

# *Računalniške komunikacije*

*Aplikacijska  
plast*

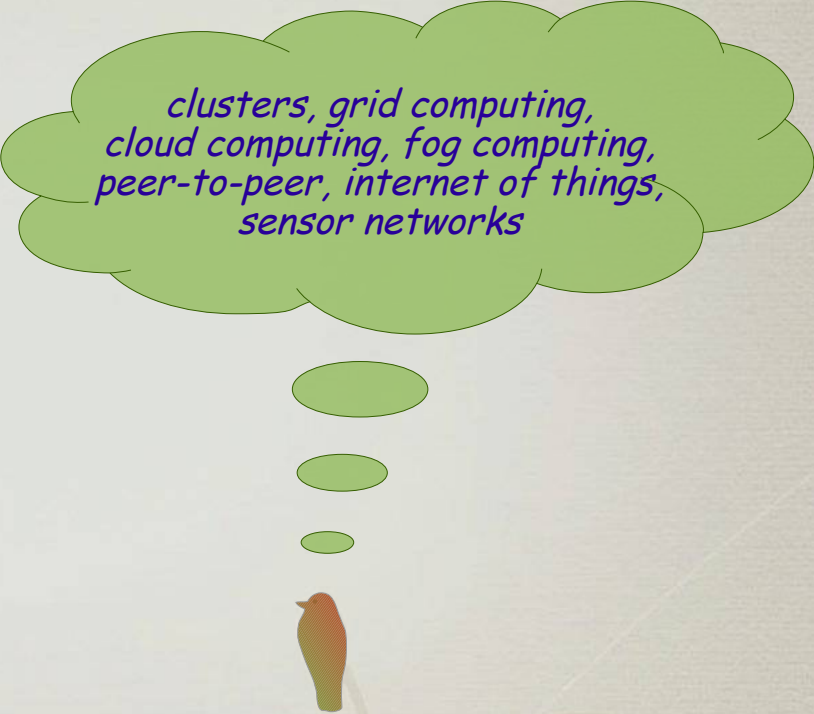


# Vsebina

- Imensko poizvedovanje
  - DNS
  - DNS predpomnenje
- Prenos datotek
  - FTP
- Svetovni splet
  - HTTP
  - Piškotki
  - Medstrežnik
- Elektronska pošta
  - SMTP
  - POP3
  - IMAP
- Vsak z vsakim
  - BitTorrent
  - Skype
- Podporne storitve
  - Predstavitvena plast
  - Sejna plast

# Porazdeljene aplikacije

- Porazdeljena aplikacija
  - aplikacija, ki *sočasno* teče v več vozliščih računalniškega omrežja
    - eno vozlišče samo zase nima neke vrednosti
    - veliko število udeležencev



*clusters, grid computing,  
cloud computing, fog computing,  
peer-to-peer, internet of things,  
sensor networks*

# Porazdeljene aplikacije

- Porazdeljena aplikacija
  - prednosti
    - porazdelitev računske moči
    - porazdelitev podatkovnih zmogljivosti
    - večja zanesljivost
    - dobra izkoriščenost virov
  - slabosti
    - kompleksnost aplikacije
    - potrebuje dostop do omrežja

# Porazdeljene aplikacije

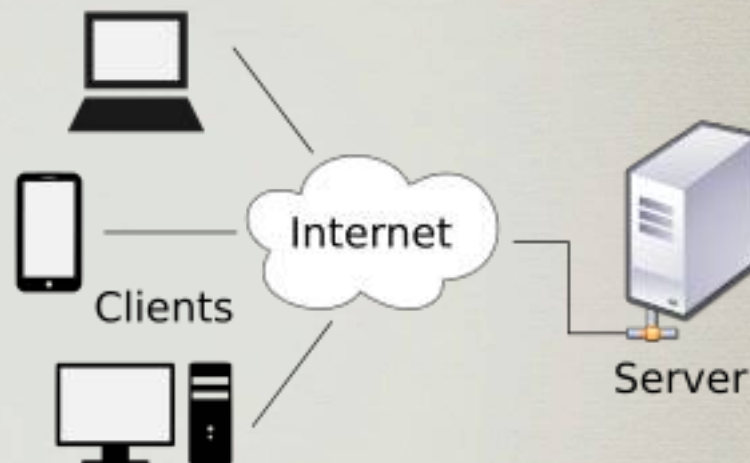
- Vrste aplikacijskih storitev
  - podatkovne storitve
    - pomembna je zanesljivost in pravilnost
    - ni ostrih zahtev glede hitrosti in zakasnitve
  - interaktivne storitve
    - splet, e-pošta, ...
    - minimalna še sprejemljiva zakasnitev
  - storitve v realnem času
    - telefon, radio, televizija
    - brez zakasnitve





# Porazdeljene aplikacije

- **Arhitektura odjemalec / strežnik**
  - dve vrsti aplikacij
    - strežnik
      - vedno priključena (on-line)
      - odgovarja na zahteve drugih
    - odjemalec
      - ni nujno vedno priključena
      - oddaja zahteve strežniku
  - primeri
    - skoraj vse klasične internetne aplikacije
    - splet, elektronska pošta, prenos datotek, ...





# Porazdeljene aplikacije

- Arhitektura **enak z enakim**

- P2P – peer to peer

- vozlišče (node)

- vozlišča še priklaplajo in odklapljajo

- ni potrebe bo nenehno priklapljenem strežniku

- vsak je lahko odjemalec in strežnik hkrati

- izzivi

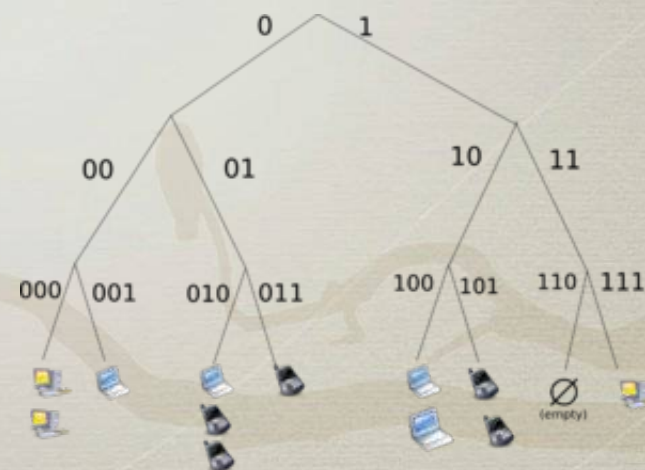
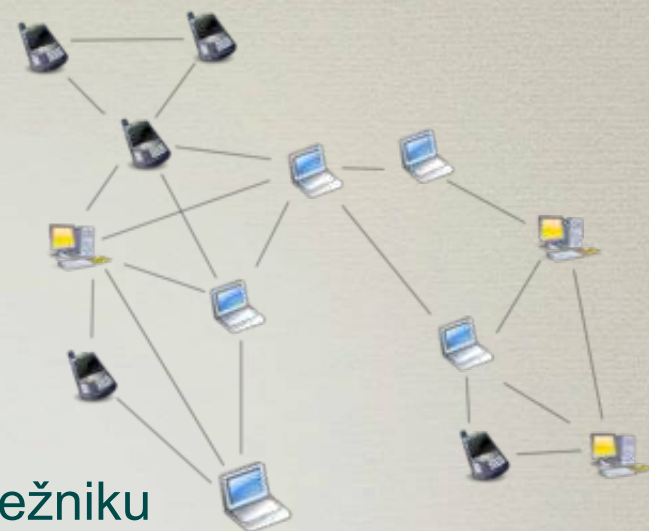
- varnost, iniciativnost sodelovanja

- potrebuje dovolj vozlišč

- vozlišča v lokalnih omrežjih: NAT

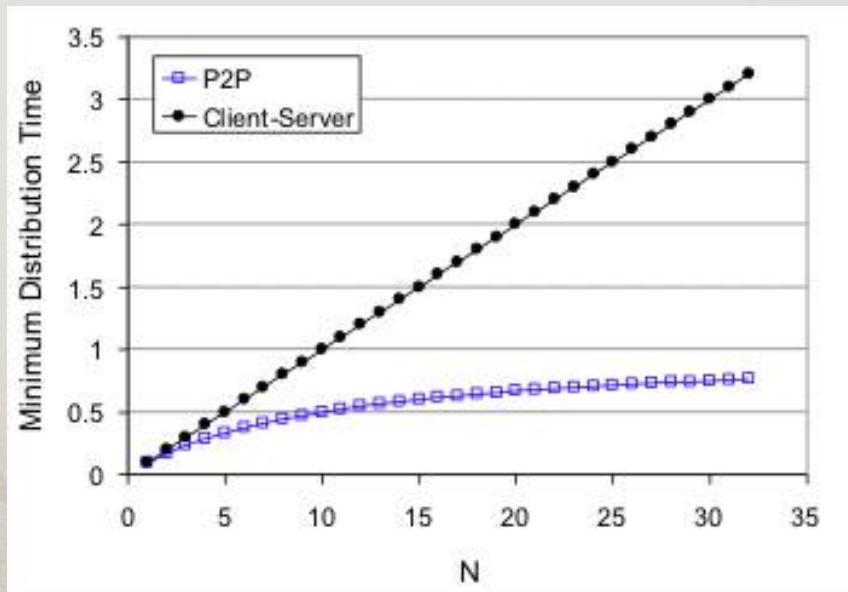
- primeri

- BitTorrent, Skype, ...



