

# Programiranje za Internet

Maja Štula  
ak. god. 2008/2009



## Protokol

- Protokol je uobičajeni postupak, ceremonijal, pravila ponašanja, način ophođenja (Anić: Rječnik hrvatskog jezika).
- Komunikacijski protokol omogućava prenošenje informacija.
- Komunikacijski protokol sadrži precizno definirana pravila komunikacije. To je dogovoreni format prijenosa podataka između dva uređaja.
- Da bi dva računala mogla komunicirati moraju koristiti iste komunikacijske protokole.

## ISO-OSI model



- ISO (*International Standards Organization*) organizacija 1984. je razvila OSI (*Open Systems Interconnection*) mrežni predložak.
- Taj se predložak sastoji od dva dijela:
  - apstraktnog modela umrežavanja poznatijeg kao osnovni referentni mrežni model,
  - skupa konkretnih protokola (X.25).
- Standardizacijski dokumenti nisu besplatni.
- Protokoli nisu rašireni, a najveći utjecaj na Internet imao je sam mrežni model (dokument OSI 7498).
- ISO-OSI model je opće prihvaćen mrežni model (ne standard!!).

3

Pojednostavljeni ISO-OSI mrežni model sa četiri razine



Aplikacijska razina (application layer)
Prezentacijska razina (presentation layer)
Dijaloška razina (session layer)
Transportna razina (transport layer)
Mrežna razina (network layer)
Podatkovna razina (data link layer)
Fizička razina (physical layer)

Proces/Aplikacija HTTP, FTP, SMTP, ....
Komunikacija između dva računala TCP
Mrežna razina IP, ARP
Mrežni pristup Ethernet, PPP, Slip

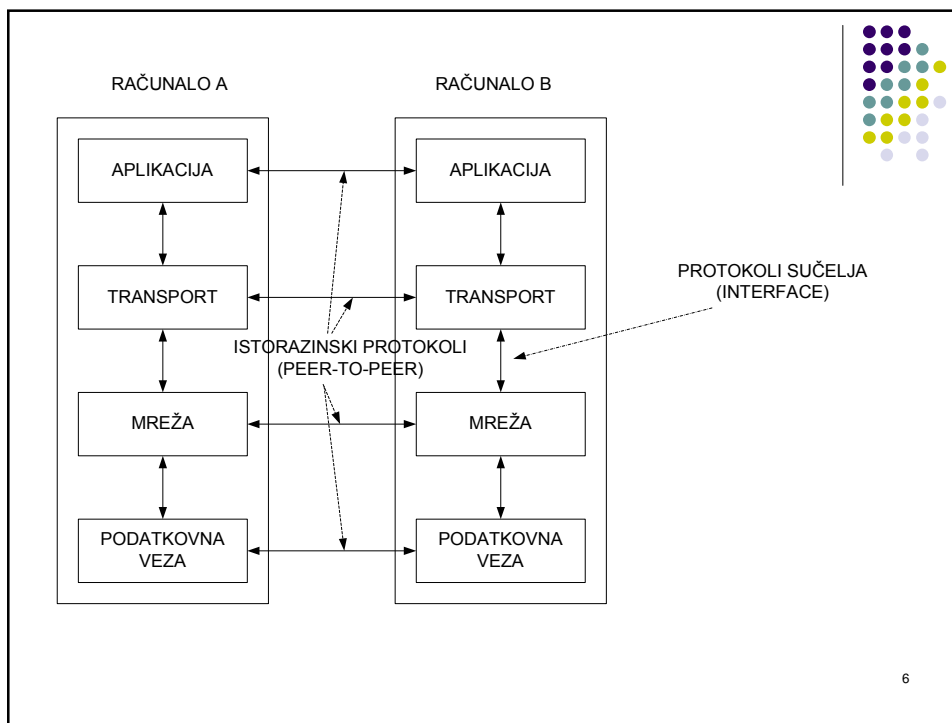
4

## ISO-OSI model

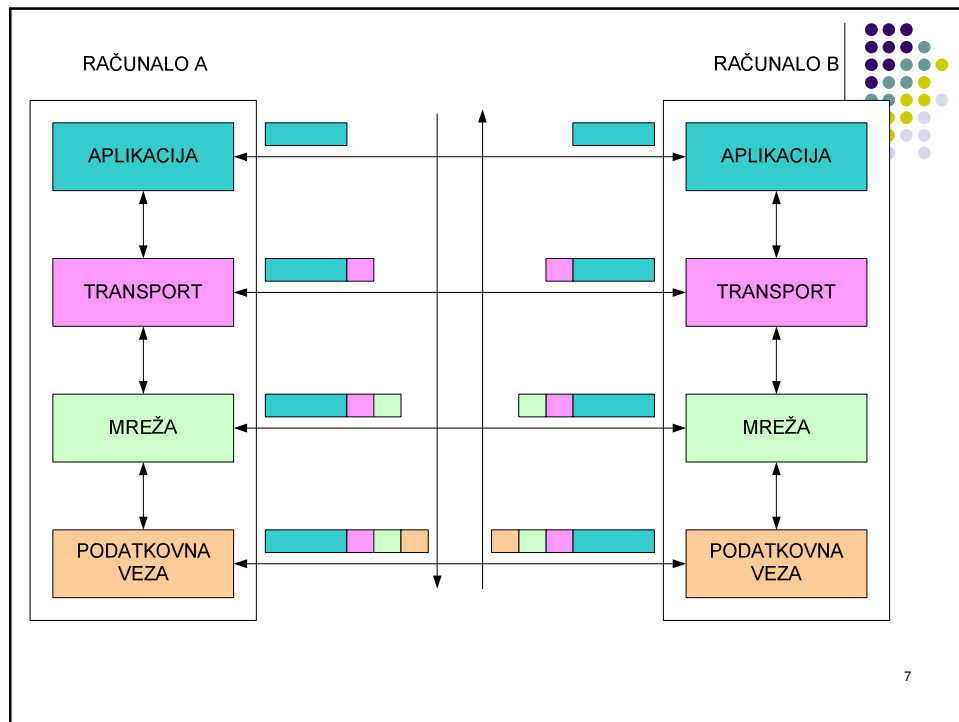


- Ovaj model predstavlja mrežni sustav razbijen na razine.
- Svaka razina implementira određenu funkcionalnost u radu mreže.
- Svaka razina djeluje direktno samo na razinu koja je odmah ispod, a pruža određene *usluge* razini koja je iznad.
- Protokoli omogućavaju da se komunikacija između računala odvija na odgovarajućim razinama.

