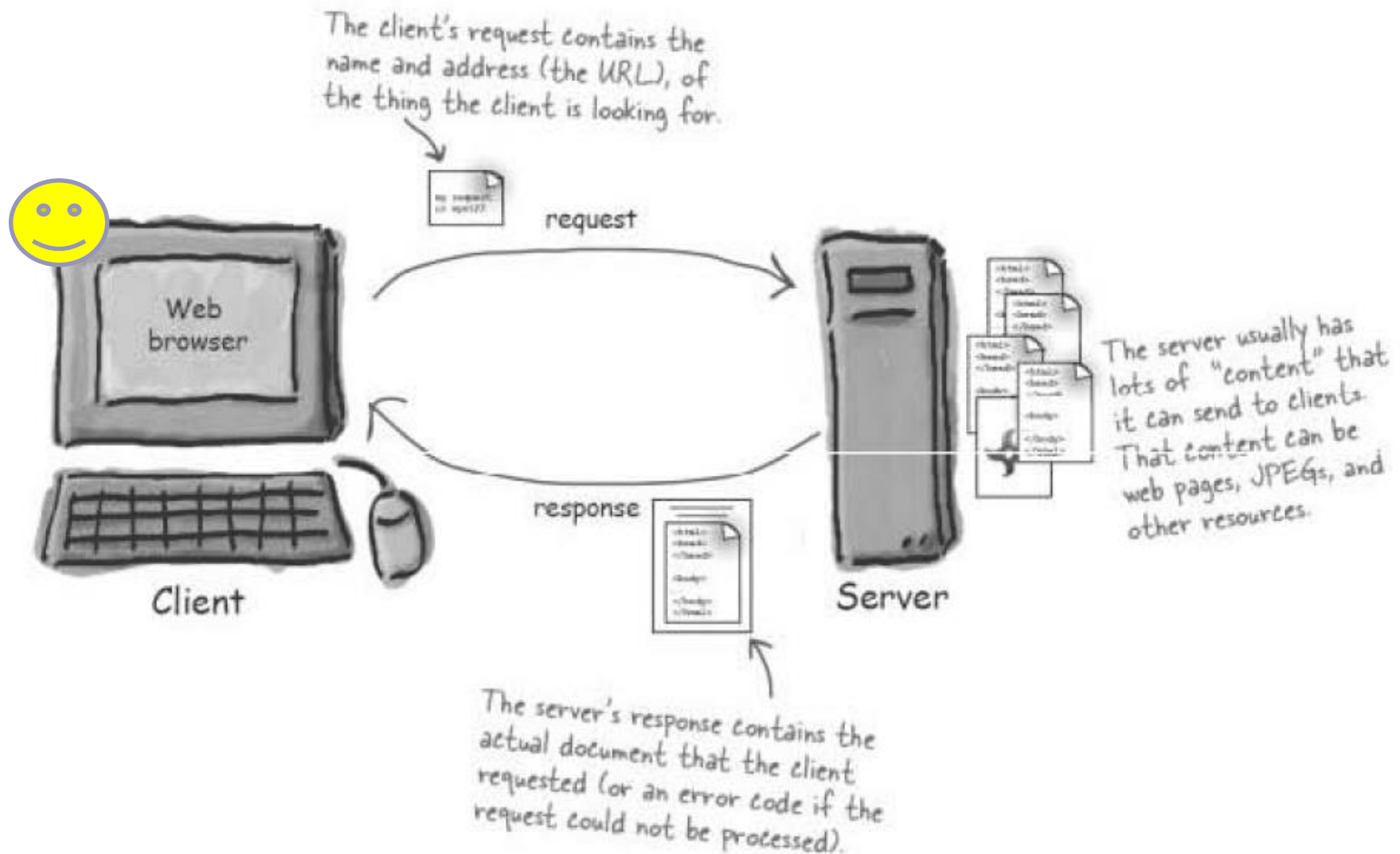
# HTTP протокол и веб

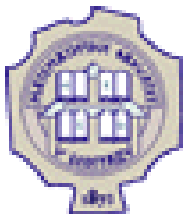
- Веб се састоји од огромног броја клијената са прегледачима (као што су Chrome, Mozilla, Yandex, Safari итд.) и од сервера (који користе веб сервере као што су Apache, JBoss, Tomcat, Microsoft IIS итд.) који су међусобно повезани кроз жичане и безжичне мреже.





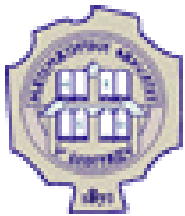
# Функционисање веб сервера



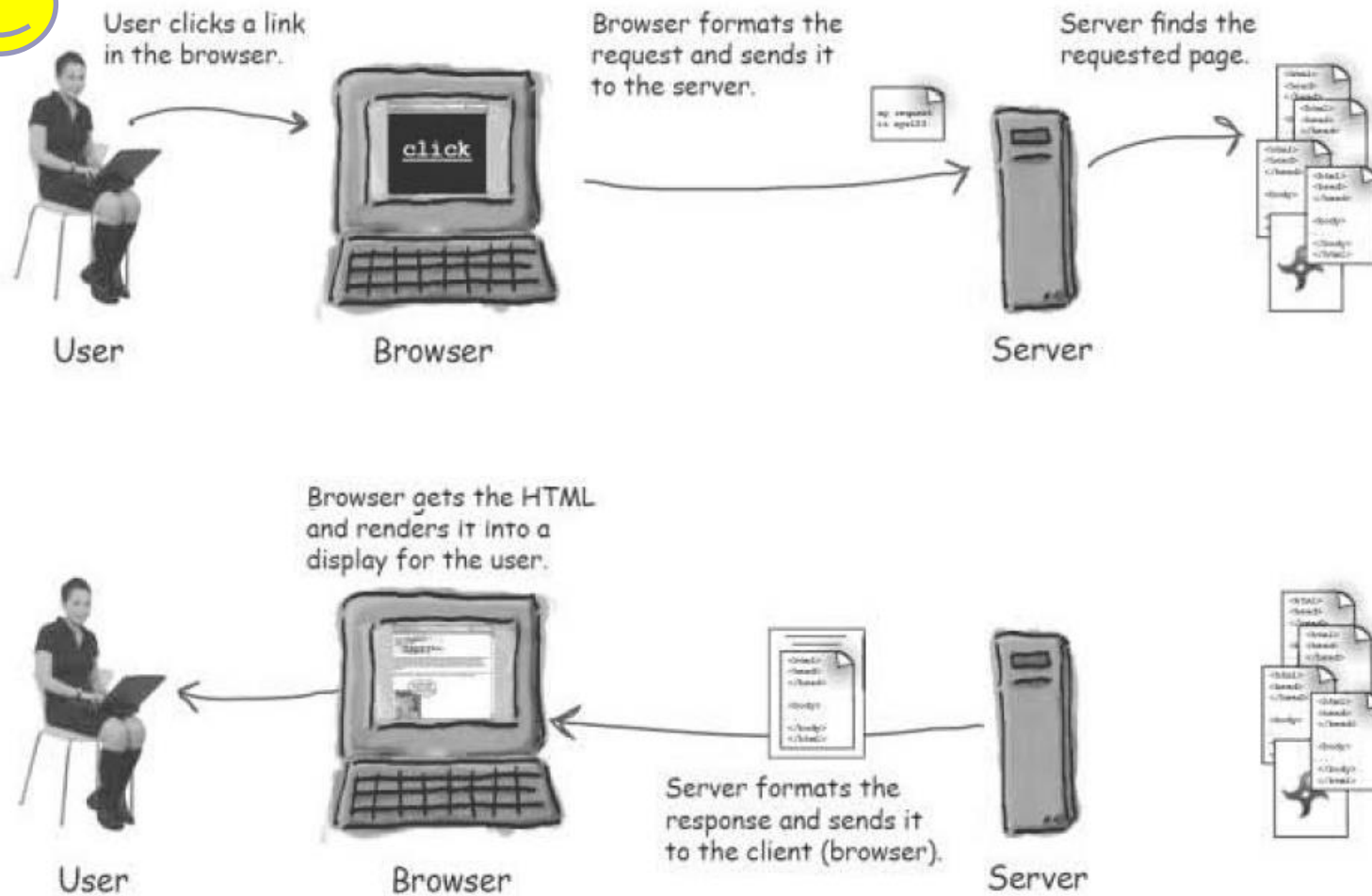


## Функционисање веб сервера (2)

- Корисник преко веб прегледача шаље захтев за ресурсом
- Веб сервер прихвата захтев, проналази тражени ресурс и њега шаље кориснику
  - Ресурс може бити HTML страна, слика, PDF документ или нешто четврто – што год да је у питању, клијент захтева ресурс, а сервер шаље клијенту ресурс који је захтеван
  - У случају када нема захтеваног ресурса, генерише се грешка „404 Not found“
- Термин „сервер“ означава и сам рачунар (тј. хардвер) и програм који представља веб сервер (тј. софтвер)
  - Ако из контекста није јасно да ли се ради о хардверу или софтверу, то ће бити додатно истакнуто



# Функционисање веб клијента

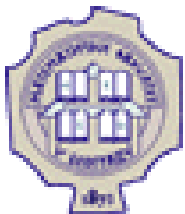




## Функционисање веб клијента (2)

- Када се говори о клијенту, има се у виду корисник, али и веб прегледач – апликација коју корисник користи за сурфовање. Корисник преко веб прегледача шаље захтев за ресурсом
  - Дакле, прегледач је софтвер (нпр. Netscape, Chrome, Mozilla, Yandex, Safari, Edge, Opera и сл.) који комуницира са веб сервером. Осим послова комуникације, прегледач треба да интерпретира HTML код и да исцрта веб стране за корисника
- Ако се експлицитно не наведе другачије, надаље ће термин „клијент“ ће обухватити и софтвер (тј. прегледач) и човека (тј. корисника)
  - Другим речима, клијент је апликација - прегледач која обавља оно што корисник захтева да се уради





