



Preddiplomski studij

Računarstvo

Komunikacijske mreže

8.

Aplikacijski sloj u Internetu, sustav domenskih imena (DNS).

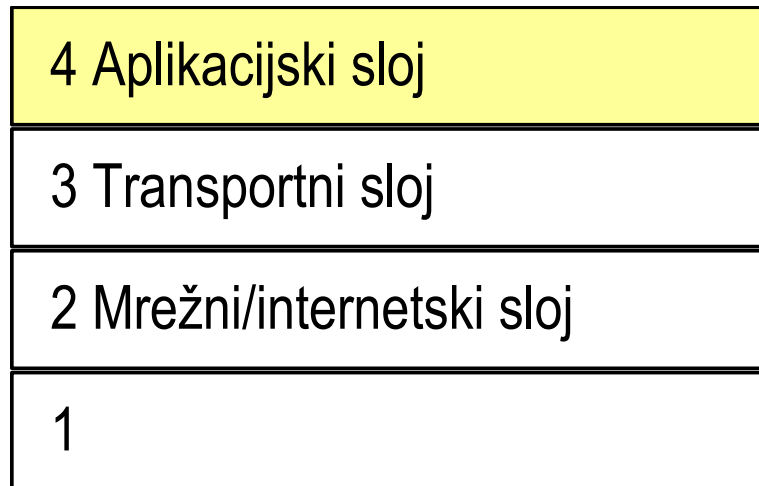
Ak.g. 2011./2012.

Referentni model OSI

7 Aplikacijski sloj
6 Prezentacijski sloj
5 Sjednički sloj
4 Transportni sloj
3 Mrežni sloj
2 Sloj podatkovne poveznice
1 Fizički sloj

Referentni model TCP/IP

4 Aplikacijski sloj
3 Transportni sloj
2 Mrežni sloj
1



- ◆ aplikacijski protokoli za različite usluge i primjene
- ◆ korisnički, npr.:
 - SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*): elektronička pošta
 - HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*): WWW
- ◆ sustavski, npr.:
 - DNS (*Domain Name System*): sustav imenovanja domena

◆ Osnove internetskih usluga

- usluge i aplikacijski protokoli
- modeli izvedbe usluga
- pronalaženje usluga
- programska podrška

◆ Sustav domenskih imena

- prostor domenskih imena
- registracija imena
- organizacija i izvedba sustava DNS

◆ aplikacijski protokol

- vrste poruka
- sintaksa poruka – propisani formati poruka
- semantika poruka – značenje polja u poruci
- pravila kako se poruke razmjenjuju

◆ model izvedbe usluge

- najčešći model: klijent/poslužitelj
- postoje i drugi modeli (o tome kasnije)

◆ program klijenta

◆ program poslužitelja

◆ usluge:

- prijenos datoteka
- rad na daljinu
- elektronička pošta
- mrežne novosti
- interaktivne usluge
- imenička usluga
- globalni informacijski sustav
- ...

◆ aplikacijski protokoli:

- FTP, ...
- TELNET, ...
- SMTP, POP, IMAP, ...
- NNTP, ...
- IRC, H.323, ...
- LDAP, X.500, ...
- HTTP, ...
- ...

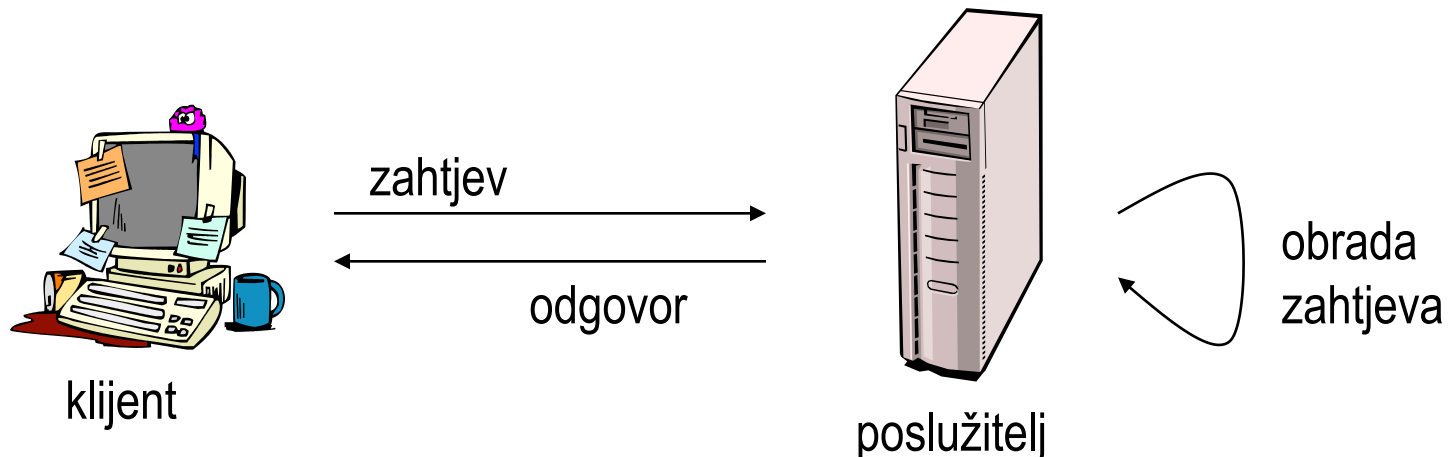
- ◆ **model klijent-poslužitelj** (engl. *client-server*)
 - više izvedbi: model s jednim poslužiteljem i model s više poslužitelja
 - posebni slučajevi:
 - posrednički (proxy) poslužitelji
 - međuspremnički (caching) poslužitelji

- ◆ **model s ravnopravnim procesima** (engl. *peer-to-peer*)
 - svaki proces je i “klijent” i “poslužitelj”, uloge nisu odvojene

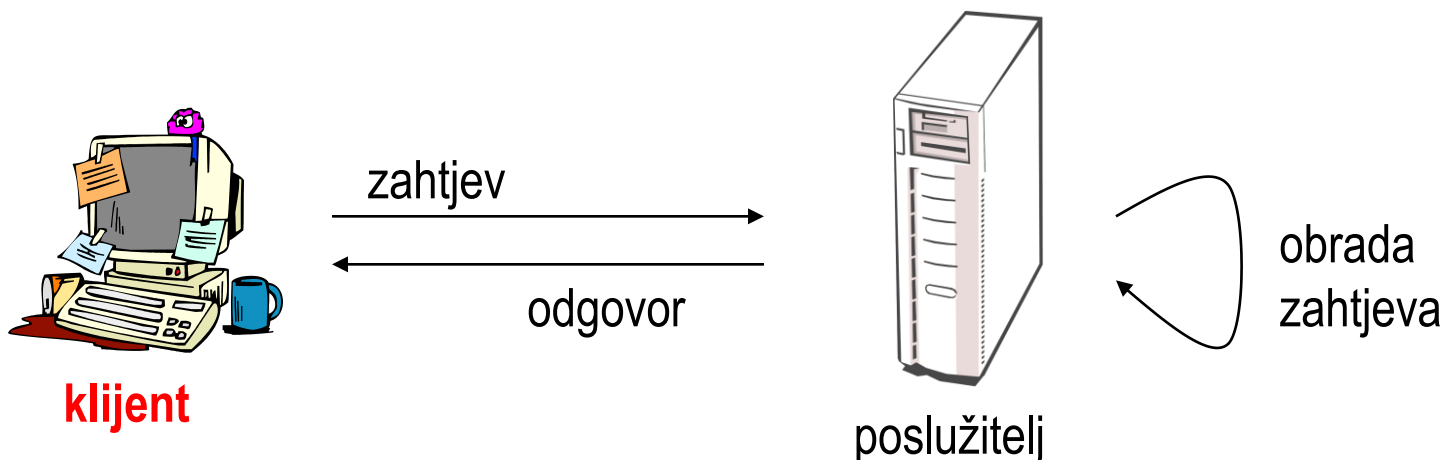
- ◆ **postoje i druga rješenja:**
 - pokretni kôd, pokretni agenti, i dr.

