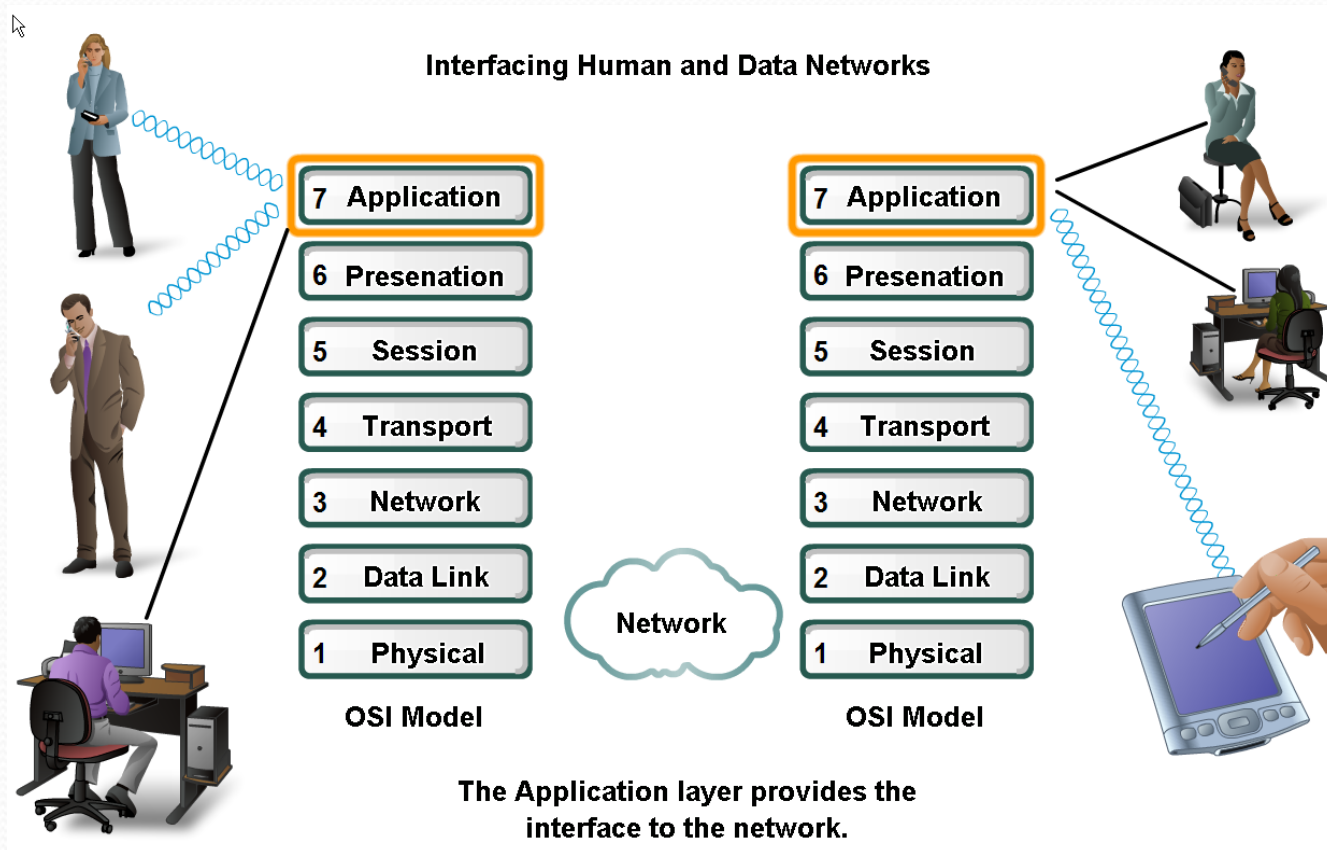


# RAČUNARSKE MREŽE

09 – Aplikacioni sloj

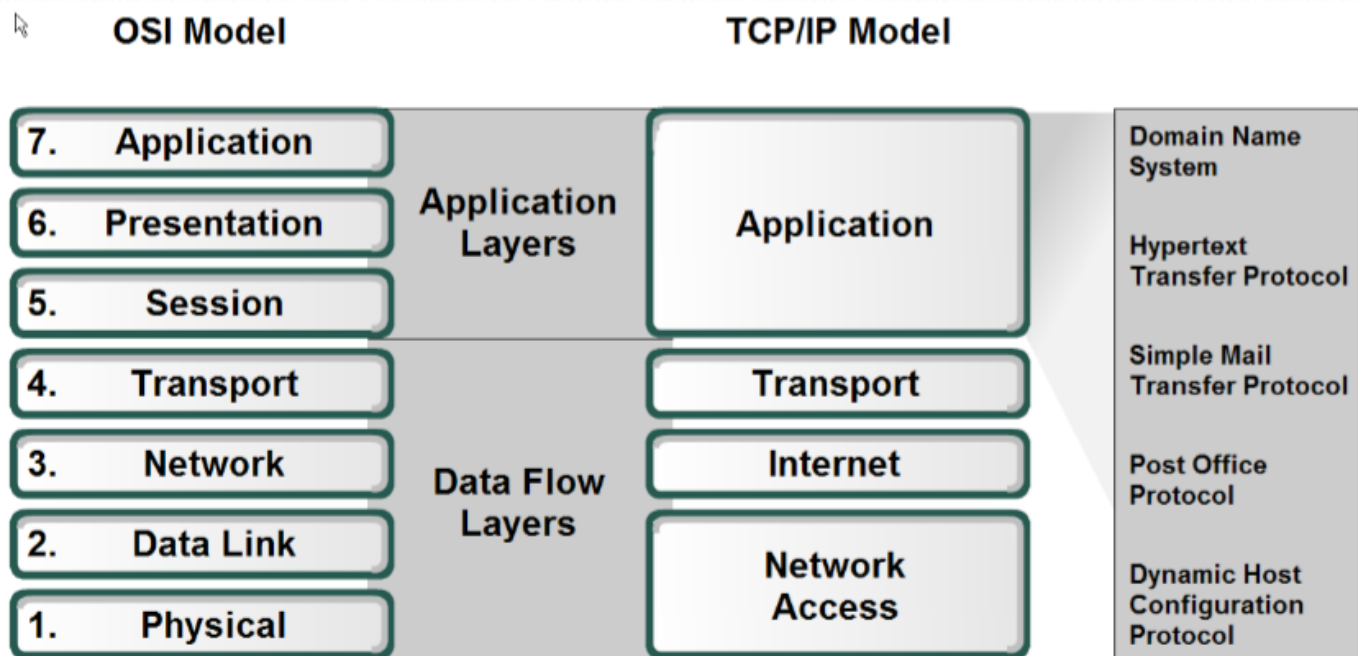
# Uvod

- Aplikacioni sloj – interfejs između aplikacije koje se koristi za komunikaciju i mreže preko koje se komunikacija odvija