5



6



## Razine ISO-OSI modela

- Aplikacijska razina (*application layer*)
- Prezencijska razina (*presentation layer*)
- Dijaloška razina (*session layer*)
- Transportna razina (*transport layer*)
- Mrežna razina (*network layer*)
- Podatkovna razina (*data link layer*)
- Fizička razina (*physical layer*)

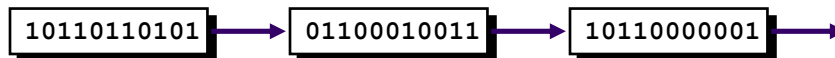
## Uloge razina ISO-OSI modela



- Zadatak fizičkog sloja je jednostavno odašiljanje bitova preko komunikacijskog kanala.



- Zadatak podatkovne razine je osiguravanje komunikacijskog kanala bez greške, razbijanje podataka u blokove, pa čak i pitanje adresiranja podataka.



9

## Uloge razina ISO-OSI modela



- Zadatak mrežne razine je određivanje puta kojim će se komunikacija odvijati, kontrola toka prometa podmreže, prevođenje prometa između različitih tipova mreža.
- Uloga transportnog sloja je kontrola toka između krajnjih točaka komunikacije.
- Zadatak dijaloške razine je uspostavljanje, kontrola i završetak dijaloga ili sesije između dvije aplikacije.

10

## Uloge razina ISO-OSI modela



- Zadatak prezentacijskog sloja je enkripcija, kompresija i konverzija podataka.
- Uloga aplikacijskog sloja može biti bilo što, što nije uključeno u niže razine.
- Ova svojstva su definirana u apstraktnom ISO-OSI mrežnom modelu. Što je konkretno implementirano, na kojoj točno razini i na koji način ovisi o tome koji se konkretni, stvarni protokoli koriste u komunikaciji.

11



Layer		Misc. examples	TCP/IP suite	UMTS
#	Name			
7	Application	NNTP, HL7, Modbus, SIP, SSI	DHCP, FTP, Gopher, HTTP, NFS, NTP, RTP, SMPP, SMTP, SNMP, Telnet	
6	Presentation	TDI, ASCII, EBCDIC, MIDI, MPEG	MIME, XDR, SSL, TLS (Not a separate layer)	
5	Session	Named Pipes, NetBIOS, SAP, SDP	Sockets. Session establishment in TCP, SIP. (Not a separate layer with standardized API.), DNS	
4	Transport	NBF, nanoTCP, nanoUDP	TCP, UDP, SCTP	
3	Network	NBF, Q.931	IP, ICMP, IPsec, ARP, RIP, OSPF	RRC (Radio Resource Control) PDCP (Packet Data Convergence Protocol) and Broadcast/Multicast Control (BMC)
2	Data Link	802.3 (Ethernet), 802.11a/b/g/n MAC/LLC, 802.1Q (VLAN), ATM, CDP, HDP, FDDI, Fibre Channel, Frame Relay, HDLC, ISL, PPP, Q.921, Token Ring	PPP, SLIP, PPTP, L2TP	LLC (Logical Link Control), MAC (Media Access Control)
1	Physical	RS-232, V.35, V.34, I.430, I.431, T1, E1, 10BASE-T, 100BASE-TX, POTS, SONET, DSL, 802.11a/b/g/n PHY		UMTS L1 (UMTS Physical Layer)

Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/OSI\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model)

12

## Konkretni mrežni model



- Korisnici Interneta u prvom su redu zainteresirani za usluge i servise koji se nude na Internetu. Njih ne zanima što je sve potrebno na nižim mrežnim razinama da bi određeni servis funkcionirao.
- Usluge se definiraju na najvišoj aplikacijskoj razini mreže.
- Sada ćemo s apstraktnog mrežnog modela preći na konkretne protokole.

13

## Mrežne usluge i servisi



- telnet (aplikacija, servis, TELNET protokol) koji omogućava rad na udaljenom računalu
- ftp (*File Transfer Protocol*) (aplikacija, servis, ftp protokol) koji omogućava prijenos podataka sa i na udaljeno računalo
- elektronička pošta (aplikacija, servis, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) protokol, POP (*Post Office Protocol*))
- WWW (World Wide Web) (aplikacija, servis, HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) protokol)
- Chat room (aplikacija, servis)
- elektroničke novine (news) (aplikacija, servis, NNTP (*Network News Transfer Protocol*) protokol)
- Napster (aplikacija, protokol)
- .....