- ◆ ovisno o kontekstu, pojmovi **klijent**, odnosno **poslužitelja**, mogu se odnositi na:
 - klijentsko **računalo** ili klijentski **proces**
 - poslužiteljsko **računalo** ili poslužiteljski **proces**
- ◆ **proces** je instanca izvođenja (klijentskog ili poslužiteljskog) **programa**
- ◆ programi klijenta i poslužitelja mogu se izvoditi na istom računalu, ali glavna prednost je u mrežnom radu
- ◆ u daljnjim razmatranjima, uglavnom ćemo govoriti o klijentima i poslužiteljima u smislu **procesa**

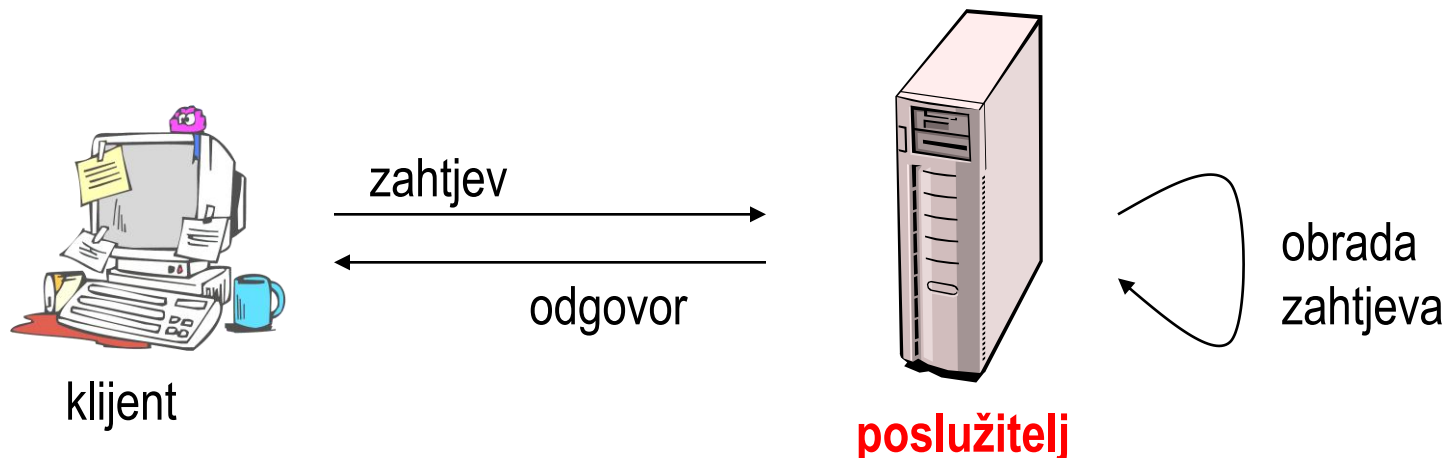
- ♦ izvedba usluge u modelu klijent/poslužitelj podijeljena je između programa *klijenta* i programa *poslužitelja*
- ♦ koristi se u većini internetskih usluga
- ♦ komunikacija se temelji na nizu zahtjeva i odgovora:
 - klijent traži uslugu od poslužitelja (slanjem zahtjeva)
 - poslužitelj obrađuje zahtjev i odgovara klijentu šaljući rezultat obrade



- ◆ “program klijenta” je programska podrška koja omogućuje računalu da djeluje kao *klijent* u opisanom modelu
- ◆ proces izvođenja klijentskog programa najčešće pokreće korisnik
- ◆ osnovni zadaci:
 - pruža **korisničko sučelje** koje korisniku omogućuje slanje zahtjeva poslužitelju
 - odgovarajuće formatira zahtjev kako bi ga poslužitelj mogao “razumjeti”
 - odgovarajuće formatira poslužiteljev odgovor kako bi ga korisnik mogao razumjeti



- ◆ program poslužitelja je programska podrška koja omogućuje računalu da djeluje kao *poslužitelj* u opisanom modelu
- ◆ proces izvođenja poslužiteljskog programa najčešće se pokreće automatski, prilikom pokretanja operacijskog sustava
- ◆ osnovni zadaci:
 - osluškuje i prihvaća zahtjeve klijen(a)ta
 - obrađuje zahtjeve i odgovara šaljući rezultat obrade klijentu(ima)



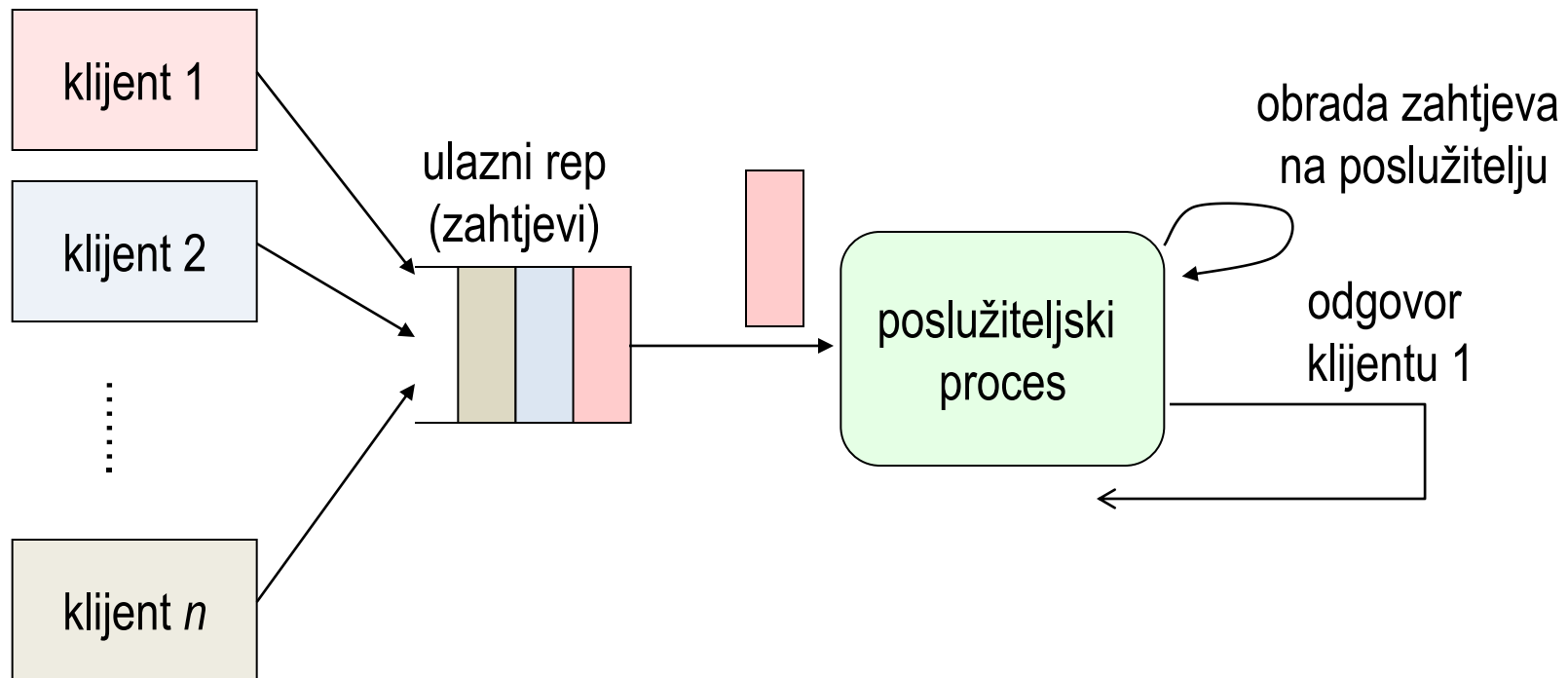
◆ klasifikacija prema pamćenju stanja može biti:

- memorijski, čuva (pamti) stanje (engl. *statefull*)
 - obrada zahtjeva ovisi o rezultatu obrade prethodnih zahtjeva
 - pogodan za obradu niza međusobno povezanih zahtjeva
 - može se modelirati automatom stanja
- bezmemorijski, ne čuva (ne pamti) stanje (engl. *stateless*)
 - obrada svakog zahtjeva je neovisna o prethodnima
 - pogodan za obradu pojedinačnih, međusobno neovisnih zahtjeva
 - jednostavan model, samo jedno stanje - “obradi i zaboravi”

◆ klasifikacija prema načinu obrade zahtjeva:

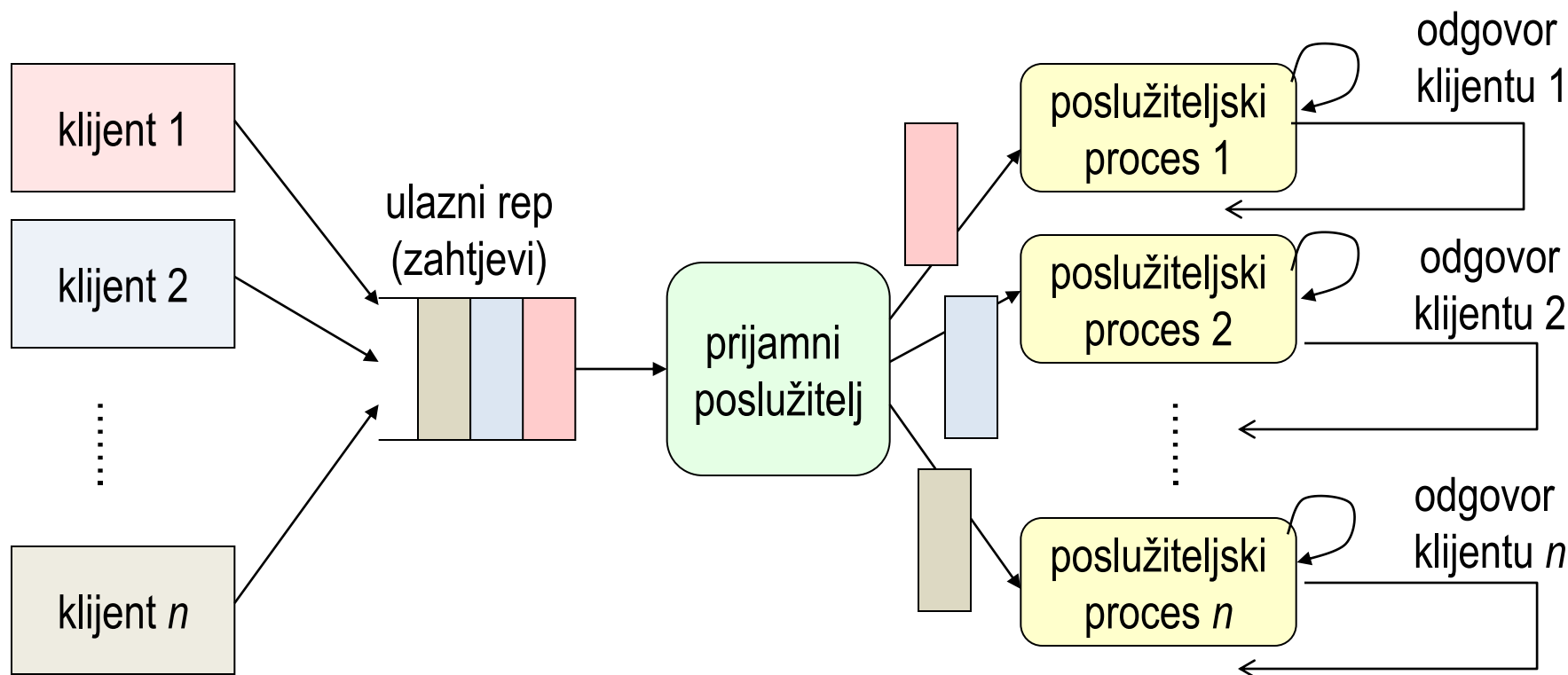
- iterativan
- konkurentan

- ♦ zahtjevi se obrađuju *iterativno*, tj. jedan-po-jedan
- ♦ poslužiteljski proces obrađuje zahtjeve i šalje odgovore
- ♦ jednostavniji; pogodan za zahtjeve s kratkim vremenom obrade



