

Sveučilište u Zagrebu
PMF – Matematički odsjek



Mreže računala

Vježbe 01

Zvonimir Bujanović
Slaven Kožić
Vinko Petričević

Osnovne informacije o kolegiju

- Termini predavanja:
PON 10-12h [Zvonimir Bujanović]
- Termini vježbi:
PON 08-10h [Zvonimir Bujanović]
SRI 14-16h [Vinko Petričević]
SRI 16-18h [Vinko Petričević]
PET 16-18h [Slaven Kožić]

Svi nastavni materijali, informacije i obavijesti nalazit će se na web stranicama kolegija:

- <http://www.math.hr/nastava/mreze/>

Polaganje kolegija

- sudjelovanje u nastavi – 4%
- 2 kolokvija – 25% + 25%
- 2 domaće zadaće – 8% + 8%
- završni ispit – 30%

Pravo na potpis: prisutnost na bar 50% predavanja i vježbi.

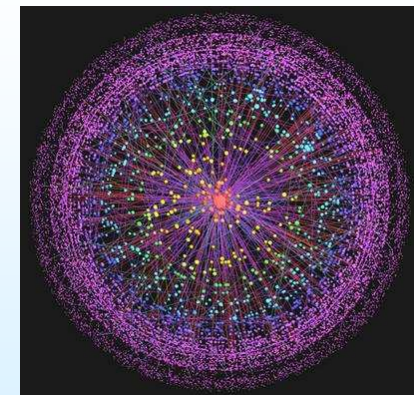
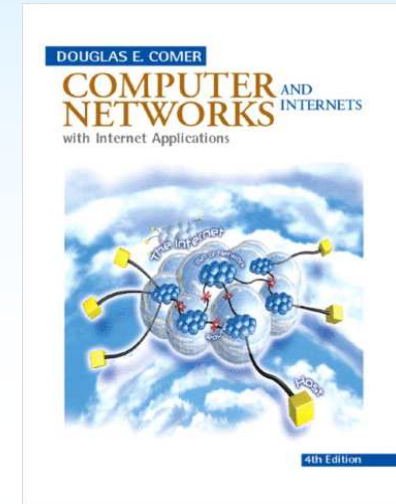
Popravni samo završni ispit.

Gradivo na vježbama

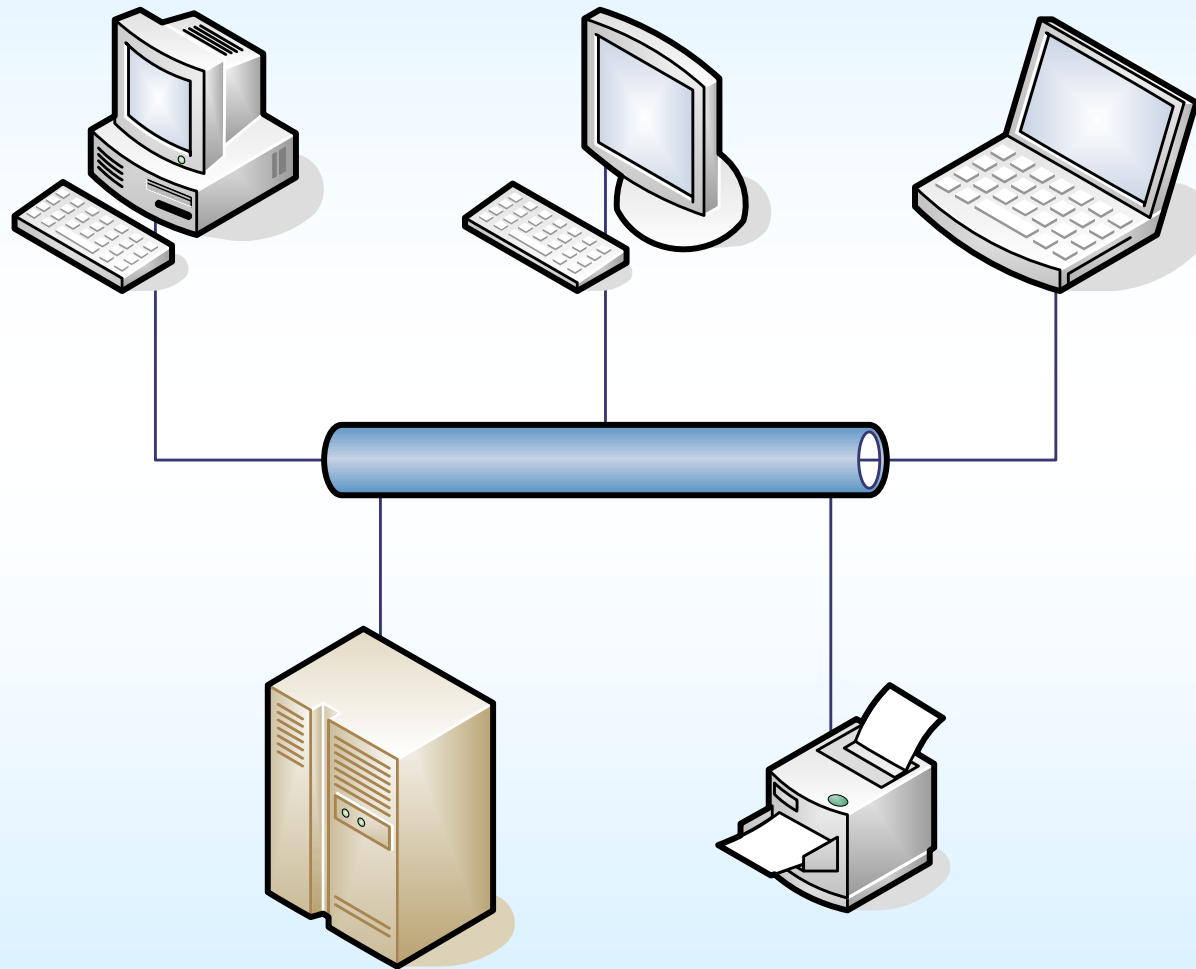
1. Upoznavanje sa mrežnom infrastrukturom – Ethernet, TCP/IP, alati za mrežnu dijagnostiku (ping, traceroute...)
2. Često korištene mrežne aplikacije – ssh, sftp, web...
3. Programiranje u mrežnom okruženju – Socket API
4. Upoznavanje sa strukturom HTML dokumenata, izrada i postavljanje web stranica

Literatura

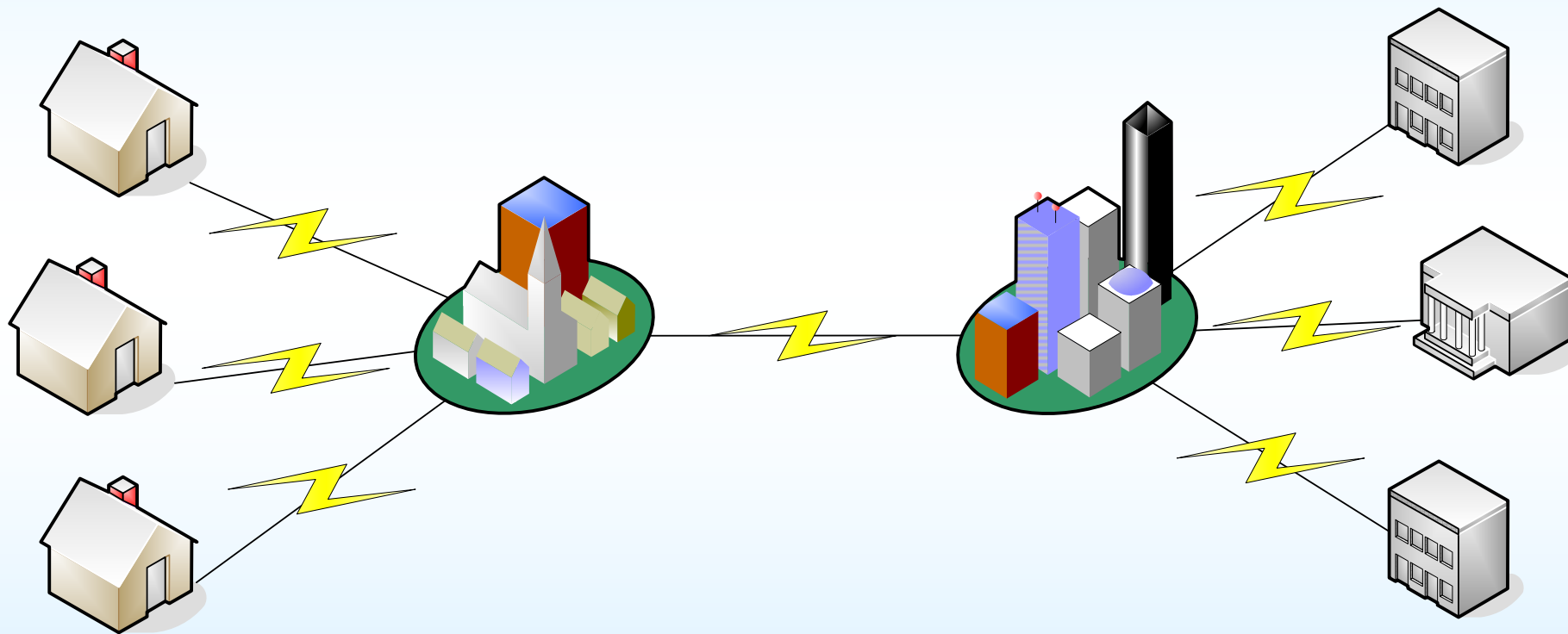
- Skripta i prezentacije dostupni na webu kolegija
- Douglas E. Comer. *Computer Networks and Internets with Internet Applications (Fifth Edition)*. Prentice Hall, 2009.
- Materijali na dostupni na internetu...