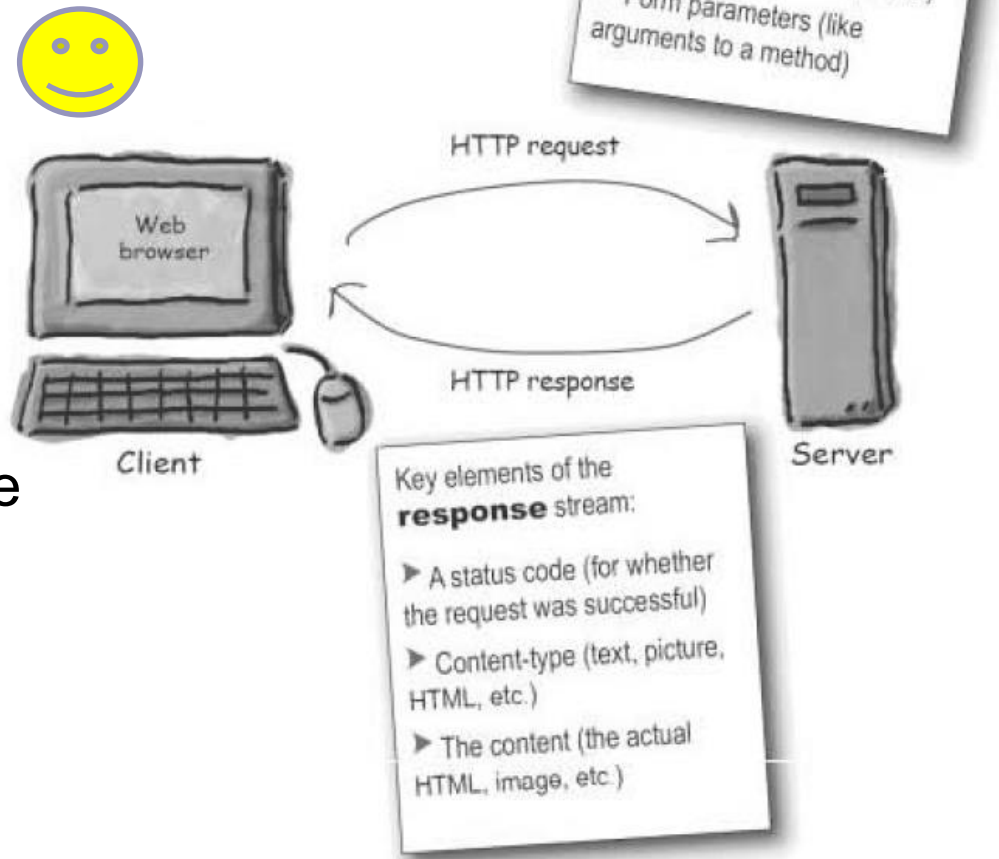
# Клијент и сервер користе HTML и HTTP

- Када сервер шаље одговор на захтев, он прегледачу обично шаље садржај датог типа, тако да прегледач може да прикаже добијени одговор.
- Често је одговор који сервер шаље клијенту секвенца знакова који представљају документ у **HTML** формату. Тај HTML документ потом бива приказан од стране прегледача
  - Језик за означавање HTML (прецизније, HTML 5), је описан у претходним предавањима
- Највећи део конверзације између клијената и сервера се реализује коришћењем **HTTP** протокола
  - Клијент тада шаље HTTP захтев, а сервер одговара са HTTP одговором.
  - Када сервер пошаље HTML страну клијенту, он то ради коришћењем HTTP протокола.



# HTTP протокол

- HTTP протокол се извршава преко TCP/IP протокола
- То је мрежни протокол са карактеристикама које се односе на веб, али он се ослања на TCP/IP протокол ради обезбеђења потпуног преноса захтева и одговора са једног места на друго
- Суштина HTTP конверзације је једноставна секвенца захтев/одговор: прегледач **захтева** а сервер **одговара**





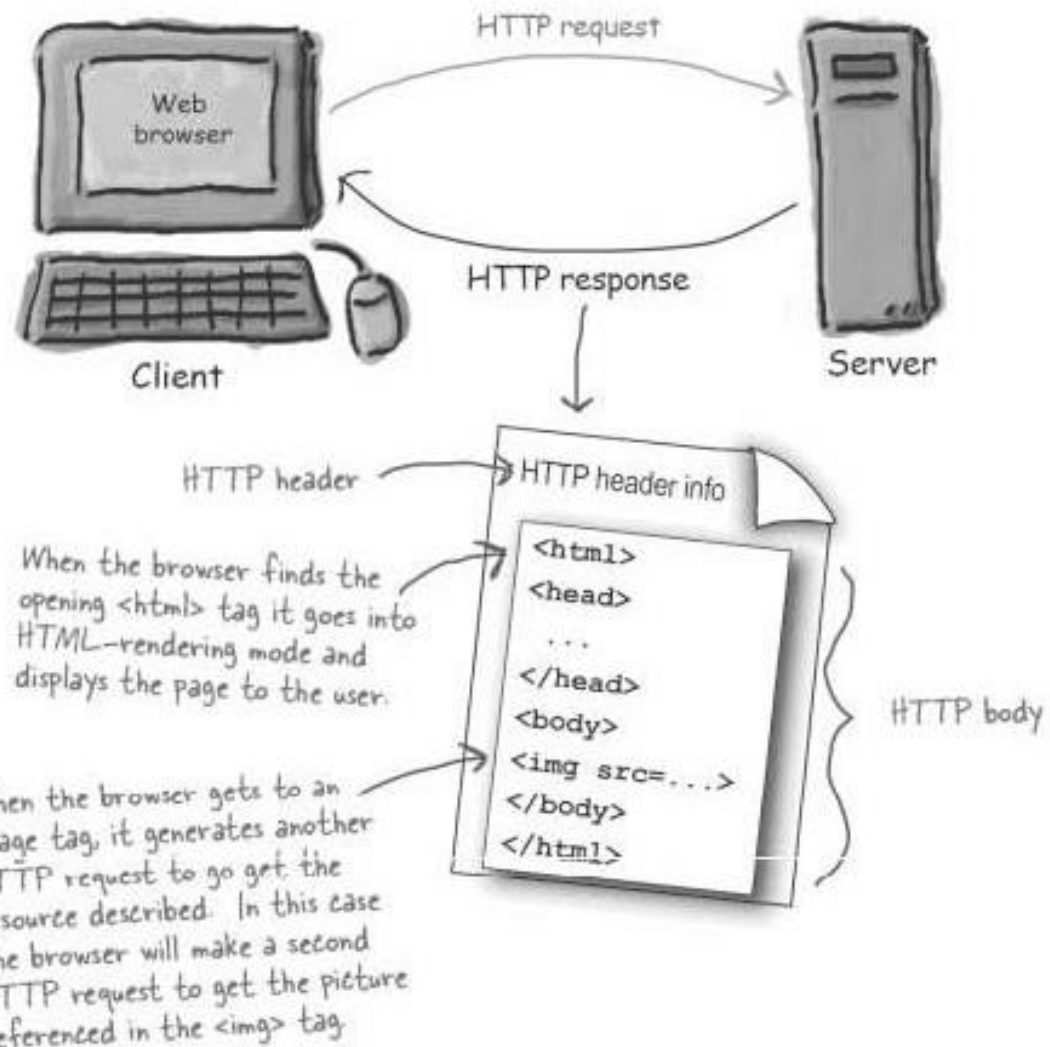
## HTTP протокол (2)

- Сам HTTP протокол је описан IETF документом RFC 2616
- Веб сервери Apache, JBoss, Tomcat, Microsoft IIS и сл. су примери сервера који обрађују HTTP захтеве
- Прегледачи Netscape, Chrome, Mozilla, Yandex, Safari, Edge, Opera и сл. обезбеђују кориснику да генерише HTTP захтев, упути га према серверу и на адекватан начин прикаже HTTP одговор који добије од сервера
- 
- Карактеристике HTTP протокола:
  1. HTTP не одржава конекцију (connectionless)
  2. HTTP је независан од медијума (media independent)
  3. HTTP не подржава стања (stateless)



# HTML је део HTTP одговора

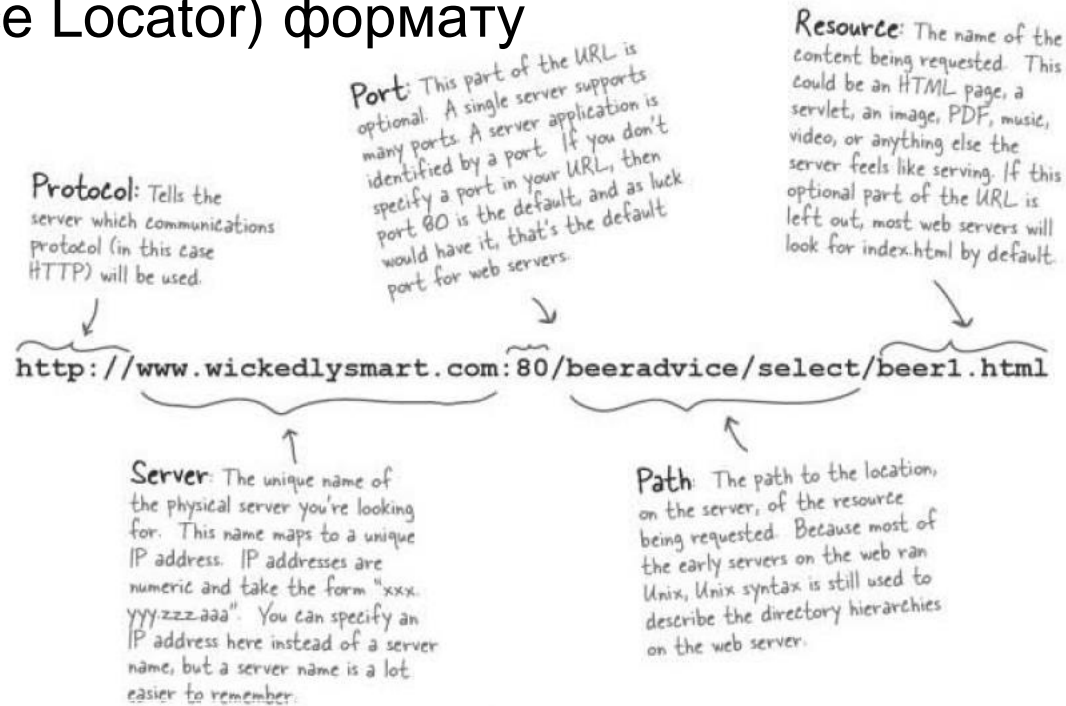
- HTTP одговор може садржавати HTML
- HTTP додаје информације о заглављу на почетак садржаја који се враћа као одговор, какав год садржај био у питању
- Прегледач користи информације из заглавља као помоћ у процесирању HTML садржаја
- Дакле, HTML се може посматрати као садржај уметнут у HTTP одговор





# URL

- Сваки ресурс на вебу има своју јединствену адресу, у URL (Uniform Resource Locator) формату



Not shown:

## Optional Query String

Remember, if this was a GET request, the extra info (parameters) would be appended to the end of this URL, starting with a question mark "?", and with each parameter (name/value pair) separated by an ampersand "&".