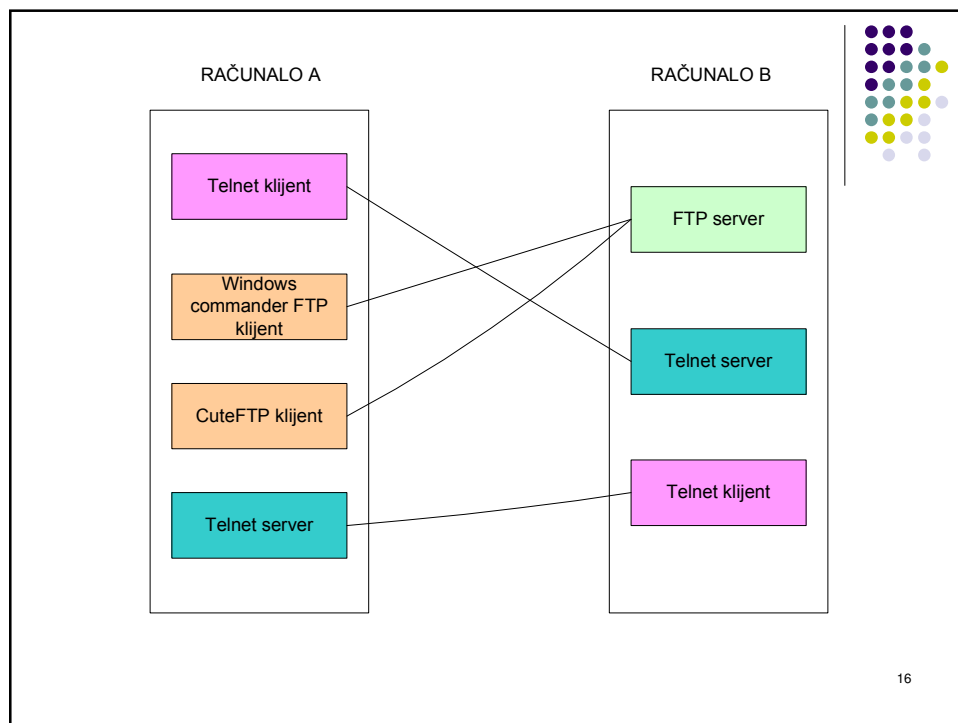
14

## Telnet



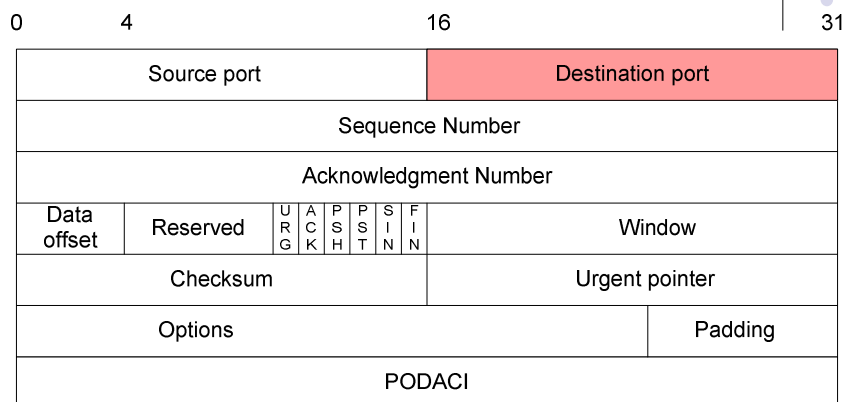
- TELNET je klijent-server aplikacijski protokol baziran na TCP protokolu.
- Obično je telnet server podignut na portu 23.
- Svaki servis (proces) koji je podignut na nekom računalu treba biti jedinstveno identificiran *portom*.
- *Port* je cjelobrojni identifikator procesa među kojima se uspostavlja mrežna komunikacija.
- Rekli smo da je uloga transportnog sloja jedinstvena identifikacija i kontrola toka između procesa na krajnjim točkama komunikacije, pa se ovi podaci i prenose u TCP zaglavlju.

15



16





17

## Portovi



- Polje *destination port* je ograničeno na 16 bita (maksimalni broj portova  $2^{16}=65536$ ).
- Kada biste razvijali neki svoj javni servis trebali biste voditi računa da ne koristite već zauzeti *port*.
- Za dodjeljivanje servisu broja porta zadužena je IANA tj. ICANN organizacija.
- Trenutnu situaciju sa zauzetošću *portova* možete provjeriti na:
- [www.iana.org/assignments/port-numbers](http://www.iana.org/assignments/port-numbers)

18

## Portovi



- *nmap* je aplikacija na *Unix-like* operacijskim sustavim koju možete koristiti za skeniranje otvorenih *portova*.
- Međutim obično se skeniranje *portova* smatra aktivnošću koja upućuje na pokušaj provala na računalo pa je često onemogućena.