Lokalna računalna mreža (LAN)

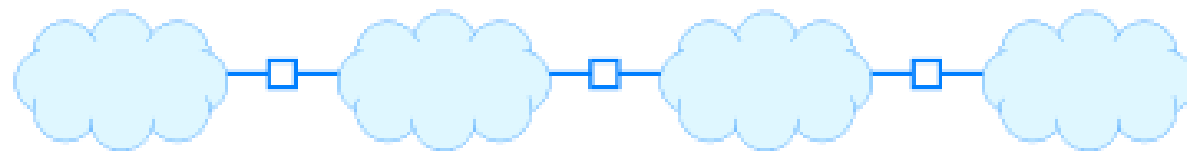


Mreža širokog područja (WAN)



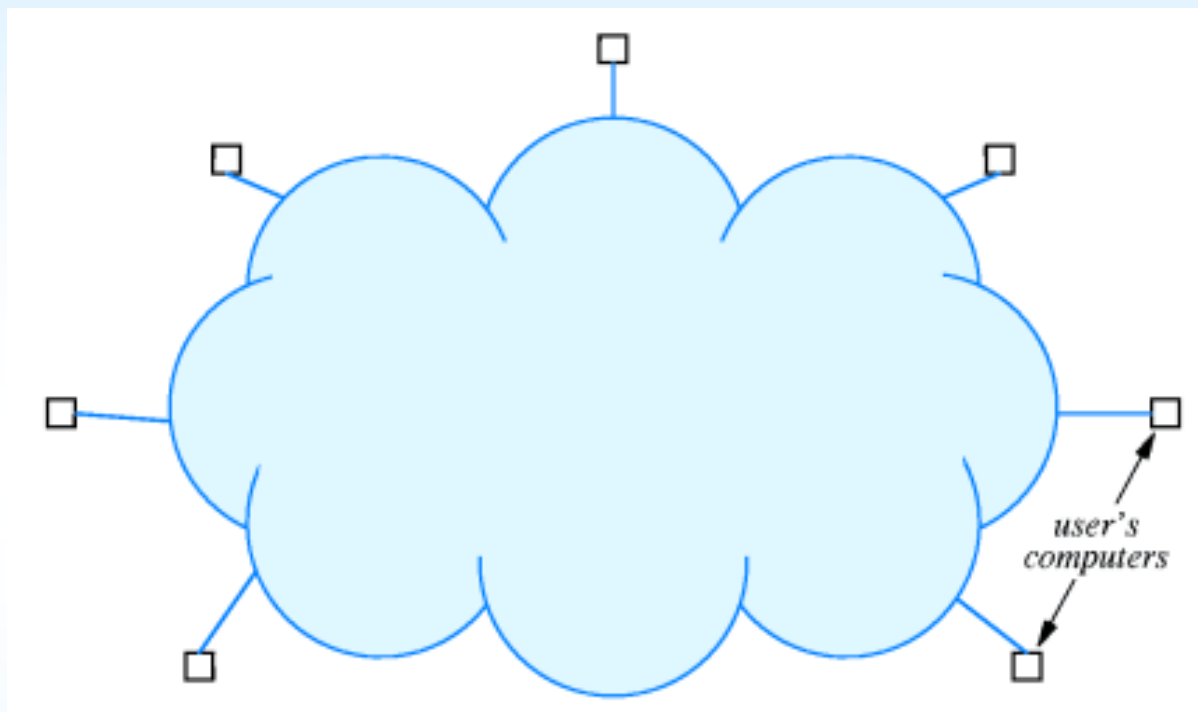
Usmjernici (routeri)

- Usmjernik povezuje dvije (ili više) fizičke mreže



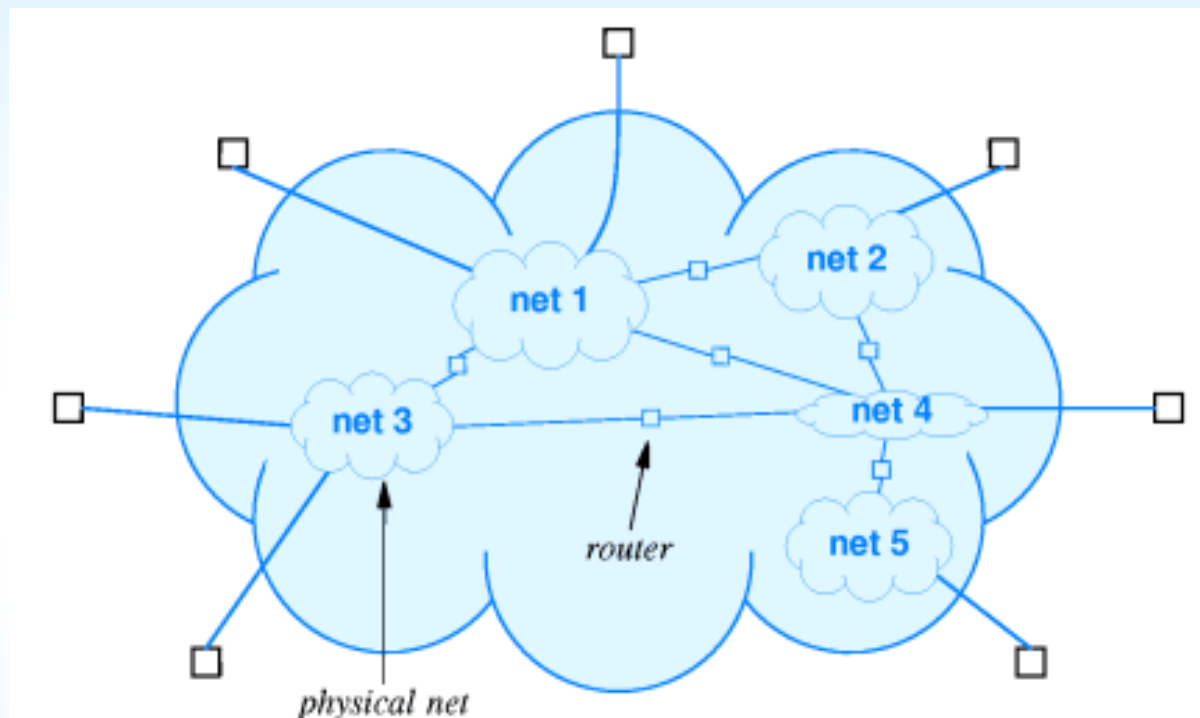
Svaka od mreža može biti LAN ili WAN

Logička struktura interneta



Korisnik ima iluziju da je riječ o jednoj velikoj mreži...

Fizička struktura interneta



... dok fizička struktura otkriva mnogo raznorodnih mreža povezanih usmjernicima

OSI referentni model informacijske mreže

Fizički sloj

- električka i fizička svojstva mrežnih uređaja
- npr. naponski nivoi, broj pinova na konektorima

Primjer uređaja:

- NIC (Network Interface Card) – mrežni adapter
- mrežni koncentrator (hub)
- mrežni ponavljač (repeater)

Primjeri mrežnih standarda:

- V.90/V.92 telefonski standardi, USB, Ethernet, Bluetooth

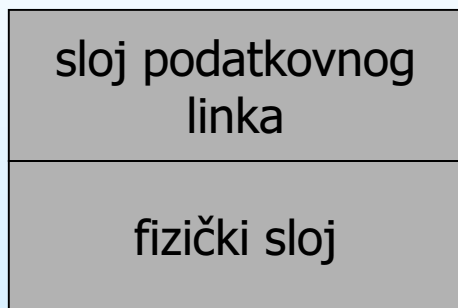


fizički sloj

OSI referentni model informacijske mreže

Sloj podatkovnog linka (data link)

- razmjena podataka između mrežnih uređaja na lokalnoj mreži
- pristup uređajima ostvaruje na temelju *hard-kodiranih (MAC) adresa*
- kako organizirati podatke u okvire (frames) – format okvira (što piše u header-u i sl.), kako prenesti podatke preko mreže



Primjer uređaja: switch

Primjeri mrežnih standarda: Ethernet, PPP (point-to-point protocol)

OSI referentni model informacijske mreže

Mrežni sloj (Network):

- opisuje način pridruživanja adresa “višeg nivoa” (npr. IP) adresama na hardverskom nivou (MAC)
- opisuje način prijenosa paketa sa jednog na drugi kraj mreže (tj. između potencijalno raznorodnih mreža)



Primjer uređaja:

- router – preformatira pakete dobivene iz vanjske mreže u oblik čitljiv u lokalnoj mreži; ima dva mrežna adaptera

Primjer mrežnih standarda: IPv4, IPv6

OSI referentni model informacijske mreže

Transportni sloj:

- kako ostvariti pouzdani transfer paketa, npr. spriječiti gubitak ili dupliciranje