# HTTP метод

- HTTP захтев садржи назив метода у свом заглављу
- Назив метода говори серверу о каквој се врсти захтева ради и како ће бити форматиран остатак поруке
- HTTP протокол подржава следеће методе:
  - GET - користи се за преузимање информација са датог сервера на основу дате адресе. Захтеви који користе метод GET треба само да прибављају податке, а никако не треба да их мењају
  - HEAD - је врло сличан GET методу, са тим што се тело поруке не враћа клијенту (враћа се само статусна линија и заглавље). Метод се може користити ради утврђивања да ли је линк измењен у односу на претходно стање - измењено стање се тестира упоређивањем информација послатих у заглављу захтева са информацијама из заглавља генерисаног одговора
  - POST - се користи за захтев да се пошаљу подаци HTTP серверу коришћењем HTML форме



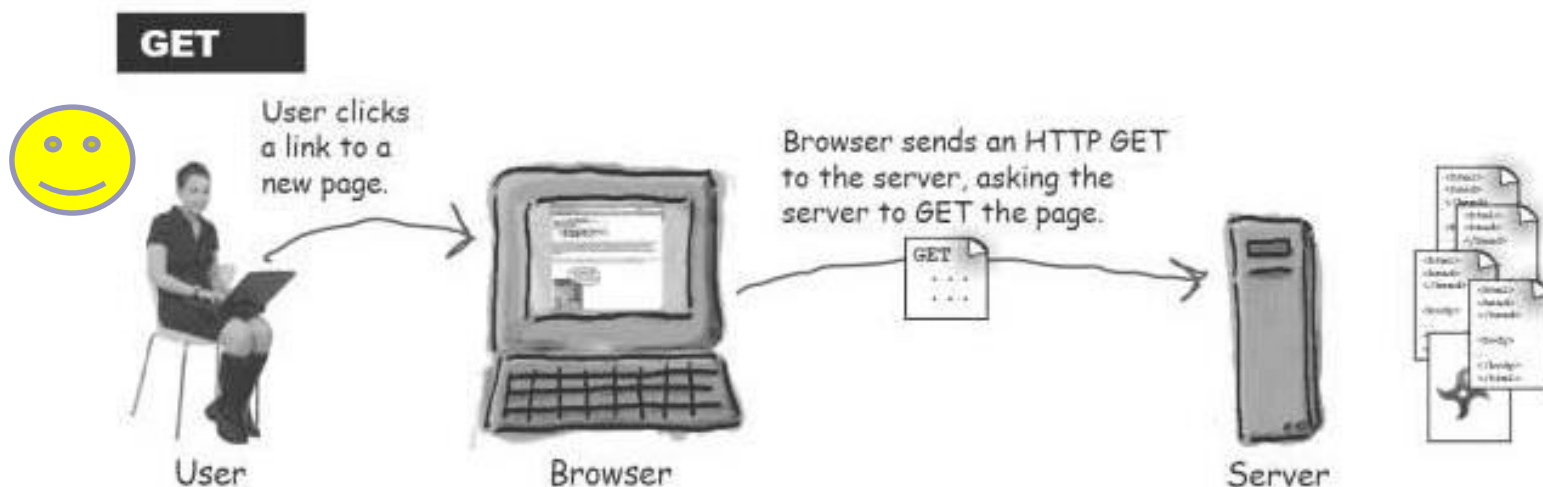
## HTTP метод (2)

- PUT - користи се за захтев HTTP серверу да се подаци послати у оквиру захтева сместе на месту наведеног ресурса
- DELETE - користи се за захтев серверу да се уклони наведени ресурс
- TRACE – извршава тестирање повратне поруке дуж путање којом се захтев креће према циљном ресурсу
- OPTIONS – описује опције комуникације за циљни ресурс
- CONNECT – обезбеђује тунелску комуникацију према серверу одређеним са датом адресом



# Методи GET и POST

- Метод GET је најједноставнији HTTP метод
- Метод GET тражи од сервера да прибави ресурс и да га врати позиваоцу
- Ресурс може бити HTML страна, PDF документ, JPG слика ...
- Сврха метода GET је да се добије ресурс од сервера

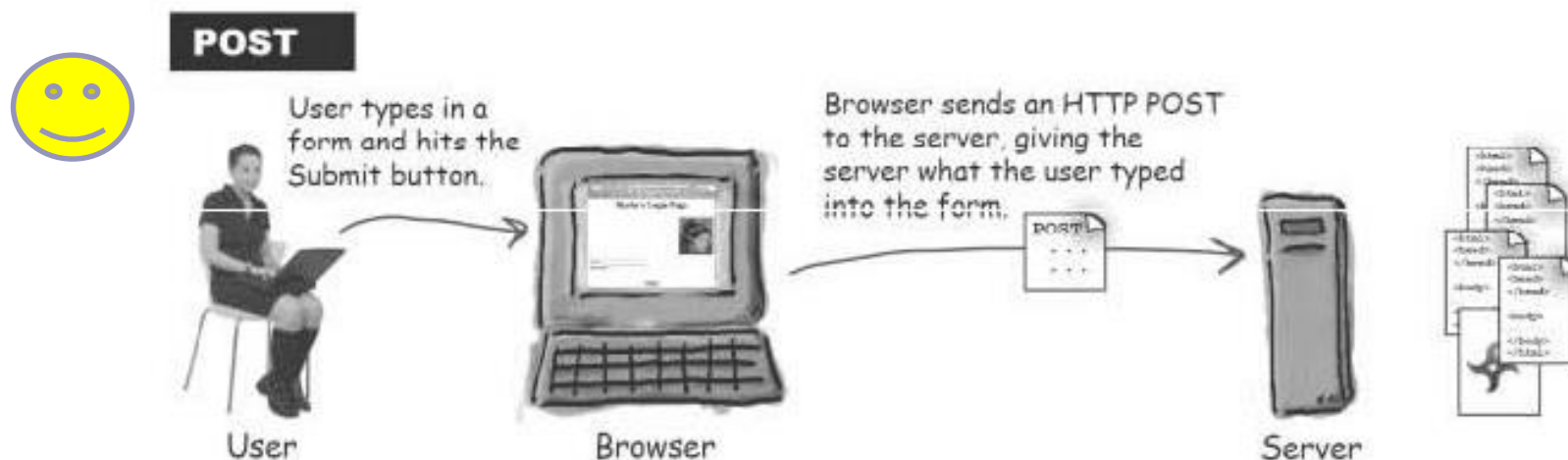






## Методи GET и POST (2)

- Метод POST је моћнији од метода GET
- Коришћењем овог метода може се захтевати нешто од и истовремено слати податке на сервер (па сервер може процесирати приспеле податке)





## Методи GET и POST (3)

- Подаци се могу слати на сервер и помоћу метода GET и помоћу метода POST
  - Укупан број знакова који се помоћу могу послати метода GET је много мањи од броја знакова који се могу послати преко метода POST, а то горње ограничење зависи од врсте веб сервера и прегледача
  - Подаци који се шаљу коришћењем метода GET се налепљују на адресу у адресној линији прегледача, па је све што се тим путем шаље на сервер директно видљиво кориснику (и самим тим подложније манипулацији)
  - Корисник не може поставити маркер на страницу где је садржај форме прослеђен методом POST, а може ако је за прослеђивање коришћен метод GET