# OSI i TCP/IP model

- Prezantacioni sloj – kodiranje, kompresija, enkripcija (JPEG)
- Sloj sesije – održavanje dijaloga između source i destination
- Većina aplikacija (*e-mail* klijenti, *web browser*) imaju ugrađene funkcije slojeva 5, 6 i 7



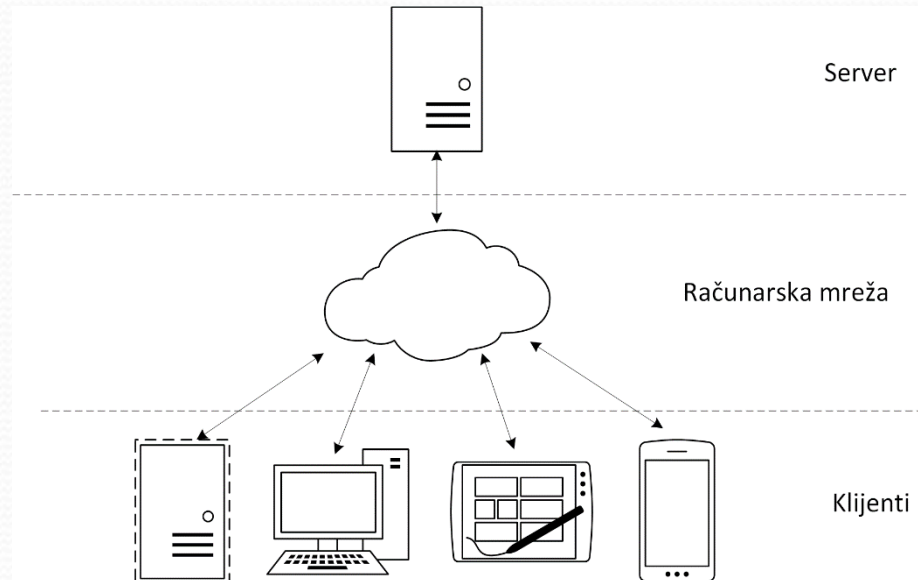
# Softver aplikacionog sloja

- Proces – program u izvršavanju
- Dvije vrste procesa:
  - aplikacije (“mrežno svjesni”) za kreiranje poruka (npr. *e-mail* klijenti, *web browser*)
  - servisi – za uspostavljanje interfejsa ka mreži, pripremaju podatke za mrežu (npr. *file transfer*)



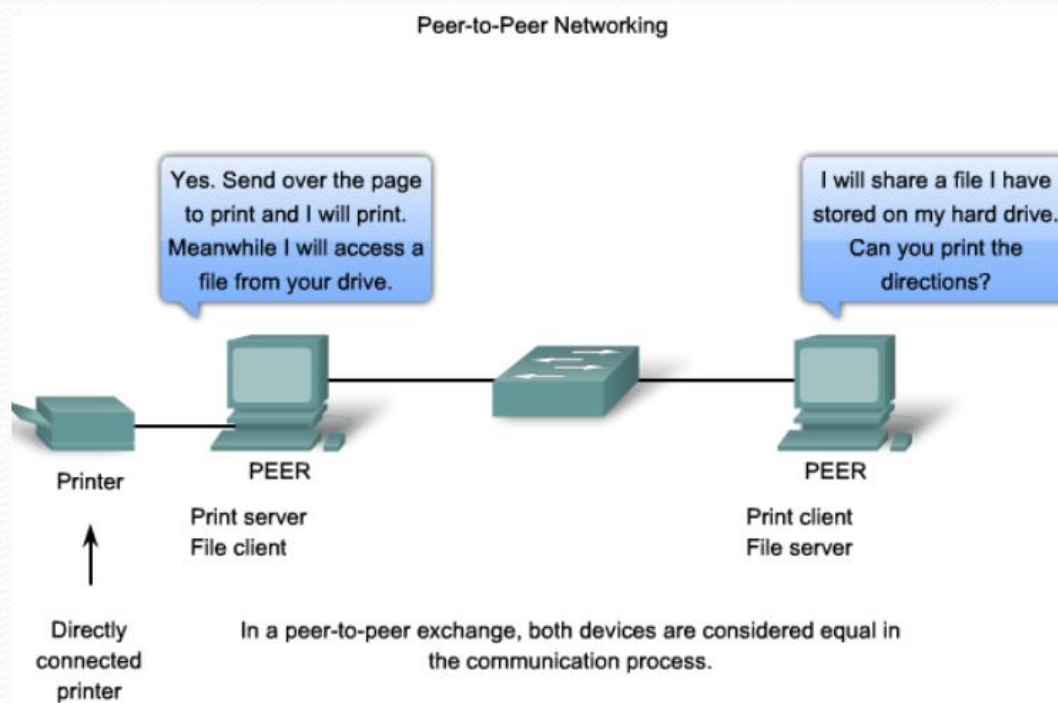
# Klijent-server model

- Jedan od dva osnovna načina za pristup udaljenim podacima
- Klijentski i serverski procesi se izvršavaju na aplikacionom sloju
- Suštinska razlika između klijenta i servera
- Centralizacija, lakša implementacija sigurnosti, *daemon*
- U klijent-server arhitekturi server je na usluzi klijentima i „servira” im informacije koje zahtijevaju. Jedan server može istovremeno da opslužuje više klijenata.