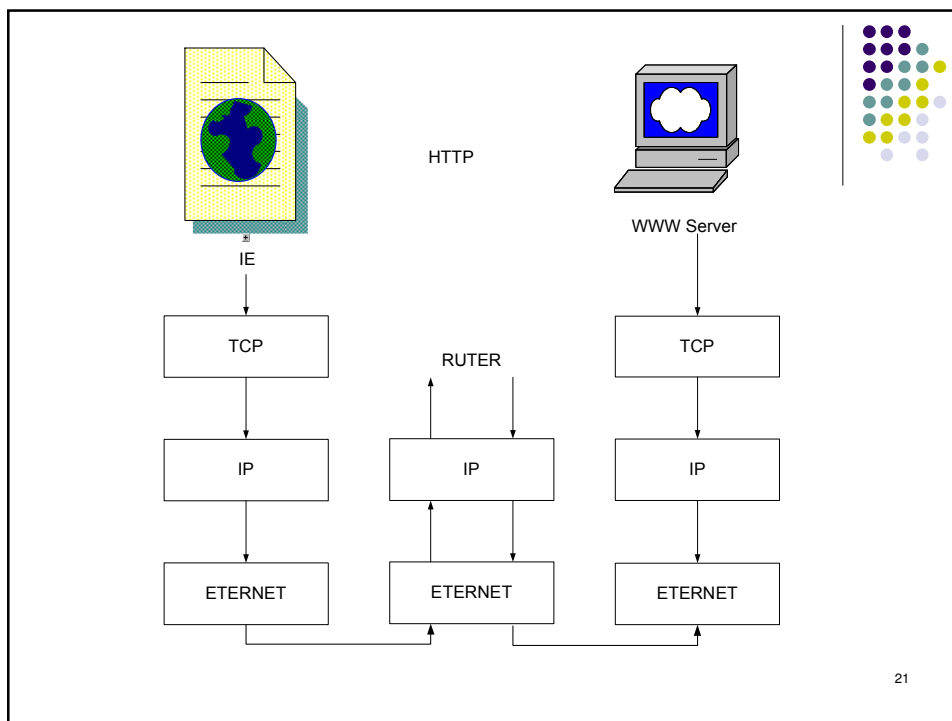
19

## Telnet



- To je općenita dvosmjerna komunikacija pri kojoj klijent i server razmjenjuju niz bajtova. Glavni cilj protokola je omogućavanje komunikacije između terminala i procesa orijentiranih prema terminalu.
- Telnet klijentski program može se koristiti i za spajanje na neki drugi servis (npr. HTTP servis, DNS servis, ...).
- TELNET protokol se može podijeliti u temeljni dio i skup ekstenzija. Temeljni dio opisan je u IETF (*Internet Engineering Task Force*) dokumentu oznake [RFC 854](#).
- IETF je organizacija u koju su uključeni proizvođači, akademska zajednica, mrežni dizajneri i drugi koji se bave razvojem Internet arhitekture i funkcioniranjem Interneta.
- Dohvaćanje standarda: [www.ietf.org/rfc](http://www.ietf.org/rfc)

20



## TCP (*Transmission Control Protocol*)

- Svojstva TCP protokola:
  - uspostavlja vezu (*connection-oriented*),
  - pouzdan (kontrola i ispravljanje grešaka),
  - obosmjernan (*full-duplex*),
  - protokol za prijenos niza bajtova (*byte-stream*).

# TCP



- Uspostavljanje veze (*connection oriented*) znači da se prije nego se započnu prenositi podaci uspostavlja virtualna konekcija između servera i klijenta. Nakon što je završen prijenos podataka virtualna konekcija se prekida.
- Ukoliko se konekcija ne može uspostaviti proces koji je pokušava uspostaviti je obaviješten o nemogućnosti uspostave konekcije.
- Ukoliko se konekcija u nekom trenutku prekine proces u komunikaciji je obaviješten o prekidu konekcije.
- Druga vrsta komunikacije je bez uspostavljanja veze (*connectionless*) kao npr. kod UDP protokola. Kod komunikacije bez uspostavljanja veze se podaci šalju bez da se prethodno uspostavila komunikacija između procesa.

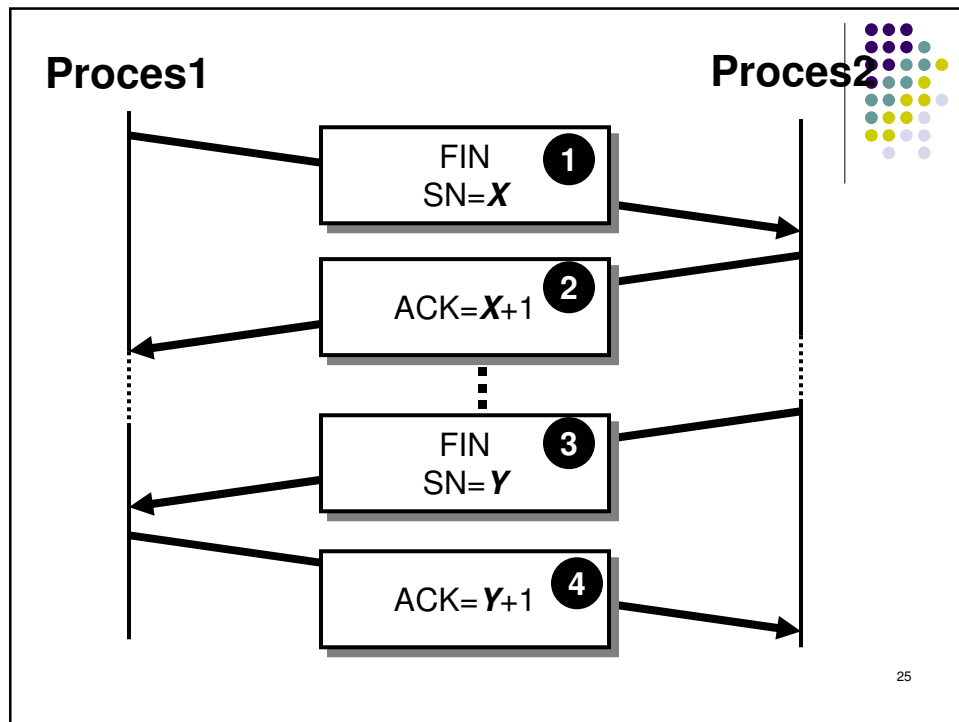
23

0                      4                                      16    31



Source port							Destination port						
Sequence Number													
Acknowledgment Number													
Data offset		Reserved		URG	ACK	PSH	ST	SIN	FIN	Window			
Checksum							Urgent pointer						
Options											Padding		
PODACI													

24



## TCP

- U TCP protokolu su definirani mehanizmi kontrole isporuke podataka preko paketa potvrde isporuke podataka (ACK).
- TCP ima mehanizme ponovnog slanja paketa ukoliko paketi nisu stigli do odredišta.
- Protokol je obosmjernan. To znači da se u komunikaciji podaci mogu slati u oba smjera.
- Osim obosmjerne (*full-duplex*) komunikacija može biti i polu obosmjerna (*half-duplex*) i jednosmjerna (*simplex*).

