

## Posledice pojave savremene telekomunikacije i računarskih mreža

- U današnje vreme skoro nezamislivo korišćenje računara koji nisu povezani sa drugim računarima
- Računari stavljeni u nove uloge, broj korisnika sve veći
- U mreže se povezuju i pametni telefoni, tableti, ali i televizori, kućni uređaji...
- Objedinjavanje telekomunikacionih usluga: jedinstvena mrežna infrastruktura za prenos glasa, podataka, radio i TV signala
- Internet stvari (*internet-of-things, IoT*) predviđa umrežavanje svih svakodnevnih objekata koji nas okružuju

## Pojam računarske mreže

- Računarska mreža podrazumeva postojanje bar dva uređaja koji mogu međusobno da komuniciraju i razmenjuju podatke
- Uređaji koji učestvuju u mreži (aktivni):
  - hostovi
  - mostovi
  - svičevi
  - ruteri
- Uređaji mogu biti povezani:
  - žičanom komunikacionom opremom
  - bežičnom komunikacionom opremom
- Komunikacija se odvija pod kontrolom softvera:
  - sistemski softver
  - aplikativni softver

## Pojam računarske mreže



- **Računarska mreža** je sistem koji se sastoji od skupa hardverskih uređaja međusobno povezanih komunikacionom opremom, snabdevenih odgovarajućim komunikacionim softverom, kojim se ostvaruje kontrola sistema tako da je omogućen prenos podataka između povezanih uređaja.
- Računarska mreža nije isto što i Internet

## Namena računarskih mreža

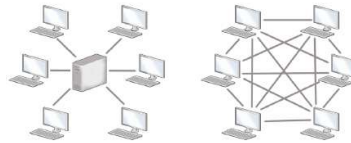
- Komunikacija: elektronska pošta, društvene mreže, Skype, Viber,...
- Deljenje podataka i informacija
- Deljenje softvera: kupovina karte preko veba, određivanje rute putovanja,...
- Deljenje hardvera: štampača, skenera...

Мрежни штампач



## Organizacija računara u mreži

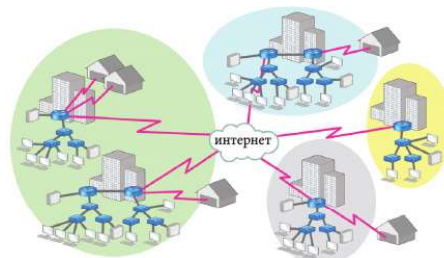
- Host računari mogu da imaju različitu ulogu u mreži
- Dva načina organizacije:



- **Mreža ravnopravnih računara** (*peer-to-peer, P2P*): BitTorrent
- **Klijent-server organizacija**: korišćenje veba, elektronske pošte
  - **server** pruža svoje resurse (web serveri, serveri BP,...),
  - **klijent** inicira kontakt radi korišćenja tih resursa
  - proksi serveri – keširaju strane kojima se pristupa
  - najčešće se više klijenata obraća jednom serveru
  - često tražene usluge se distribuiraju većem broju servera
- Računari nisu predodređeni za samo jednu ulogu

## Raspon računarskih mreža

- Pokrivaju različite geografske raspone: od mreže dva računara do Interneta
- Različite tehnologije se koriste za različite raspone mreža
- **Hijerarhijsko umrežavanje:** mreže velikog raspona povezuju manje mreže
  - lokalne mreže (*local area network, LAN*)
  - mreže širokog raspona (*wide area network, WAN*)
  - globalna mreža – Internet



## Povezivanje čvorova i topologija mreža

- Dva računara se povezuju uvek isto – komunikacionim kanalom
- Više računara je moguće povezati na različite načine
- **Topologija mreže** označava način na koji je više uređaja povezano i način na koji oni razmenjuju podatke

## Povezivanje u manjim mrežama

- Deljenje komunikacionog kanala (*broadcast*) uobičajeno za manje mreže
  - zajednički komunikacioni kanal; poruka sadrži identifikaciju primaoca
  - svi primaju signal, ali jedino primalac prihvata poruku
  - topologija *zvezde*, *magistrale* ili *prstena*

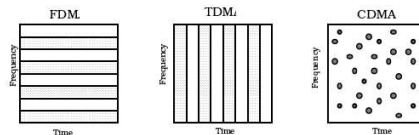


- Dva nivoa topologije mreže:
  - *fizička topologija* – određena rasporedom kablova i bežičnih veza
  - *logička topologija* – određena tokom podataka