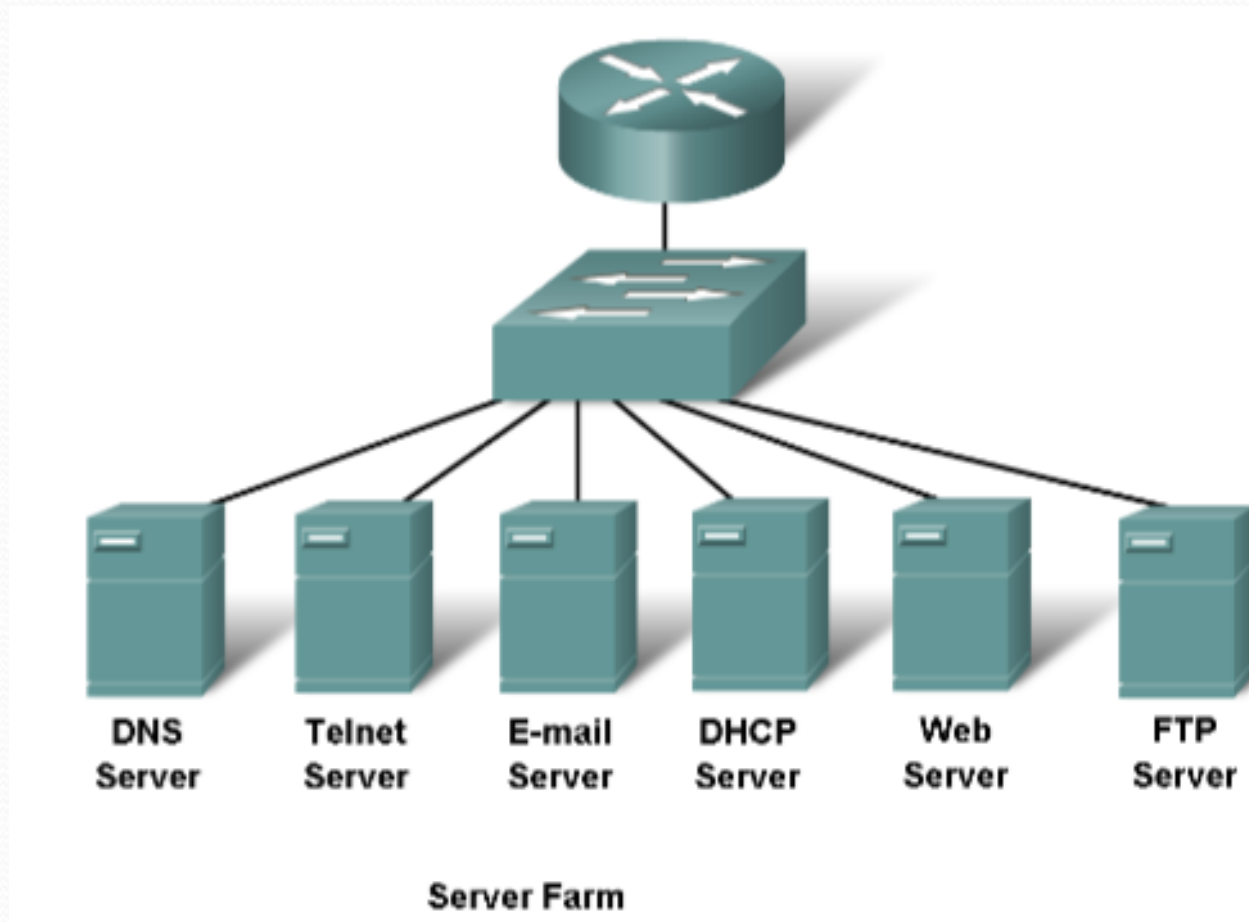


# Peer-to-Peer model

- Drugi način za pristup udaljenim podacima
- Jednakost strana u komunikaciji, decentralizacija, svaki host može obavljati ulogu i klijenta i servera
- moguć i hibridni sistem (pointeri na servere gdje se nalaze podaci)



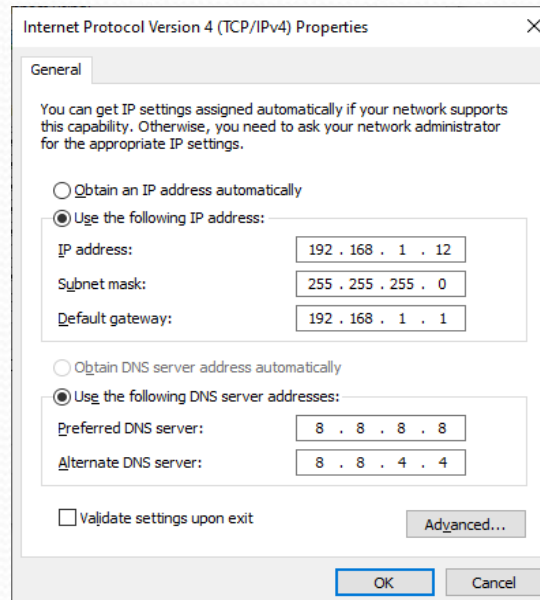
# Protokoli aplikacionog sloja





# DNS (eng. Domain Name System)

- DNS koji predstavlja distribuirani sistem za upravljanje imenima i preslikavanje imena u IP adrese.
- Osim preslikavanja imena u IP adrese, DNS obezbjeđuje i mehanizam preslikavanja IP adresa u imena, koji je poznat pod nazivom reverzni DNS (eng. reverse DNS).
- klijent-server arhitektura
- Koristi se UDP protokola na portu 53. Osim UDP protokola može se koristiti i TCP protokol, port 53, što je najviše u upotrebi kod prenosa podataka o zonama između DNS servera.





# DNS-princip rada

- Obraćanje DNS klijenta DNS serveru predstavlja DNS upit koji kao parametar ima ime hosta čija IP adresa se traži, a kao odgovor od DNS servera treba da se dobije IP adresa tog hosta.
- DNS Resolver- uloga je da u ime neke aplikacije šalje upite DNS serveru i vraća odgovor aplikaciji.
- Veb čitač će zahtjev za preslikavanje imena hosta u IP adresu proslijediti DNS Resolver-u, koji će u njegovo ime poslati upit DNS serveru i pribaviti odgovarajuću IP adresu.
- Rezultat koji se dobije u formi DNS poruke se pamti u privremenoj memoriji korisničkog uređaja koja se zove DNS keš, tako da nema potrebe da se DNS upit šalje svaki put kad se otvara ista stranica ili druge stranice na istom hostu.
- Na ovaj način se smanjuje nepotreban saobraćaj u mreži i opterećenje DNS servera, što pozitivno utiče na ukupne performanse mreže.