26

## TCP



- TCP je protokol za prijenos niza bajtova (*byte-stream*) tj. podaci koji se prenose za TCP su jednostavno samo niz bajtova.
- Obično je TCP dio operacijskog sustava. Aplikacija zatraži od TCP sloja slanje ili primanje podataka preko mreže.
- Aplikacija podatke prosljeđuje u spremnik (*buffer*) iz kojeg ih TCP sloj dohvaća i sam odlučuje na koji će način podatke raspodijeliti u pakete.
- Na strani aplikacije koja prima podatke TCP sloj primljene podatke sprema također u spremnik i isporučuje ih aplikaciji kada ih ona zatraži.

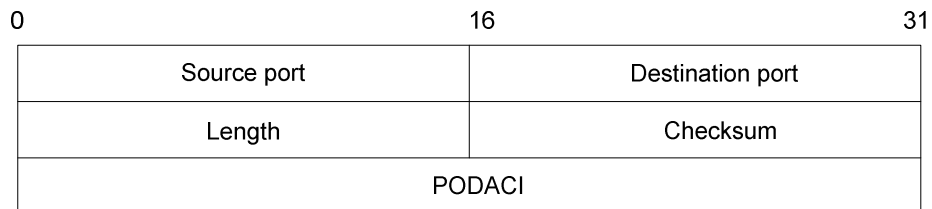
27

## UDP (*User Datagram Protocol*)



- UDP protokol je protokol bez uspostavljanja veze.
- Nema ni kontrolu prenesenih podataka ni ispravljanje greške ni garancije isporuke podataka.
- To znači da protokol više razine treba voditi računa o tome.
- Prednost UDP u odnosu na TCP je brzina i manje podataka u zaglavlju pa se obično koristi u kontrolne svrhe i u nekim aplikacijama u realnom vremenu (*real-time applications*) (IP telefonija, audio, video streaming).
- Protokoli više razine koji koriste UDP su npr. FTP, RTP (*Real-Time Transport Protocol*),...

28



29



## IP (*Internet Protocol*)

- IP protokol je protokol mrežne razine.
- To je protokol bez uspostavljanja veze i bez garancije isporuke podataka.
- Glavni zadatak IP protokola je omogućavanje veze između *hostova* koji mogu biti na različitim mrežama.
- IP adresa treba sadržavati podatke o mreži na kojoj se nalazi *host* kojem su paketi upućeni. Usmjeravanje paketa (*routing*) kroz mrežu se oslanja na podatke u IP zaglavlju paketa.

30



0	4	8	16	31
Version	IHL	Service Type	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live		Protocol	Header Checksum	
32 bit Source Address				
32 bit Destination Address				
Options				Padding

IPv4 Format zaglavlja

IPV6 adrese su veličine 128 bita.

31

## Usmjernik (*Router*)



- Usmjernik je uređaj kojim se spajaju dvije mreže i koji usmjerava pakete na osnovu njihove IP adrese prema ispravnom odredištu mreže.
- Svaki usmjernik komunicira sa susjednim usmjernicima na mreži različitim protokolima usmjeravanja (*routing protocols*) u svrhu održavanja tablice usmjeravanja (*routing table*).
- Ta tablica sadrži moguće rute kojima usmjernik može usmjeriti pakete ovisno o opterećenosti nekog smjera, propusnosti itd.
- Programi poput *traceroute* i *mtr* vam omogućavaju da vidite kuda se usmjeravaju paketi.

32



## Ping



- *Ping* je mrežni alat koji se koristi na TCP/IP mrežama.
- Omogućava osnovni test da li je određeno računalo aktivno i može li mu se pristupiti s računala na kojem se pokrene *ping*.
- *Ping* daje informaciju o vremenu odziva (*round-trip time*) i gubitku paketa između dva promatrana računala.
- Radi korištenjem ICMP (*Internet Control Message Protocol*) poruka.
- Krajem 2003. dio ISP-ova je odlučio ne propuštati pakete *pinganja* računala jer neki računalni crvi koriste *ping* zahtjeve za pronalaženje računala, a neograničena količina *ping* zahtjeva može opteretiti rutere koji su na putu zahtjevu.

33

## ICMP (*Internet Control Message Protocol*)



- ICMP protokol (RFC 792) uglavnom ne koriste aplikacije (osim *ping*) već ga koriste operacijski sustavi računala da bi poslali nekakve poruke.
- ICMP poruke obično se generiraju kada se na IP paketu desila neka greška.
- Npr. TTL polje IP paketa određuje koliko dugo taj paket može "živjeti" na mreži. Svaki put kada paket prođe preko rutera, ruter umanjuje vrijednost TTL polja. Kada vrijednost dođe na 0 taj se paket odbacuje, više se ne proslijeđuje kroz mrežu, a ruter šalje ICMP paket pošiljatelju da ga obavijesti o tome.
- ICMP poruka se smješta u IP paket.
- Tipovi ICMP poruka:  
<http://www.iana.org/assignments/icmp-parameters>

Bit 0 - 7	Bit 8 - 15	Bit 16 - 23	Bit 24 - 31
Version/IHL	Type of service	Length	
Identification		flags et offset	
Time To Live(TTL)	Protocol	CRC	
Source IP address			
Destination IP address			
Type of message	Code	CRC	
Quench			
Data (optional)			

ICMP poruka Echo zahtjev koji šalje ping program

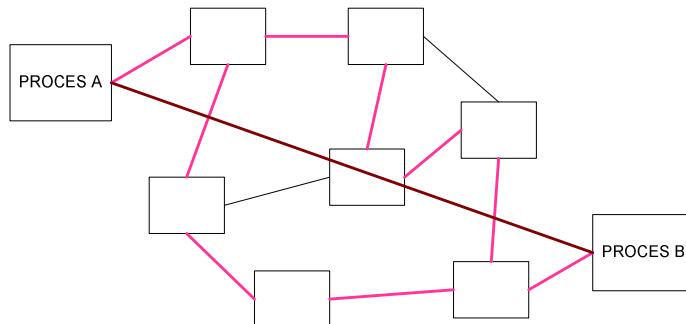
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
Type = 8									Code = 0									Header Checksum																					
Identifier																		Sequence Number																					
																															Data ...								