## Simultana komunikacija

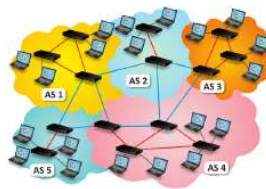
- Jedan isti komunikacioni kanal može se koristiti za **simultanu komunikaciju** više čvorova (*multiplexing*)
- Pristup kanalu može se određivati:
  - **statički** – unapred
  - **dinamički** – na osnovu trenutnog stanja i dostupnosti kanala
- Statičko deljenje kanala:
  - **deljenje vremena** (*time division multiplexing, TDM*)
  - **deljenje frekvencije** (*frequency division multiplexing, FDM*)
  - **deljenje kodiranjem** (*code division multiple access, CDMA*)



- Dinamičko deljenje kanala:
  - **detekcija sudara**

## Povezivanje u većim mrežama

- Sva komunikacija se vrši posredno, preko unutrašnjih čvorova komunikacije
- Topologija povezanih čvorova, odnosno topologija čvor na čvor (*point-to-point*)



## Izbor putanje

- Izbor putanje bitan za efikasnost komunikacije
- **Komutiranje** (*switching*) – određivanje putanje pre ili tokom same komunikacije
  - **Komutiranje vodova** – putanja se uspostavlja pre početka komunikacije i rezervisana je tokom njenog trajanja
  - **Komutiranje poruka** – naizmenično se šalju poruke između dva uređaja, putanja svake se nezavisno određuje
  - **Komutiranje paketa** – poruke se dele u manje pakete i svaki paket nezavisno putuje
    - bez uspostavljanja konekcije – brže
    - sa uspostavljanjem konekcije – pouzdanije



## Organizacija mreže

- Analogija sa računarskim sistemom: sloj hardvera, sistemski i aplikativni softver
- Računarske mreže organizovane u [slojevima](#)
- Komunikacija na višim slojevima ostvaruje se dostavom poruka na nižim slojevima
- Viši sloj ne poznaje detalje komunikacije na nižim slojevima, ni obratno
- **Protokol** služi da bi pošiljaoci i primaoci na odgovarajućim slojevima mogli da se razumeju
- Internet je organizovan prema modelu TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) sa 4 osnovna sloja:
  - aplikativni sloj
  - transportni sloj
  - mrežni (internet) sloj
  - vezni sloj (sloj mrežnog interfejsa)
- ISO/OSI model razlikuje 7 slojeva, Internet nije baziran na njemu



## Opis komunikacije na aplikativnom sloju

- Na ovom sloju komuniciraju aplikacije koje koriste mrežne usluge
- Svaka aplikacija poštuje odgovarajući **protokol**:
  - za preuzimanje dokumenata sa veba: **HTTP** (*HyperText Transfer Protocol*) i **HTTPS** (*HyperText Transfer Protocol Secure*)
  - za preuzimanje elektronske pošte: **POP3** (*Post Office Protocol*) i **IMAP** (*Internet Message Access Protocol*)
  - za slanje elektronske pošte: **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*)
  - za prenos datoteka: **FTP** (*File Transfer Protocol*)
- Protokoli precizno definišu oblik i sadržaj poruka

## Primer komunikacije na aplikativnom sloju

Prilikom pokretanja klijenta elektronske pošte vrši se pretraga poruka čiji naslov sadrži reč "informatika" i otvara prva takva poruka

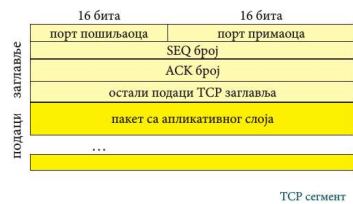
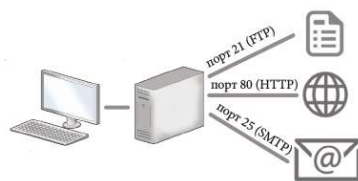
```
openssl s_client -crlf -connect imap.gmail.com:993
* OK Gimap ready for requests from 5.134.111.19 i66mb243477554wmf
a001 login peraperic@gmail.com lozinka
a001 OK peraperic@gmail.com authenticated (Success)
a002 select inbox
* 33857 EXISTS
* 0 RECENT
a002 OK [READ-WRITE] inbox selected. (Success)
a003 search subject "informatika"
* SEARCH 1795 20692 26929 30381 33274
a003 OK SEARCH completed (Success)
a004 fetch 1795 body[header]
* 1795 FETCH (BODY[HEADER] {2995}
Delivered-To: peraperic@gmail.com
From: "Mika Mikic" <mika@klett.rs>
To: <peraperic@gmail.com>
Subject: Informatika u skolama
Date: Fri, 6 Apr 2018 13:18:12 +0200
a004 OK Success
a005 logout
* BYE LOGOUT Requested
a005 OK 73 good day (Success)
```