# Porazdeljene aplikacije

- Skalabilnost aplikacij
  - odjemalec / strežnik
    - čas prenosa narašča linearno s številom odjemalcev
    - $n$ -krat prenos istega podatka
  - vsak z vsakim (P2P)
    - čas prenosa je krajši, ker izmenjava poteka neposredno med vozlišči



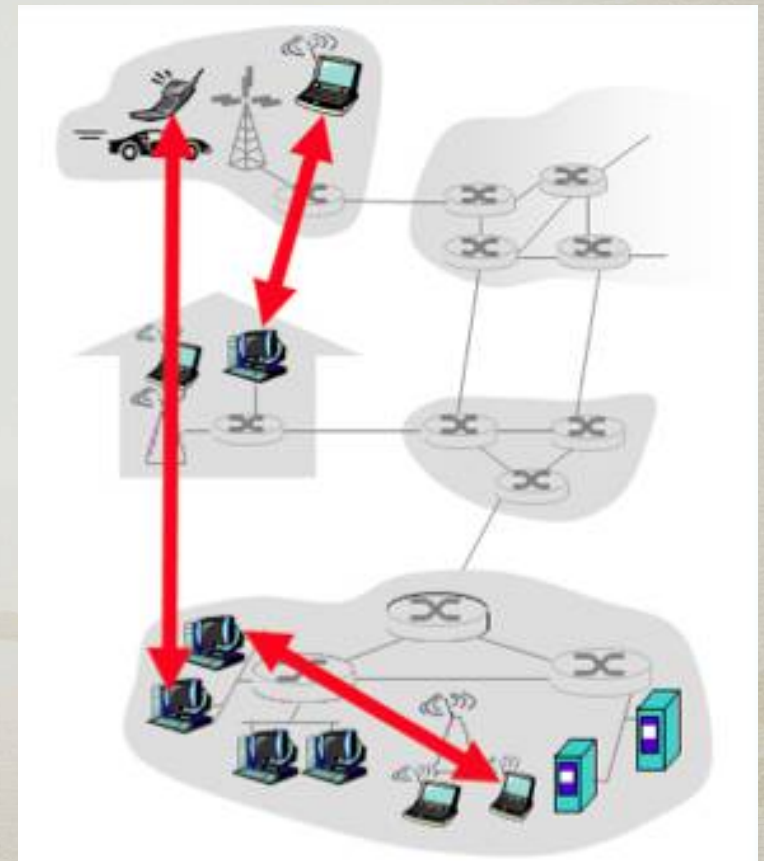
# Porazdeljene aplikacije

- **Pristopi**
  - decentralizacija
    - ni centralnega vozlišča (enotna točka odpovedi)
  - uporaba hierarhije
    - porazdelitev nalog omrežja
    - npr. super vozlišča in navadna vozlišča
  - porazdelitev podatkov
    - redudanca: podatki se hranijo v več vozliščih
  - samo-organizacija
    - ob prijavi/odjavi vozlišča se omrežje samodejno reorganizira

# Porazdeljene aplikacije

- P2P arhitektura

- (praviloma) ni strežnika, ki bi bil nenehno vklopljen
- izmenjava podatkov med poljubnima udeležencema
- udeleženci sodelujejo po potrebi
  - se prijavljajo in odjavljajo v P2P omrežje
- izzivi
  - varnost, iniciativnost, NAT



# Imensko poizvedovanje

- DNS – domain name system
  - uporabniku prijazna identifikacija naprav
  - težava
    - IP naslovi so nerodni za uporabnike
    - predstavljajo **strukturo omrežja**
    - malo povedo o **strukturi organizacije** (org. shema)
  - rešitev
    - identifikacija naprav oz. vmesnikov z imenom
    - hierarhična sestava imena
  - primer
    - omrežni naslov: 193.2.74.252
    - ime: [www.pef.uni-lj.si](http://www.pef.uni-lj.si)

# Imensko poizvedovanje

- Domensko ime
  - ime oz. prijazen naslov naprave
    - sestoji iz več komponent
      - polno-kvalificirano domensko ime: `www.pef.uni-lj.si`
      - vrhnja domena: `si`, domena: `uni-lj`, poddomeni: `pef`, `www`
    - sintaksa
      - ASCII znaki, razširitev IDNA za nacionalne znake
      - 63 znakov na komponento
      - v celoti ime ne sme biti daljše od 253 znakov
  - gostitelj
    - vsako ime, ki se preslika v omrežni naslov
      - `www.pef.uni-lj.si` in `pef.uni-lj.si`

# Imensko poizvedovanje

- Registracija domene
  - 2015: 294 M domen, od tega 115 M .com
  - glavna avtoriteta
    - ICANN – Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
    - upravlja z domenami in omrežnimi naslovi
    - podeljuje pravico upravljanja z vrhnjimi domenami
  - register domenskih imen
    - zbirka imen in pripadajočih informacij o vrhnjih domenah
  - registrar: operater domenskih imen
    - upravljajo z (vrhnjimi) domenami za uporabnike

# Imensko poizvedovanje

- Imensko poizvedovanje
  - preslikava imen v omrežne naslove
    - možna tudi obratna preslikava (reverse DNS)
    - alias: več imen v isti naslov
    - porazdeljevanje bremena: več naslovov za isto ime
  - DNS vključuje
    - porazdeljeno (hierarhično) podatkovno zbirko
    - protokol za poizvedbe po tej bazi

# Imensko poizvedovanje

- Hierarhična organizacija

- 13 korenskih strežnikov (A-M)

- TLD (top-level domain) strežniki

- generične domene

- com, edu, gov, mil, org, net, biz, info, aero, museum, ...

- državne domene

- si, it, de, tv, am, gl, ...

- avtoritativni strežniki

- organizacije z javnimi računalniki

- UL: uni-lj, UM: uni-mb, ...