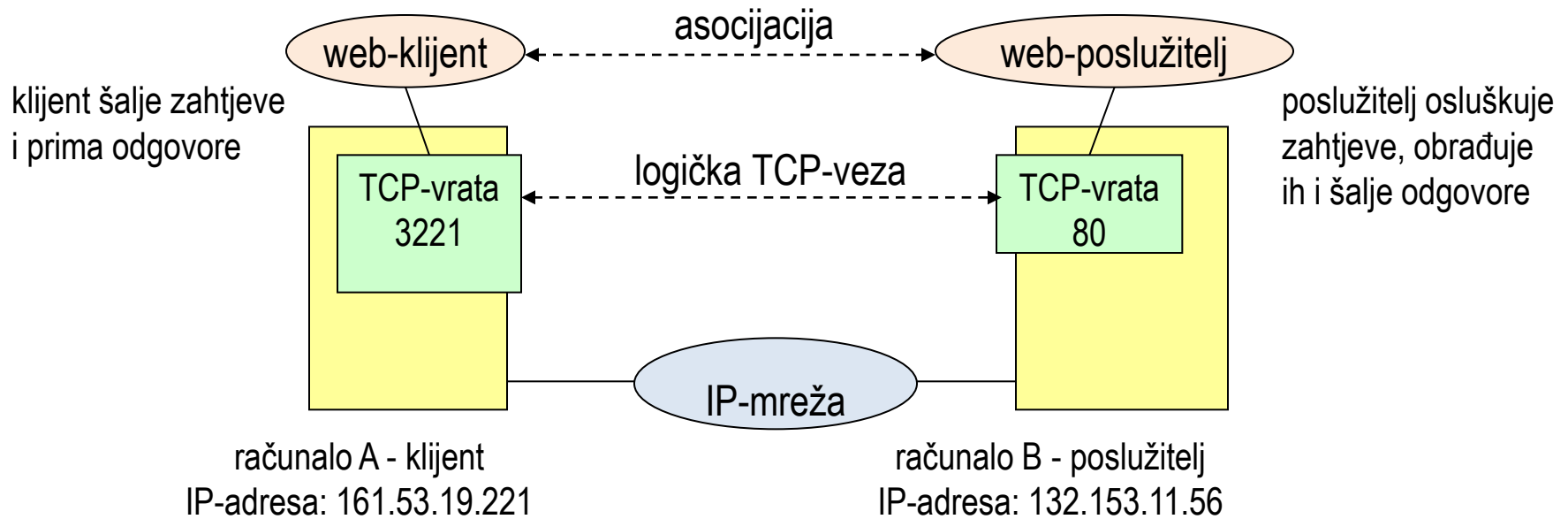
Konkurentni poslužitelj

- ◆ zahtjevi se obrađuju *konkurentno*
- ◆ prijamni poslužitelj prima zahtjeve, ali ih ne obrađuje sam, već raspoređuje posao obrade i odgovora na poslužiteljske procese
- ◆ složeniji; pogodan za više istovremenih ili dugotrajnijih obrada zahtjeva



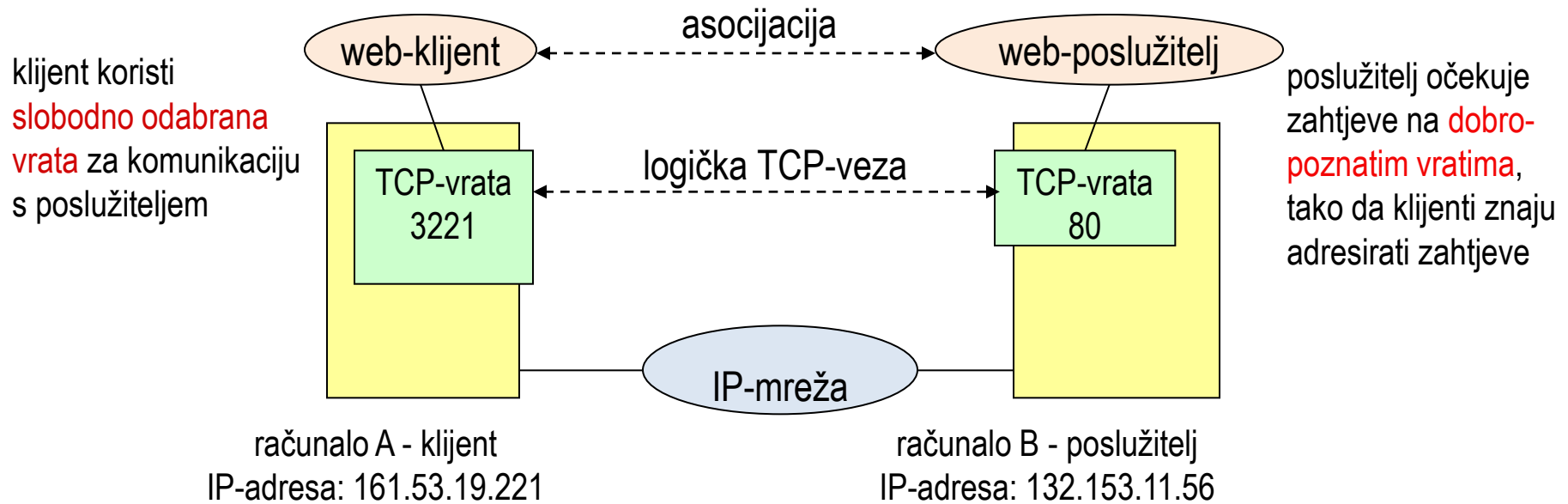
Asocijacija klijenta i poslužitelja

- ◆ asocijacija: uspostavljen odnos između procesa klijenta i poslužitelja povrh jedne transportne veze (npr. logička TCP-veza) ili povezanosti (npr. UDP-binding)
- ◆ za asocijaciju između klijenta i poslužitelja mora se znati:
 - aplikacijski protokol
 - IP-adrese klijenta i poslužitelja
 - transportni protokol (TCP/UDP) i brojeve vrata za klijentski i poslužiteljski proces



pitanje: kako klijent “zna” kamo uputiti zahtjev?

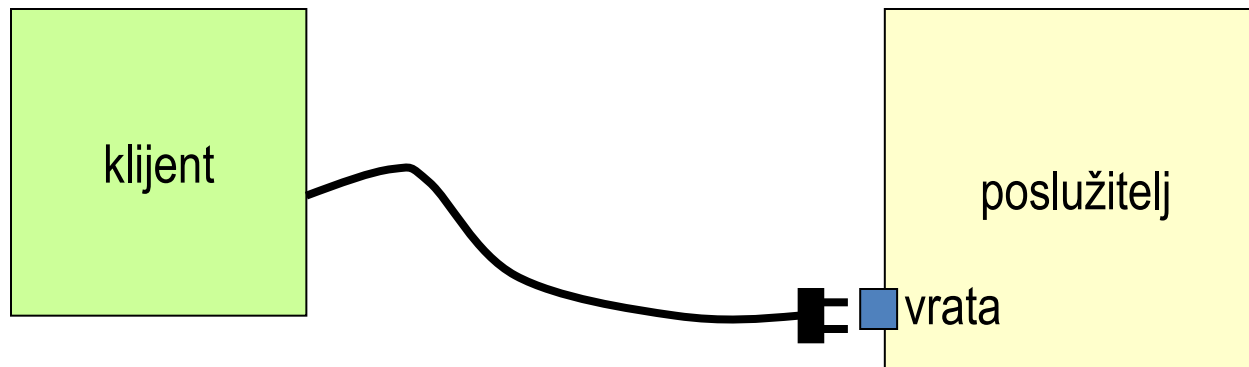
- ◆ klijent mora unaprijed znati adresu poslužitelja da bi mu pristupio
- ◆ na razini cijelog Interneta, unaprijed su definirana *dobro-poznata vrata* (engl. *well-known port*) za standardne internetske usluge
- ◆ za usluge koje nemaju dobro-poznata vrata, mora postojati neki drugačiji način (npr. imenička usluga)



- ♦ *dobro-poznata vrata*: 0-1023 su “rezervirana” za standardne usluge
- ♦ primjeri nekih dobro-poznatih vrata:

Keyword	Decimal	Description
-----	-----	-----
ftp-data	20/tcp	File Transfer [Default Data]
ftp-data	20/udp	File Transfer [Default Data]
ftp	21/tcp	File Transfer [Control]
ftp	21/udp	File Transfer [Control]
ssh	22/tcp	SSH Remote Login Protocol
ssh	22/udp	SSH Remote Login Protocol
telnet	23/tcp	Telnet
telnet	23/udp	Telnet
...		
smtp	25/tcp	Simple Mail Transfer
smtp	25/udp	Simple Mail Transfer
...		
domain	53/tcp	Domain Name Server
domain	53/udp	Domain Name Server
...		
http	80/tcp	World Wide Web HTTP