## Opis komunikacije na transportnom sloju

- Komunikacija se odvija na osnovu transportnih protokola
  - TCP (*Transmission Control Protocol*)
  - UDP (*User Datagram Protocol*)
- 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

## Portovi

- 16-bitni brojevi = 65536 različitih vrednosti
- Neki portovi su standardizovani za najčešće korišćene aplikacije:
  - port 80 za HTTP protokol, odnosno paket se prosleđuje vebserverском softveru
  - port 443 za HTTPS protokol
  - portovi 20 i 21 za slanje datoteka (FTP protokol)
  - port 25 za slanje pošte (SMTP)
  - portovi 110 i 143 za primanje pošte (POP3 i IMAP)





## Razlika između TCP i UDP protokola

- Problemi pri podeli poruka na pakete
  - izgubljeni paket
  - redosled pristiglih paketa ne odgovara redosledu poslatih paketa
- TCP protokol
  - pouzdaniji: za prenos veb strana, datoteka, elektronske pošte
  - za svaki pristigli paket šalje se **potvrda** (*acknowledgement, ACK*) pošiljaocu
  - pored portova u segment se dodaju informacije na osnovu kojih se poruka može sklopiti u celinu
  - kontroliše se i brzina toka podataka (*flow control*)
  - vrši se kontrola zagušenja mehanizmom sporog starta prenosa podataka
- UDP protokol
  - brži, za aplikacije u realnom vremenu
  - ne uspostavlja se konekcija, ne potvrđuje prijem paketa, ne šalju se ponovo paketi

## Opis komunikacije na mrežnom sloju

- Osnovni zadaci:
  - **adresiranje** – identifikacija uređaja u mreži kome se poruke dostavljaju
  - **rutiranje** – određivanje putanje kojom se podaci kreću kroz mrežu
- Protokol **IP** (*Internet Protocol*), zajedno sa protokolom TCP predstavlja osnovu Interneta
- IPv4 – najčešće korišćena verzija, IPv6 – najnovija

## IP datagram

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



- Tri vrste adresa:
  - **имена домена (DNS adrese)** – olakšavaju ljudima zadavanje adresa
  - **MAC adrese** – značajne za komunikaciju unutar pojedinačnih mreža
  - **IP adrese** – značajne pri povezivanju mreža i na Internetu, deo su protokola IP

## Sistem imena domena (DNS)

- Sistem imena domena (*DNS, Domain Name System*) – adrese hostova (servera) zadaju se u tekstualnom obliku
- Domeni se sastoje iz nekoliko delova, hijerarhijski su organizovani i razvojeni tačkama, primer: `www.matf.bg.ac.rs`
- Domen najvišeg nivoa (*TLD, Top Level Domain*): država u kojoj je domen registrovan ili tip organizacije:
  - `.com` – komercijalni domen
  - `.net` – kompanije koje se bave razvojem mreža
  - `.org` – neprofitne organizacije
  - `.edu` – obrazovne institucije
  - `.aero` – avio prevoznici, ...
- Registar nacionalnog internet domena Srbije
- Domen se registruje kod ovlašćenih registara (dobavljača interneta)
- Sistem imena domena predstavlja osnovu **uniformnih lokacija resursa** (*Uniform Resource Locator, URL*) na Vebu

## Serveri za imena domena (DNS)

- Imenu domena dodeljuje se IP adresa odgovarajućeg hosta, npr. imenu servera `poincare.matf.bg.ac.rs` IP adresa `147.91.66.2`
- Pridruživanje se pamti na [serverima imena domena](#) (*Domain Name Server, DNS*)
- Pre početka komunikacije softver se obraća DNS serveru i od njega traži IP adresu za poslato ime domena
- Komunikacija sa DNS serverom se odvija preko [DNS protokola](#) – protokol na aplikativnom sloju, deo skupa protokola TCP/IP
- IP adresa DNS servera se:
  - zadaje ručno prilikom konfiguracije računara
  - automatski dobija od DHCP servera