ICMP poruka Echo odgovor koji šalje ping program

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Type = 0									Code = 0							Header Checksum															
Identifier																Sequence Number															
Data ...																															

34

## End-to-End u odnosu na Hop-to-Hop



- Rekli smo već da je *end-to-end* veza između dvije krajnje točke na mreži.
- *Hop-to-hop* veza je veza između dva susjedna čvora na mreži.
- Kontrola greške u komunikaciji ili kontrola toka može se provoditi ili između dvije krajnje točke komunikacije ili između svaka dva čvora preko kojih ide komunikacija.

35

7	poveznik ( <i>gateway</i> )
6	poveznik
5	poveznik
4	-
3	usmjerivač ( <i>router</i> )
2	prospojnik ( <i>switch</i> ), premosnik ( <i>bridge</i> )
1	ponavljač ( <i>repeater</i> ), koncentrator ( <i>hub</i> )

36

## Mrežni uređaji



- Ponavljač vrši restauraciju digitalnog signala (pojačava i obnavlja fizički signal).
- Hub omogućava zvjezdasto spajanje računala. Ova dva uređaja ne ulaze u podatke koji se prenose nego to rade isključivo na fizičkoj razini mrežnog modela.
- Pakete koji dođu s jednog uređaja hub proslijedi svim spojenim uređajima. Premosnik (*bridge*) pamti MAC (*media access control*) adrese spojenih uređaja i na osnovu njih prosljeđuje pakete.

37

## Mrežni uređaji



- Prospojnik (*switch*) je složeniji premosnik. Može se također proširiti da obrađuje na samo MAC adresu nego i IP adresu.
- Poveznik (*gateway*) radi na višim razinama mrežnog modela. Osim što ima ulogu usmjernika poveznik se često koristi za povezivanje mreža koje koriste različite protokole na transportnoj razini (npr. mreže koja koristi AppleTalk i mreže koja koristi TCP/IP. Rekli smo da TCP/IP nije jedini protokol koji je postoji.). U tom slučaju poveznik treba prepakirati sve pakete koji prolaze preko njega iz jednog u drugi protokol.

38

## Ethernet



- *Ethernet* (novija verzija *Fast Ethernet*) je najčešći protokol podatkovne razine na LAN mrežama (*Token Ring*, *Fiber Distributed Data Interface* (FDDI), *Localtalk*).
- To je standard (IEEE Standard 802.3), tehnologija, protokol za prenošenje podataka između računala brzinama 10 Mbps, 100 Mbps i 1 Gbps.
- Prednosti Etherneta su povoljna cijena, različiti načini ožičavanja (koaksijalnim kabelima, *twisted-pair* kabelima, optičkim kabelima) i tržišna prihvaćenost.
- 1972. Bob Metcalfe je razvio prvi eksperimentalni *Ethernet* koji je korišten u Xerox-u za povezivanje radnih stanica, printera i sl.

39

## 802.3 okvir



802.3 MAC (14 bajtova)	802.2 LLC (3-4 bajta)	Podaci (43-1497 bajtova)	CRC <i>Checksum</i> (4 bajta)
---------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------------------

- Osnovni element koji se prenosi *Ethernet* mrežom se naziva okvir (*frame*).
- Sadrži *Ethernet* broj (MAC adresa), LLC (*Logic Link (Line) Control*) zaglavlje, podatke i 4 bajta za CRC.

40

## MAC adresa



- *Ethernet* broj se sastoji od 48-bitne (6 bajtova) MAC (*media access control*) adrese odredišne i izvorišne *Ethernet* kartice.
- Svaka *Ethernet* kartica ima jedinstvenu MAC adresu koju joj dodijeli proizvođač.
- Prva 24 bita MAC adrese su jedinstvena za svakog proizvođača *Ethernet* kartica, nazivaju se *Organizationally Unique Identifier* (OUI) ili kôd proizvođača (*vendor codes*).
- Vrijednost ta 24 bita proizvođaču dodjeljuje IEEE.
- Proizvođač kombinira vlastiti 24-bitni OUI sa nekom 24-bitnom vrijednošću da dobije jedinstvenu 48-bitnu adresu za svako *Ethernet* sučelje koje proizvede.

41

## MAC zaglavlje



- MAC zaglavlje ili *Ethernet* broj osim izvorišne i odredišne MAC adrese sadrži i 16-bitnu vrijednost koja se koristi u polju (*Type field*) *Ethernet* okvira.
- *Ethernet Type* kôd je 16-bitni broj koji se prenosi u polju *Type field* *Ethernet* okvira. Taj se broj koristi za identifikaciju tipa višeg mrežnog protokola paketa koji se prenosi kao podatkovni dio *Ethernet* okvira. (0800 za IP)  
<http://standards.ieee.org/regauth/ethertype/eth.txt>

42

## 802.3 okvir



- LLC (*Logic Link Control*) protokol definiran je IEEE 802.2 standardom. Zajedno s MAC protokolom čini 802.3 standard. Protokol se koristi za višestruko prenošenje (multipleksiranje) i demultipleksiranje protokola (*IP*, *IPX*). Koristi se također za kontrolu toka, detekciju i retransmisiju odbačenih paketa ukoliko je to potrebno.
- CRC (*cyclic redundancy check*) je hash funkcija kojom se dobiva kontrolni zbroj (*checksum*) određenog niz bitova (obično podataka). Taj kontrolni zbroj je obično mali (može se zapisati s malo bitova). Koristi se na način da predajnik generira taj broj i ubaci ga u paket tako da prijemnik može provjeriti je li došlo do pogreške na prenesenim bitovima (tj. da li je bit koji je na strani predajnika ima vrijednost 1 poprimio vrijednost 0 i obrnuto.).