- lokalni strežniki

- posredniki do DNS hierarhije, običajni cilj poizvedb

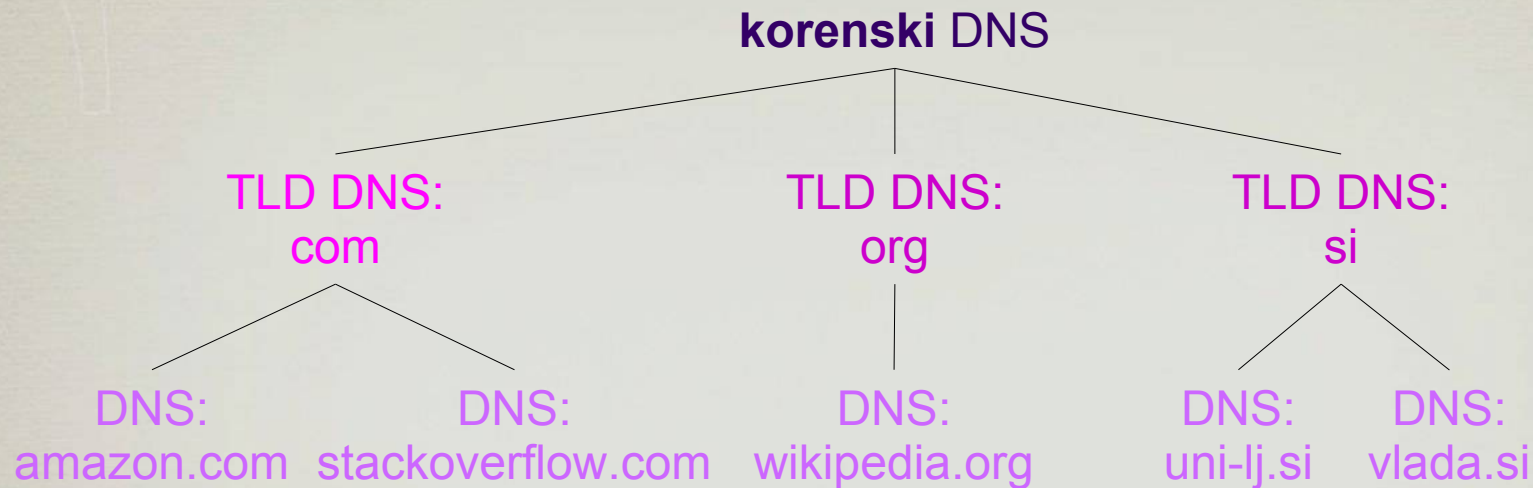


*Zakaj ni samo en korenski strežnik?*



# Imensko poizvedovanje

- Porazdeljena in hierarhična zbirka



- Razreševanje naslova: `www.amazon.com`
  - odjemalec povpraša korenski strežnik po naslovu TLD strežnika za domeno `.com`
  - povpraša TLD DNS strežnik po naslovu strežnika za `amazon.com`
  - povpraša strežnik podjetja Amazon po naslovu za `www.amazon.com`

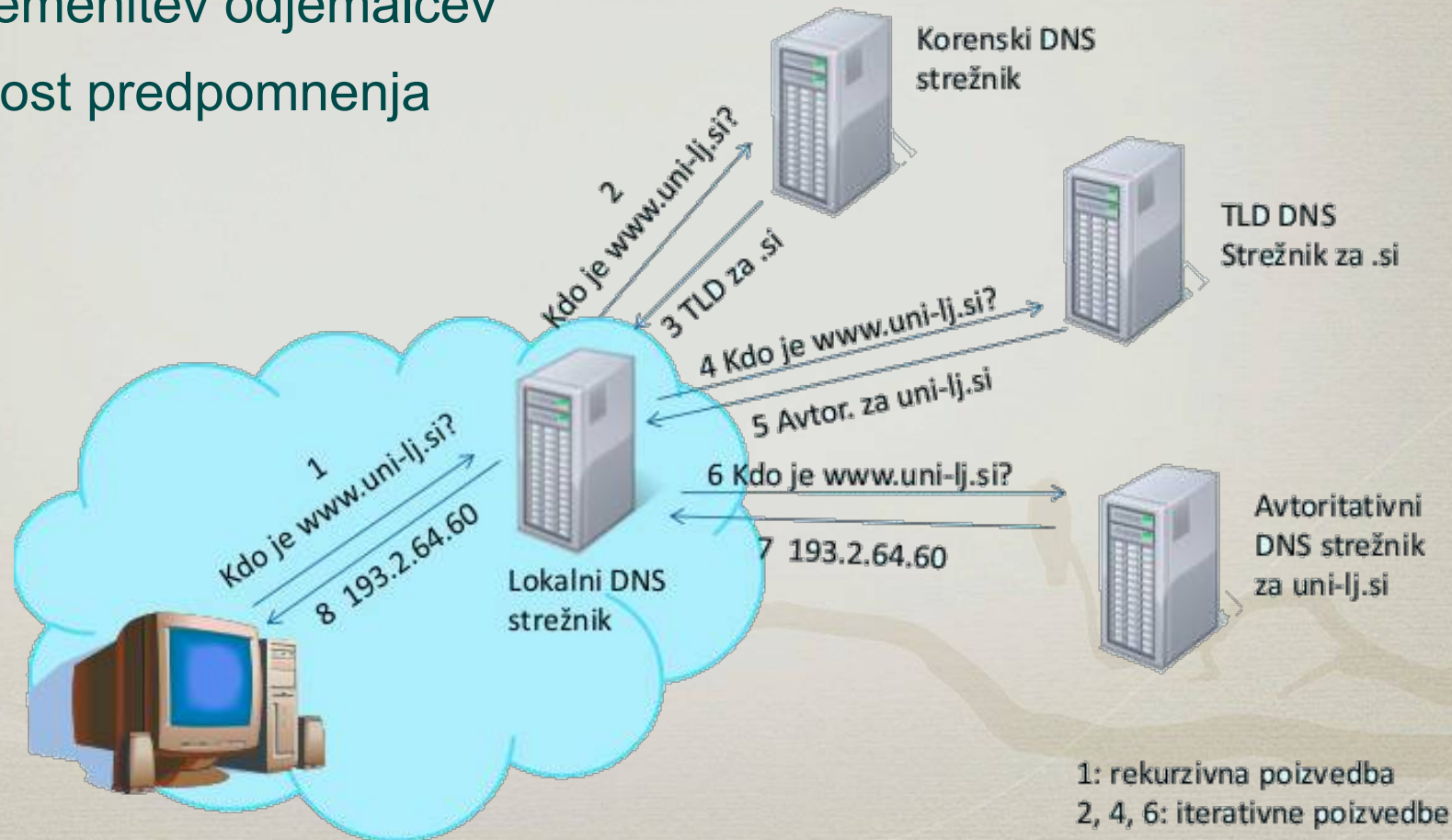
# Imensko poizvedovanje

- **Rekurziva poizvedba**

- strežnik poišče in vrne odgovor
- razbremenitev odjemalcev
- možnost predpomnenja

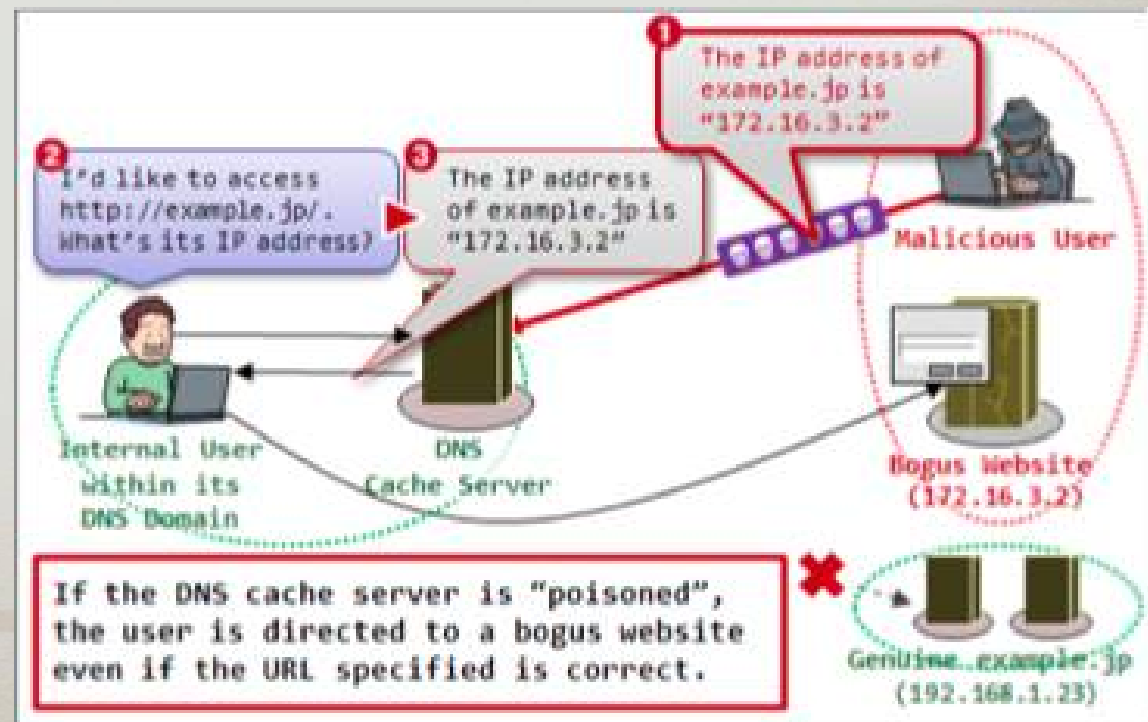
- **Iterativna poizvedba**

- strežnik povpraša ostale strežnike



# Imensko poizvedovanje

- Predpomnenje (caching)
  - strežnik si zapomni prejete odgovore
    - lahko tudi naslove TLD strežnikov (razbremeni korenske)
  - hitrejši odziv strežnika pri naslednji enaki poizvedbi
  - zmanjšuje promet v omrežju
  - napadi
    - DNS poisoning