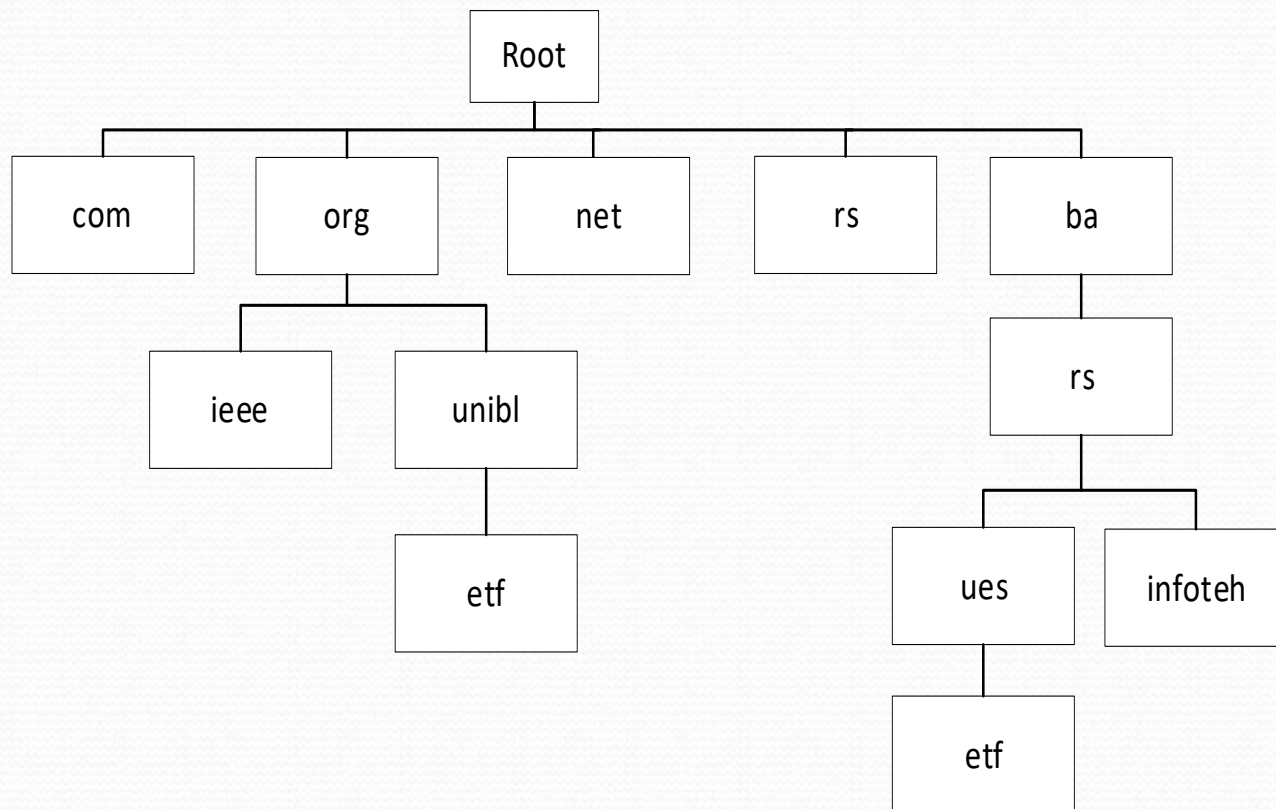
# DNS-domeni, poddomeni i zone

- Hijerarhijska struktura imena koja omogućava da se adresni prostor imena na internetu podijeli u određene zone ili domene odgovornosti
- Jedan dio tog prostora, koji čini jednu logičku ili organizacionu cjelinu, naziva se domen (eng. domain).
- Domenski prostor na internetu je organizovan hijerarhijski, u formi stabla, sa početkom u korijenu (eng. root) koji nema poseban naziv. Korijen domenskog stabla se naziva korijenski domen (eng. root domain). Stablo se dalje grana na domene i poddomene, formirajući hijerarhijsku strukturu domena
- Domeni koji se u hijerarhijskoj strukturi stabla nalaze odmah nakon korijenskog domena nazivaju se domenima prvog nivoa (eng. top-level domains), zatim slijede domeni drugog nivoa (eng. second-level domains)
- Domeni prvog nivoa mogu se podijeliti na generičke ili opšte domene, poput domena com, net, org, te domene država poput ba, rs i me za Bosnu i Hercegovinu, Srbiju i Crnu Goru.



# DNS-domeni, poddomeni i zone

- Svaki domen ili poddomen može da ima jedan ili više hostova koji mu pripadaju, a koji imaju ime koje u svom sastavu nosi puni naziv domena (npr. ns1.etf.ues.rs.ba). Puno ime nekog hosta na internetu (eng. Fully Qualified Domain Name - FQDN) sastoji se od imena hosta (npr. ns1) i dodatka u formi punog naziva domena kojem host pripada (npr. etf.ues.rs.ba).
- Registracija domena





# DNS zapisi

- Podaci na DNS serverima čuvaju se u formi DNS zapisa o resursima (eng. resource record) koji se nalaze u okviru neke zone. Standardni format zapisa, prema RFC 1035, sastoji se od pet polja i ima sljedeći oblik.

{naziv} {TTL} klasa tip podaci

- Elementi zapisa koji su navedeni u zagradi su opcioni. Značenje pojedinih elemenata zapisa je sljedeće:
  - **naziv** – DNS ime na koje se zapis odnosi, ako se izostavi onda dobija vrijednost prethodnog zapisa;
  - **TTL** – vrijeme trajanja keširanih podataka DNS servera (eng. Time To Live), iskazano u sekundama, ako se izostavi onda dobija vrijednost definisanu u okviru SOA zapisa na početku zone;
  - **klasa** – klasa adresa zapisa, skoro uvijek je to vrijednost IN (internet adresa);
  - **tip** – tip DNS zapisa;
  - **podaci** – podaci specifični za određeni tip zapisa.

# DNS zapisi

Tip	Značenje	Opis
<b>SOA</b>	Start of Authority	Početak zone odgovornosti
<b>NS</b>	Name Server	Ime DNS servera za dati domen
<b>MX</b>	Mail Exchanger	Ime e-mail servera za dati domen
<b>A</b>	Address	IPv4 adresa za dato ime hosta
<b>AAAA</b>	IPv6 address	IPv6 adresa za dato ime hosta
<b>CNAME</b>	Canonical Name	Kanoničko, dodatno ime za dati domen
<b>PTR</b>	Pointer	Ime hosta za datu IP adresu
<b>TXT</b>	Text	Dodatni tekstualni opis za dati domen