## MAC adrese i IP adrese

- Mrežna kartica ima **MAC adresu** (*Media Access Control*) – jedinstvena fizička adresa određena tokom proizvodnje, nepromenljiva
- MAC adrese se ne koriste na mrežnom sloju jer nisu pogodne za rutiranje, već se koriste na veznom sloju
- Efikasno rutiranje podrazumeva da sistem adresiranja prati hijerarhijski način organizacije računarskih mreža
- Uređaji u istoj mreži imaju slične adrese – to ne važi za MAC adrese
- Uvodi se sistem logičkih **IP adresa** koje se dodeljuju uređajima pre nego što postanu deo mreže
- Isti uređaj može imati različitu IP adresu ako se premesti u drugu mrežu ili naknadno priključi na istu mrežu

## IP adrese

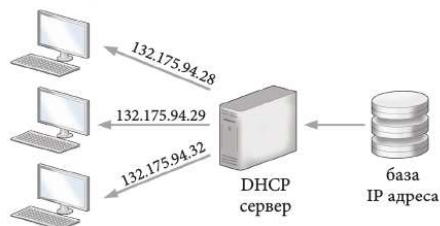
- IPv4 adrese su 32-bitni brojevi
- Uobičajeno se predstavljaju kao četiri dekadna broja između 0 i 255

172 . 16 . 254 . 1  
↓ ↓ ↓ ↓  
10101100 . 00010000 . 11111110 . 00000001

- Ukupno  $2^{32}$  adresa (oko 4,2 milijarde)
- Uređaju priključenom na mrežu dodeljuje se IP adresa
  - **statički** – adresa je fiksna kad god se priključi na mrežu
  - **dinamički** – dodeljuje se neka slobodna IP adresa, nema garancija da će uvek biti ista
- Statičke adrese pogodnije za servere, inače pogodnije dinamičke (smanjuju mogućnost greške, jednostavnije administriranje mreže)

## Dinamička dodela IP adresa

- Zasniva se na **DHCP protokolu** (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- Jedan ili više uređaja u mreži igraju ulogu **DHCP servera**
- Uređaj pri povezivanju u lokalnu mrežu šalje DHCP serveru zahtev da se dodeli IP adresa i on šalje neku slobodnu adresu



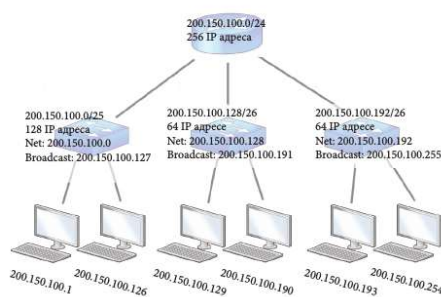


## Hijerarhijska struktura IP adresa

- 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** ili **gejtvej** (*gateway*)
- Svi uređaji iz iste mreže dele zajednički početak IP adrese
- Primer: od 200.150.100.0 do 200.150.100.255 – ista prva 24 bita, razlikuju se poslednjih 8
- Dva načina zapisa:
  - **CIDR notacija** – adresa 200.150.100.75/24
  - **mrežna maska** (*subnet mask*) – uz adresu 200.150.100.75 navodi se mrežna maska 255.255.255.0 (24 jedinice i 8 nula)

## Hijerarhijska struktura IP adresa

- 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



## Istorijat IP adresa

- Nekada nije bilo moguće napraviti proizvoljnu podelu adrese na adresu mreže i adresu unutar mreže
- Podela adresa na klase:
  - **adrese klase A** – prvi bit u zapisu je 0 (adrese između 0.0.0.0 i 127.255.255.255), prvih 8 bitova adresira mrežu, a naredna 24 adresu unutar mreže – rezervisani za 128 najvećih mreža
  - **adrese klase B** – adresa počinje sa 10 (adrese između 128.0.0.0 i 191.255.255.255), po 16 bitova za adresu mreže i adresu unutar mreže
  - **adrese klase C** – adresa počinje sa 110 (adrese između 192.0.0.0 i 223.255.255.255), 24 bitova adresira mrežu, a 8 adresu unutar mreže
  - **adrese klase D i E** – preostale, korišćene na specifičan način
- Podela adresa na klase dovela do neracionalne raspodele adresa