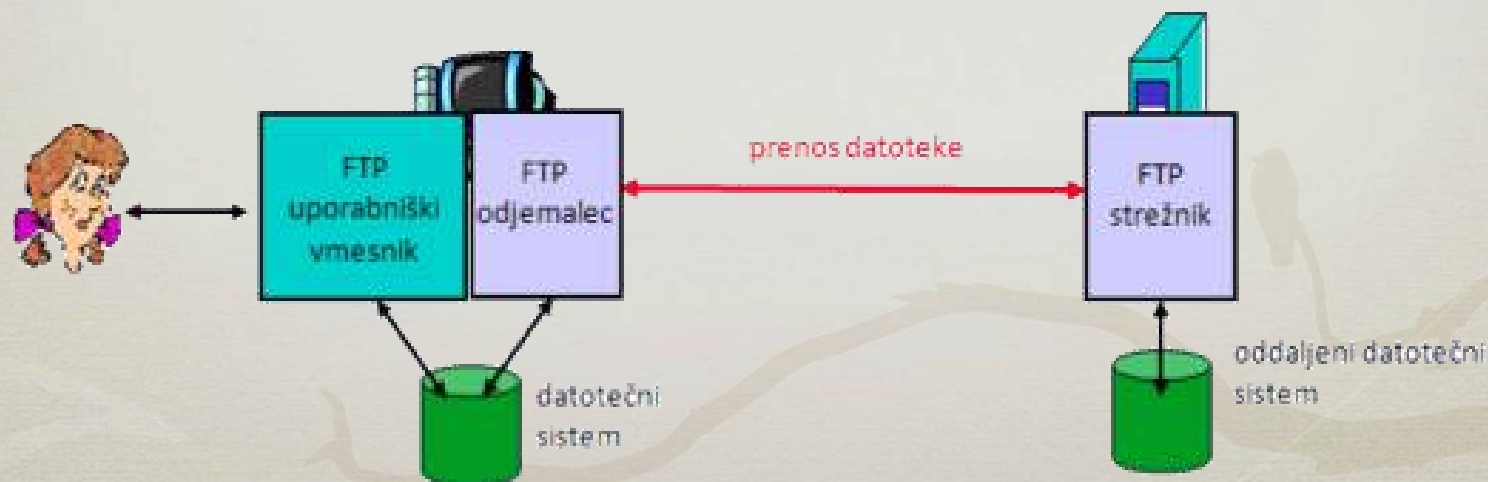


# Imensko poizvedovanje

- Protokol DNS
  - UDP, vrata 53
  - princip: zahteva / odgovor
  - ukaz `nslookup`
  - ukaz `dig`

# Prenos datotek

- FTP – file transfer protocol
  - prenos datotek med lokalnim in oddaljenim računalnikom (obe smeri)
  - protokol oz. strežnik hrani stanje
    - ve, kdo je odjemalec (avtentikacija)
    - hrani trenutni imenik itd.



# Prenos datotek

- Nadzorna povezava
  - na strežnikova vrata 21
  - uporablja 7-bitne ASCII ukaze:
    - uporabniško ime/geslo, menjava in izpis imenikov
    - ukaz za prenos datotek, pasivni in aktivni način

## Ukazi

- HELP
- USER *ime*
- PASS *geslo*
- LIST
- PORT
- PASV
- EPAS
- RETR *ime\_datoteke*
- STOR *ime\_datoteke*
- ...

## Odgovori

- 331 Username OS, password required
- 125 Data connection open, transfer starting
- 452 Error writing file
- 425 Can't open data connection
- ...

# Prenos datotek

- Podatkovna povezava

- prenos podatkov

- **aktivni način**

- odjemalec pošlje ukaz

- PORT ip,ip,ip,ip,port,port

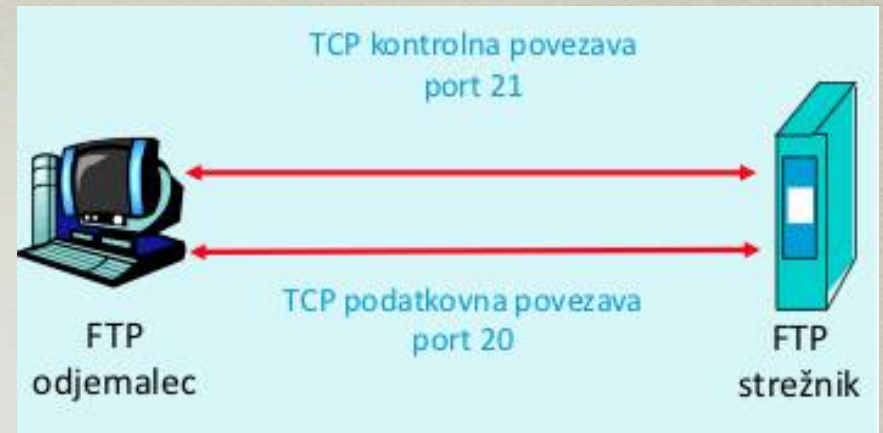
- odjemalec posluša (kot strežnik) na izbranih vratih

- strežnik se (preko vrat 20) poveže na odjemalca (port) in pošlje podatke

- **pasivni način**

- ukaza PASV in EPSV

- strežnik nazaj sporoči vrata, kamor se odjemalec potem poveže z dodatno povezavo za prenos podatkov



# Svetovni splet

- WWW (world wide web) oz. svetovni splet
  - porazdeljeni hipertekstni dokumentni sistem
    - dokumentni sistem
      - dokumentom pravimo spletne strani
      - vsebujejo besedilo, slike in druge gradnike
      - pregledujemo jih z brskalnikom
    - hipertekstni
      - strani so med seboj povezane preko povezav (URL)
    - porazdeljeni
      - preko omrežja internet

# Svetovni splet

- Pomembne tehnologije

- **http** protokol

- osnovni protokol za prenos spletnih strani

- **html** označevalni jezik

- jezik za opis spletnih strani

- **css** jezik za opis stila

- jezik za opis izgleda spletnih strani

- **javascript** skriptni jezik

- jezik za programiranje spletnih strani

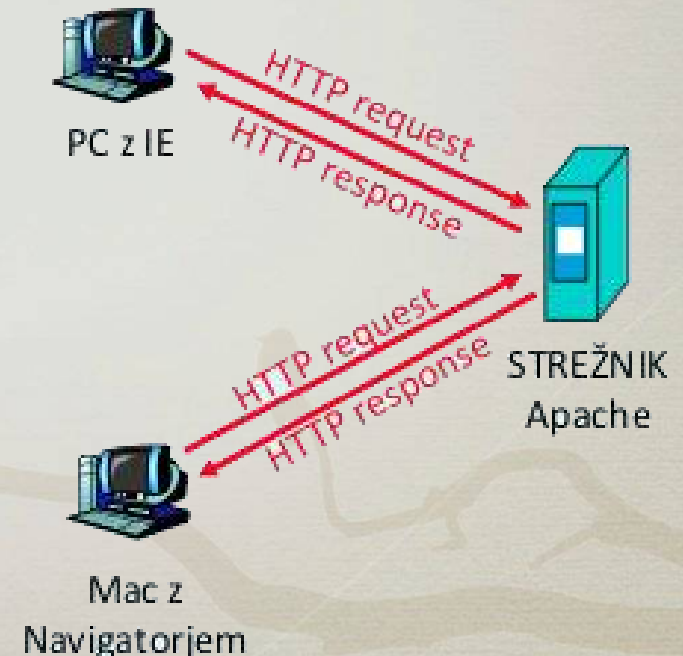


# Svetovni splet

- URL (uniform resource locator)
  - enolični kazalec vira
  - vsak vir (spletna stran) ima svoje enolični naslov, kjer ga lahko najdemo
  - sestava
    - **protokol://domensko\_ime/pot\_do\_vira**
      - `http://www.pef.uni-lj.si/48.html`
    - **protokol**
      - `http` za splet, `ftp` za prenos datotek, `mailto` za elektronsko pošto
    - **domensko ime**
      - `www.pef.uni-lj.si`
    - **pot do vira**
      - `48.html`