# DNS zapisi

```
$ORIGIN .
$TTL 172800      ; 2 dana
ri4lab.net      IN SOA ns1.ri4lab.net. root.ri4lab.net. (
                    2017122401 ; serial
                    28800      ; refresh (8 sati)
                    7200       ; retry (2 sata)
                    1209600    ; expire (2 sedmice)
                    21600      ; minimum (6 sati)
                )
;DNS serveri domena ri4lab.net
                IN      NS      ns1.ri4lab.net.
                IN      NS      ns2.ri4lab.net.
;E-mail server domena ri4lab.net
                IN      MX      10 mail.ri4lab.net.
$ORIGIN ri4lab.net.
;hostovi u domenu ri4lab.net
ns1      IN      A      192.168.1.14
ns2      IN      A      192.168.1.15
mail     IN      A      192.168.1.15
www      IN      A      192.168.1.14
;delegiranje poddomena lab1.ri4lab.net drugim DNS serverima
lab1     IN      NS      ns1.lab1.ri4lab.net.
                IN      NS      ns2.lab1.ri4lab.net.
ns1.lab1 IN      A      192.168.1.16
ns2.lab1 IN      A      192.168.1.17
```



# DNS

## DNS keš

- Primarni i sekundarni DNS server

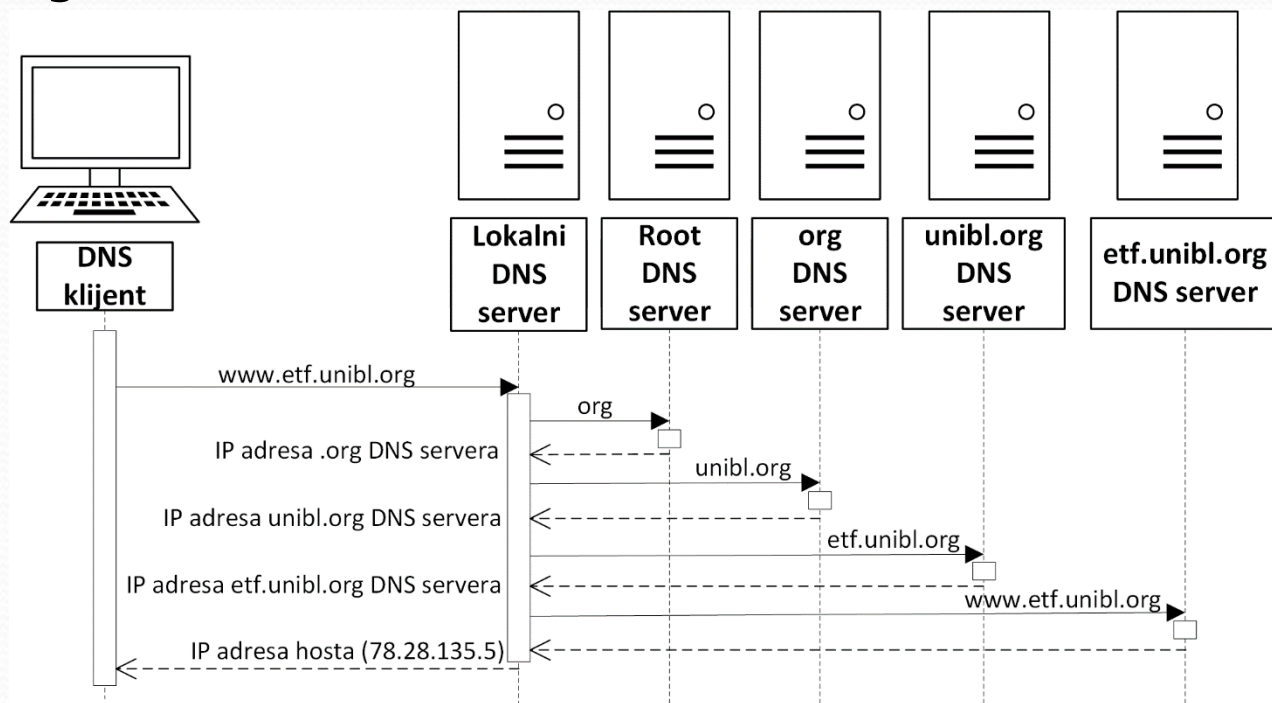
## DNS upiti

- Format poruke je isti za DNS upit (eng. query) i za DNS odgovor (eng. reply) i razlikuju se samo po sadržaju.
- Ukoliko ime traženog hosta pripada DNS zoni za koju je DNS server nadležan, onda on može odmah da odgovori IP adresom traženog hosta (*autorizovani odgovor -autorizovani server*)
- Prije nego što se obrati drugim DNS serverima, DNS server provjerava da li se podaci o traženom hostu nalaze u njegovom DNS kešu,
- Ako DNS server nema podatke o traženom hostu u svom DNS kešu, onda mora da se obrati drugim DNS serverima.
- Pošto DNS server ne zna koji DNS serveri su autorizovani za domen kome traženi host pripada, on mora prvo da se obrati jednom od korijenskih DNS servera slijedeći hijerarhijsku organizaciju domenskog prostora.

# DNS

## DNS upiti

- Rekurzivni DNS upit :DNS klijent šalje upit lokalnom DNS serveru i očekuje od njega da mu kao rezultat pribavi IP adresu traženog hosta.



- Iterativni DNS upit: DNS klijent komunicira direktno sa više DNS servera, za razliku od rekurzivnog upita gdje komunicira samo sa jednim DNS serverom

# DNS alati

- *Ipconfig/all i nslookup*

```
C:\>nslookup www.etf.unibl.org
```

```
Server:  csp3.zte.com.cn  
Address:  fe80::1
```

```
Non-authoritative answer:  
Name:    www.etf.unibl.org  
Address:  78.28.135.5
```

*Zadavanje DNS upita pomoću alata nslookup*

```
C:\>nslookup www.etf.unibl.org ns1.bitlab.host
```

```
Server:  UnKnown  
Address:  176.9.208.106
```

```
Name:    www.etf.unibl.org  
Address:  78.28.135.5
```

*Zadavanje upita konkretnom DNS serveru*



# DNS alati

```
C:\>nslookup
```

```
> server ns1.teol.net
Default Server:  ns1.teol.net
Address:  81.93.64.1
```

```
> set type=all
> google.com
Server:  ns1.teol.net
Address:  81.93.64.1
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
google.com
        primary name server = ns1.google.com
        responsible mail addr = dns-admin.google.com
        serial      = 425575969
        refresh     = 900 (15 mins)
        retry       = 900 (15 mins)
        expire      = 1800 (30 mins)
        default TTL = 60 (1 min)
google.com      internet address = 142.251.39.78
google.com      nameserver = ns1.google.com
google.com      nameserver = ns2.google.com
google.com      nameserver = ns3.google.com
ns1.google.com  internet address = 216.239.32.10
ns2.google.com  internet address = 216.239.34.10
ns3.google.com  internet address = 216.239.36.10
```