Primjer mrežnih standarda: TCP, UDP

Sloj sesije (session):

- kako uspostaviti komunikaciju između dva udaljena računala, kako ju sinhronizirati (npr. sliku sa zvukom)

OSI referentni model informacijske mreže



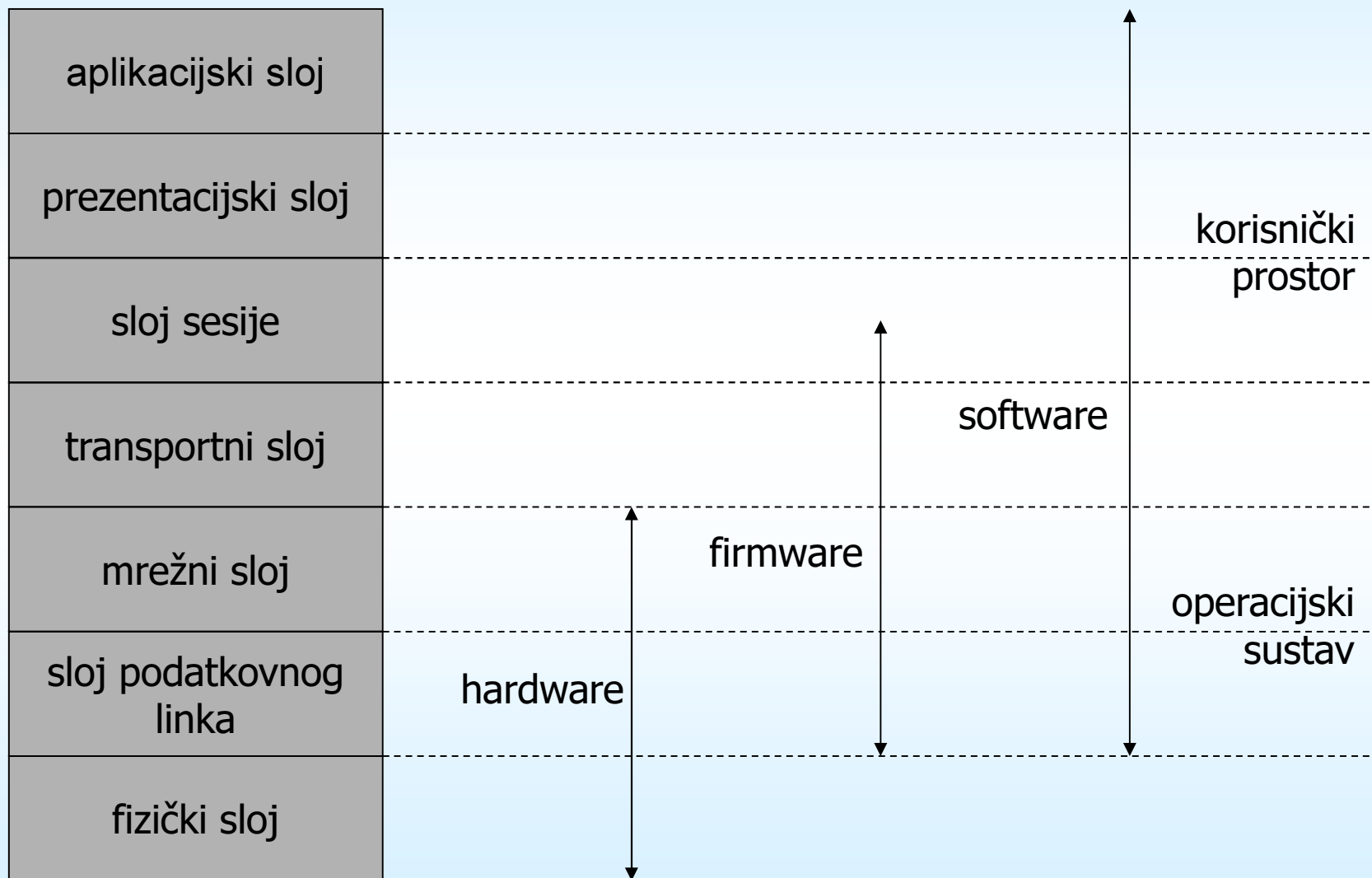
Prezentacijski sloj:

- način predstavljanja podataka na različitim računalima je mora biti isti (npr. spremanje integera – je li najznačajnija znamenka lijevo ili desno u 4bytnom prikazu; oznake prelaska u novi red) – ovaj sloj se brine za konverziju

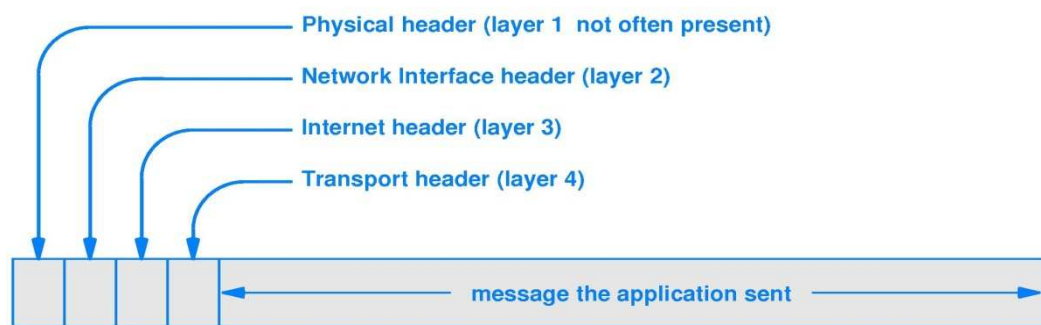
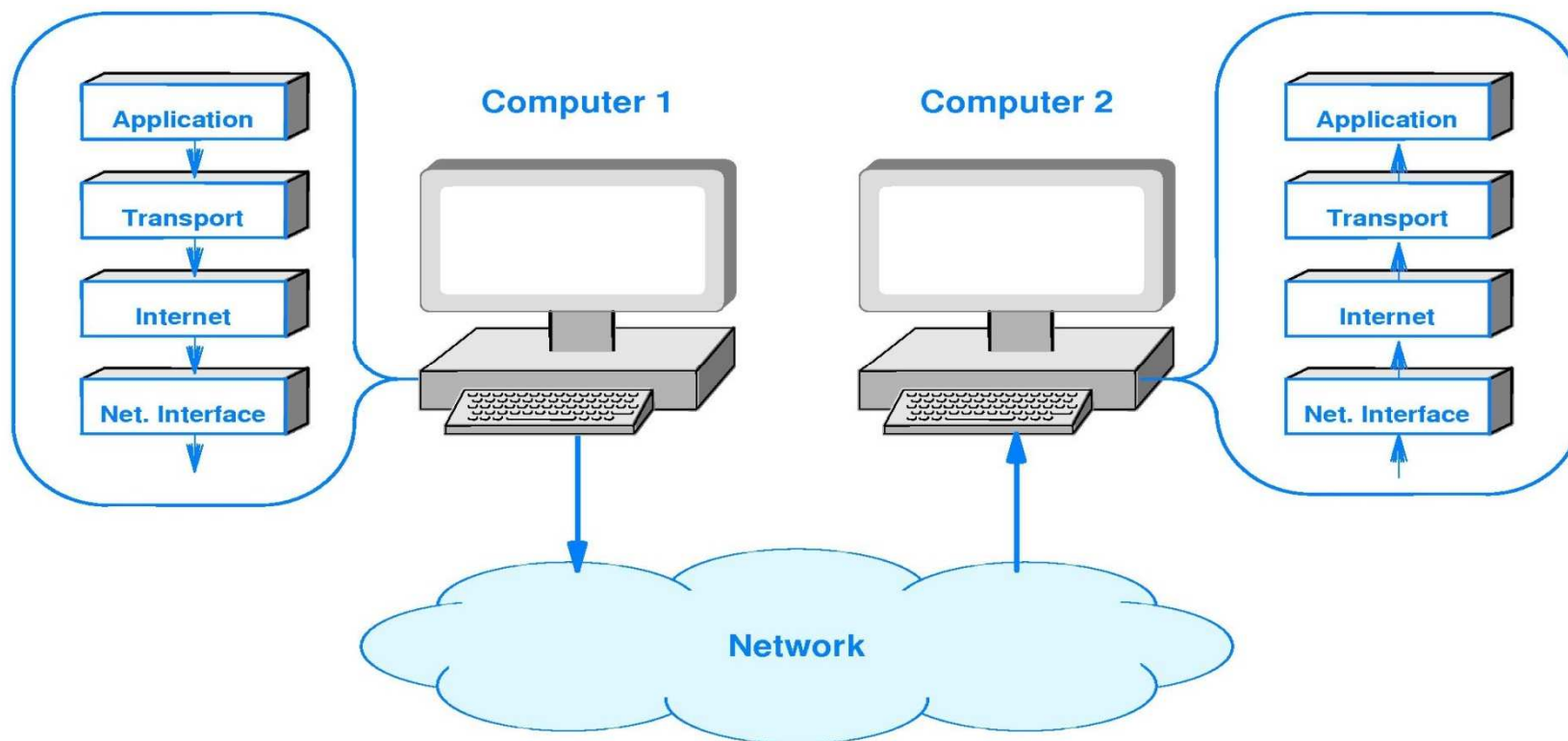
Aplikacijski sloj:

- opisuje kako neka pojedina aplikacija koristi mrežu – npr. za prijenos datoteka između 2 udaljena računala koristi se FTP protokol, za dohvat web-stranica HTTP
- telnet, SMTP, IRC

OSI referentni model informacijske mreže



Protok podataka kroz slojeve



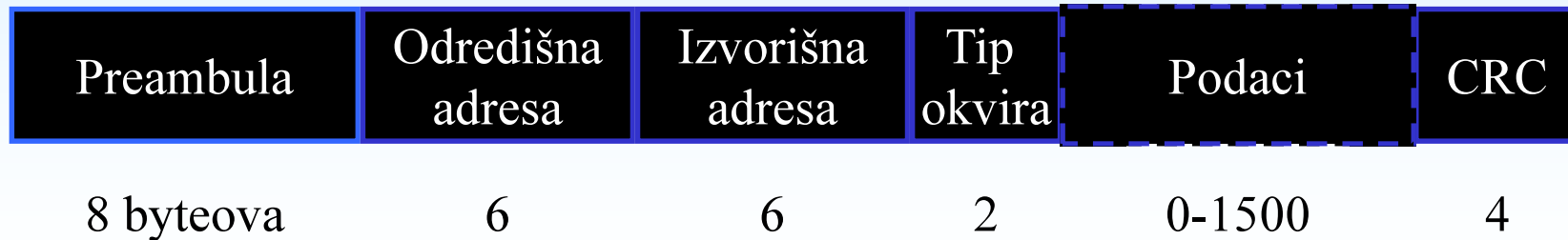
Poruke se šalju podijeljene u pakete. Svaki sloj dodaje novo zaglavlje paketu.

Ethernet (IEEE 802.3)

- Opisuje komunikaciju unutar lokalne mreže (LAN)
- Sloj podatkovnog linka
- Uređaji spojeni u mrežu koriste dijeljeni medij (žicu)
- Svako Ethernet sučelje posjeduje jedinstvenu 48-bitnu adresu
 - to je tzv. MAC adresa
 - zapisana je u hardware-u uređaja (tj. mrežnoj kartici)
 - npr: C0 : B4 : 23 : 17 : 9A : CF
 - neke adrese su specijalne: npr. broadcast adresa – sve jedinice: FF : FF : FF : FF : FF : FF

Kako radi Ethernet?

Ethernet okvir (frame)



- Preambula – niz alternirajućih 0 i 1 koji se koristi za sinkronizaciju
- CRC – Cyclic Redundancy Check
- Svako Ethernet sučelje čita svaki okvir primljen s medija i utvrđuje odredišnu adresu – ako se odredišna адреса ne podudara s onom od danog Ethernet sučelja (ili broadcast adresom), okvir se odbacuje

- Internet se sastoji od mnogo LAN-ova i WAN-ova koji nisu svi bazirani na Ethernetu
- Kakav protokol koristiti da bi računala s raznorodnih mreža mogla međusobno komunicirati?
- Za komunikaciju među računalima na internetu koristi se TCP/IP skup protokola
 - može se koristiti s različitim slojevima podatkovnog linka



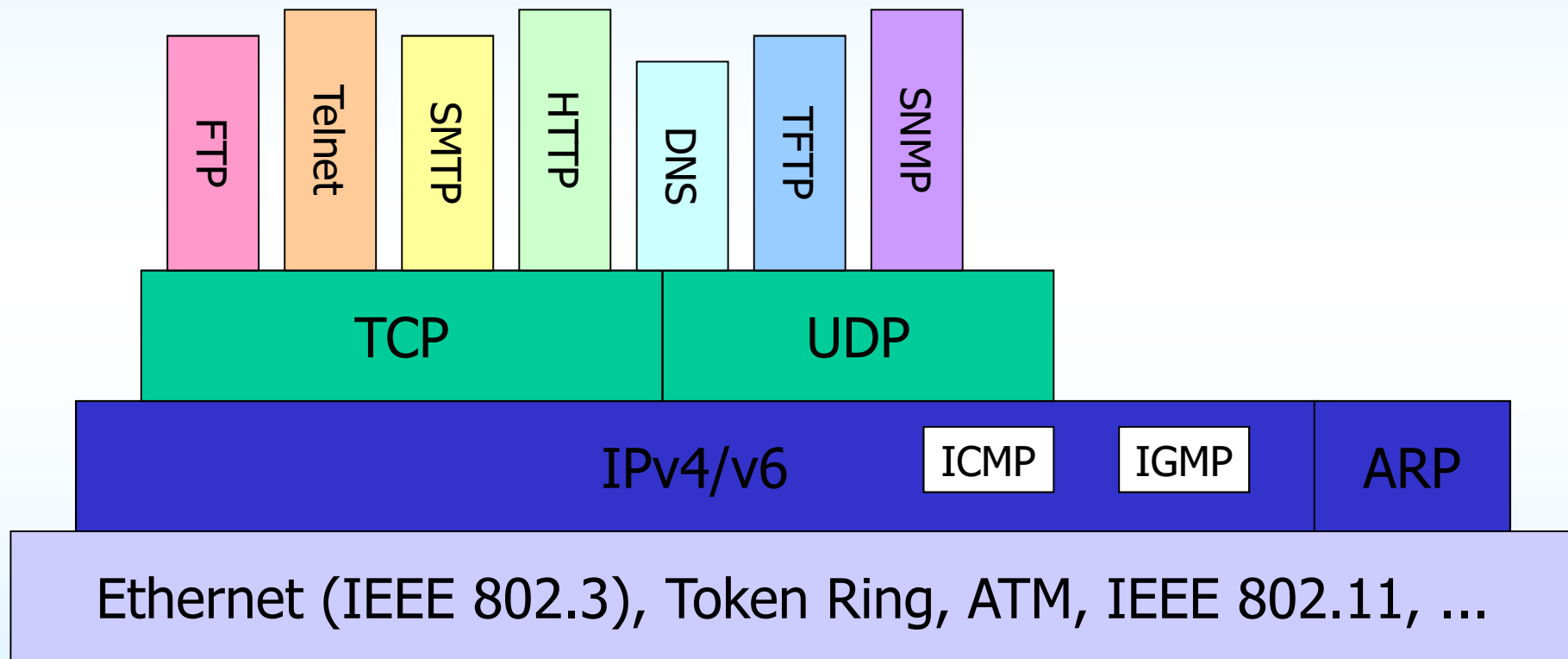
OSI referentni model



Internetski (TCP/IP) model

} TCP/IP
skup
protokola

Internetski protokolni stog



IP protokol

- IP protokol predstavlja mrežni sloj
 - usluga dostave paketa (host-to-host), tzv. IP datagrama
 - translacija između različitih slojeva podatkovnog linka
- IP protokol pruža **nespojnu (*connectionless*)** i **nepouzdanu** uslugu dostave IP datagrama
 - **nespojna** – svaki IP datagram neovisan je od ostalih
 - **nepouzdana** – ne postoji garancija da će IP datagram biti uspješno dostavljen na odredište

IP adresa

- Internetska ili IP adresa je broj koji globalno i jednoznačno označava mrežni uređaj priključen na internet
 - sastoji se od 32 bita podijeljenih u 4 grupe od po 8 bitova (obično se razdvajaju točkom)
 - npr. IP adresa računala **student** jest **161.53.8.14**
- IP adresa može biti zadana i simbolički (tada se obično naziva 'host name')
 - takav oblik je ljudima razumljiviji i lakše pamtljiv
 - za preslikavanje između numeričkih i simboličkih adresa nadležan je **DNS (Domain Name System)**
 - sustav imenovanja domena:
 - **računalo.poddomena.domena**
 - npr. 'host name' računala **student (161.53.8.14)** jest **student.math.hr**

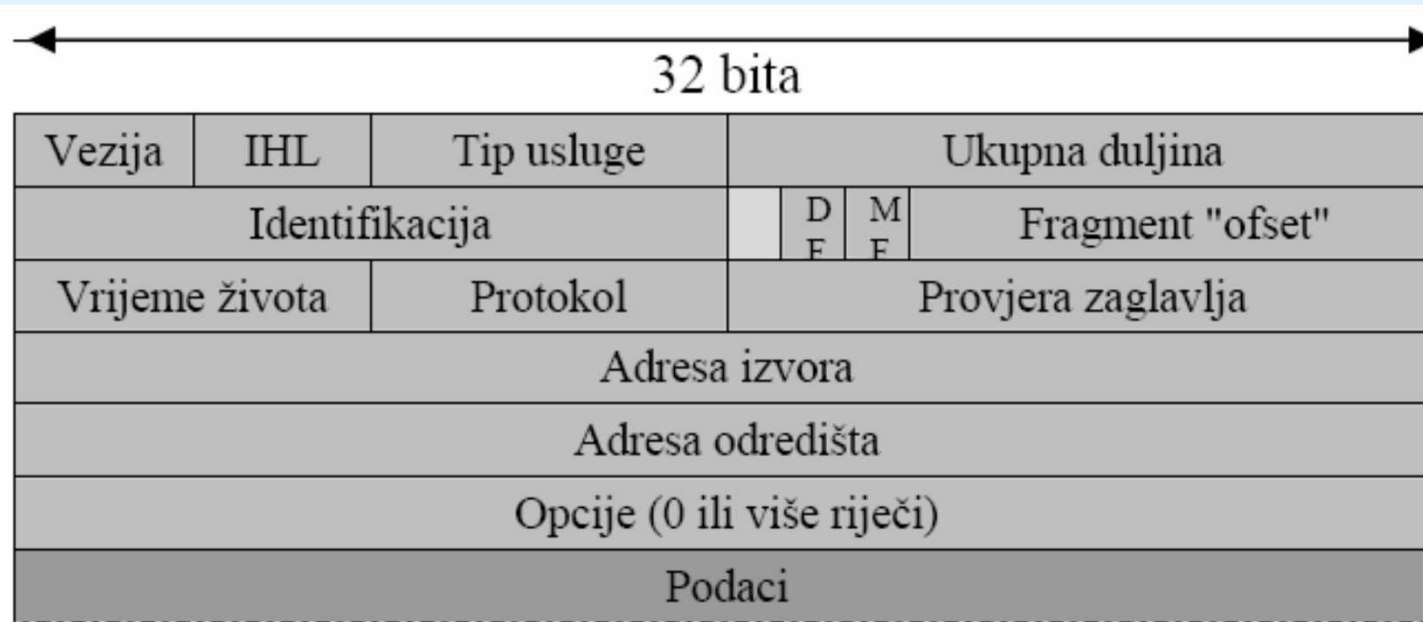
Enkapsulacija:

IP datagram kao dio okvira u podatkovnom sloju

- da bi dva udaljena računala koristila opisanu infrastrukturu, podaci koji se šalju po lokalnim (među)mrežama imaju specijalni format:

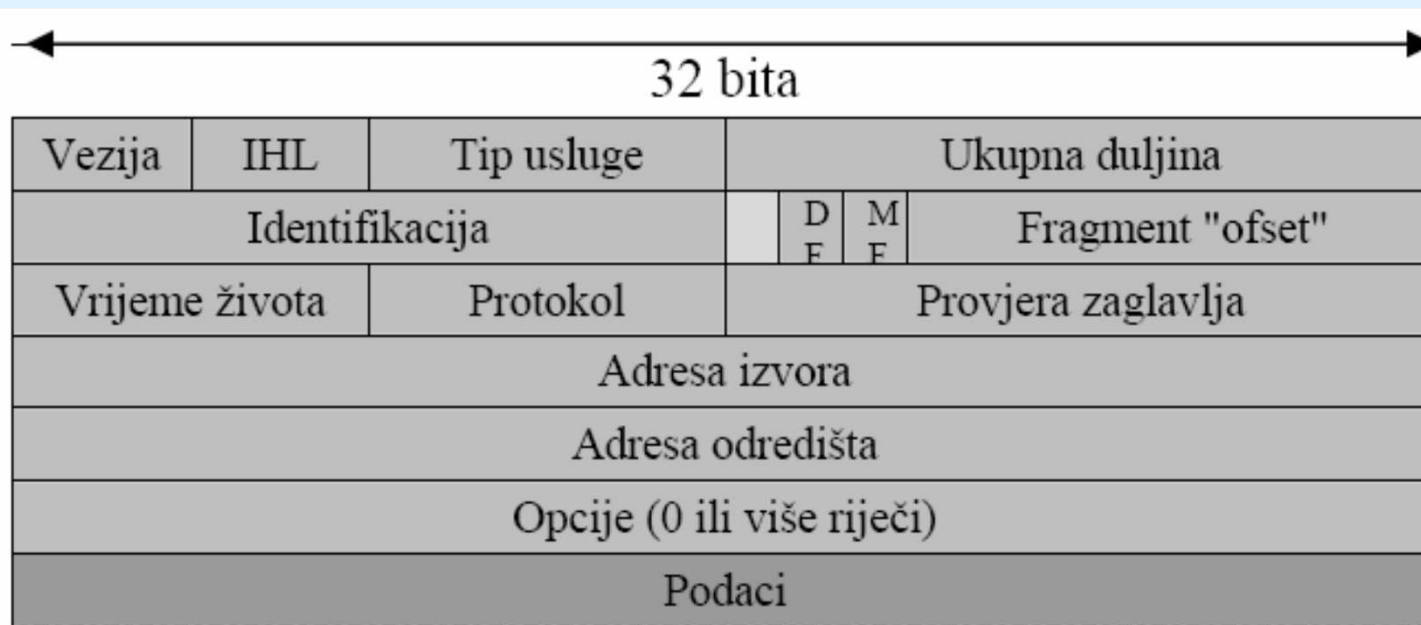


IP datagram



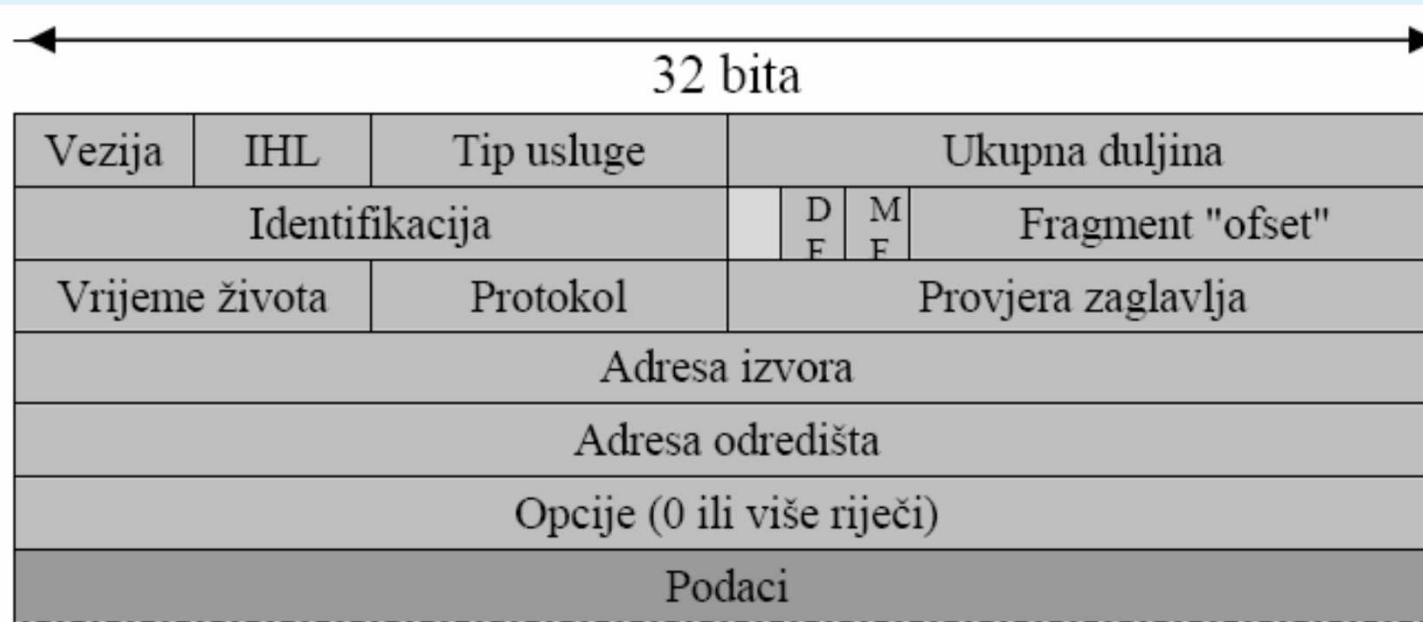
- verzija – trenutno 4; IHL – duljina *headera*
- tip usluge – slati poruku preko rute sa najmanjim zastojem ili najvećom propusnošću
- identifikacija – broj koji jednoznačno određuje (početni) datagram

IP datagram



- DF – 1 ako se datagram ne smije dijeliti na manje (zbog različitih veličina frame-ova u različitim mrežama), 0 ako smije
- MF – 1 ako slijedi još fragmenata originalnog datagrama, 0 ako je ovo zadnji
- fragment offset – na kojem mjestu (byte-u) je trenutni fragment u originalnom datagramu

IP datagram



- Vrijeme života (TTL) – koliko “hop”-ova najviše smije obaviti (tj. kroz koliko max. routera smije proći) datagram prije dolaska na cilj
- protokol – oznaka protokola višeg nivoa (npr. transfer) koji se koristi kao format podataka u datagramu (npr. 6 za TCP, 17 za UDP)
- provjera zaglavlja – da li je došlo do greške u prijenosu zaglavlja (ne provjerava podatke!)