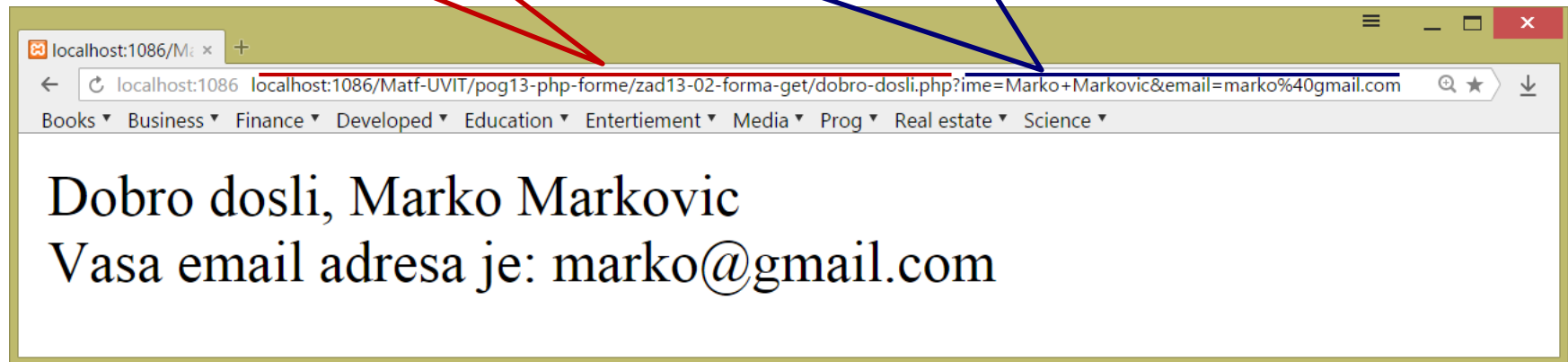


# Методи GET и POST (4)

- Илустрација слања података на сервер и помоћу метода GET

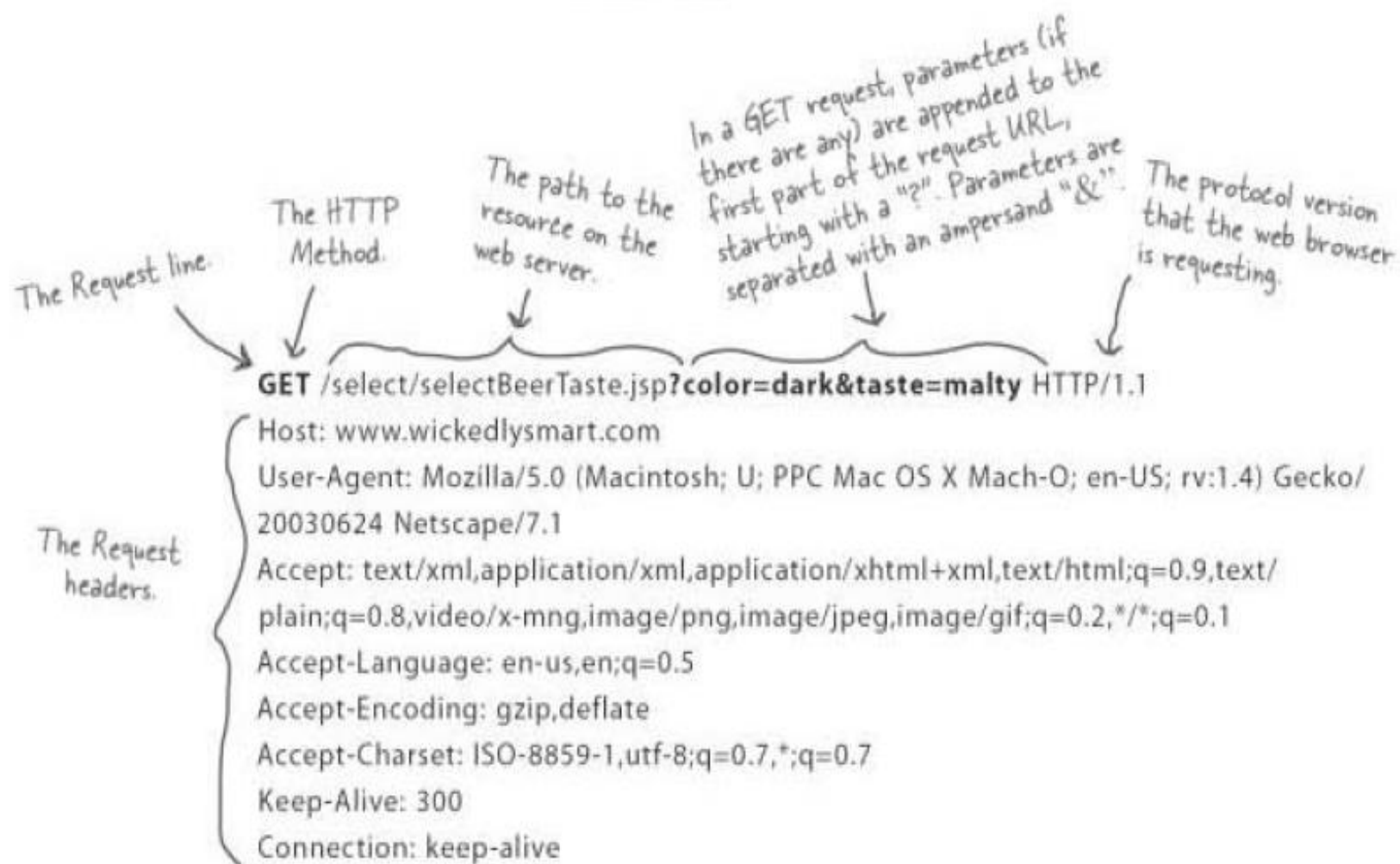
Оригинални URL без додатних параметара

Симбол ? раздваја путању од параметара, а симбол & раздваја параметре.  
Параметри се дефинишу у облику име = вредност