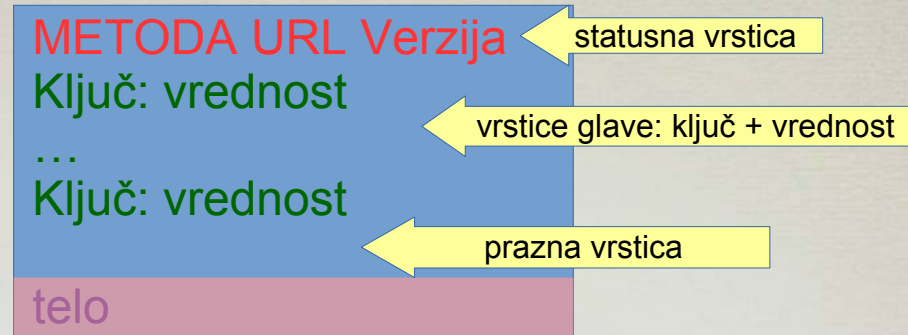
# Svetovni splet

- HTTP – hyper-text transfer protocol
  - osnovni protokol spletnih aplikacij
  - dostop do vsebin na zahtevo
  - HTTP 1.0, HTTP 1.1, HTTP 2
  - delovanje
    - odjemalec naslovi zahtevo TCP strežniku na vrata 80 (request)
    - strežnik odgovori (response)
    - TCP poskrbi za potrditve, ponovitve, vrstni red
    - protokol brez stanj



# Svetovni splet

- HTTP zahteva
  - oblika sporočila glava + telo
  - zahteva objekta
    - naslov URL
  - več metod

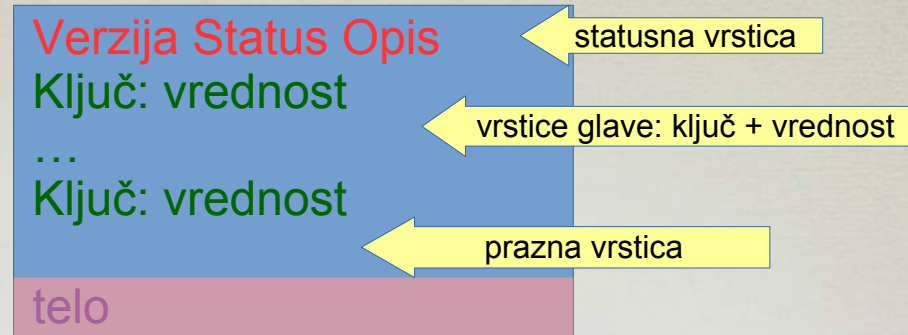


```
GET /docs/help.html HTTP/1.1  
Host: www.pef.uni-lj.si  
...  
Connection: close
```

Metoda	Opis
GET	pridobi objekt
POST	pridobi objekt + poslane vrednosti (HTML obrazci)
HEAD	samo glava odgovora brez zahtevanega objekta
PUT	naloži objekt na strežnik, HTTP 1.1
DELETE	odstrani objekt s strežnika, HTTP 1.1
TRACE	razhroščevanje
CONNECT	povezava preko medstrežnika
OPTIONS	povpraševanje po možnih opcija pri zahtevku

# Svetovni splet

- HTTP odgovor
  - glava + telo
  - status



```
HTTP/1.1 200 OK  
Connection: close  
Date: Mon, 04 Sep 2017 12:17:02 GMT  
Server: Apache/1.3.0 (Unix)  
Content-Length: 4321  
Content-Type: text/html
```

Spletna stran v HTML jeziku

# Svetovni splet

## HTTP Status Codes

For great REST services the correct usage of the correct HTTP status code in a response is vital.

1xx – Informational	2xx – Successful	3xx – Redirection	4xx – Client Error	5xx – Server Error
This class of status code indicates a provisional response, consisting only of the Status-Line and optional headers, and is terminated by an empty line.	This class of status code indicates that the client's request was successfully received, understood, and accepted.	This class of status code indicates that further action needs to be taken by the user agent in order to fulfill the request.	The 4xx class of status code is intended for cases in which the client seems to have erred.	Response status codes beginning with the digit "5" indicate cases in which the server is aware that it has erred or is incapable of performing the request.
<b>100 – Continue</b> <b>101 – Switching Protocols</b> <b>103 – Processing</b>	<b>200 – OK</b> <b>201 – Created</b> <b>202 – Accepted</b> <b>203 – Non-Authoritative Information</b> <b>204 – No Content</b> <b>205 – Reset Content</b> <b>206 – Partial Content</b> <b>207 – Multi-Status</b>	<b>300 – Multiple Choices</b> <b>301 – Moved Permanently</b> <b>302 – Found</b> <b>303 – See Other</b> <b>304 – Not Modified</b> <b>305 – Use Proxy</b> <b>307 – Temporary Redirect</b>	<b>400 – Bad Request</b> <b>401 – Unauthorized</b> <b>402 – Payment Required</b> <b>403 – Forbidden</b> <b>404 – Not Found</b> <b>405 – Method Not Allowed</b> <b>406 – Not Acceptable</b> <b>407 – Proxy Authentication Required</b> <b>408 – Request Timeout</b> <b>409 – Conflict</b> <b>410 – Gone</b> <b>411 – Length Required</b> <b>412 – Precondition Failed</b> <b>413 – Request Entity Too Large</b> <b>414 – Request URI Too Long</b> <b>415 – Unsupported Media Type</b> <b>416 – Requested Range Not Satisfiable</b> <b>417 – Expectation Failed</b> <b>422 – Unprocessable Entity</b> <b>423 – Locked</b> <b>424 – Failed Dependency</b> <b>425 – Unordered Collection</b> <b>426 – Upgrade Required</b>	<b>500 – Internal Server Error</b> <b>501 – Not Implemented</b> <b>502 – Bad Gateway</b> <b>503 – Service Unavailable</b> <b>504 – Gateway Timeout</b> <b>505 – HTTP Version Not Supported</b> <b>506 – Variant Also Negotiated</b> <b>507 – Insufficient Storage</b> <b>509 – Rate Limited</b>

## Examples of using HTTP Status Codes in REST

201 – When doing a POST to create a new resource it is best to return 201 and not 200.  
 204 – When deleting a resource it is best to return 204, which indicates it succeeded but there is no body to return.  
 301 – If a 301 is returned the client should update any cached URI's to point to the new URI.  
 302 – This is often used for temporary redirects, however 303 and 307 are better choices.  
 409 – This provides a great way to deal with conflicts caused by multiple updates.  
 501 – This implies that the feature will be implemented in the future.

## Special Cases

306 – This status code is no longer used. It used to be for switch proxy.  
 418 – This status code from RFC 2324. However RFC 2324 was submitted as an April Fools' joke. The message is *I am a teapot*.

Key	Description
Black	HTTP version 1.0
Blue	HTTP version 1.1
Aqua	Extension RFC 2295
Green	Extension RFC 2518
Yellow	Extension RFC 2110
Orange	Extension RFC 2817
Purple	Extension RFC 3648
Red	Extension RFC 4918