- ♦ *socket* (priključnica) je programska apstrakcija krajnje točke komunikacije između klijenta i poslužitelja

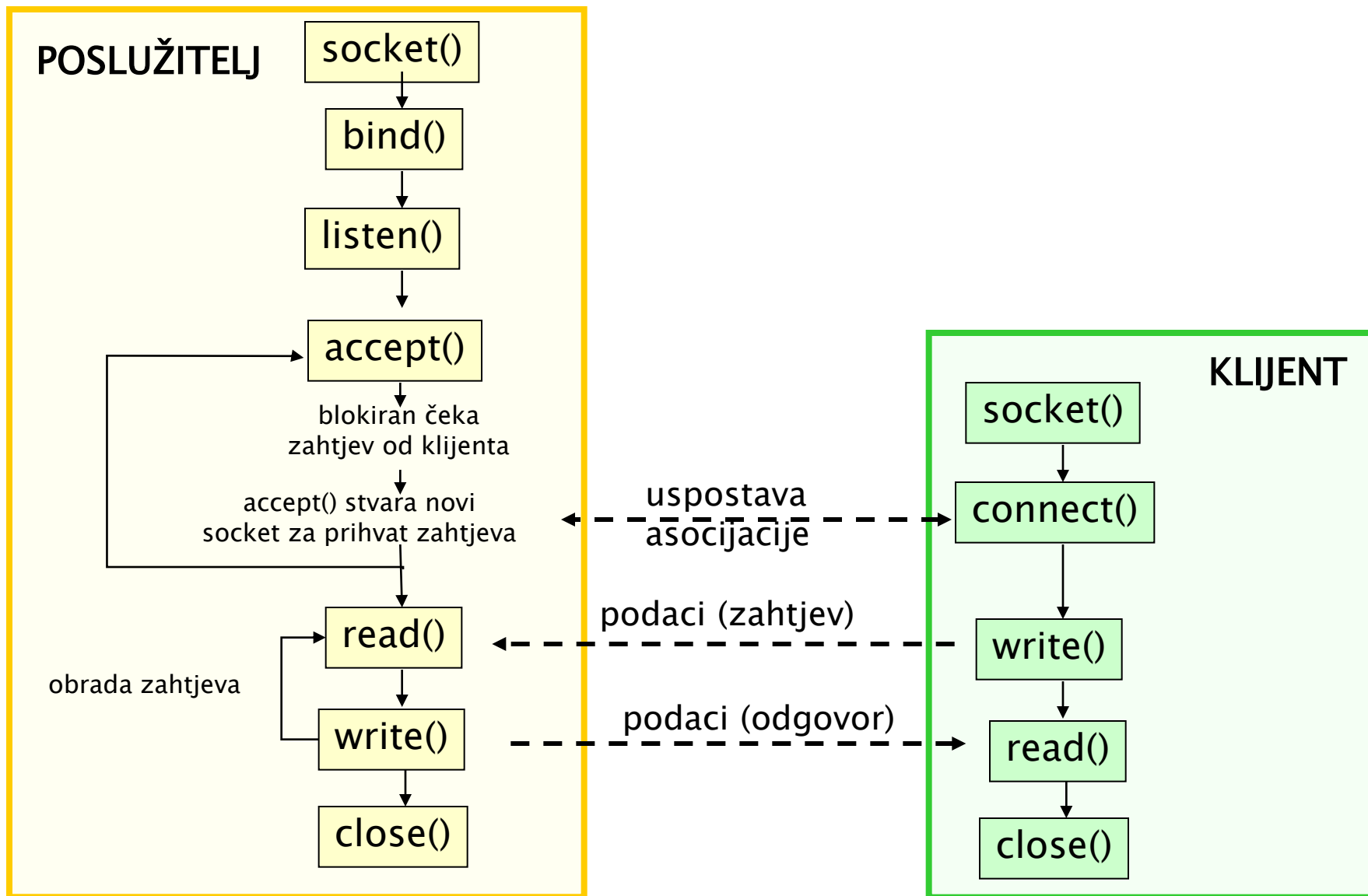


- ideja: klijent se “prikluči” na vrata poslužitelja
- “priključenjem” se stvara asocijacija između procesa – to je pretpostavka za daljnju komunikaciju

socket = (IP-adresa, transportni protokol, broj vrata)

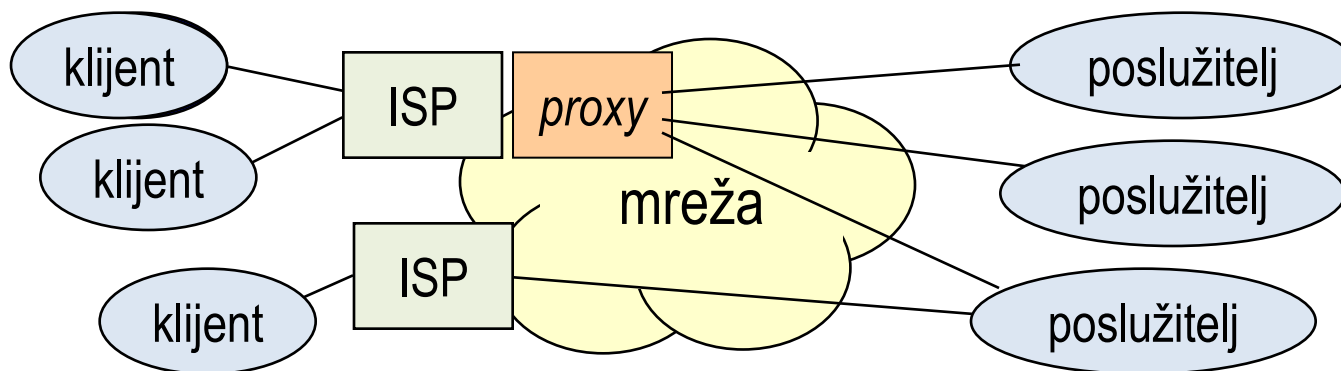
- primjer: priključnica na strani web-poslužitelja (161.53.19.220, TCP, 80)

Socket API - tipične radnje klijenta i poslužitelja



Gdje usluge mogu biti smještene?