*Zadavanje komandi u interaktivnom režimu alata nslookup*

# HTTP (HyperText Transfer Protocol)

- Klijent server okruženje: slanje zahtjeva od strane klijenta i generisanja odgovora od strane servera
- Tipovi zahtjeva predstavljaju različite HTTP metode:

Tip	Opis
<b>GET</b>	Zahtjev za dobijanje resursa od veb servera
<b>POST</b>	Zahtjev za slanje resursa veb serveru, obično se odnosi na izmjenu postojećih resursa na serveru
<b>PUT</b>	Zahtjev za slanje resursa veb serveru, obično se odnosi na kreiranje novih resursa na serveru
<b>DELETE</b>	Zahtjev za brisanje resursa na veb serveru
<b>HEAD</b>	Zahtjev za dobijanje samo zaglavlja od veb servera, bez konkretnog sadržaja
<b>OPTIONS</b>	Zahtjev za dobijanje dodatnih informacija od strane veb servera

# HTTP (HyperText Transfer Protocol)

- Zaglavlja koja mogu da šalju klijent i server:

## *HTTP zaglavlja u zahtjevu veb klijenta*

HTTP zaglavlje	Opis
Accept	Tipovi podataka koje očekuje klijent
Accept-Charset	Očekivani skup karaktera koji prihvata klijent
Accept-Encoding	Očekivani način kodiranja karaktera koji prihvata klijent
Connection	Određuje status konekcije nakon zahtjeva
Date	Datum i vrijeme slanja zahtjeva
Host	Puno ime servera kojem se šalje zahtjev
User-Agent	Podaci o veb čitaču i sistemu na kome radi veb čitač

## *HTTP zaglavlja u odgovoru veb servera*

HTTP zaglavlje	Opis
Content-Encoding	Način kodiranja sadržaja koji šalje server
Content-Length	Dužina sadržaja koji šalje server, u bajtovima
Content-Type	Tip sadržaja koji šalje server
Date	Datum i vrijeme slanja odgovora
Last-Modified	Datum i vrijeme zadnje izmjene resursa na serveru
Location	Lokacija na koju je potrebno preusmjeriti zahtjev klijenta
Server	Podaci o serveru i platformi na kojoj funkcioniše



# HTTP (HyperText Transfer Protocol)

- HTTP protokol definiše statuse odgovora koji klijentu ukazuju na rezultat izvršavanja zahtjeva na serveru.
- HTTP 200 - označava uspjeh zahtjeva i slanje odgovora servera.
- HTTP 204 označava uspjeh zahtjeva, ali naznačava da nema sadržaja za slanje
- HTTP statusni kod 301 može da obavijesti klijenta da je resurs premješten na drugu lokaciju, a HTTP zaglavlje Location da ga preusmjeri na tu lokaciju.
- HTTP status 404 označava da resurs nije pronađen na serveru.

## *Grupe HTTP statusnih kodova*

Grupa	Opis
1xx	Kodovi koji se koriste za informisanje
2xx	Kodovi koji označavaju uspješno obrađen zahtjev
3xx	Kodovi koji označavaju preusmjeravanje zahtjeva
4xx	Kodovi koji označavaju grešku na strani klijenta
5xx	Kodovi koji označavaju grešku na strani servera

# HTTP (HyperText Transfer Protocol)

- Ilustracija:

```
GET /vijesti.php HTTP/1.1
Host: www.etf.ues.rs.ba
Accept: text/html
Connection: keep-alive
```

*Primjer HTTP zahtjeva*

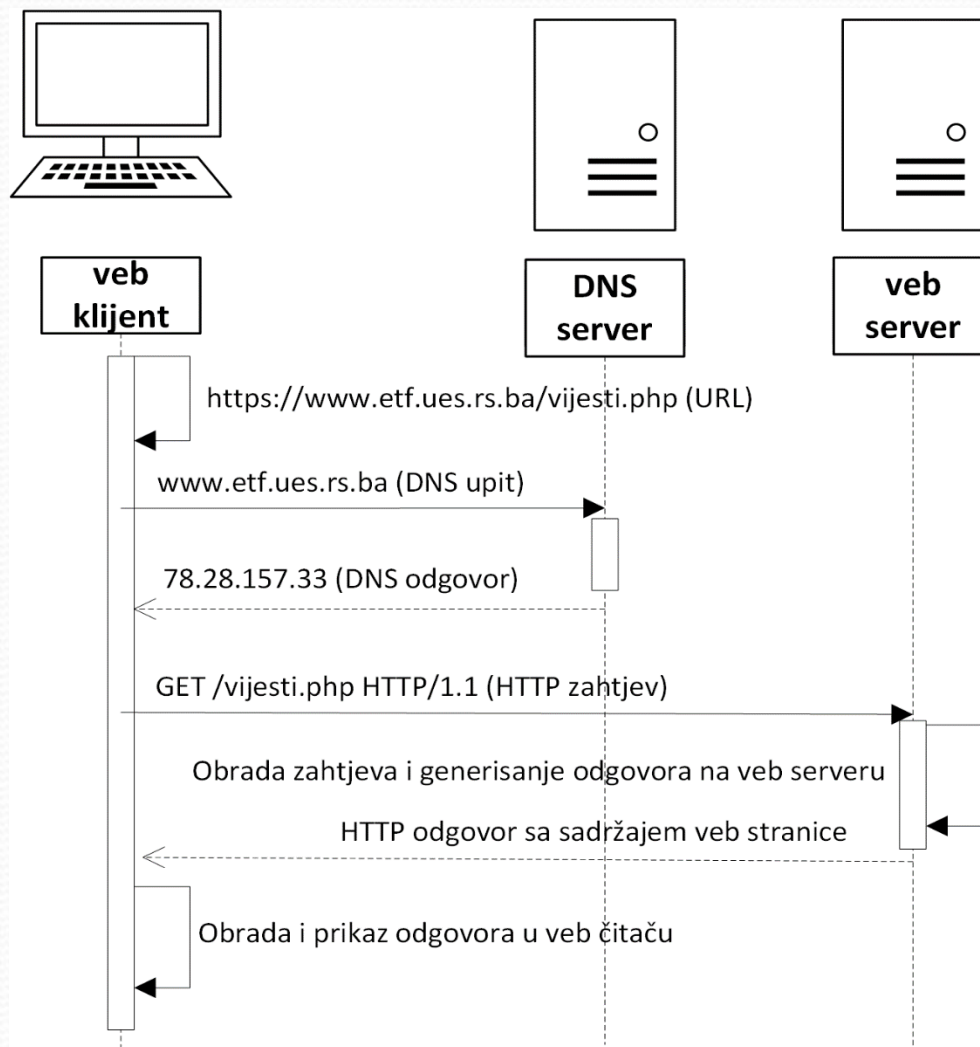
```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Sun, 6 Feb 2022 13:24:20 GMT
Server: Apache/2.4.54 (Ubuntu)
Content-Length: 6223
Keep-Alive: timeout=5, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html

<!DOCTYPE html>
<head>
<title>Elektrotehnički fakultet</title>
...
```