Mrežni alati: ifconfig / ipconfig

- osnovni podaci o mrežnim adapterima u računalu

```
bash $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0C:29:93:EE:3E
          inet addr:192.168.255.128  Bcast:192.168.255.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe93:ee3e/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:18 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:48 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:2992 (2.9 KiB)  TX bytes:5598 (5.4 KiB)
          Interrupt:16 Base address:0x2000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:2 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:100 (100.0 b)  TX bytes:100 (100.0 b)
```

Mrežni alati: nslookup

- koja je IP-adresa ako je poznato simboličko ime?
- lagana provjera je li dobro konfiguriran DNS-server

```
bash $ nslookup gmail.google.com
Server:          192.168.1.254
Address:         192.168.1.254#53

Non-authoritative answer:
gmail.google.com canonical name = gmail.l.google.com.
Name:   gmail.l.google.com
Address: 209.85.137.107
```

Mrežni alati: ping

- je li udaljeno računalo dostupno? Koliko je ukupno vrijeme od slanja upita do primanja odgovora (*round-trip time*)?

```
[student]/math/zbujanov $ /etc/ping www.google.com
PING www.google.com: 64 byte packets
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=0. time=42. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=1. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=2. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=3. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=4. time=41. ms

----www.google.com PING Statistics----
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 41/41/42
```

Mrežni alati: traceroute / tracert / tracepath

- kojim putem putuje paket do udaljenog računala?
- detektiranje mrežih problema: gdje se gube paketi, gdje postoji vatrozid (*firewall*), da li dio mreže funkcionira itd.

```
$ tracert www.ubuntu.com
```

```
Tracing route to www.ubuntu.com [91.189.90.58]  
over a maximum of 30 hops:
```

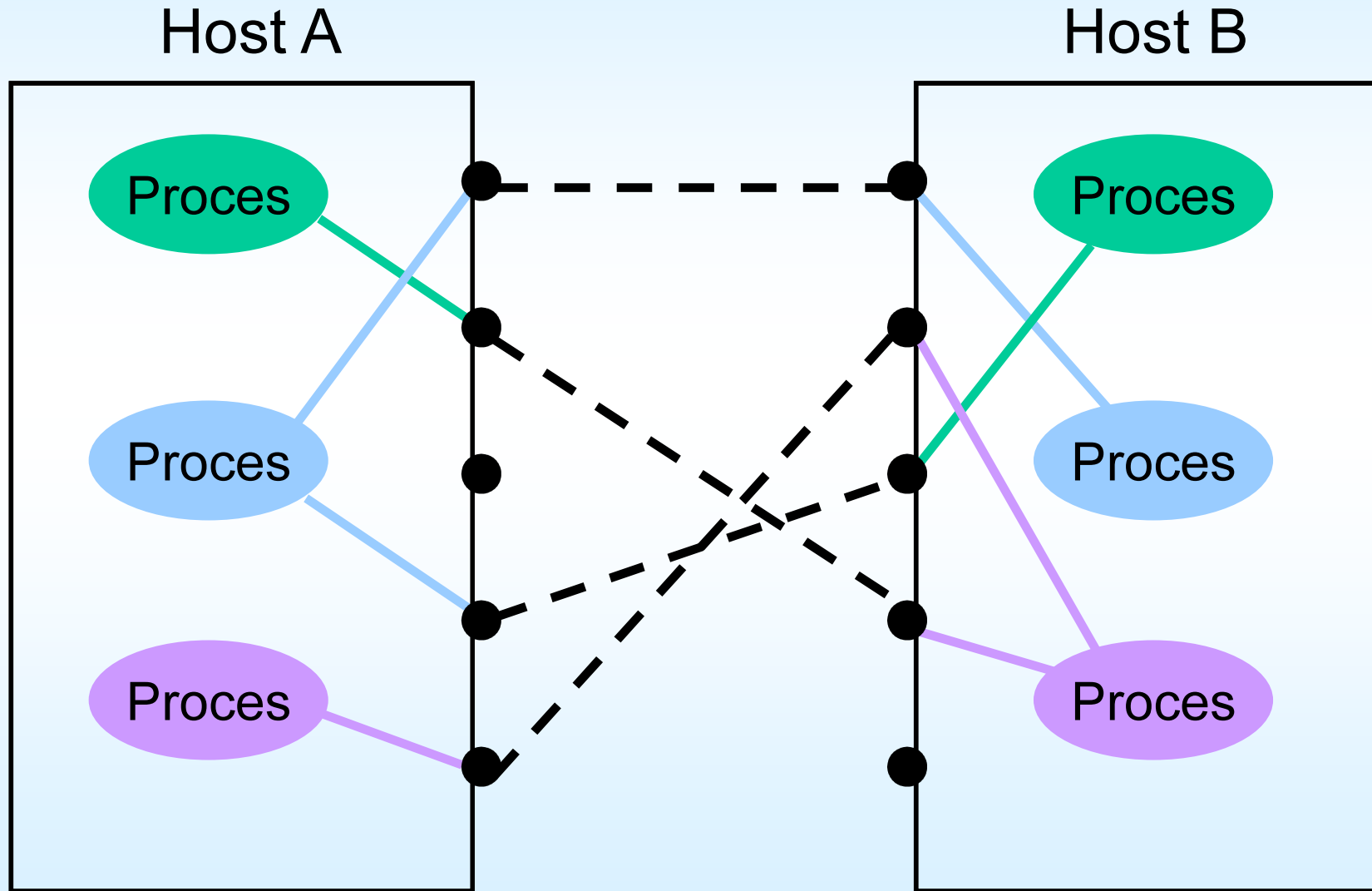
```
  1    26 ms    99 ms    98 ms  speedtouch.lan [192.168.5.1]  
  2    20 ms    18 ms    23 ms  bng01-lo1.net.iskon.hr [213.191.132.214]  
  3    21 ms    23 ms    20 ms  89.164.86.0  
  4    24 ms    28 ms    28 ms  bdr01.net.iskon.hr [89.164.64.205]  
  5    19 ms    20 ms    21 ms  te4-8.ccr01.zag01.atlas.cogentco.com [149.6.30.49]  
  6    29 ms    28 ms    29 ms  te0-0-0-22.ccr21.vie01.atlas.cogentco.com [130.117.48.77]  
  7     *        30 ms    29 ms  level3.vie01.atlas.cogentco.com [130.117.14.30]  
  8    69 ms    59 ms    65 ms  ae-16-16.ebr1.Budapest1.Level3.net [4.69.153.154]  
  9    60 ms    60 ms    59 ms  ae-44-44.ebr3.Frankfurt1.Level3.net [4.69.201.114]  
 10     *        *        *    Request timed out.  
 11     *        *        *    Request timed out.  
 12     *        *        *    Request timed out.  
 13     *        *        *    Request timed out.  
 14    60 ms    58 ms    58 ms  ae-124-3510.edge5.london1.Level3.net [4.69.166.37]  
 15    61 ms   113 ms    60 ms  SOURCE-MANA.edge5.London1.Level3.net [212.187.138.82]  
 16    59 ms    61 ms    63 ms  eth0.lutin.canonical.com [91.189.88.10]  
 17    60 ms    61 ms    62 ms  www-ubuntu-com.avocado.canonical.com [91.189.90.58]
```

```
Trace complete.
```


UDP protokol

- UDP (User Datagram Protocol)
 - transportni protokol koji pruža uslugu **nespojne (connectionless)** i **nepouzdana** komunikacijske veze između **procesa** (uoči: IP je između host-ova!)
 - koristi IP kako bi dostavio datagrame na određite
 - koristi **portove** kako bi omogućio komunikaciju između individualnih procesa (IP dostavlja datagrame od jednog *računala* do drugog. Na pojedinom računalu istovremeno više aplikacija-procesa može trebati pristup do raznih mrežnih resursa.)

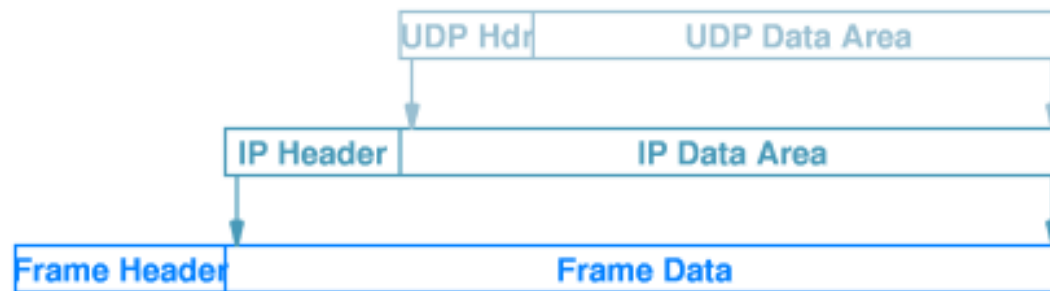
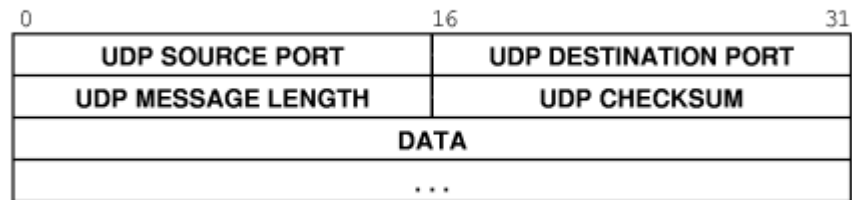
Portovi



Portovi

- označeni sa 0-65535 (2 byte-ni integer)
- neki (0-1023) su tzv. dobro poznati (*well-known ports*) za često korištene aplikacijske protokole:
 - FTP – port 21
 - telnet – port 23
 - SMTP – port 25
 - HTTP – port 80
 - dodjeljuje ih IANA (Internet Assigned Numbers Authority); vidi <http://www.iana.org/assignments/port-numbers>
- neki (1024-49151) su također rezervirani (IANA), npr. za neke p2p mreže
- ostali su dinamički / privatni i mogu se slobodno koristiti u aplikacijama