43

## CRC



- CRC se može koristiti i za korekciju grešaka ukoliko je količina izgubljene informacije manja od količine informacije prenesene u samom CRC-u.
- CRC je proširen iz razloga što ga je jednostavno implementirati hardverski (I, ILI i sl. sklopovi), ima točno definiranu matematičku podlogu, i pokazao se dosta dobar za detekciju uobičajenih pogrešaka koji nastaju na komunikacijskom kanalu zbog šuma.
- CRC kontrolni broj je ostatak binarnog dijeljena bez preteka (XOR) predefiniranim nizom bitova koji predstavljaju koeficijente polinoma.

44

## CRC



- Polinomi se točno definiraju i iza toga stoji cijela matematika konačnog polja (*finite field*).
- Za *Ethernet* se koristi CRC-32 sa polinomom  $C(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- iz kojeg se dobivaju bitovi za dijeljenje u heksadecimalnom zapisu 0x04C11DB7 ili 0xEDB88320 ovisno da li se ide s lijeva na desno ili s desna na lijevo.
- CRC-32 koristi se i za FDDI, i za ZIP arhiviranje.

45

## PPP



- PPP (*Point-to-Point*) protokol koristi se za direktno povezivanje dva računala serijskim kabelom, telefonskom linijom, radio vezom, optičkim kabelom, ....
- PPP protokol je najčešći protokol za *dial-up* Internet.
- PPP protokol ima više slojeva. LCP (*Link Control Protocol*) se koristi prilikom uspostavljanja, konfiguriranja i testiranja veze.
- Nakon uspostavljanja veze koristi se jedan ili više NCP protokola (*Network Control Protocols*) za prijenos podatka preko PPP veze.
- PPP se također koristi i preko ADSL, ISDN i sl.
- PPPoE (PPP over Ethernet) protokol je kombinacija PPP i *Etherneta*. Na nižoj razini je *Ethernet*, a iznad njega PPP.

46

## MTU (*Maximum Transmission Unit*)



- Svaki komunikacijski medij ima definiran MTU. To je maksimalni broj bajtova koji se može prenijeti u jednoj transmisijskoj jedinici (paketu, okviru,...).
- Za *Ethernet* MTU je 1518 bajtova (cijeli okvir).
- Minimalna veličina okvira je 64 bajta pa iako nema podataka, okvir se treba dopuniti (*padding*) do veličine od 64 bajta.
- I za PPP se za MTU obično koristi 1500 bajtova.
- Većina paketa na mreži je ovih dimenzija premda IP protokol podržava pakete do 65536 (polje *Total Length*). Kada je paket veći od MTU-a mora se razbijati na manje dijelove (segmentiranje).

47

## IP adresa računala



- Svako računalo koje je spojeno na Internet treba imati jedinstvenu identifikaciju. Ta jedinstvena identifikacija je jedinstvena IP adresa. IP adresa ima format:

161.53.166.237

- IP adresa je 32-bitni binarni broj koji se predstavlja u formatu četiri broja od 0 do 255 međusobno odvojena točkom. Tako je ova adresa u binarnom zapisu:

10100001   00110101   10100110   11101101

48



## IP adresa računala



- Ovakvim načinom adresiranja računala može se označiti  $256^4 = 4,294,967,296$  računala (ili  $2^{32} = 4,294,967,296$ ). Naime toliko možemo napisati različitih kombinacija sa 4 broja u rasponu od 0 do 255. (IPV4, nova generacija IPV6)
- Dio IP adrese se koristi za označavanje mreže, a dio se koristi za označavanje računala na toj mreži.
- Ukoliko se za označavanje mreže koristi samo prvi od 4 broja takve mreže nazivamo mrežama klase A. Takva mreža može imati  $256^3 - 2 = 16,777,214$  računala.

49

## IP adresa računala

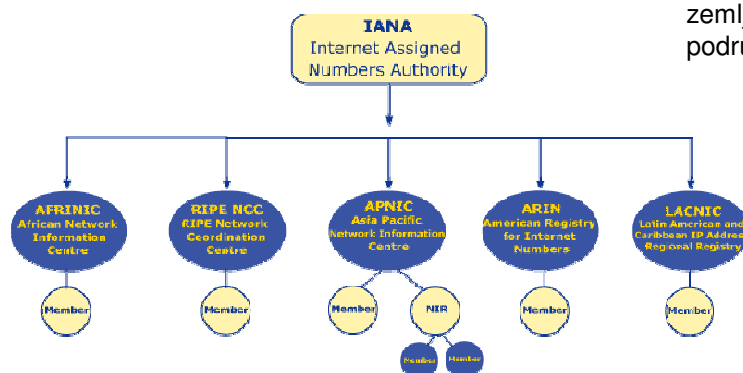


- Ukoliko se za označavanje mreže koriste prva dva broja takve mreže nazivamo mrežama klase B. Takva mreža može imati  $256^2 - 2 = 65534$  računala. Adrese klase B počinju sa brojem većim od 128 (brojevi do 126 su rezervirani za adrese klase A).
- Kod adresa klase C prva tri broja koriste se za označavanje mreže. Adrese klase C počinju brojem većim od 192. Takva mreža može imati  $256^1 - 2 = 254$  računala.
- Pretraživanje IP adresa <http://www.ripe.net/whois>

50

# RIR

## Internet Resource Allocation



RIR (*Regional Internet Registries*) upravljaju jedinstvenim Internet identifikatorima za određeno zemljopisno područje.