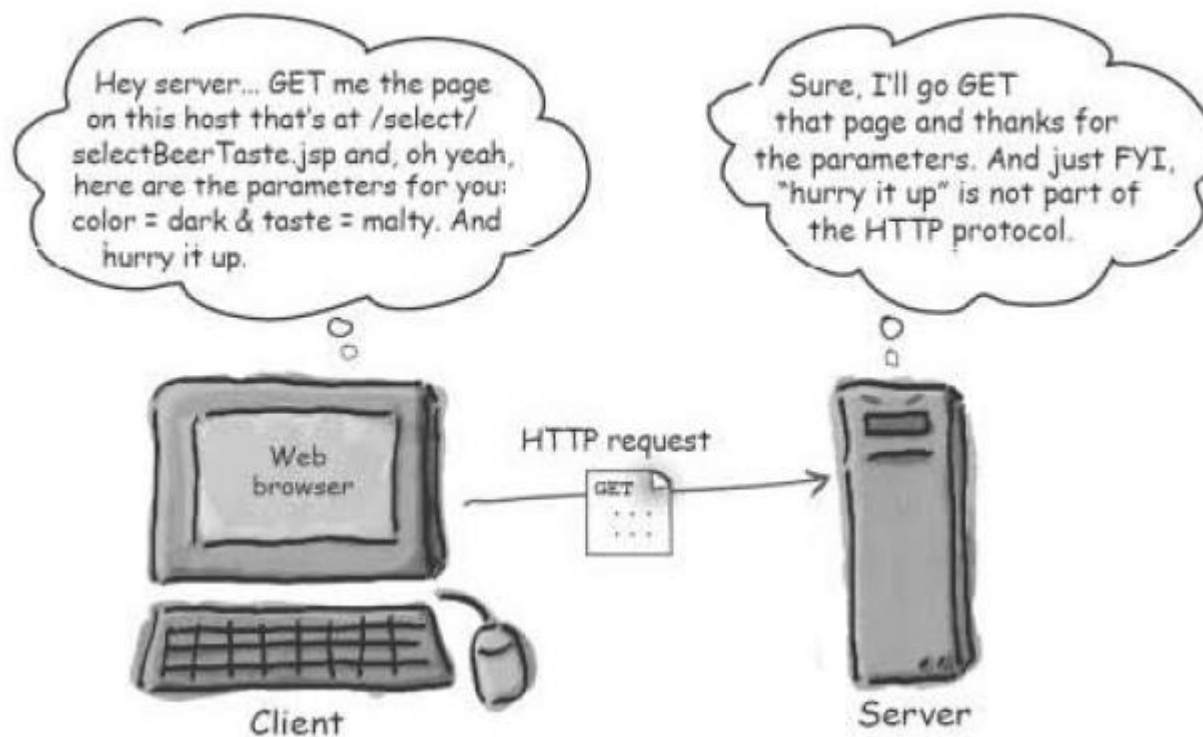


# Анатомија GET захтева



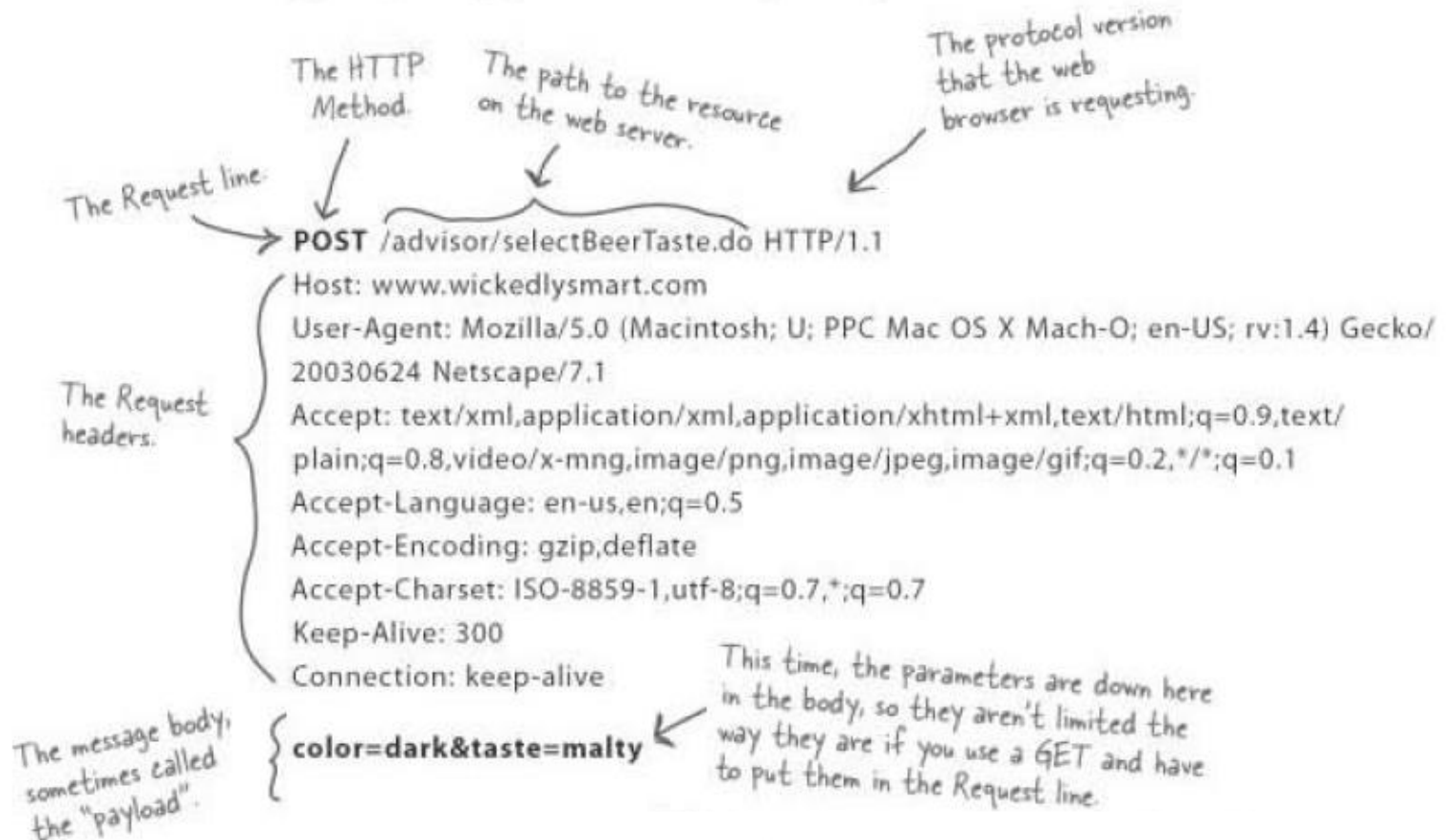


# Анатомија GET захтева (2)



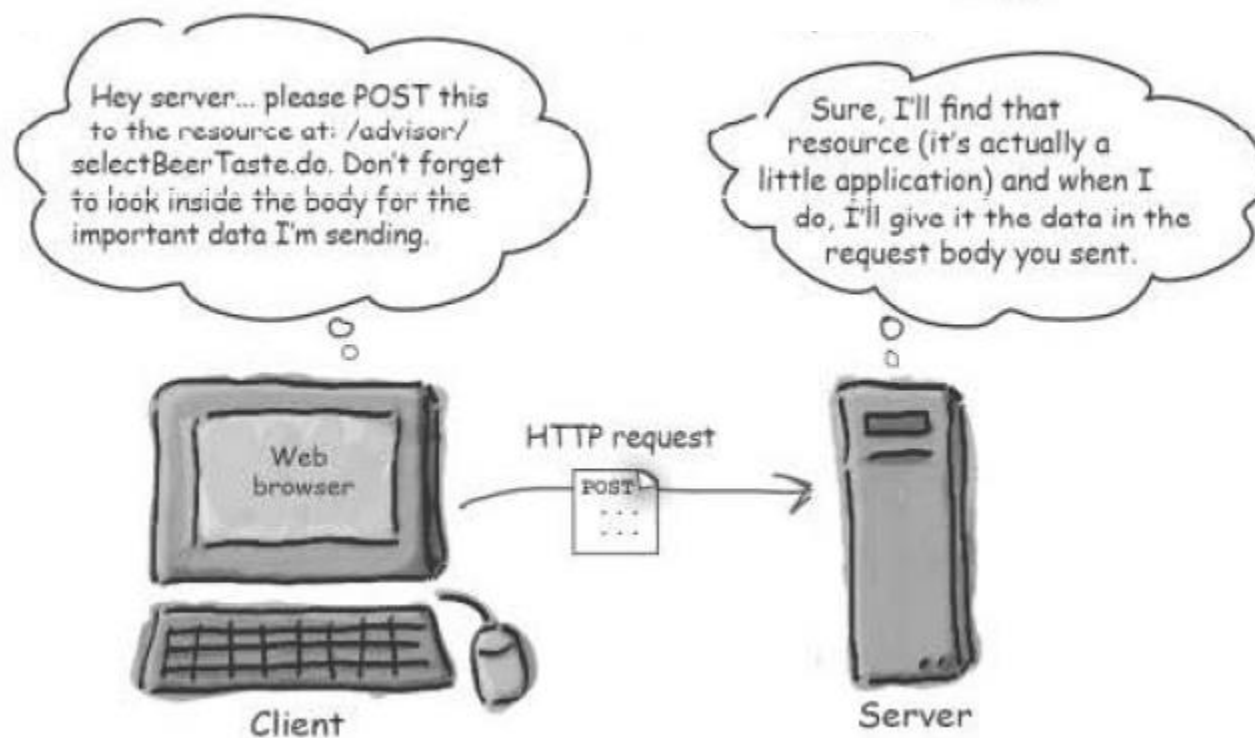


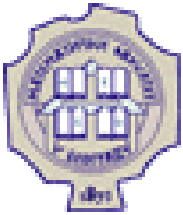
# Анатомија POST захтева





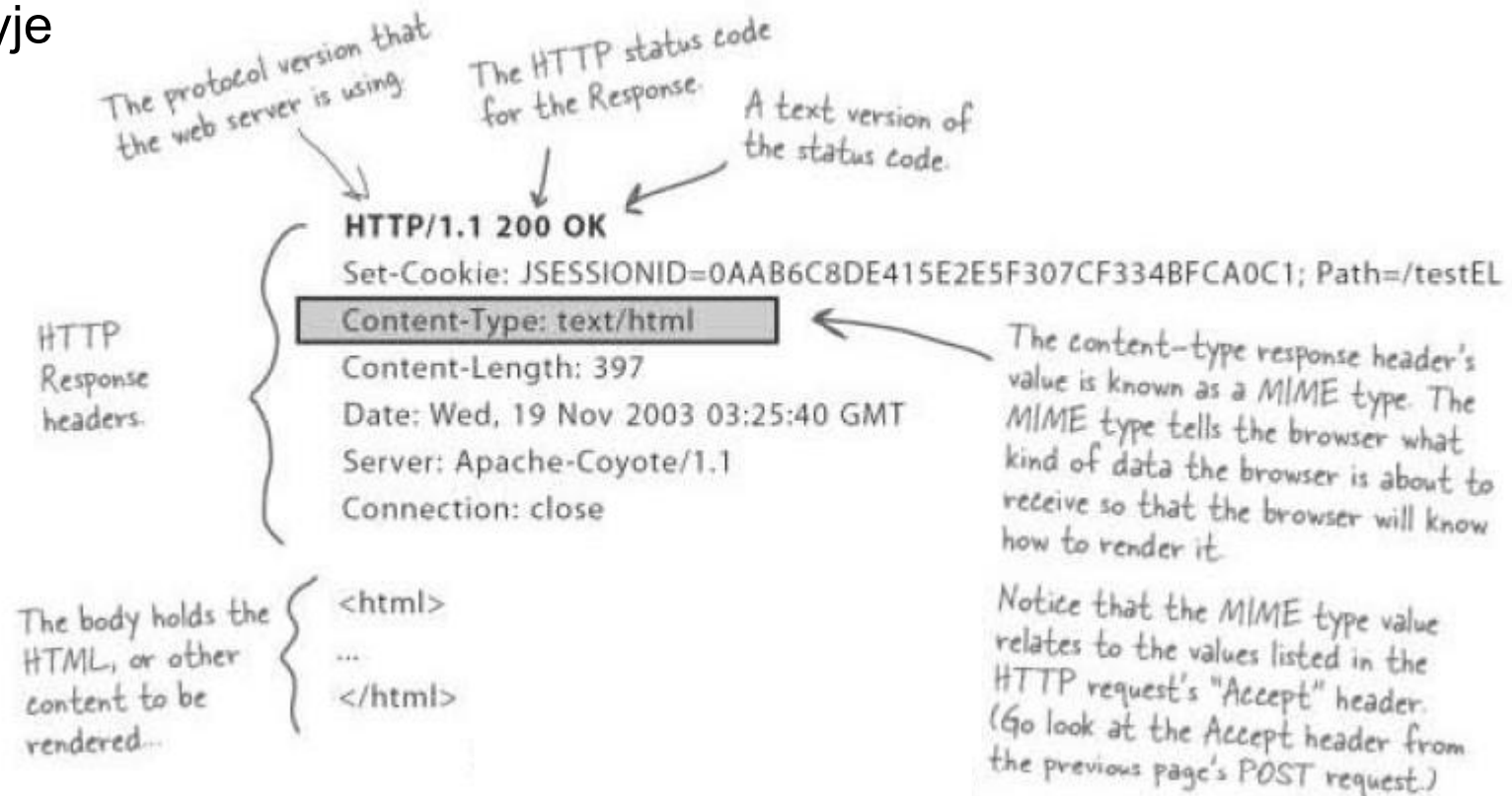
# Анатомија POST захтева (2)





# Анатомија HTTP одговора

- HTTP одговор садржи заглавље и тело
  - Информације у заглављу говоре прегледачу који је протокол коришћен, да ли је захтев био успешан и која врста садржаја се налази у телу захтева, а тело садржи сам садржај који прегледач приказује