Enkapsulacija: UDP datagram datagram kao dio IP datagrama



TCP protokol

- TCP (Transmission Control Protocol) je transportni protokol koji pruža uslugu **spojne** i **pouzdana** komunikacijske veze između procesa koja je tretirana kao struja byteova
 - **spojna** – ostvaruje se virtualna konekcija prema drugom hostu prije nego što započne prijenos podataka
 - notifikacija ukoliko vezu nije moguće ostvariti
 - notifikacija ukoliko se veza prekine
 - **pouzdana** – primitak svakog poslanog paketa biva potvrđen od strane primatelja
 - ukoliko se ne primi potvrda unutar određenog vremenskog okvira vrši se retransmisija paketa
 - također koristi **portove** kako bi omogućio komunikaciju između individualnih procesa

Usporedba protokola

- IP – protokol mrežnog sloja
 - nepouzdan i nespojni prijenos datagrama između hostova
- UDP – protokol transportnog sloja
 - nepouzdan i nespojni prijenos datagrama između procesa
- TCP – protokol transportnog sloja
 - pouzdan i spojni prijenos struje byteova između procesa

- TCP vs. UDP – koji je protokol bolji? 😊
 - nema jednoznačnog odgovora – ovisi o aplikaciji

Internetske usluge i aplikacijski protokoli

Usluga	Aplikacijski protokol
transfer datoteka	FTP / SFTP
pristup udaljenom računalu	telnet / ssh
mrežne novosti	NNTP
elektronička pošta	SMTP, POP3, IMAP
globalni informacijski sustav (www)	HTTP
imenička usluga	LDAP
višekorisnička tekstualna konverzacija	IRC

Mrežni alati: netstat

- pregled prometa koji se trenutno odvija na lokalnom host-u
- možemo doznati:
 - tip protokola (TCP/UDP)
 - lokalnu i udaljenu adresu
 - port koji se koristi
 - stanje TCP veze (CLOSE_WAIT, CLOSED, ESTABLISHED, FIN_WAIT_1, FIN_WAIT_2, LAST_ACK, LISTEN, SYN_RECEIVED, SYN_SEND, TIME_WAIT)

Mrežni alati: netstat

```
$ netstat -a
```

```
Active Connections
```

Proto	Local Address	Foreign Address	State
TCP	0.0.0.0:135	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:445	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:5357	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49152	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49153	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49154	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49155	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49156	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49171	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:49164	Zvonimir-PC:49165	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:49165	Zvonimir-PC:49164	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:139	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	192.168.5.6:49296	cromath:ssh	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:49373	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49375	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49377	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49382	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49384	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49928	fra02s18-in-f22:https	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:50005	student:ssh	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:50006	cache:https	ESTABLISHED
UDP	0.0.0.0:63062	*:*	
UDP	0.0.0.0:63064	*:*	
UDP	127.0.0.1:1900	*:*	
UDP	127.0.0.1:63069	*:*	
UDP	192.168.5.6:137	*:*	
UDP	192.168.5.6:138	*:*	

Mrežni alati: nmap

- besplatan mrežni alat za:
 - skeniranje otvorenih portova na računalu
 - detekcija operativnog sustava udaljenog računala
- većina računala na internetu blokira (filtrira) portove i onemogućuje korištenje ovakvih alata koji mogu poslužiti za detektiranje slabosti
- download: www.nmap.org

Mrežni alati: nmap

- primjenjen na lokalno računalo:

```
nmap 127.0.0.1

Starting Nmap 4.20 ( http://insecure.org ) at 2007-09-26 03:14 CEST
Interesting ports on localhost.localdomain (127.0.0.1):
Not shown: 1693 closed ports
PORT      STATE SERVICE
80/tcp    open  http
139/tcp   open  netbios-ssn
445/tcp   open  microsoft-ds
6000/tcp  open  X11

Nmap finished: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.148 seconds
```

- daje popis otvorenih portova – npr. na lokalnom računalu je pokrenut web-server (port 80), pa neko udaljeno računalo može npr. pomoću firefox-a pristupiti našem

Mrežni alati: nmap

- primjenjen na udaljeno računalo:

```
nmap ftp.carnet.hr

Starting Nmap 4.20 ( http://insecure.org ) at 2007-09-26 03:15 CEST
Interesting ports on ftp.CARNet.hr (161.53.160.21):
Not shown: 1683 closed ports
PORT      STATE      SERVICE
21/tcp    open      ftp
80/tcp    open      http
135/tcp   filtered  msrpc
136/tcp   filtered  profile
137/tcp   filtered  netbios-ns
138/tcp   filtered  netbios-dgm
139/tcp   filtered  netbios-ssn
411/tcp   filtered  rmt
445/tcp   filtered  microsoft-ds
4444/tcp  filtered  krb524
6881/tcp  filtered  bittorent-tracker
7937/tcp  open      nsrexecd
7938/tcp  open      lgtomapper
8080/tcp  filtered  http-proxy

Nmap finished: 1 IP address (1 host up) scanned in 7.450 seconds
```

- otvoreni su portovi 21 i 80, odnosno ftp i web-serveri, pa tom računalu možemo pristupiti pomoću odgovarajućih klijenata

Mrežni alati: tcpdump / windump

- prati cjelokupni promet, sve pakete u kojima sudjeluje lokalno računalo
- zbog velikog broja paketa, ima puno opcija za filtriranje
- detalji:
 - man tcpdump (Linux)
 - <http://www.winpcap.org/windump/docs/manual.htm>
(Windows)

tcpdump / windump

```
C:\>windump
windump: listening on \Device\NPF_{64EA27B0-80FD-4D48-A19A-282031D4D04A}
21:20:44.086131 IP mu-in-f147.google.com.80 > ZvoneLaptop.lan.6668: F 1330584419:1330584419(0) ack 1554491093 win 8190
21:20:44.086269 IP ZvoneLaptop.lan.6668 > mu-in-f147.google.com.80: . ack 1 win 65206
21:20:44.215496 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 54727+ PTR? 147.135.85.209.in-addr.arpa. (45)
21:20:44.220922 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 54727 1/4/4 (216)
21:20:44.496571 arp who-has skola.lan tell dsldevice.lan
21:20:44.496852 arp who-has ubuntu.lan tell dsldevice.lan
21:20:44.497042 arp who-has tomi.lan tell dsldevice.lan
21:20:44.497285 arp who-has Zvone.lan tell dsldevice.lan
21:20:44.497647 arp who-has ZvoneLaptop.lan tell dsldevice.lan
21:20:44.497661 arp reply ZvoneLaptop.lan is-at 00:90:f5:50:31:17 (oui Unknown)
21:20:44.524960 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 63705+ PTR? 4.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
21:20:44.525167 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 63705* 1/0/0 PTR[|domain]
21:20:44.525702 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 33499+ PTR? 241.4.254.169.in-addr.arpa. (44)
21:20:44.525973 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 33499* 1/0/0 (68)
21:20:44.526474 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 43997+ PTR? 2.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
21:20:44.526922 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 43997* 1/0/0 PTR[|domain]
21:20:44.527420 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 29660+ PTR? 3.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
21:20:44.527814 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 29660* 1/0/0 PTR[|domain]
21:20:44.725279 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsldevice.lan.53: 31455+ A? www.index.hr. (30)
21:20:44.739684 IP dsldevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 31455 1/2/2 A www.index.hr (124)
21:20:44.756640 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: S 1319945961:1319945961(0) win 65535 <mss 1460,nop,nop,sackOK
>
21:20:44.764874 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: S 1498644170:1498644170(0) ack 1319945962 win 16384 <mss 1412
,nop,nop,sackOK>
21:20:44.765013 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: . ack 1 win 65535
21:20:44.765231 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: P 1:607(606) ack 1 win 65535
21:20:44.776343 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 1:1413(1412) ack 607 win 64929
21:20:44.781743 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 1413:2825(1412) ack 607 win 64929
21:20:44.781809 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: . ack 2825 win 65535
21:20:44.794082 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 2825:4237(1412) ack 607 win 64929
21:20:44.795262 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 4237:5649(1412) ack 607 win 64929
```

Zadaci

1. Otkrijte putanje paketa do računala www.iskon.hr, www.google.com, www.irb.hr. Što zaključujete?
2. Pomoću programa ping provjerite da li je računalo www.fer.hr dostupno.
3. Otkrijte putanju paketa do računala student.math.hr
4. Pomoću programa ping na temelju 20 paketa saznajte srednje round-trip vrijeme do računala www.skype.com, uključite opširni prikaz.
5. Pomoću netstat alata utvrdite koji su portovi otvoreni za dolazne konekcije na lokalnom računalu.
6. Utvrdite koje su mrežne konekcije trenutno aktivne i prema kojim računalima na Internetu.