*Primjer HTTP odgovora*

# Klijent-server komunikacija na vebu

- Na aplikacionom sloju-skladu sa HTTP ili HTTPS protokolom
- Na transportnom sloju, za veb saobraćaj se koristi TCP





# Servisi za daljinski pristup

- Na aplikacionom sloju-skladu sa HTTP ili HTTPS protokolom
- Na transportnom sloju, za veb saobraćaj se koristi TCP

## Telnet

- Telnet protokol, port 23
- klijent-server arhitektura
- softver kao Telnet klijent, softver kao Telnet server
- Telnet komunikacija odvija se korišćenjem običnog teksta, što predstavlja bezbjednosni rizik.
- Primjeri

Pomoću klijenta:

*Welcome to Microsoft Telnet Client*

*Escape Character is 'CTRL+J'*

*Microsoft Telnet> open g01.etf.ues.rs.ba*

Primjer pomoću direkne naredbe:

*C:\>telnet g01.etf.ues.rs.ba 23*

# Servisi za daljinski pristup

## **SSH (eng. Secure Shell)**

- SSH protokol se sastoji od tri glavne komponente:
  - SSH protokol transportnog sloja (eng. SSH Transport Layer Protocol),
  - SSH protokol za autentifikaciju (eng. SSH Authentication Protocol)
  - SSH protokol za konekciju (eng. SSH Connection Protocol)
- Potreban je klijentski softver npr. PuTTY, SecureCRT ....

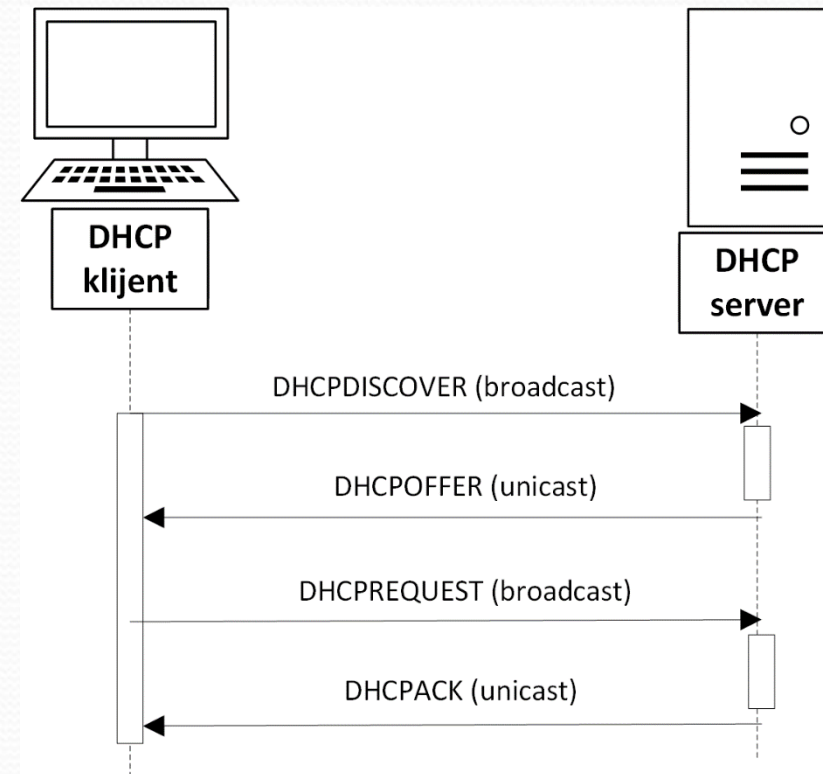
## ***Servisi sa grafičkim korisničkim interfejsom***

- *VNC (eng. Virtual Network Computing). VNC koristi RFB (eng. Remote Frame Buffer) protokol za prenos podataka između klijenta i servera.*
- *Protokol RDP (eng. Remote Desktop Protocol) za daljinski pristup računarima korišćenjem grafičkog korisničkog interfejsa.*



# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

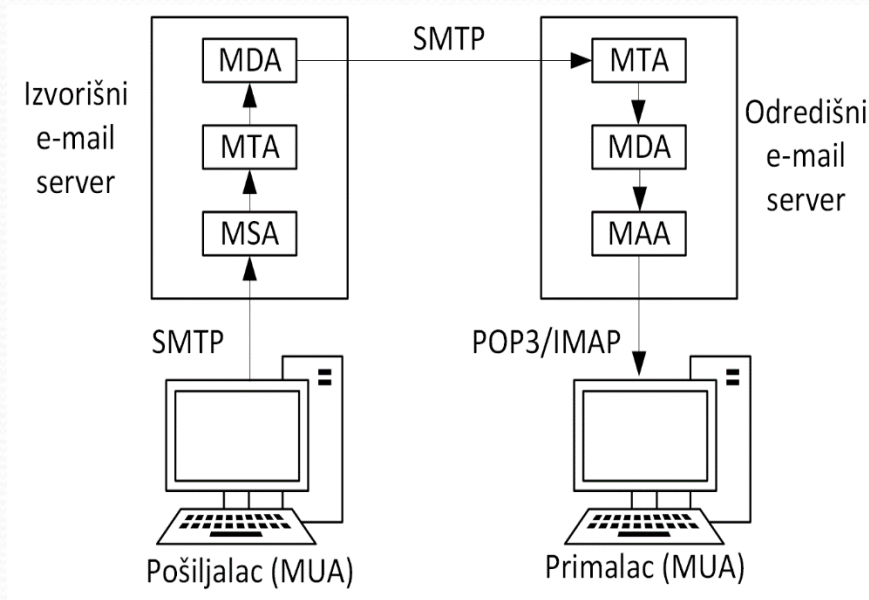
- Protokol koji omogućava dinamičku konfiguraciju hostova, odnosno uređaja na mreži.
- klijent-server arhitektura
- Princip rada DHCP-a svodi se na nekoliko poruka koje se razmjenjuju između DHCP klijenta i DHCP server
  - DHCPDISCOVER -klijent kao broadcast poruku
  - DHCP server šalje klijentu poruku DHCPOFFER
  - DHCPREQUEST poruka koja predstavlja zahtjev klijenta za dodjelu parametara
  - DHCP server odgovara sa potvrdom i dodjeljuje tražene parametre klijentu. DHCP klijent šalje zahtjeve na UDP portu 67, a DHCP server odgovara na UDP portu 68.