# Svetovni splet

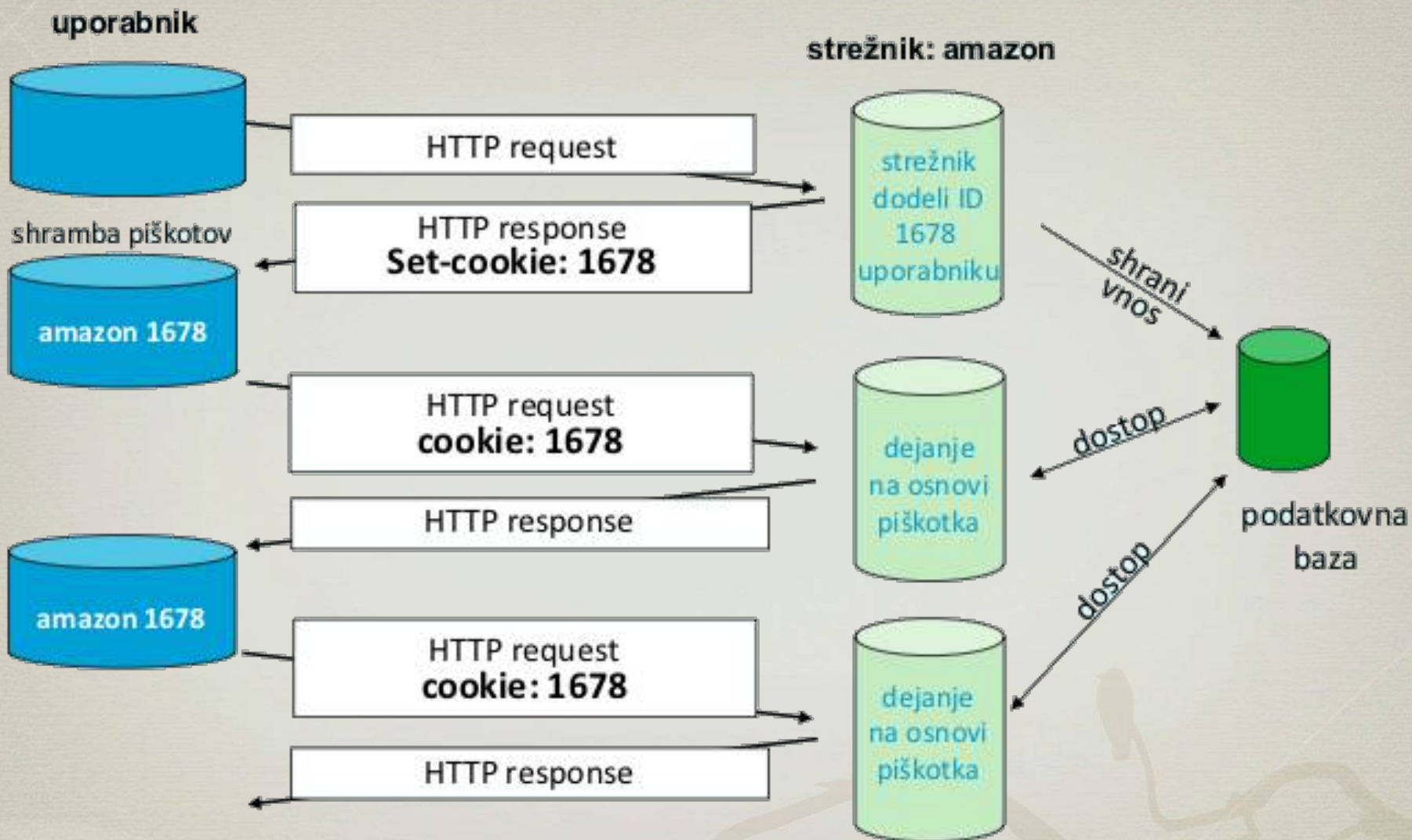
- Vrste povezav
  - nevztrajne (nonpersistent)
    - privzeto
    - za vsak dostop do vira se ustvari nova povezava
  - vztrajne (persistent)
    - preko ene povezave lahko prenesem več virov
    - Vrstica: `Connection: keep-alive`
  - vztrajne s cevovodom (persistent, pipelined)

# Svetovni splet

- Piškotki

- Nad-plast HTTP
- HTTP je brez stanj
  - ne pomni stanja povezav, zato med seboj ne razlikuje odjemalcev in ne pomni zgodovine
- nad njo se ustvari sejna plast s stanji
- bogatejša uporabniška izkušnja
  - avtorizacija
  - priporočila, nakupovalne košarice, itd.
  - težavno varovanje zasebnosti
- ukaza: Cookie in Set-cookie

# Svetovni splet

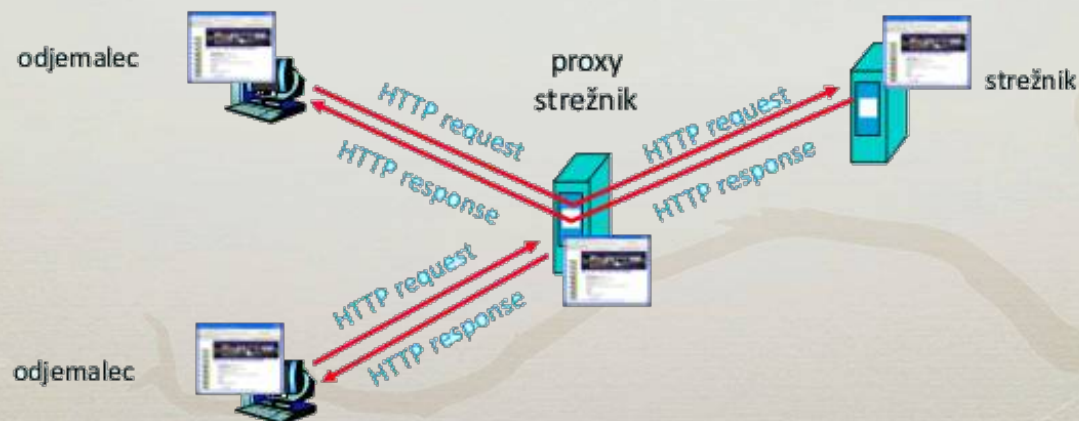


# Svetovni splet

- Medstrežnik
  - web cache, proxy server
- Namen
  - odgovarja na zahteve odjemalcev namesto originalnih strežnikov, ima svoje kopije objektov
  - odjemalec mora biti primerno konfiguriran
- Zakaj?
  - omogoča hitrejša odgovore
  - zmanjšuje promet v javnem omrežju

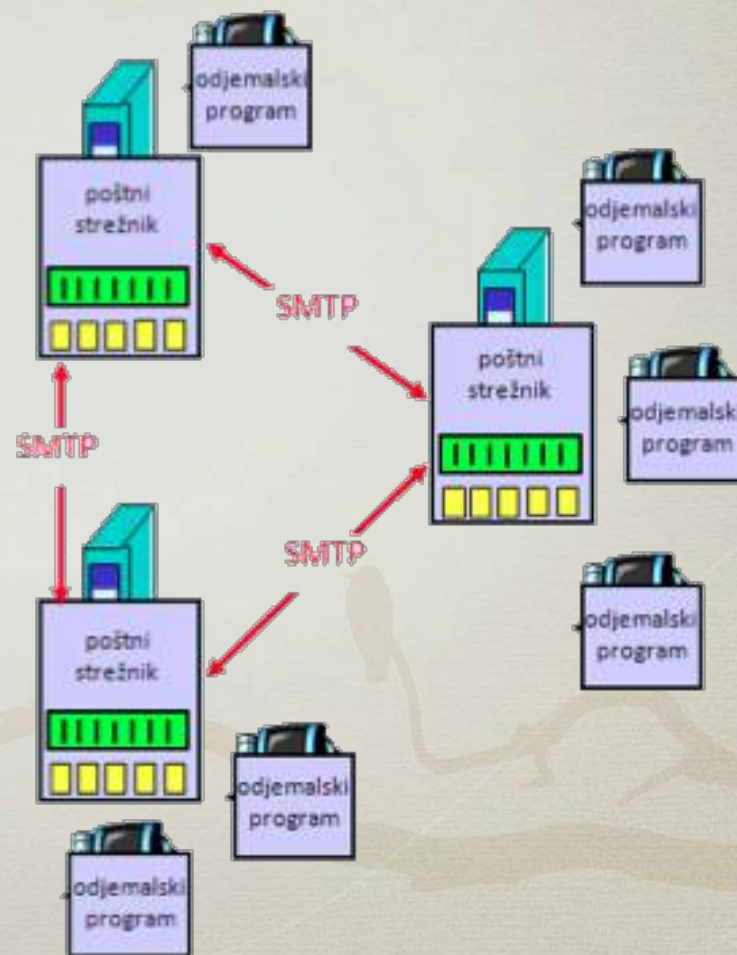
# Svetovni splet

- Pogojna GET zahteva
  - odjemalec doda
    - vrstico glave: `If-modified-since: Wed, 31 Oct 2007 09:32:22`
  - strežnik v odgovor pošlje
    - ali novo stran
    - ali odgovor: `HTTP/1.1 304 Not Modified`



# Elektronska pošta

- Aplikacija
  - hitra, poceni, enostavna dostava sporočil
- Arhitektura
  - poštni strežniki
    - poštni predali
  - odjemalski programi
    - bralniki sporočil
  - protokoli
    - SMTP – dostava
    - POP3 – dostop
    - IMAP – dostop