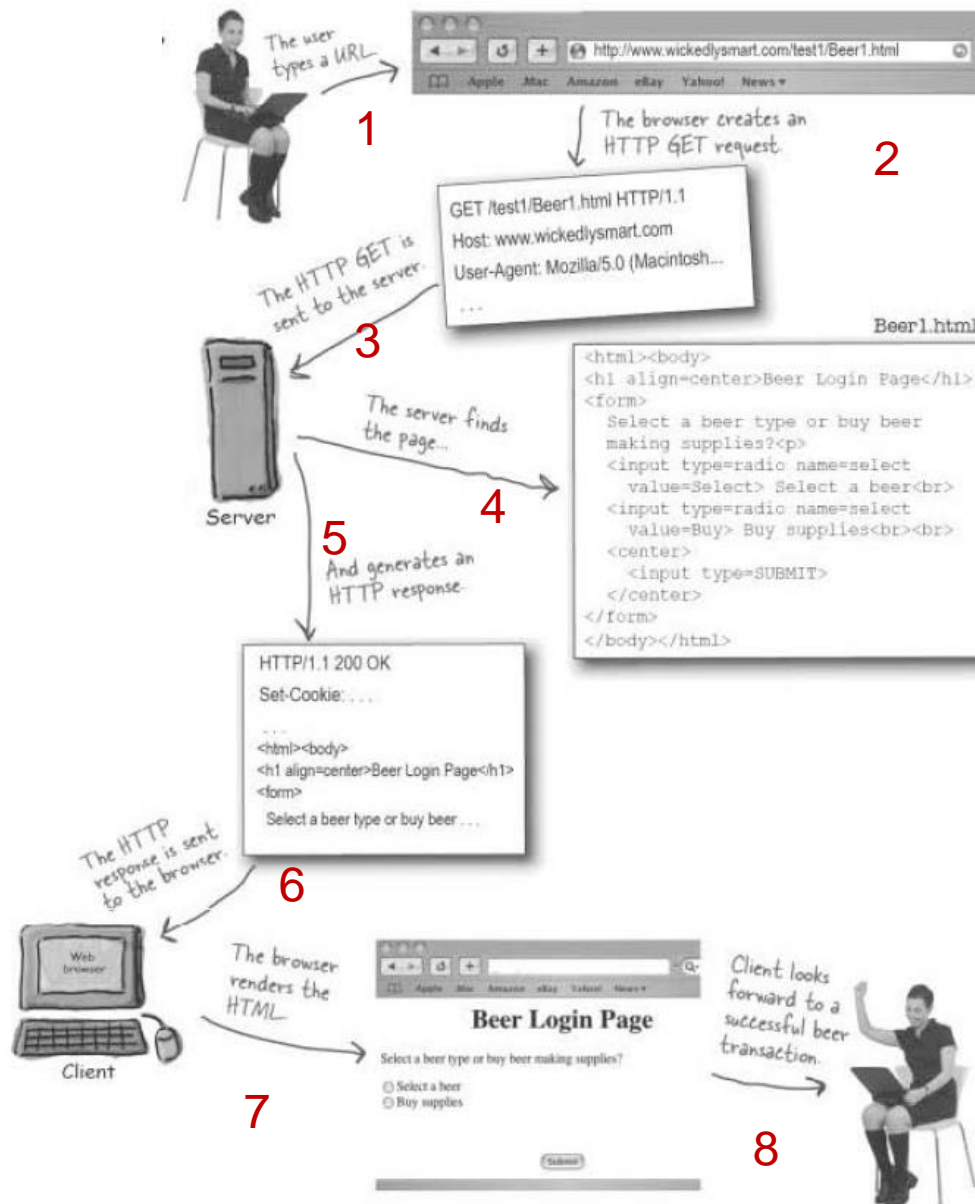


# Анатомија HTTP одговора (2)





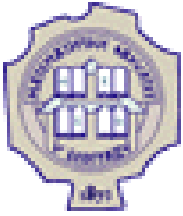
# HTTP захтев и HTTP одговор





# Статусни кодови HTTP одговора

- Статусни код HTTP одговора је троцифрен број. Прва цифра статусног кода HTTP одговора специфицира о којој се од пет класа одговора ради
- Статусни кодови су прошириви и HTTP клијенти нису обавезни да разумеју значење свих статусних кодова
- Побројани статусни кодови су део HTTP/1.1 стандарда (документ RFC 7231), осим ако се не истакне да је другачије



# Статусни кодови HTTP одговора (2)

- 1xx: Information – Захтев је примљен и процес се наставља

## 1xx: Information

Message	Description
100 Continue	Only a part of the request has been received by the server, but as long as it has not been rejected, the client should continue with the request.
101 Switching Protocols	The server switches protocol.



# Статусни кодови HTTP одговора (3)

- 2xx: Successful – захтев је успешно примљен, схваћен и прихваћен

## 2xx: Successful

Message	Description
200 OK	The request is OK.
201 Created	The request is complete, and a new resource is created .
202 Accepted	The request is accepted for processing, but the processing is not complete.
203 Non-authoritative Information	The information in the entity header is from a local or third-party copy, not from the original server.
204 No Content	A status code and a header are given in the response, but there is no entity-body in the reply.
205 Reset Content	The browser should clear the form used for this transaction for additional input.
206 Partial Content	The server is returning partial data of the size requested. Used in response to a request specifying a <i>Range</i> header. The server must specify the range included in the response with the <i>Content-Range</i> header.



# Статусни кодови HTTP одговора (4)

- 3xx: Redirection – морају се предузети додатне акције да би се компетирао захтев

## 3xx: Redirection

Message	Description
300 Multiple Choices	A link list. The user can select a link and go to that location. Maximum five addresses .
301 Moved Permanently	The requested page has moved to a new url .
302 Found	The requested page has moved temporarily to a new url .
303 See Other	The requested page can be found under a different url .
304 Not Modified	This is the response code to an <i>If-Modified-Since</i> or <i>If-None-Match</i> header, where the URL has not been modified since the specified date.
305 Use Proxy	The requested URL must be accessed through the proxy mentioned in the <i>Location</i> header.
306 <i>Unused</i>	This code was used in a previous version. It is no longer used, but the code is reserved.
307 Temporary Redirect	The requested page has moved temporarily to a new url.

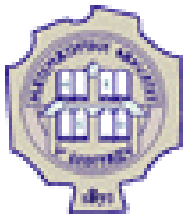


# Статусни кодови HTTP одговора (5)

- 4xx: Client Error – захтев садржи некоректну синтаксу или не може бити испуњен

## 4xx: Client Error

Message	Description		
400 Bad Request	The server did not understand the request.	410 Gone	The requested page is no longer available .
401 Unauthorized	The requested page needs a username and a password.	411 Length Required	The "Content-Length" is not defined. The server will not accept the request without it .
402 Payment Required	<i>You can not use this code yet.</i>	412 Precondition Failed	The pre condition given in the request evaluated to false by the server.
403 Forbidden	Access is forbidden to the requested page.	413 Request Entity Too Large	The server will not accept the request, because the request entity is too large.
404 Not Found	The server can not find the requested page.	414 Request- url Too Long	The server will not accept the request, because the url is too long. Occurs when you convert a "post" request to a "get" request with a long query information .
405 Method Not Allowed	The method specified in the request is not allowed.	415 Unsupported Media Type	The server will not accept the request, because the mediatype is not supported .
406 Not Acceptable	The server can only generate a response that is not accepted by the client.	416 Requested Range Not Satisfiable	The requested byte range is not available and is out of bounds.
407 Proxy Authentication Required	You must authenticate with a proxy server before this request can be served.	417 Expectation Failed	The expectation given in an Expect request-header field could not be met by this server.
408 Request Timeout	The request took longer than the server was prepared to wait.		
409 Conflict	The request could not be completed because of a conflict.		



# Статусни кодови HTTP одговора (7)

- 5xx: Server Error – сервер није успео да испуни наизглед ваљан захтев

## 5xx: Server Error

Message	Description
500 Internal Server Error	The request was not completed. The server met an unexpected condition.
501 Not Implemented	The request was not completed. The server did not support the functionality required.
502 Bad Gateway	The request was not completed. The server received an invalid response from the upstream server.
503 Service Unavailable	The request was not completed. The server is temporarily overloading or down.
504 Gateway Timeout	The gateway has timed out.
505 HTTP Version Not Supported	The server does not support the "http protocol" version.





# Protokol aplikativnog sloja - HTTP

- Hypertext Transfer Protocol (HTTP), je protokol aplikacionog sloja koji predstavlja osnovu veba
- HTTP je implementiran u okviru dve vrste programa:
  - klijentskim programima, najčešće pregledačima veba
  - serverskim programima, najčešće veb serverima
- Ovi programi međusobno komuniciraju razmenom HTTP poruka
- HTTP definiše strukturu ovih poruka i način na koji klijenti i serveri razmenjuju ove poruke
- Neki od osnovnih pojmova veba:
  - Veb je distribuirana aplikacija zasnovana na veb stranicama
  - Veb strane se sastoje od objekata – hipertekstualnih datoteka opisanih na jeziku HTML, slika u raznim formatima (npr. JPG, PNG, GIF), Java apleta i sli.
  - Svaki pojedinačni objekat ima jedinstvenu adresu u obliku tzv. URI (Uniform Resource Identifier)



## Protokol aplikativnog sloja – HTTP (2)

- HTTP protokol dolazi u dve verzije
  - Rana verzija, HTTP 1.0 korišćena je u samom početku razvoja veba
  - krajem 1990-tih, zamenjena je novijom verzijom HTTP 1.1 koja je i danas aktuelna i koja zadržava kompatibilnost sa prvom verzijom
- Obe verzije koriste TCP za komunikaciju nižeg nivoa
  - Razlika je, na primer u tome, što se u okviru starije verzije TCP konekcija automatski zatvara nakon prijema HTTP odgovora, dok se u okviru novije verzije ista konekcija koristi za prenos više objekata, što doprinosi brzini zbog sporog uspostavljanja TCP konekcija
- HTTP protokol funkcioniše na sledeći način:
  - Klijent uspostavlja TCP konekciju (obično na portu 80) sa serverskim računarom, i zatim šalje HTTP zahteve za određenim veb objektima serverskom računaru
  - Ukoliko traženi objekti postoje na serveru, server kroz uspostavljenu TCP konekciju objekte šalje u obliku HTTP odgovora



## Protokol aplikativnog sloja – HTTP (3)

- Važno je naglasiti da nakon slanja odgovora, server ne održava tj. ne koristi apsolutno nikakve informacije o klijentu, odnosno da je HTTP protokol bez stanja (stateless protocol)
- HTTP zahtevi i odgovori se navode u precizno specificiranom obliku

```
GET /~filip/uvit/ HTTP/1.1
Host: www.matf.bg.ac.rs
User-Agent: Mozilla/5.0 Firefox/3.5.8
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: en-us,en;q=0.5
Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Keep-Alive: 300
Connection: keep-alive
```

primer HTTP zahteva

```
metod putanja verzija
polje: vrednost
...
polje: vrednost

sadržaj
```

opšti format HTTP zahteva



## Protokol aplikativnog sloja – HTTP (4)

- HTTP zahtev se šalje nakon što je uspostavljena TCP konekcija sa nekih host računarom
- U prvoj liniji, navodi se ime metoda, putanja (na serveru) do objekta koji se zahteva i verzija HTTP protokola
- Najčešće korišćeni metodi su GET, POST i donekle HEAD
- HTTP zahtev sadrži i niz polja i njihovih vrednosti kojima klijent serveru saopštava neke relevantne informacije:
  - Host: - obavezno polje u HTTP/1.1 i sadrži ime hosta na koji se šalje zahtev
  - User-Agent: - ovim se identifikuje klijentski softver koji šalje zahtev
  - Accept: - ovim klijent navodi vrstu sadržaja (MIME tip) koju priželjkuje
  - Accept-Language: - ovim klijent navodi jezik koji priželjkuje
  - Accept-Charset: - ovim klijent navodi kodnu stranu koju priželjkuje
  - Connection: - ovim se navodi da li se želi perzistentna (keep-alive) ili jednokratna (close) TCP konekcija.