## 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)
  - 172.16.0.0/12 (od 172.16.0.0 do 172.31.255.255)
  - 192.168.0.0/16 (od 192.168.0.0 do 192.168.255.255)
- 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



## Prevođenje mrežnih adresa

- **Prevođenje mrežnih adresa** (*network address translation, NAT*) – na osnovu podataka koji su sadržani u odgovoru odrediti adresu računara u lokalnoj mreži sa kojeg je zahtev poslat
- U mreži jedino ruter koji vrši NAT mora da ima javnu IP adresu
- Cela mreža se organizuje oko jedne javne IP adrese (kućne mreže)

## 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

```
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 i ako je sadržaj tabele rutiranja kao na slici, on se dostavlja preko rutera 200.100.5.20
- Mustrom 0.0.0.0/0 zadaje se gde proslediti paket ako adresa nije prepoznata na neki drugi način
- Traži se najpreciznija muštra – poklapanje sa najvećim brojem bitova
- Kvalitet rutiranja zavisi od tabela rutiranja
- Tabele rutiranja se mogu graditi statički ili dinamički

## Opis komunikacije na veznom sloju

- Uređaji (ruteri) na mrežnom sloju problem komunikacije svode na zadatak da se IP datagram prenese:
  - sa jednog rutera na drugi
  - sa jednog uređaja na drugi u okviru lokalne mreže
- Ovaj zadatak se rešava na veznom sloju
- IP datagram se obmotava dodatnim podacima i kreiraju se **okviri** (*frame*)
- 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**

## Opis komunikacije na veznom sloju

- Ruteri u unutrašnjosti obično 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
- Preko direktnih veza podaci se prenose korišćenjem **protokola PPP** (*point-to-point protocol*) – podaci se šifriraju i kompresuju
- 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



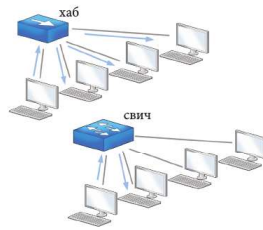
## Adresiranje na veznom sloju

- Na veznom sloju 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 on 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

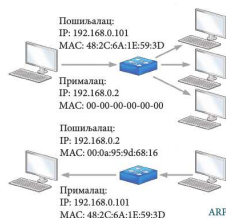
- Postavljanje **haba** između povezanih uređaja – primljeni paketi se prosleđuju svim uređajima povezanim na njega – jednostavno, ali je verovatnoća sudara velika
- Postavljanje **sviča** između povezanih uređaja – poruka se prosleđuje samo uređaju kome je namenjena – efikasnija komunikacija



- 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 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



## Komunikacija na najnižem sloju

- Na najnižem nivou komunikacije treba naći mehanizam slanja pojedinačnih bitova od jednog do drugog uređaja
- U nekim modelima ovaj sloj se izdvaja kao poseban – **fizički sloj**
- Zависи od tipa komunikacije – žičana ili bežična komunikacija, koja vrsta kablova je u pitanju i sl.

## Mrežni hardver

- Da bi računar mogao da se umreži potrebno je da sadrži mrežni adapter ili modem
- **Mrežna kartica** (mrežni kontroler ili LAN kartica) (*network interface controller, NIC*) se ugrađuje u računar
- Izlaz iz mrežne kartice je najčešće RJ45 priključak na koji se priključuje UTP kabl
- Skoro svi stoni računari imaju ugrađenu ovu karticu, dok prenosni imaju ugrađenu **karticu za bežično povezivanje** (*wireless network interface controller, WNIC*)



## Mrežni hardver

- **Modem** (*modulator-demodulator*) je uređaj koji konvertuje digitalni signal u analogni koji se prenosi, a zatim obrnuto konvertuje preneti signal u digitalni; koristi se za kablovski ili ADSL pristup internetu
- Modem se zakupljuje od dobavljača interneta i priključuje na:
  - parice fiksne telefonije
  - koaksijalne kablove kablovske televizije
  - bežične mreže mobilnih operatera

Кабловски модем



ADSL модем (уједно и кућни бежични рутер)



## Mrežni hardver

- **Hab** (*hub*) – dobijene poruke prosleđuje svim priključenim uređajima