- ◆ na poslužitelju (uobičajen slučaj)
 - npr. pretraživači, e-trgovina, poslužitelji sadržaja i drugih usluga vezanih za odredište
- ◆ djelomično (i) na klijentu (npr. Java, JavaScript, ActiveX dodaci za Web, AJAX)
 - npr. provjera unesenih podataka na web-obrasцу prije slanja zahtjeva
- ◆ “negdje između”
 - posrednički poslužitelj (engl. *proxy*)



◆ “klasična” posrednička uloga

- dobavljanje podataka za klijenta od nekog drugog poslužitelja
- posredovanje pri dohvatit sadržaja (kompresija, filtriranje, anonimizacija, jezično prevođenje, ...)
- prikupljanje sadržaja s više poslužitelja

◆ međuspremnička uloga

- privremeno pohranjivanje sadržaja (engl. *caching*)
- pohranjivanjem sadržaja dobiva se brži odziv jer se često traženi podaci uzimaju iz lokalnog spremnika umjesto s udaljenog poslužitelja (primjeri primjene: Web, DNS)

◆ nadzor i ograničenje pristupa

- filtriranje prometa (primjer: *firewall*)
- ograničenja u dolasku ili odlasku, najčešće na rubu interne poslovne mreže

◆ Osnove internetskih usluga

- usluge i aplikacijski protokoli
- modeli izvedbe usluga
- pronalaženje usluga
- programska podrška

◆ Sustav domenskih imena

- prostor domenskih imena
- registracija imena
- organizacija i izvedba sustava DNS

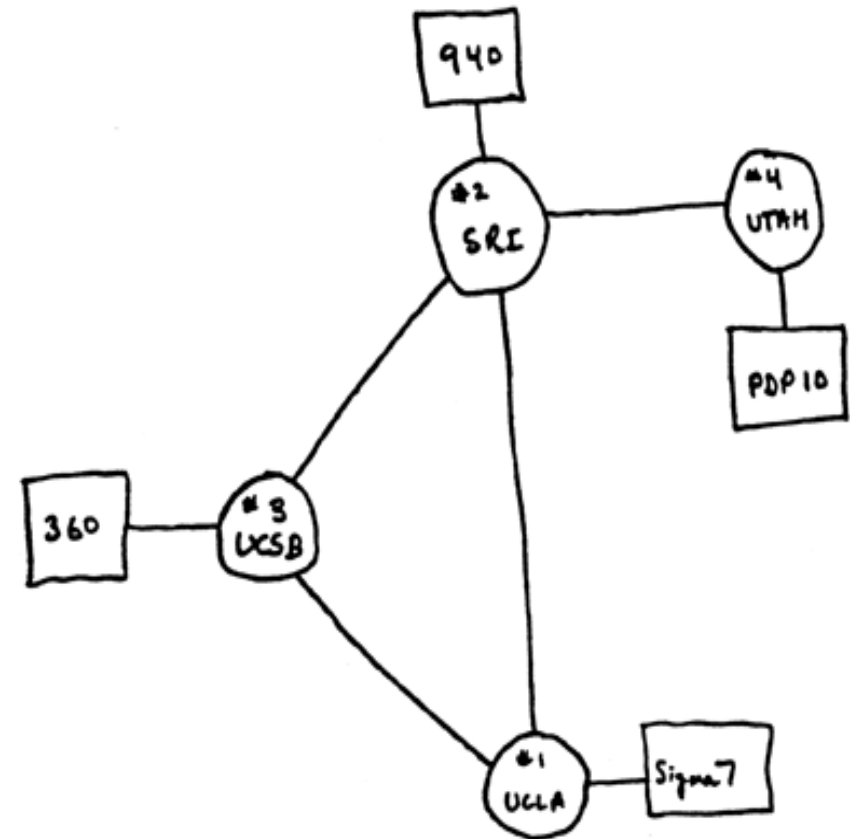
- ◆ engl. **Domain Name System (DNS)**
- ◆ “imenik Interneta”
- ◆ pridružuje razne vrste informacija imenu domene
- ◆ najčešća uporaba: pridruživanje numeričke IP adrese lako pamtljivom imenu računala (postoje i druge uporabe)

- ◆ primjeri:

www.fer.hr	↔	161.53.72.23
www.hakom.hr	↔	213.149.32.101
www.croatiaairlines.hr	↔	193.47.246.68

- ◆ DNS je jedna od sustavskih (infrastrukturnih) usluga u Internetu – njome se služe druge internetske usluge, a krajnji korisnici (uglavnom) ne

- ◆ IP adrese su od početka namijenjene strojnom adresiranju
- ◆ ljudima je lakše pamtit i simbolička imena računala, nego brojeve
- ◆ prvo rješenje - popis IP adresa i imena svih računala s kojima se komunicira – datoteka *hosts.txt*
- ◆ sredinom 1980.-tih godina javlja se potreba za skalabilnijim rješenjem – uvodi se **Domain Name System**



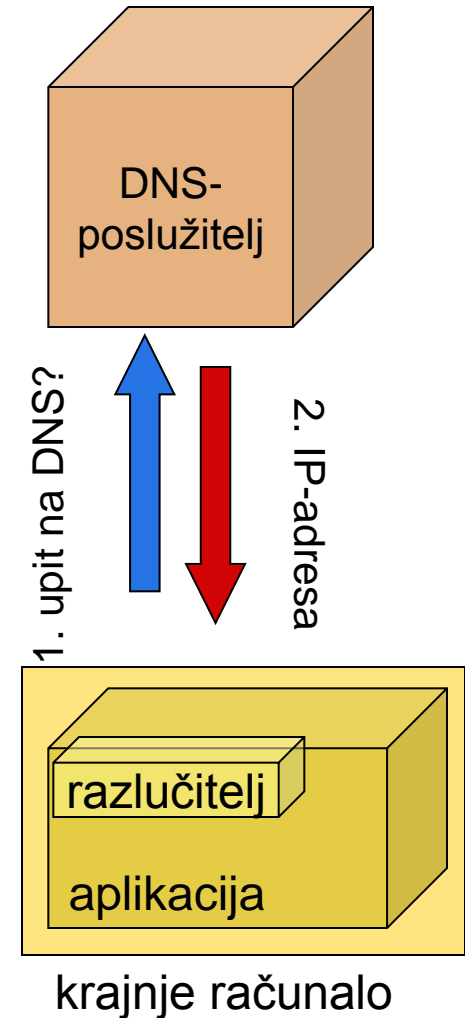
Skica ARPANET-a iz 1969. godine, 4 čvora
http://www.computerhistory.org/internet_history/

- ◆ korisnik pamti i rabi simboličke adrese, npr.:

- pristupa stranici weba na poslužitelju **www.fer.hr**
- piše poruku elektroničke pošte prijatelju na **ivo.ivic@fer.hr**

- ◆ računalni uređaji/procesi rabe IP-adrese

- aplikacijski program će prvo “u pozadini” pozvati funkciju **razlučitelja** (engl. *resolver*) sa simboličkim imenom kao parametrom
- razlučitelj će poslati upit DNS-poslužitelju i saznati IP-adresu odredišta
- aplikacija koristi dobivenu IP-adresu za, npr., uspostavu TCP-veze prema web-poslužitelju



◆ sustav domenskih imena

- “(...) ideja **hijerarhijskog sustava imena**, gdje hijerarhija grubo odgovara organizacijskoj strukturi, a za odvajanje razina hijerarhije u imenima koristi se znak ‘.’ (točka).” (RFC 1034)