Do dodatnih opcija za svaki od alata možete doći pomoću:

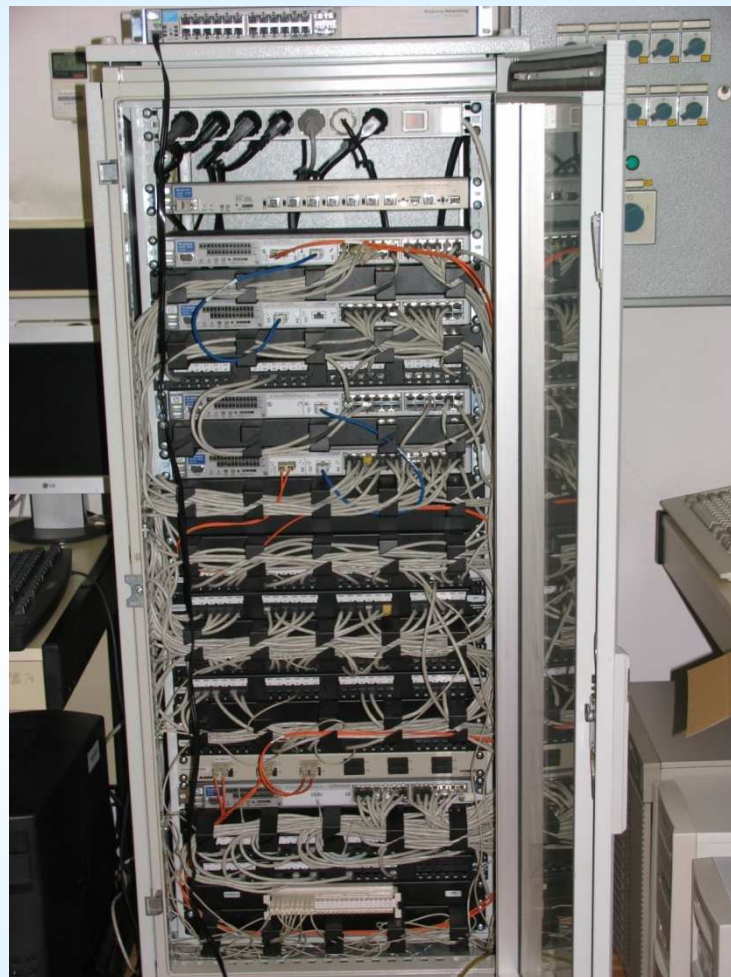
```
man ime_alata (Linux)
```

```
ime_alata /? (Windows)
```

Mreža na Matematičkom odsjeku

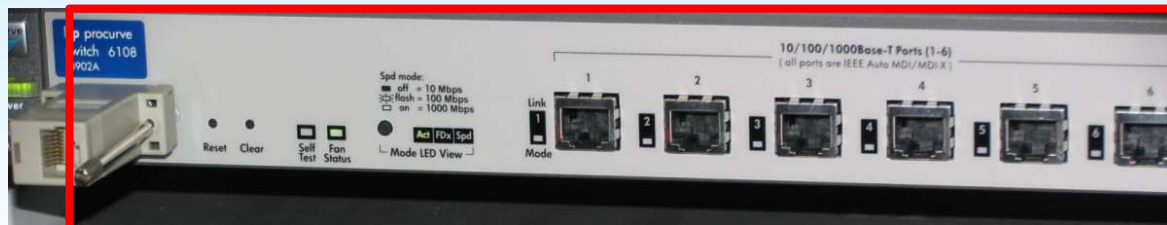
- 3 podmreže:
 - 161.53.8.0/24 za poslužitelje (javni servisi dostupni izvana, poput web-servera)
 - 192.168.88.0/23 za studentska računala
 - 192.84.104.0/23 za radne stanice djelatnika fakulteta
- tehnologija:
 - 100Mb Ethernet mreža bazirana na strukturnom UTP kabliranju
 - 1Gb Ethernet mreža između switcheva i unutar serverske mreže

Mreža na Matematičkom odsjeku

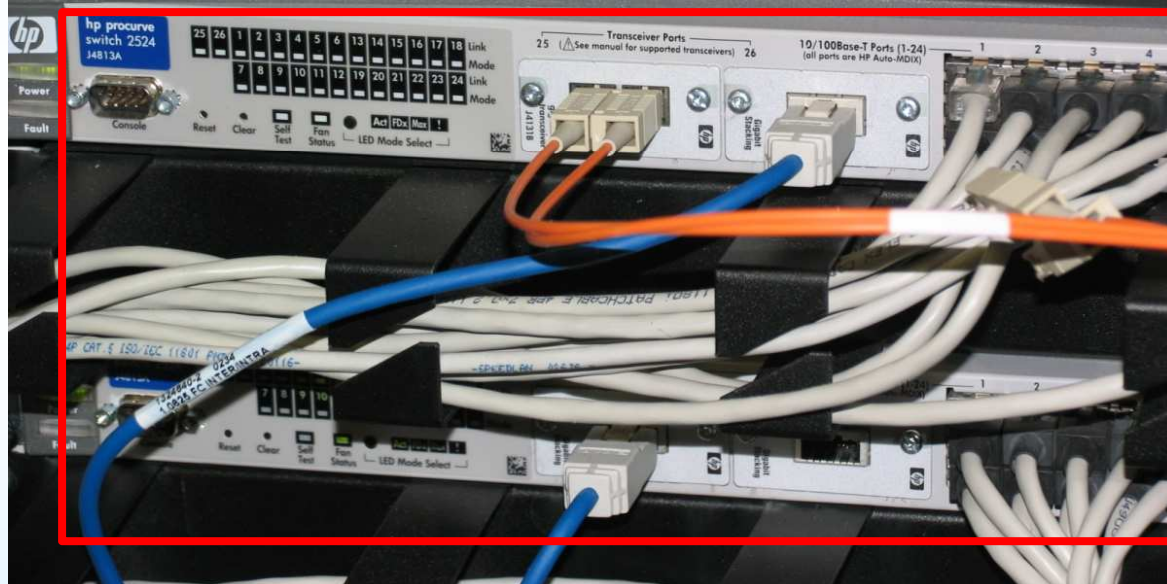


Komunikacijski ormarić s preklopnicama u koje se spajaju radne stanice (nalazi se u RC)

Mreža na Matematičkom odsjeku



switch za
servere



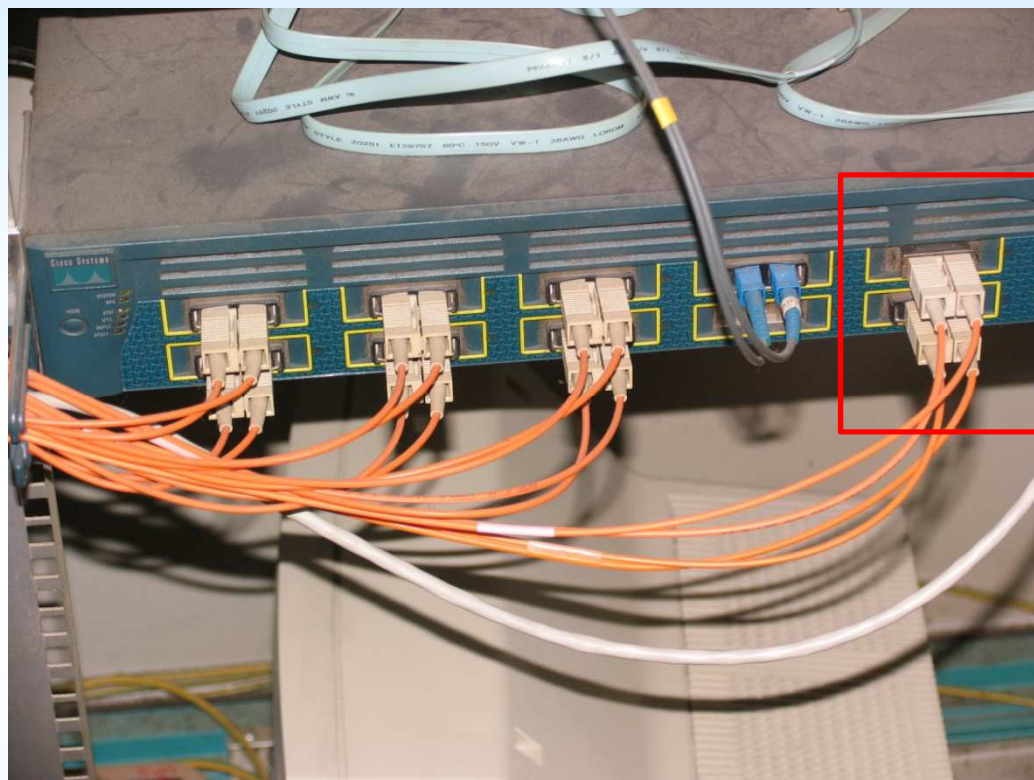
switchevi za
podrum (PR1)

Zoom: međusobno stackirani preklopnici (plava žica, bakar); optički spoj na uplink (crvena žica, optika)

Mreža na Matematičkom odsjeku

- Većina korištenih preklopnika su tvrtke HP, koji radnim stanicama pružaju brzine od 100 i 1000 megabita, na istom katu međusobno stackirani UTP kabelima dok se na vlastiti *uplink* spajaju optičkim kabelom, brzinom od 1 gigabit (1000 base SX). Hijerarhijski je najviše Layer 3 preklopnik tvrtke Cisco, model Catalyst imenom catmat.math.hr u koji se optičkim kabelima spajaju svi glavni preklopnici po katovima.

Mreža na Matematičkom odsjeku



Optički kabeli

Layer 3 preklopnik catmat.math.hr

Uređaj je na porti; s katova dolaze optički kabeli; s njega ide 1 link prema van (na firewall, pa prema IRB)