- **Most** (*bridge*) – povezuje više od dva nezavisna uređaja ili mreže; poruka se šalje samo uređajima u mreži primaoca
- **Svič** (*switch*) – povezuje više od dve nezavisne mreže i pakete prosleđuje samo primaocu ili mreži u kojoj se nalazi primalac
- **Ruter** (*router*) – kompleksniji uređaj namenjen povezivanju raznorodnih mreža i povezivanju mreža sa Internetom



- Habeti, mostovi i svičevi rade na veznom, a ruteri na mrežnom sloju
- Jedan uređaj može obavljati više zadataka: npr. uređaj za uspostavljanje bežične komunikacije ima ulogu pristupne tačke (na koju se bežično mogu povezati uređaji), sviča (na koji se žičano može povezati više uređaja) i rutera (omogućava dalju vezu sa Internetom)

## Komunikacioni medijumi

- **Komunikacioni medijumi** su kablovi ili bežični medijumi koji prenose podatke elektromagnetnim talasima (radio-talasima, optičkim talasima, mikrotalasima)
- Osnovni parametri su:
  - **protok**, odnosno **brzina prenosa** (*throughput, bandwidth*) – količina podataka koja može da se prenese u jedinici vremena (meri se u megabitima po sekundi – Mbps)
  - **kašnjenje** (*latency*) – vreme potrebno da se komponenta pripremi za pristup podacima (meri se u mikrosekundama u lokalnim mrežama i milisekundama u okviru većih mreža)



## Komunikacioni medijumi

- **Upredene parice** (*twisted pair*) su uparene izolovane bakarne žice
- **UTP kablovi** (*unshielded twisted pair*) kategorije 3 koriste se u fiksnoj telefoniji, a kategorije 5 ili 6 u lokalnim mrežama; protok oko 100 Mbps (brzi Ethernet), pa i 1 Gbps (gigabitni Ethernet)
- **Koaksijalni kablovi** (*coaxial cable*) koriste se za prenos radio i TV signala, ali i kod kablovskog Interneta. Bakarna žica obmotana izolatorom, koji je obmotan mrežicom od tankih bakarnih ili aluminijumskih žica.



## Komunikacioni medijumi

- **Optički kablovi** (*optical fiber cable*) – puno staklenih vlakana umotanih u zaštitni sloj, podaci se prenose svetlosnim talasima koje emituje laser dioda; brzina prenosa i do nekoliko Tbps
- Najčešće se optički kablovi koriste za osovinski deo mreže, dok se koaksijalnim ili upredenim žicama povezuju grupe uređaja

Оптички кабл



## Bežična komunikacija

- Pogodna kod prenosivih računara i mobilnih uređaja i za udaljene lokacije
- Koriste se radio-talasi, mikrotalasi ili infracrveni zraci
- **Bluetooth**
  - koristi se za manje razdaljine (desetak metara), za komunikaciju računara sa periferijskim uređajima i mobilnim telefonima
  - brzina je do 3Mbps
- **Bežične lokalne mreže** (WLAN, WiFi)
  - koriste radio-talase za bežičnu komunikaciju više uređaja na ograničenom rastojanju (nekoliko desetina ili stotina metara),
  - mreži se pristupa preko **pristupnih tačaka** (*access point*)
  - oblast prostora u kojoj je mreža dostupna naziva se **vruća tačka** (*hot spot*)
  - brzina prenosa od 10Mbps do 50Mbps (u novije vreme i do 600Mbps)

## Bežična komunikacija

- Bežične gradske mreže (WiMAX) pokrivaju šira područja i daju protok do 40Mbps
- Komunikacioni sateliti (na 36000 kmv) se koriste za povezivanje udaljenih tačaka i prenos podataka, telefonskog i TV signala; brzina komunikacije oko 100Mbps
- Iako je brzina komunikacije manja u poređenju sa optičkim kablovima, pogodnija je kada je postavljanje kabla skupo ili neizvodivo

## Mrežni softver

- Neophodan je za funkcionisanje računarskih mreža
- Obuhvata razne slojeve: od sistemskog softvera niskog nivoa do aplikativnog softvera
- Slojevitost olakšava programiranje mrežnog softvera
- Danas operativni sistemi sadrže sve nivoe mrežnog softvera, osim aplikativnog
- Autori aplikativnog softvera ne moraju da brinu o detaljima mrežne komunikacije

## Povezivanje na Internet

- Kućni i poslovni računari povezuju se na Internet korišćenjem usluga **dobavljača interneta**, tj. **internet provajdera** (*internet service providers, ISP*)