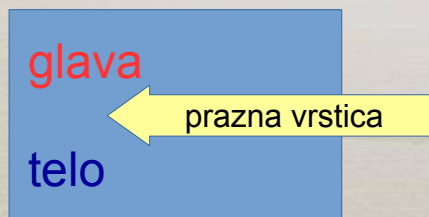


# Elektronska pošta

- SMTP – simple mail transfer protocol
  - eden najstarejših protokolov
  - dostava sporočil v poštne predale
  - odjemalec se poveže na vrata 25 strežnika
  - ukazi in telo sporočila so kodirani z 7-bitnim ASCII
    - binarne datoteke, priponke se pre-kodirajo v ASCII
  - format sporočila
    - glava hrani podatke o sporočilu
    - telo hrani vsebino sporočila

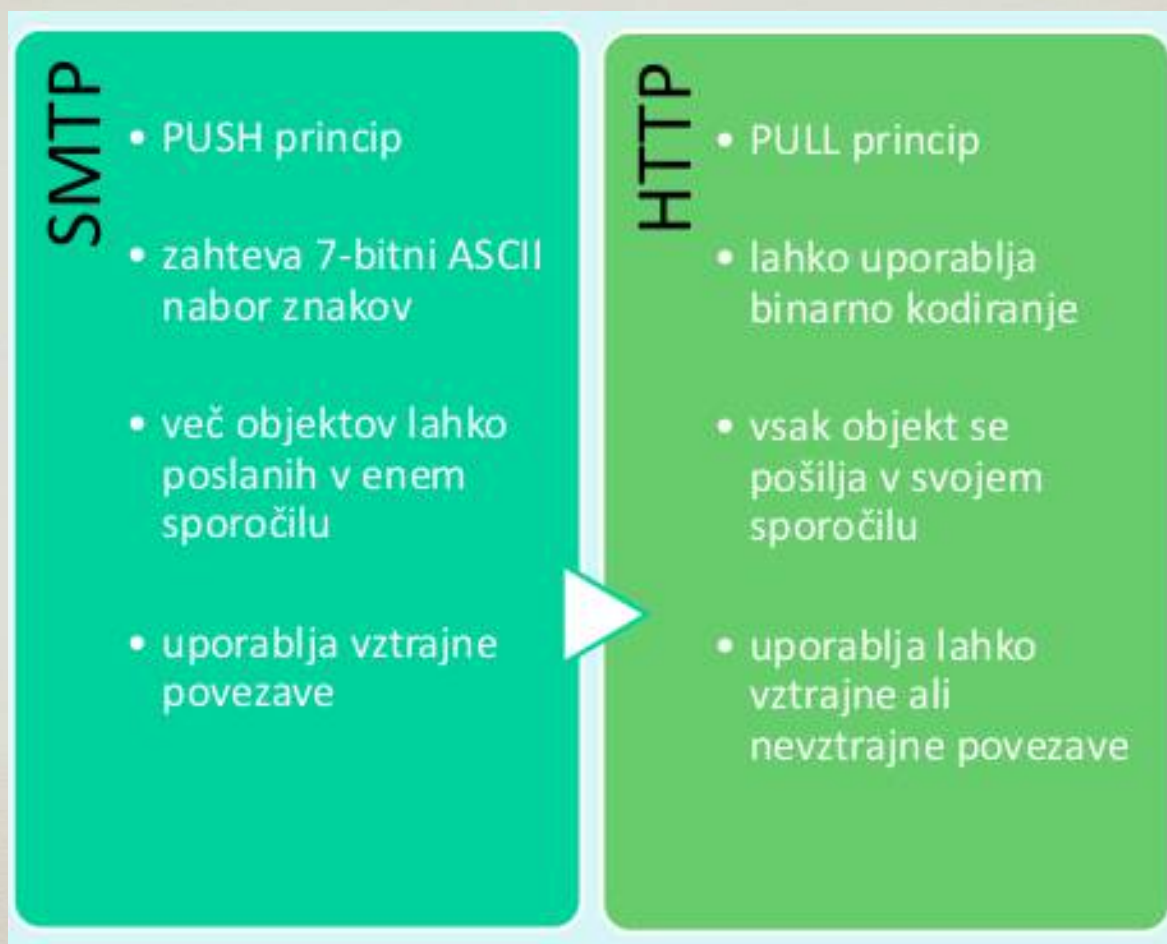
```
From: darko@ucilnica.fri.uni-lj.si
To: jan@ucilnica.fri.uni-lj.si
Subject: Pomembna modrost
```

```
Zdravo, Jan!
Pomemben in pameten rek pravi,
da je potrpežljivost mati modrosti.
Zapomni si to :)
```



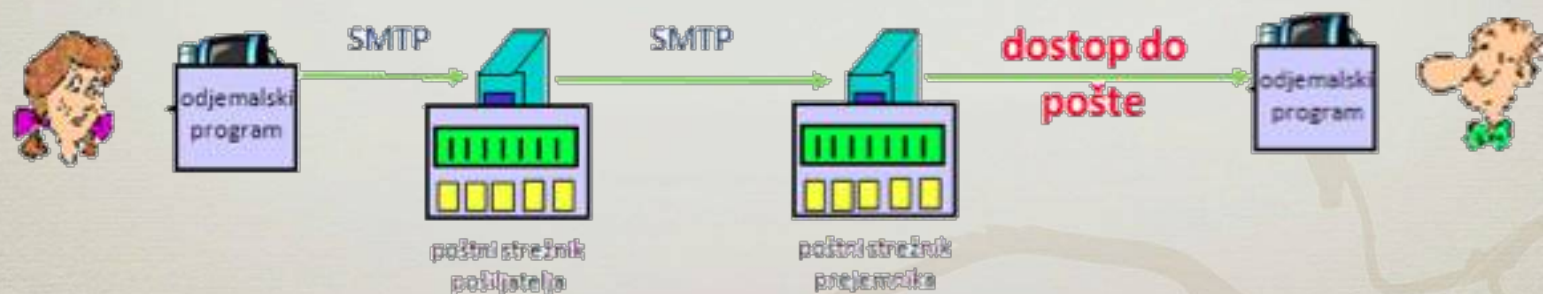
# Elektronska pošta

- SMTP vs HTTP



# Elektronska pošta

- Dostop do poštne predala
  - branje oz. prejem sporočil
  - spletni dostop
    - brskalnik oz. skripte na spletnem strežniku komunicirajo s poštnim strežnikom
  - odjemalec po protokolih POP3, IMAP



# Elektronska pošta

- Elektronski naslov
  - format: uporabnik@domena
  - vrste naslovov v odjemalcih
    - To: primarni naslovniki
    - Cc: sekundarni naslovniki
    - Bcc: skriti naslovniki (blind carbon copy)
    - From: avtor sporočila
    - Sender: pošiljatelj sporočila
    - Received: naslovi vmesnih vozlišč pri prenosu sporočila
    - Return-Path: za identifikacijo poti nazaj do pošiljatelja

# *Elektronska pošta*

- Elektronska pošta
  - ostala zanimiva polja
    - Date: datum in časa odpošiljanja sporočila
    - Reply-To: naslov za odgovor na sporočilo
    - Message-Id: unikatna številka sporočila
    - In-Reply-To: številka sporočila, na katerega je to sporočilo odgovor
    - References: številke ostalih povezanih sporočil
    - Keywords: ključne besede
    - Subject: naslov sporočila

# Elektronska pošta

- **MIME – Multipurpose Internet Mail Extension**
  - za prenos drugih oblik podatkov (poleg teksta)
  - polja
    - MIME-Version: različica MIME
    - Content-Description: uporabniku prijazen opis
    - Content-Id: unikatna številka
    - Content-Transfer-Encoding: vrsta kodiranja
    - Content-Type: vrsta sporočila