51

Klasa	Od	Do	Broj mreža u klasi	Broj računala u mreži
A	1	126	126	16,777,214
B	128	191	16,384	65,534
C	192	223	2,097,152	254

52

## IP adresa računala



- Adresa računala ne smije biti takva da je broj računala ili broj mreže 0. Npr:

161.53.0.0

- Broj 161.53.0.0 označava mrežu čija je adresa 161.53. – to je CARNet mreža.
- Sve adrese koje započinju sa 161.53. su CARNet-ove adrese.

53

## IP adresa računala



- Adresa računala ne smije biti ni 161.53.255.255. Ova se adresa odnosi na sva računala na mreži 161.53. i ukoliko neki paket sadrži ovu adresu kao odredišnu adresu paket će biti isporučen svim računalima na mreži 161.53. (*broadcast*).
- Oznaka mreže koji počinje sa 127 je također rezervirana. Adrese koje počinju sa 127 se koriste samo za testiranje mreže. To su tzv. povratne adrese (*loopback address*). Ukoliko paket kao odredišnu adresu ima adresu koja počinje sa 127 taj se paket neće ni isporučiti u mrežu.
- Zadnji broj u IP adresi ne smije biti 0 ili 255. Prvi broj ne smije biti veći od 223. Adrese koje počinju sa 224 i 225 su rezervirane za neke posebne slučajeve.

54

## Maska podmreže



- Osim IP računala u postavkama mreže se još definira i maska podmreže (*subnet mask*).
- Maska podmreže je također 32 bitni broj koji se također zapisuje u formatu 4 broja međusobno odvojena točkom.

255.255.255.128    11111111 11111111 11111111 10000000

- Podmrežna maska mora biti ista za sva računala u podmreži.

55

## Maska podmreže



- Uređaj može odrediti koji dio adrese se odnosi na mrežu, a koji na uređaj tj. maska omogućava računalu da odredi koje IP adrese računala pripadaju njegovoj podmreži.

	Dot-decimal Address	Binary
IP address	192.168.5.10	11000000.10101000.00000101.00001010
Subnet Mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Network Portion	192.168.5.0	11000000.10101000.00000101.00000000
Host Portion	0.0.0.10	00000000.00000000.00000000.00001010

56

## Privatne IP adrese



- Privatne IP adrese koriste se unutar intraneta.
- Promet sa privatnih IP adresa ne može se usmjeravati direktno na Internet.
- Privatne IP adrese dodjeljuju se isključivo računalima na mreži iza rutera ili nekog drugog uređaja za NAT (*Network Address Translation*).

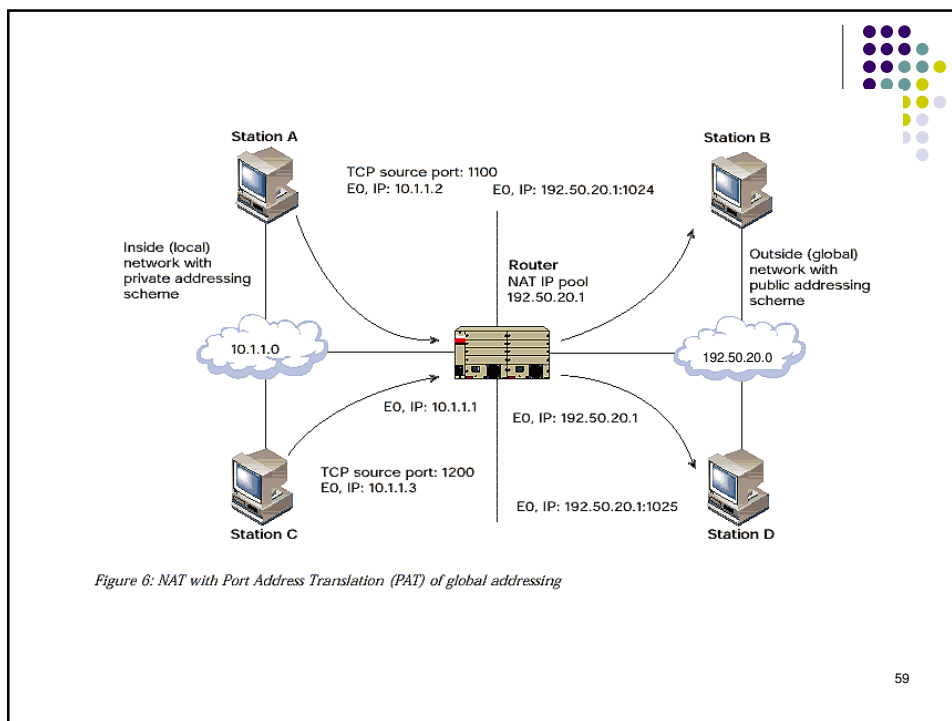
57

## Privatne IP adrese



- NAT je standard (RFC 1631) koji omogućava da LAN koristi jedan skup IP adresa za promet po lokalnoj mreži, a drugi skup adresa za promet prema Internetu.
- NAT definira konverziju zaglavlja paketa za cijeli dolazni i odlazni promet za promatrani LAN.
- IP adrese koje se koriste za intranet su:
  - 10.0.0.0 - 10.255.255.255
  - 172.16.0.0 - 172.31.255.255
  - 192.168.0.0 - 192.168.255.255
- Ukoliko bili koji Internet usmjerivač dobije paketa u kojem su IP adresa izvorišta ili odredišta neka od gore navedenih adresa usmjerivač će taj paket odbaciti.

58



## Privatne IP adrese

- Ruter treba imati dodijeljenu i javnu IP adresu.
- Svi paketi koji ruteru stignu sa privatnih IP adresa lokalne mreže na Internet odlaze sa javnom IP adresom s kojom je ruter spojen na Internet.
- Osim IP adrese izvorišta paketa koja se mijenja iz privatne u javnu IP adresu ruter također mijenja i port izvorišta paketa u vrijednost koja se čuva u tablici rutera.