# Elektronska pošta

- korisnički agent (eng. Mail User Agent - MUA)
- entiteti sa kojima komunicira MUA su:
  - agent za slanje pošte (eng. Mail Submission Agent - MSA) pri slanju
  - agent za pristup pošti (eng. Mail Access Agent - MAA) pri preuzimanju pošte.
- agent za prenos poruka (eng. Message Transfer Agent - MTA)
- agent za isporuku poruka (eng. Mail Delivery Agent - MDA).
- SMTP (eng. Simple Mail Transport Protocol),
- POP (eng. Post Office Protocol)
- IMAP (eng. Internet Message Access Protocol).



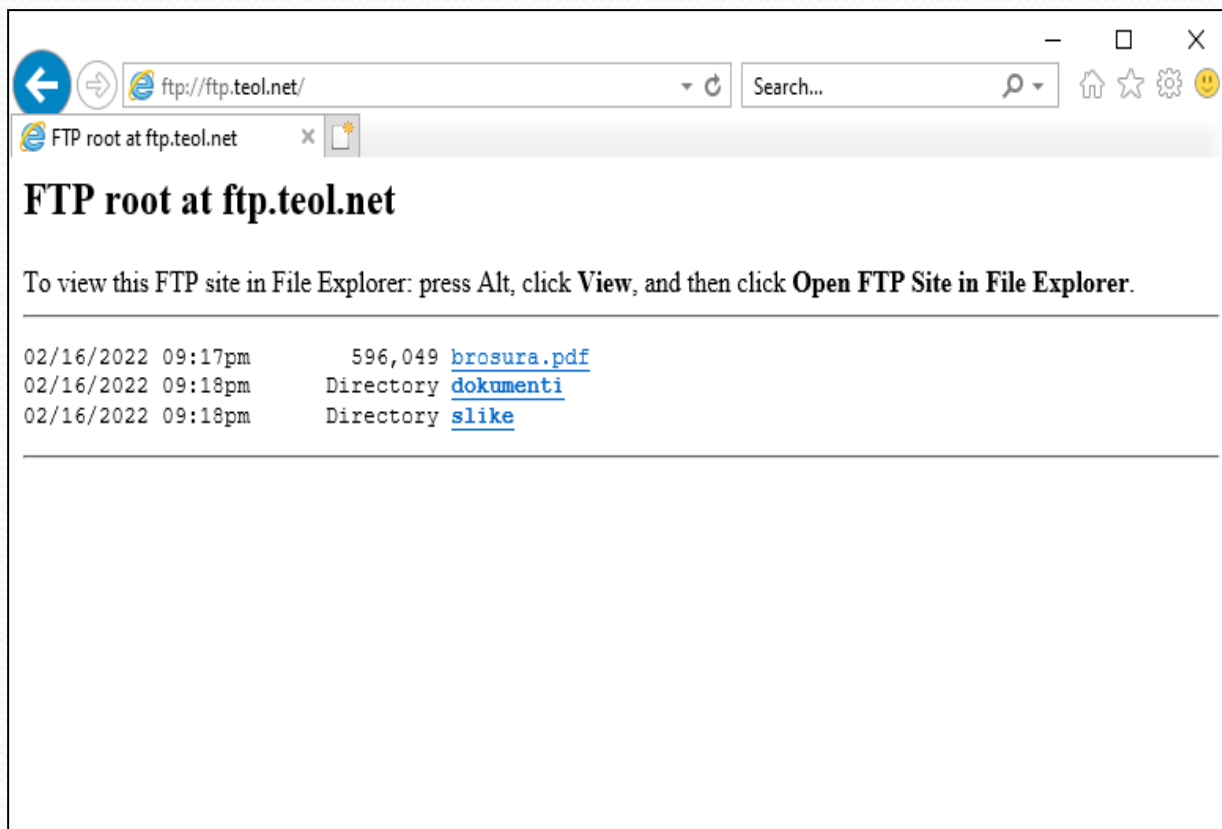
# Servisi za prenos fajlova

- FTP (eng. File Transfer Protocol) protokol
- TCP protokol i portovi: 20 za prenos fajlova; 21 za kontrolnu konekciju)
- Primjer komandi FTP programa

Komanda	Opis
<b>open</b>	Otvaranje FTP konekcije, kao parametar se zadaje ime hosta FTP servera
<b>pwd</b>	Prikaz lokacije tekućeg direktorijuma
<b>dir</b>	Izlistavanje sadržaja tekućeg direktorijuma
<b>cd</b>	Promjena direktorijuma, kao parametar se zadaje putanja do željenog direktorijuma
<b>mkdir</b>	Kreiranje direktorijuma na serveru, kao parametar se zadaje ime direktorijuma
<b>get</b>	Preuzimanje fajla sa FTP servera u tekući direktorijum na korisničkom računaru, kao parametar se zadaje ime fajla na serveru
<b>put</b>	Postavljanje fajla na FTP server iz tekućeg direktorijuma na korisničkom računaru, kao parametar se zadaje ime lokalnog fajla
<b>delete</b>	Brisanje fajla na serveru, kao parametar se zadaje ime fajla
<b>quit</b>	Prekid konekcije
<b>help</b>	Prikaz liste podržanih komandi

# Servisi prenos fajlova

- FTP klijenti sa grafičkim korisničkim interfejsom (npr *FileZilla*)
- Primjer:



- TFTP (eng. Trivial File Transfer Protocol)
- TFTP na transportnom sloju koristi UDP i port 69



# SNMP, NTP

- SNMP (eng. Simple Network Management Protocol) je protokol aplikacionog sloja koji se koristi za prikupljanje podataka o radu uređaja u mreži
- Klijent server arhitektura: stanica za upravljanje mrežom (eng. Network Management Station - NMS) i mrežni element (eng. Network Element).
- NTP (eng. Network Time Protocol) -zadužen za razmjenu podataka o vremenu preko mreže
- Uloga NTP protokola je upravo sinhronizacija vremena na različitim uređajima sa referentnim izvorom informacija o vremenu, koji se takođe nalazi negdje u mreži.