# *Elektronska pošta*

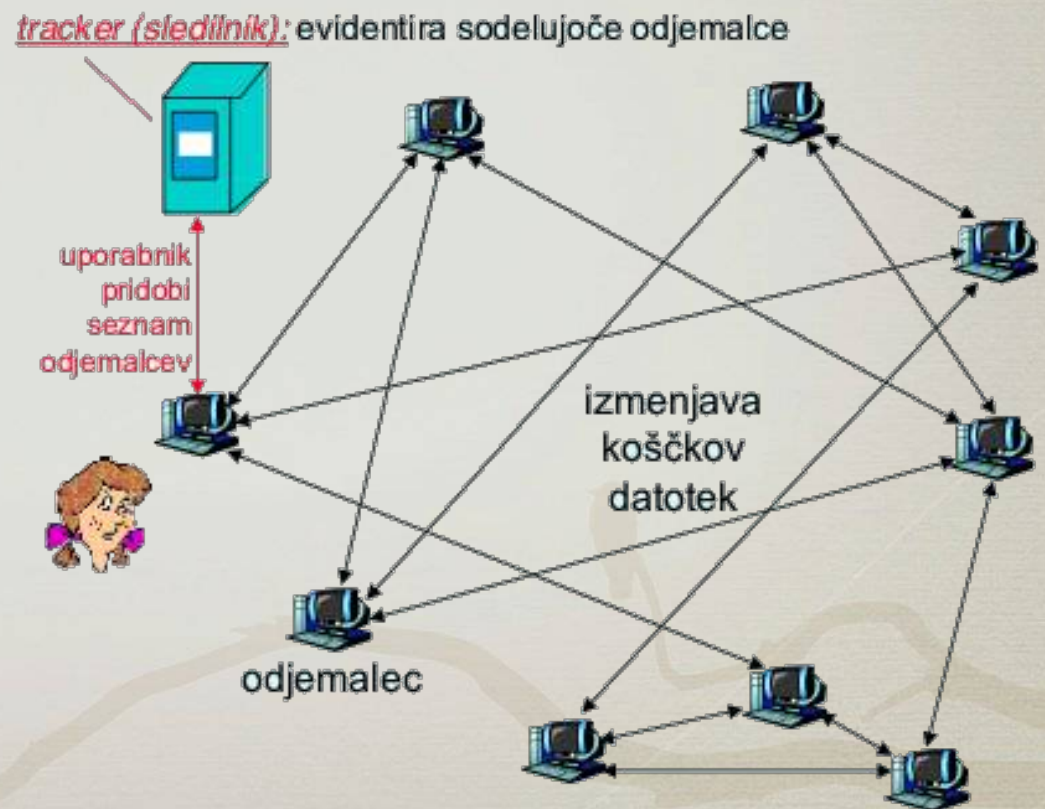
- **MIME – Multipurpose Internet Mail Extension**
  - vrste sporočil: Content-Type
    - Text/Plain
    - Text/Richtext
    - Image/Gif
    - Image/Jpeg
    - Audio/Basic
    - Video/Mpeg
    - Application/Octent-stream
    - Application/Postscript
    - ...

# Elektronska pošta

- POP3 – post office protocol, v3
  - avtentikacija in prenos
  - preprost, vrata 110
  - 3 faze: avtorizacija, prenos, posodabljanje
  - lokalno urejanje pošte, ne hrani stanja med sejami
- IMAP – internet mail access protocol
  - zahtevnejši z več funkcionalnostmi
  - uporabnika lahko določi imenike na strežniku
  - možen prenos le delov sporočil

# Porazdeljene aplikacije

- BitTorrent – porazdeljena izmenjava datotek
  - torrent: skupina *odjemalcev*, ki se delijo kose (chunk) datotek



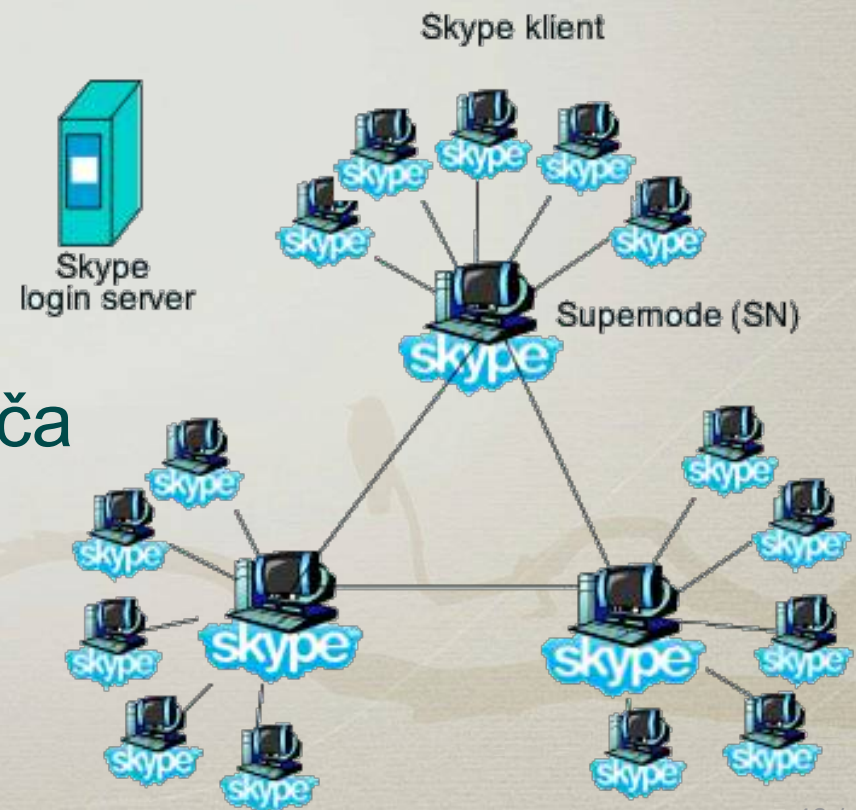
# Porazdeljene aplikacije

- BitTorrent
  - pridruživitev vozlišča
    - s časom pridobi kose datotek
    - prijavi se sledilcu (tracker) od katerega pridobi seznam odjemalcev
    - izbere bližnje (postanejo sosedje) in izvaja zamenjavo z njimi
    - sosede vpraša po kosih in najprej zahteva redke kose
  - po prejemu celotne datoteke
    - lahko ostane (altruistično) ali odide (sebično)

# Porazdeljene aplikacije

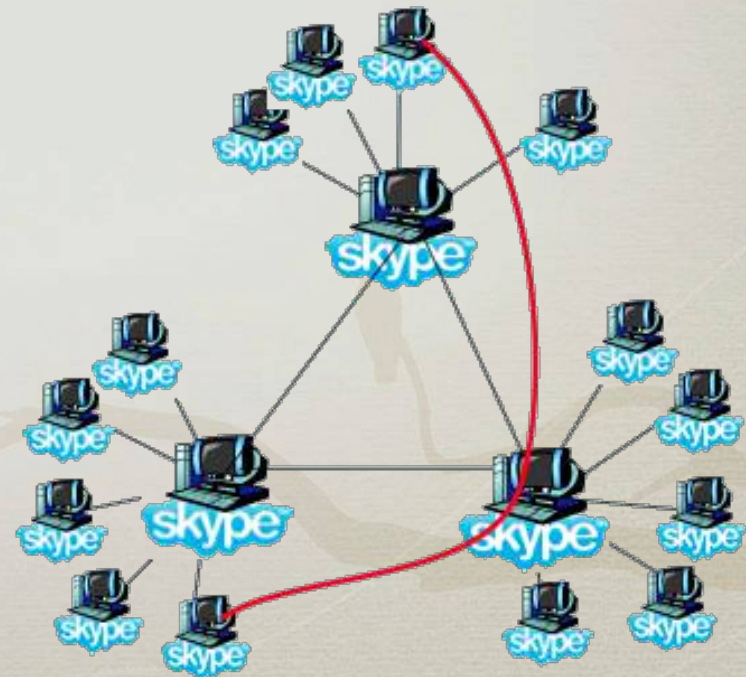
- Skype – telefonija

- komunikacija med poljubnimi udeleženci
- podrobnosti protokola neznane
  - nekatere lastnosti odkrite z obratnim inženiringom
- supervozlišča
  - hranijo preslikave:  
uporabnik → IP naslov
- povezavo med odjemalci  
vzpostavijo nadzorna vozlišča



# Porazdeljene aplikacije

- Skype
  - težave z NAT
    - odjemalci za NAT se ne morejo povezati
  - rešitev: premostitvena vozlišča (relay)
    - povezava odjemalcev preko posebnega vozlišča
    - oba se povežeta z njim
    - komunicirata preko njega



# Porazdeljene aplikacije

- Chord
  - porazdeljeni slovar (distributed hash table)
  - podatki se hranijo v nekem vozlišču glede na razpršilno funkcijo
  - primer