- Provajderi omogućavaju uključivanje računara i manjih mreža u njihove mreže koje su već povezane sa Internetom
- Veza između kućnih (kancelarijskih) računara i dobavljača interneta naziva se **poslednja milja** (*last mile*)
- Danas se uređaji povezuju na Internet korišćenjem **širokopolasnog pristupa** (*broadband internet access*)
- Načini povezivanja:
  - ADSL pristup preko telefonskih linija
  - pristup preko linija kablovske televizije (HFC)
  - pristup preko mreže mobilne telefonije
- Brzina preuzimanja podataka od nekoliko Mbps do nekoliko stotina Mbps, brzina slanja manja – do 10Mbps

## ADSL internet

- **Digitalna pretplatna linija** (*digital subscriber line, DSL*) je tehnologija za istovremeni prenos glasovnog signala i digitalnih podataka preko parica fiksne telefonske mreže
- Radi povećanja opsega frekvencija ne vrši se odsecanje frekvencija izvan uobičajenih frekvencija ljudskog govora
- Frekvencijski opseg zavisi samo od dužine kabla (na dugačkim paricama slabe visokofrekvencijski signali kojima se prenose podaci), ne može se uspostaviti na mestima koja su previše udaljena od telefonske centrale

## ADSL internet

- Frekvencijski raspon deli se na **pojaseve**, svaki pojas se nezavisno koristi za komunikaciju – multipleksovanje deljenjem frekvencija
- Jedan pojas za prenos telefonskog (glasovnog) signala, dva za kontrolu prenosa podataka, a preostali (oko 250) za prenos podataka
- Više pojaseva za **dolazni saobraćaj** (*download*) nego za **odlazni** (*upload*) – **asimetrična digitalna pretplatna linija** (*asymmetric DSL, ADSL*); brzina prenosa nekoliko desetina Mbps u dolaznom, nekoliko Mbps u odlaznom saobraćaju
- Na korisnikovom kraju linije instalira se **razdelnik** (*splitter*) – jedan pojas usmerava ka telefonskom uređaju, ostale ka računaru





## Kablovski internet

- Optičko-kablovske mreže (*hybrid fibre-coaxial*) zasnivaju se na kombinovanom prenosu podataka kroz optička vlakna i koaksijalne kablove koji se koriste za istovremen prenos TV signala, radio-signala i digitalnih podataka
- Centralni ruter provajdera povezan optičkim kablovima sa čvorištima, a ona dalje koaksijalnim kablovima sa korisnicima
- Nekoliko stotina korisnika na jedno čvorište
- Veza sa računarom ostvaruje se putem **kablovskog modema**



## Kablovski internet

- Frekvencijski opseg se korišćenjem FDM deli na pojaseve
- Veći broj pojaseva za dolazni saobraćaj, manji za odlazni
- Svi korisnici povezani na čvorište dele komunikacioni kanal i dolazni paketi se istovremeno dostavljaju svim kablovskim modemima
- Brzina prenosa varira u zavisnosti od aktivnosti priključenih korisnika
- Brzina dolaznog saobraćaja do stotinak Mbps, brzina odlaznog nekoliko Mbps

## Mobilni internet

- Razvoj mobilne telefonije tekao kroz **generacije**:
  - **prva generacija (1G)** – analogni prenos glasa
  - **druga generacija (2G)** – digitalni prenos glasa i male količine podataka (SMS)
  - **treća generacija (3G)** – digitalni prenos glasa i velike količine podataka, tehnologija HSPA (*high speed packet access*), nekoliko Mbps
  - **četvrta generacija (4G)** – sve više se koristi, tehnologije HSPA+, WiMAX, LTE, brzina teorijski do 1Gbps
- Za priključivanje računara na mobilnu mrežu potrebno je koristiti modem – **dongl**
- Pametni telefoni i neki tableti ne zahtevaju dodatke



Модеми за мобилни интернет

## Povezivanje računara u postojeću lokalnu mrežu

- Uređaji sa fiksnom pozicijom se u mrežu uključuju povezivanjem kablom sa aktivnim mrežnim uređajem (svičem)
- Prenosivi uređaji se u mrežu uključuju povezivanjem sa **bežičnom pristupnom tačkom** (*wireless access point*):
  - bira se bežična mreža u dometu na osnovu naziva – **SSID** (*Service Set Identifier*)
  - unosi se lozinka
  - uglavnom se pamte parametri povezivanja i automatski se povezuje naredni put
  - svi podaci su dostupni onome ko je postavio mrežu