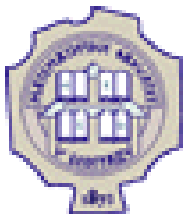
# Protokol aplikativnog sloja – HTTP (5)

- Niz polja u HTTP zahtevu:
  - If-modified-since: - ovim klijent serveru naglašava da mu objekat pošalje samo ako je bio modifikovan od datuma navedenog u ovom polju (ukoliko objekat nije modifikovan, on se ne šalje ponovo već klijent prikazuje verziju koja mu je prethodno bila dostavljena i koja je sačuvana je u kešu)
- Nakon prijema HTTP zahteva, server šalje HTTP odgovor

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Sun, 07 Mar 2010 14:53:05 GMT
Server: Apache/2.2.9 (Unix) mod_ssl/2.2.9 OpenSSL/0.9.8h PHP/5.2.6
X-Powered-By: PHP/5.2.6
Content-Length: 2905
Keep-Alive: timeout=5, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html
```

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
  "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en">
...
```

primer HTTP odgovora



# Protokol aplikativnog sloja – HTTP (6)

```
verzija kod status  
polje: vrednost  
...  
polje: vrednost  
  
sadrzaj
```

opšti format HTTP odgovora

- Kod i status su u odgovoru najčešće nešto od sledećeg:
  - 200 OK - Zahtev je uspešan i informacija se vraća u okviru odgovora
  - 301 Moved Permanently - Zahtevani objekat je premešten na lokaciju koja je navedena u polju Location: i klijentski program može automatski da pošalje novi zahtev na dobijenu lokaciju
  - 304 Not Modified - Zahtevani objekat nije promenjen od datuma navedenog u zahtevu i nema ga potrebe ponovo slati
  - 400 Bad Request - Server nije uspeo da razume zahtev
  - 404 Not Found - Zahtevani objekat nije naden na serveru



## Protokol aplikativnog sloja – HTTP (7)

- Kod i status su u odgovoru najčešće nešto od sledećeg:
  - 500 Internal Server Error - Došlo je do neke interne greške u radu serverskog programa
  - 505 HTTP Version Not Supported - Server ne podržava verziju HTTP protokola
- Kodovi koji počinju sa 2 govore o tome da je sve proteklo kako treba, kodovi koji počinju sa 3 obaveštavaju korisnika o nekoj redirekciji, kodovi koji počinju sa 4 govore o nekoj grešci u zahtevu (grešci koju je napravio klijent), a kodovi koji počinju sa 5 govore o nekoj grešci na strani servera



## Protokol aplikativnog sloja – HTTP (8)

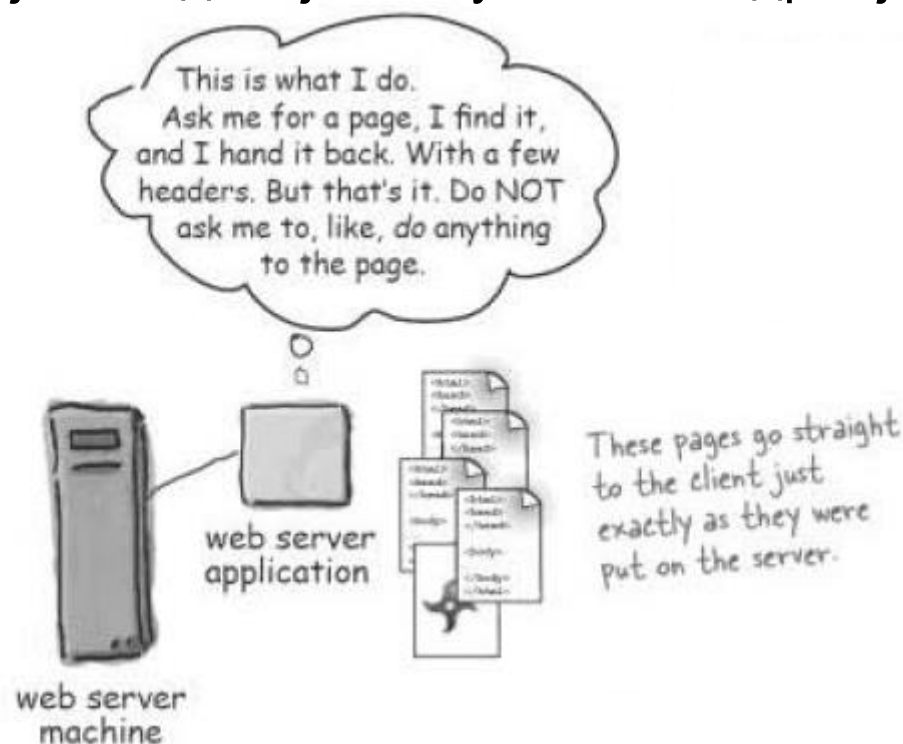
- Neka od najčešće navedenih polja u HTTP odgovorima su:
  - Date: - tačno vreme kada je odgovor poslat
  - Server: - identifikacija veb server programa koji je poslao odgovor
  - Content-Type: - vrsta sadržaja (MIME tip) poslata u okviru odgovora
  - Content-Length: - dužina sadržaja u bajtovima
  - Last-Modified: - vreme kada je sadržaj poslednji put modifikovan na serveru





# Статичке веб стране

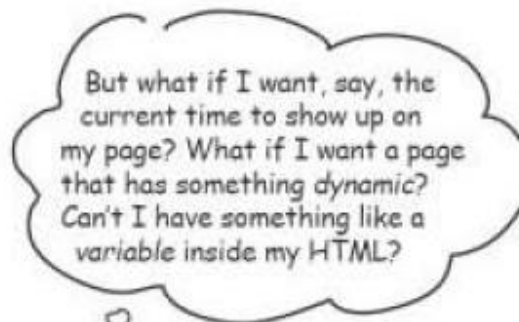
- Статичка веб страна се налази у директоријуму на веб серверу
  - Веб сервер такву страну само пронађе и проследи клијенту, баш онакву каква је на серверу
  - Сваки од клијената добија потпуно исти садржај као одговор





## Статичке веб стране (2)

- Шта радити када треба обезбедити да се веб страна динамички мења?



```
<html>
<body>
The current time is [insertTimeOnServer].
</body>
</html>
```

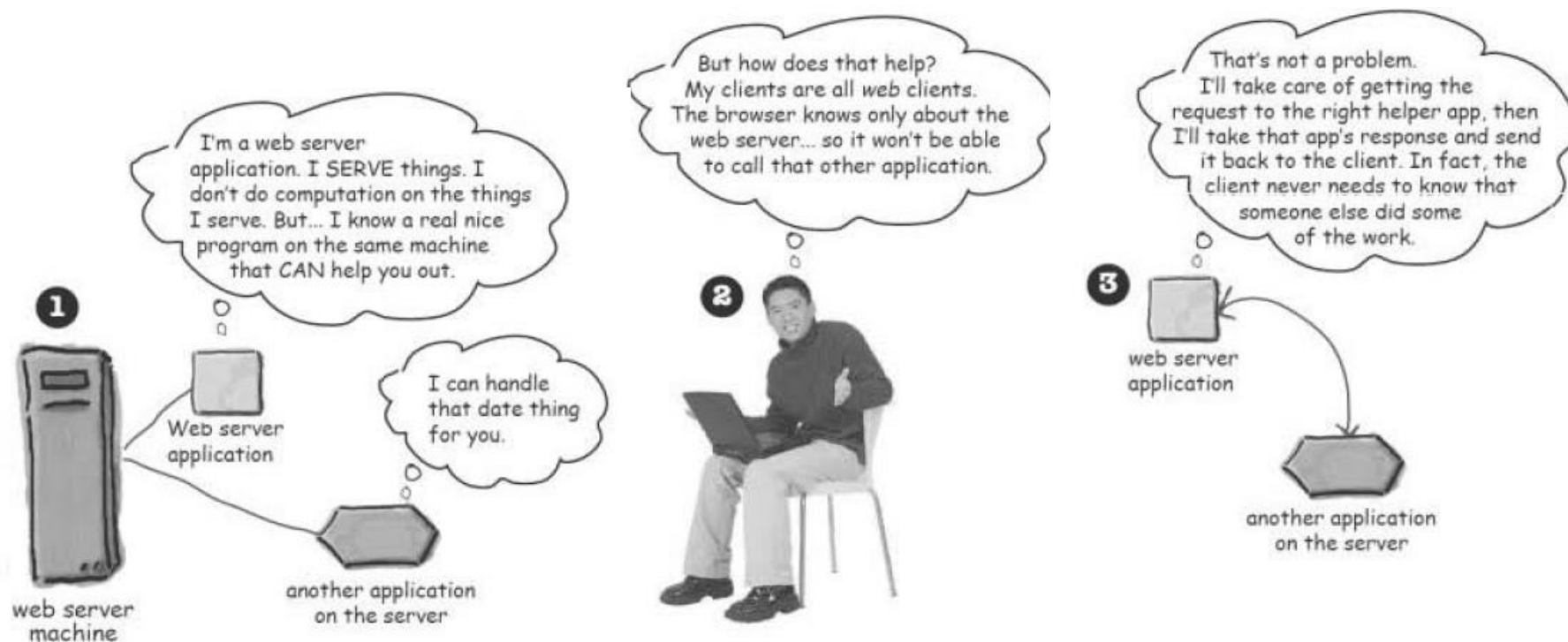
What if we want to stick something variable inside the HTML page?





# Динамичке веб стране

- Сам веб сервер опслужује само статичке стране, али се може користити посебна помоћна апликација, са којом комуницира веб сервер, а која креира динамички садржај





## Динамичке веб стране (2)

- Динамички садржај може бити било шта: датум и време са сервера, списак датотека у директоријуму, случајно изабрана слика итд.
- Динамички садржај не постоји све док не стигне захтев
- По приспећу захтева, помоћна апликација „креира“ HTML а онда веб сервер тај HTML „спакује“ у одговор

Уместо статичног

```
<html>
<body>
The current time is
always 4:20 PM
on the server
</body>
</html>
```

Треба да се добије динамичан садржај

```
<html>
<body>
The current time is
[insertTimeOnServer]
on the server
</body>
</html>
```



## Динамичке веб стране (3)

- Када корисник проследи серверу податке са форме, тада је за процесирање прослеђених података (чување података у бази, ради генерисање одговора на основу података прослеђених уз захтев итд.) неопходно коришћење помоћне апликације
- Када сервер препозна да се захтев односи на помоћну апликацију, тада и прослеђене параметре проследи помоћној апликацији, па та апликација генерише одговор за који се потом проследи клијенту



# Protokoli aplikativnog sloja – SMTP, POP3 i IMAP

- Pre nego opisa pojedinačnih protokola, ukratko o osnovnim principima funkcionisanja elektronske pošte:
  - Za slanje elektronske poruka sa računara pošaljioca na računar primaoca, potrebno je da u komunikaciju budu uključeni i server elektronske pošte pošiljaoca, kao i server elektronske pošte primaoca
  - 1. Pošiljaoc sa svog računara dostavlja poruku svom serveru, od kog se zahteva da poruku dostavi serveru primaoca i smesti je u poštansko sanduče primaoca
  - 2. Server pošiljoca nastavlja da brine o dostavljanju poruke tj. vrši komunikaciju sa serverom primaoca i pokušava da dostavi poruku sve dok ili ne uspe ili dok ne ustanovi da dostavljanje poruke nije moguće
  - 3. U slučaju da dostavljanje poruke nije uspelo, server obično obaveštava pošiljaoca da dostavljanje nije uspelo
  - 4. Kada se poruka uspešno dostavi na server primaoca, ona se smešta u njegovo poštansko sanduče gde je smeštena sve dok primaoc ne proverí svoju poštu i ne poželi da pročita dobijenu poruku
  - 5. U tom trenutku potrebno je dostaviti poruku sa servera primaoca do njegovog ličnog računara



# Protokoli aplikativnog sloja – SMTP, POP3 i IMAP (2)

- Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) je standardni protokol za slanje pošte

```
Server: 220 smtp.example.com ESMTP Postfix
Client: HELO relay.example.org
Server: 250 Hello relay.example.org, I am glad to meet you
Client: MAIL FROM:<bob@example.org>
Server: 250 Ok
Client: RCPT TO:<alice@example.com>
Server: 250 Ok
Client: RCPT TO:<theboss@example.com>
Server: 250 Ok
Client: DATA
Server: 354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>
Client: From: "Bob Example" <bob@example.org>
      To: Alice Example <alice@example.com>
      Cc: theboss@example.com
      Date: Tue, 15 Jan 2008 16:02:43 -0500
      Subject: Test message
```

Hello Alice.

This is a test message with 5 header fields and  
5 lines in the message body.

Your friend,

Bob

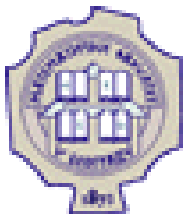
.

```
Server: 250 Ok: queued as 12345
```

```
Client: QUIT
```

```
Server: 221 Bye
```

Primer SMTP sesije  
između klijenta koji šalje  
poštu i servera koji je  
prima, kako bi je dalje  
prosledio



# Protokoli aplikativnog sloja – SMTP, POP3 i IMAP (3)

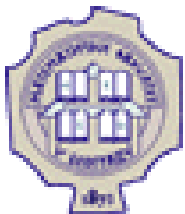
- Post Office Protocol (POP) je jednostavni protokol za preuzimanje poruka sa servera, pri čemu se prilikom preuzimanja poruke obično brišu sa servera
- Preuzete poruke se čuvaju na klijentskom računaru, koji nakon preuzimanja poruka više ne mora da ima pristup Internetu
- POP protokol koristi TCP konekciju na portu 110.

Primer POP3 sesije  
između  
klijenta i servera

```

Server: +OK POP3 server ready <1896.697170952@dbc.mtview.ca.us>
Client: APOP mrose c4c9334bac560ecc979e58001b3e22fb
Server: +OK mrose's maildrop has 2 messages (320 octets)
Client: STAT
Server: +OK 2 320
Client: LIST
Server: +OK 2 messages (320 octets)
      1 120
      2 200
      .
Client: RETR 1
Server: +OK 120 octets
      <the POP3 server sends message 1>
      .
Client: DELE 1
Server: +OK message 1 deleted
Client: RETR 2
Server: +OK 200 octets
      <the POP3 server sends message 2>
Client: QUIT
Server: +OK dewey POP3 server signing off (maildrop empty)
  
```





# Protokoli aplikativnog sloja – SMTP, POP3 i IMAP (4)

- Osnovne komande koje klijentski softver izdaje u POP3 protokolu su:
  - APOP - ovim se vrši autorizacija klijenta navođenjem njegovog korisničkog imena i kriptovane lozinke.
  - STAT - statistika o stanju poštanskog sandučeta
  - LIST - lista poruka
  - RETR - primanje poruke sa navedenim rednim brojem
  - DELE - brisanje poruke sa navedenim rednim brojem
  - QUIT - prekidanje sesije



# Protokoli aplikativnog sloja – SMTP, POP3 i IMAP (5)

- Internet Message Access Protocol (IMAP) je znatno napredniji protokol za primanje pošte. On je prevashodno namenjen korisnicima koji su mobilni tj. koji svojoj pošti pristupaju sa različitih računara
  - Kako bi ovakvi korisnici imali mogućnost pristupa svim svojim porukama, nije poželjno brisati ih sa servera (iz poštanskog sandučeta) prilikom preuzimanja
  - Klijenti za elektronsku poštu na lokalnim računarima obično omogućavaju korisnicima sortiranje poruka, organizovanje u fascikle, pretragu i sli.
  - IMAP protokol je projektovan tako da se ovakva funkcionalnost obezbedi tako što se korisnicima omogući da ove funkcije izvode direktno u svom poštanskom sandučetu na serveru
  - Mana ovog pristupa je što se zahteva da korisnici imaju pristup Internetu sve vreme dok rade sa svojom elektronskom poštom
  - Određeni broj veb aplikacija za rad sa elektronskom poštom je zasnovan na IMAP protokolu



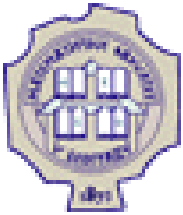
# Protokol aplikativnog sloja - FTP

- File Transfer Protocol (FTP) je protokol za prenos datoteka između računara
  - Protokol datira još od 1970-tih i doba ranog Interneta, ali se i danas koristi
  - U okviru tipične FTP sesije, korisnik sedi za jednim host računarom i želi da prenosi datoteke na ili sa drugog host računara
  - FTP koristi TCP kao protokol za komunikaciju nižeg nivoa
  - FTP protokol ostvaruje dve TCP konekcije za prenos datoteka. Jedna konekcija (obično na portu 21) se koristi za prenos kontrolnih informacija, a druga (obično na portu 20) za prenos samih podataka
  - Za svaku datoteku, otvara se nova konekcija za prenos podataka, koja se automatski zatvara kada se završi prenos datoteka
  - Za to vreme kontrolna konekcija sve vreme ostaje otvorena
  - Za razliku od HTTP protokola, tokom FTP sesije server mora da čuva određene podatke o korisniku (na primer, tekući direktorijum) tj. FTP je protokol koji čuva stanje (statefull protocol)



## Protokol aplikativnog sloja – FTP (2)

- Kontrole koje se izdaju serveru putem kontrolne konekcije se zapisuju u čitljivom ASCII obliku:
  - USER username - koristi se za slanje identifikacije korisnika serveru
  - PASS password - koristi se za slanje lozinke korisnika serveru
  - LIST - koristi se kako bi se serveru poslala poruka da pošalje listu datoteka u tekućem direktorijumu
  - RETR filename - koristi se kako bi se sa servera (iz tekućeg direktorijuma) prenela datoteka sa datim imenom na klijent (u tekući direktorijum)
  - STOR filename - koristi se kako bi se sa klijenta (iz tekućeg direktorijuma) prenela datoteka sa datim imenom na server (u tekući direktorijum)



## Protokol aplikativnog sloja – FTP (3)

- Server obično na zahteve klijenta otvara konekciju za prenos podataka, a istovremeno preko kontrolne konekcije šalje statusne poruke ili poruke o greškama, kao što su:
  - 331 Username OK, password required
  - 25 Data connection already open; transfer starting
  - 425 Can't open data connection
  - 452 Error writing file



# Zahvalnica

Delovi materijala ove prezentacije su preuzeti iz:

- Skripte iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor prof. dr Filip Marić
- Prezentacija iz predmeta Uvod u veb i internet tehnologije, na Matematičkom fakultetu Univeziteta u Beogradu, autor dr Vesna Marinković
- Skripte iz predmeta Informatika na Univerzitetu Milano Bicocca, autor dr Dario Pescini