  - metodi zaštite bežičnih mreža: **WEP** (*Wired Equivalent Privacy*), **WPA** (*Wi-Fi Protected Access*), **WPA2**
- Ako mreža podržava DHCP, priključenom računaru se automatski prosleđuju svi parametri pristupa – postaje ravnopravni član mreže

## Uspostavljanje lokalne mreže

- Lokalna mreža se najčešće formira pomoću sviča
- Računari se pomoću UTP kabla povezuju sa svičem na RJ45 priključak
- Ako se lokalna mreža povezuje sa Internetom, na jedan od priključaka sviča priključuje se kabl koji dolazi od rutera povezanog na Internet

## Povezivanje lokalne mreže na Internet

- Umesto rutera i sviča često se koristi **bežični ruter** (*wireless router*) – objedinjuje ruter, svič, bežičnu pristupnu tačku, DHCP server, NAT...
- Na bežični ruter se povezuje ADSL ili kablovski modem
- Na WAN priključak se priključuje kablovski ili ADSL modem, fiksni uređaji UTP kablovima na LAN priključke, a prenosi korišćenjem bežične Wi-Fi komunikacije



- Nekad bežični ruter objedinjuje i modem (kablovski, ADSL ili mobilni) te onda ne postoji WAN ulaz, već ulaz za parice fiksne telefonije ili koaksijalni kabl

## Konfigurisanje bežičnog rutera

- Bežični ruter se najčešće konfigurise iz pregledača veba
- Preko računara povezanog u mrežu (kablom ili bežično) pristupa se adresi navedenoj u uputstvu (najčešće privatna adresa 192.168.1.1)
- Osnovna podešavanja se odnose na IP adresu i adresu DNS servera – obzirom da većina dobavljača podržava DHCP najbolje je izabrati automatsko konfigurisanje

The screenshot shows a configuration interface for a wireless router. It is divided into three sections:

- Internet IP Address:** The 'Get Dynamically From ISP' option is selected. Below it, the 'Use Static IP Address' option is also present. The static IP address is set to 100.64.4.134, the subnet mask is 255.255.192.0, and the gateway IP address is 100.64.0.1.
- Domain Name Server (DNS) Address:** The 'Get Automatically From ISP' option is selected. The 'Use These DNS Servers' option is also present. The primary and secondary DNS fields are empty.
- Router MAC Address:** The 'Use Default Address' option is selected. The 'Use Computer MAC Address' option is also present.

## Konfigurisanje bežičnog rutera

- Potrebno je podesiti funkcionalnost bežičnog rutera kao bežične pristupne tačke: ime mreže, oblik zaštite, lozinka
- Ostala podešavanja mogu ostati automatska: bežični ruter funkcioniše kao DHCP server i dodeljuje privatne adrese iz nekog opsega
- Moguće je podesiti i statičke IP adrese za neke uređaje, blokiranje pojedinih veb-sajtova,...

Wireless Settings

Wireless Network

Name (SSID): GIMNAZIJA

Region: Europe

Channel: 11

Mode: g and b

Security Options

None

WEP

WPA-PSK (TKIP)

WPA2-PSK (AES)

WPA-PSK (TKIP) + WPA2-PSK (AES)

Security Options (WPA2-PSK)

Passphrase: \*\*\*\*\* (8-63 characters)

Apply Cancel



## Deljenje datoteka i perifernih uređaja unutar lokalne mreže

- OS Windows ima podršku za:
  - **kućne grupe** (*homegroup*), za verziju Windows 7 i kasnije
    - lozinka za pristup grupi unosi se samo jednom
    - korisnici ne moraju da imaju nalog na računaru sa koga preuzimaju dokumente
  - **radne grupe** (*workgroup*)
    - nema lozinke, ali da bi pristupili podacima na nekom računaru potrebno je da imamo nalog na njemu
    - mogu da budu uključeni računari sa različitim/različitim verzijama OS
  - **domeni** (*domain*)
    - postoji **kontroler domena** (*domain controller*) – centralni server koji čuva sva korisnička imena i lozinke
    - korisnici se loguju unosom svog korisničkog imena i lozinke na bilo koji računar u tom domenu
    - korisnicima/grupama korisnika mogu se dati različite privilegije
    - može se uspostaviti i **server datoteka** – na nekom računaru pravi se repozitorijum kome mogu pristupiti svi korisnici u okviru domena