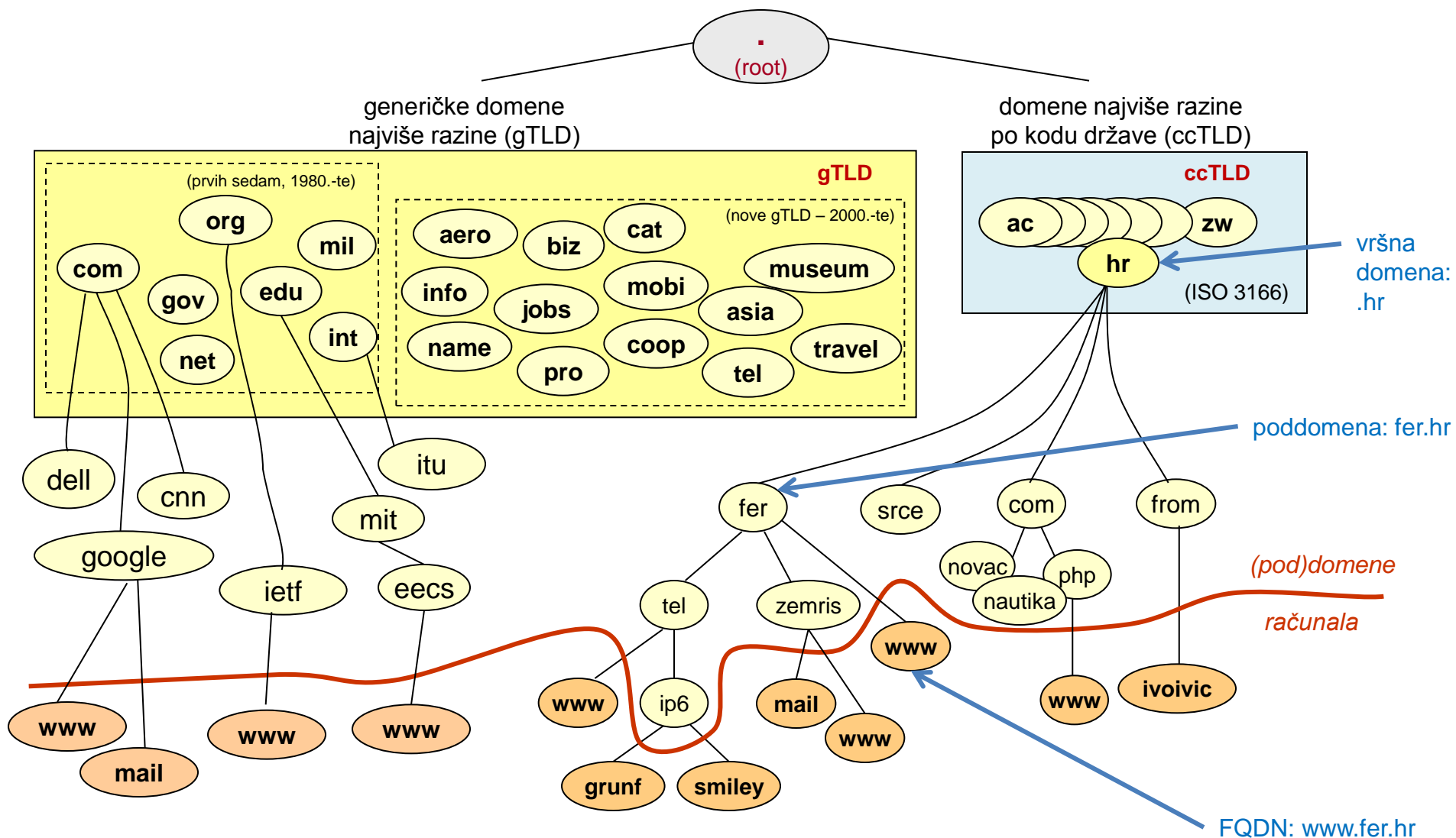
■ **domena**

- skupina (mrežnih sučelja) računalnih uređaja koje (najčešće) karakterizira pripadnost određenoj organizaciji
- može imati pod-domene, na primjer: .hr, .fer.hr, .tel.fer.hr, .zemris.fer.hr

■ **potpuno kvalificirano domensko ime** (engl. *Fully Qualified Domain Name*, FQDN)

- daje jedinstvenu identifikaciju krajnjeg računala – prelikava se na IP-adresu(e)
- općeniti oblik: računalo.poddomena.domena
- primjer: www.fer.hr

Prostor domenskih imena



*TLD - Top Level Domain

- ◆ Vrh hijerarhije (.)
- ◆ Domene najviše razine – vršne domene
 - **generičke domene najviše razine**
 - engl. *generic Top Level Domain* (gTLD)
 - ima ih samo 20: sedam početnih (.com, .edu, .gov, .int, .mil, .net, .org), te trinaest dodanih kasnije
 - u 2007. postignut dogovor o pravilima za otvaranje novih gTLD
 - **domene najviše razine prema kodu države**
 - engl. *country code Top Level Domain* (ccTLD)
 - ima ih više od 250
 - standardne dvoslovne oznake država (popis ISO 3166-1)
 - ccTLD za Hrvatsku - oznaka **.hr**
 - **posebna domena .arpa** za potrebe internetske infrastrukture
- ◆ Poddomene, hijerarhijski organizirane (stablo)

- hijerarhijom domena upravlja ICANN, odn. IANA
 - odgovornost za domenu delegira se nacionalnim i drugim tijelima (registrarima)
 - u Hrvatskoj: **CARNet**
 - upravljanje vršnom domenom .hr
 - registracija besplatnih domena unutar domene .hr
 - domene uz naplatu registriraju se putem ovlaštenih registrara (<http://www.carnet.hr/dns/administracija/registrari>)



The screenshot shows the CARNet website interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'O CARNetu', 'Kontakt', and a search bar. Below this is a sidebar with a menu for 'Domene' (Domains) including options like 'Administracija domena', 'Za registrare', 'Arbitraža', and 'Kontakt'. The main content area is titled 'DNS - Pretraživanje domena' (DNS - Domain Search) and contains three sections for searching different types of domains: '.hr', '.iz.hr, .from.hr i name.hr', and '.com.hr'. Each section has a text input field and a 'traži' (search) button. A contact information box on the left provides the phone number 0800 227 638 and a link to contact online.

CARNet DNS
služba
<http://www.dns.hr/>

◆ podaci:

- zapisi o domeni i o pojedinim računalima (engl. *Resource Record*)
- svaki zapis ima postavljen “rok trajanja” (engl. *Time To Live*)

◆ vrste zapisa:

- za razlučivanje IP-adrese krajnjeg računala:

zapis tipa **A**:

quark	IN	A	161.76.21.4
-------	----	---	-------------

- za razlučivanje imena i IP-adrese poslužitelja elektroničke pošte:

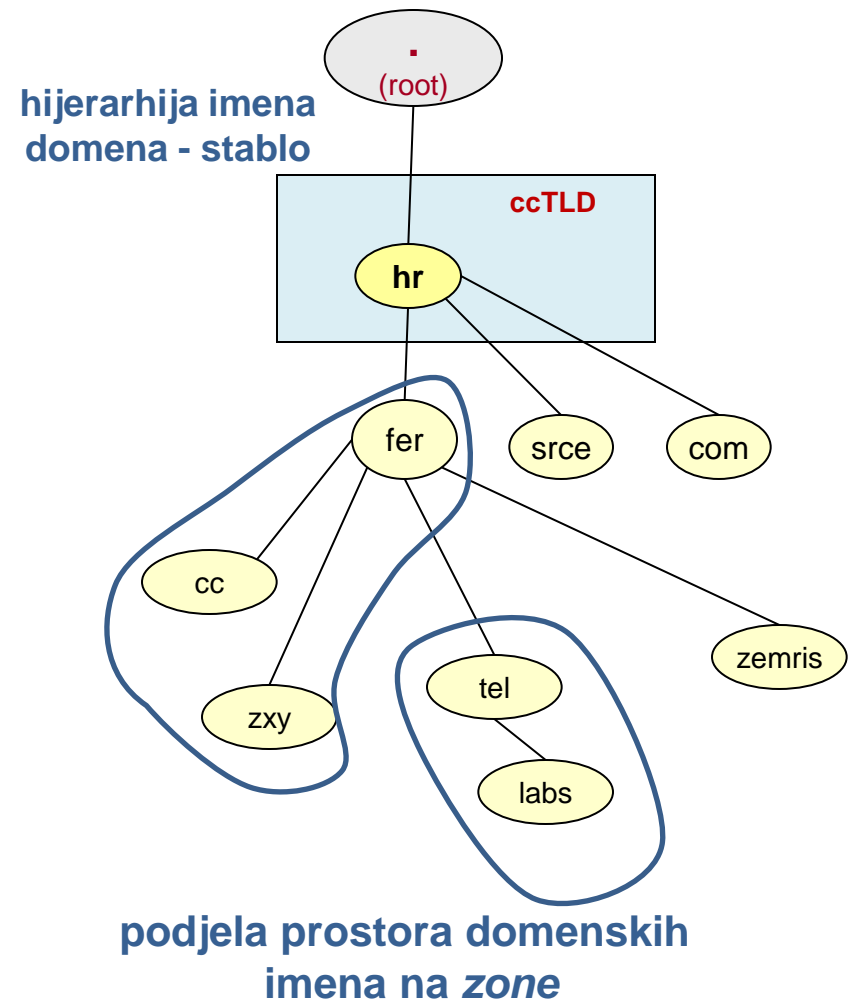
zapis tipa **MX** (mail exchange):

mail	IN	MX	161.76.21.10
------	----	----	--------------

- postoje i druge vrste zapisa, definira ih IANA

◆ DNS je organiziran kao
hijerarhijska distribuirana
baza podataka

- postoji vrhovni ili “korijenski” DNS-poslužitelj na vrhu hijerarhije
- niti jedan DNS-poslužitelj nema popis svih domenskih imena!
- neki DNS-poslužitelji nadležni su za dio prostora domenskih imena – to može biti **domena** ili **zona** (= više domena, dio “stabla”)



-

Postupak razlučivanja IP-adrese

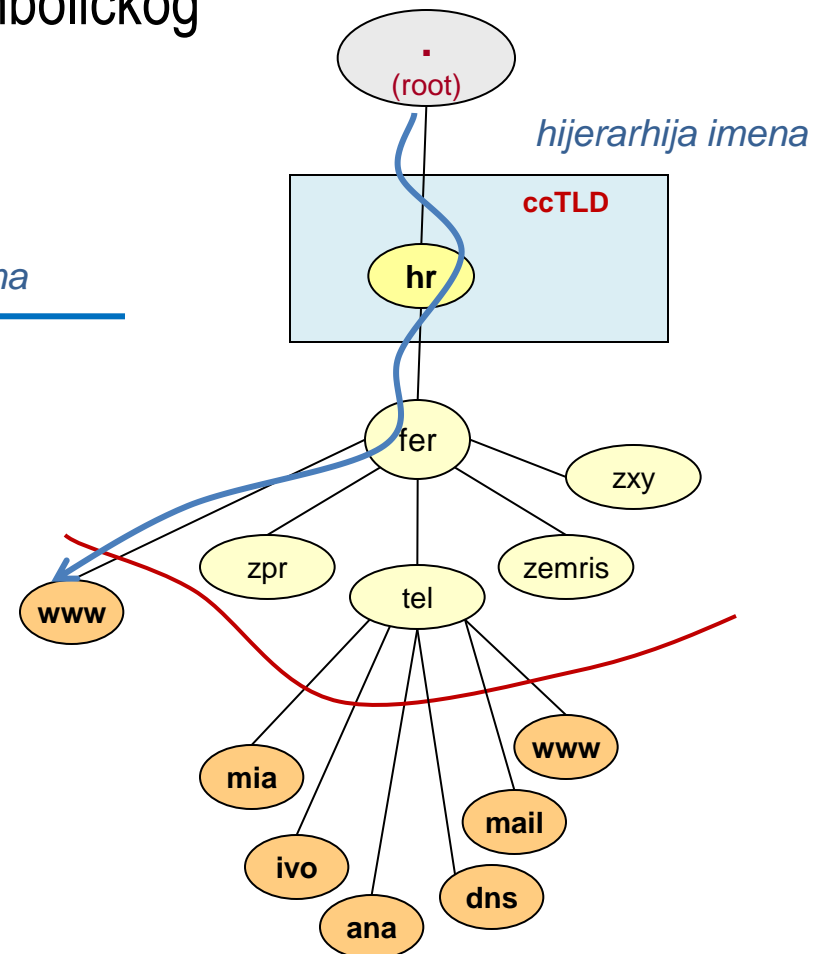
◆ logički gledano:

razlučivanje adrese = preslikavanje simboličkog imena u IP-adresu

← *hijerarhija imena*
računa.lo.poddomena.domena

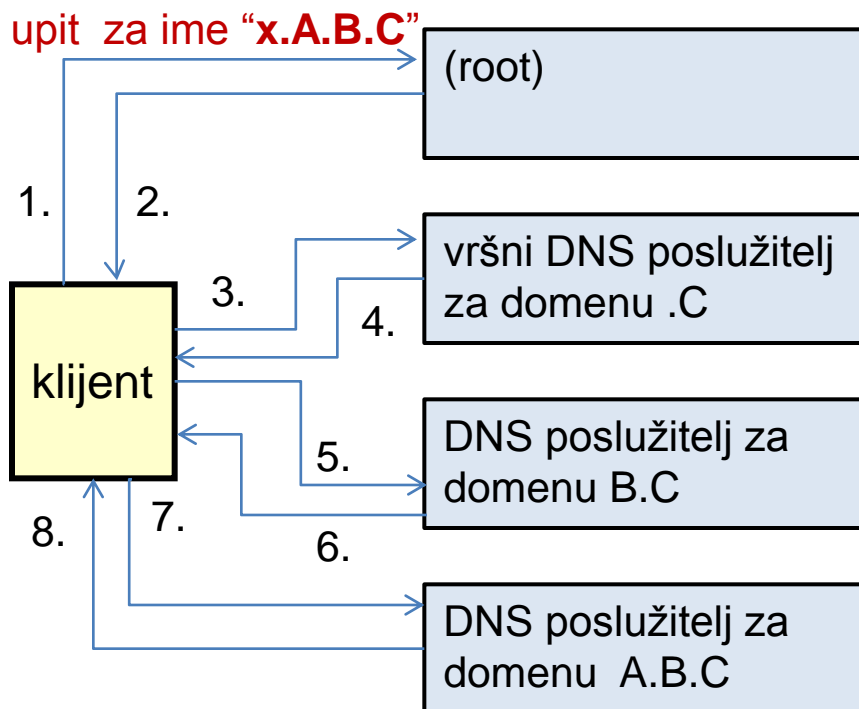
◆ izvedbeno:

“prolaz” kroz hijerarhiju stabla domenskih imena odgovara nizu upita prema poslužiteljima nadležnima za zonu/domenu



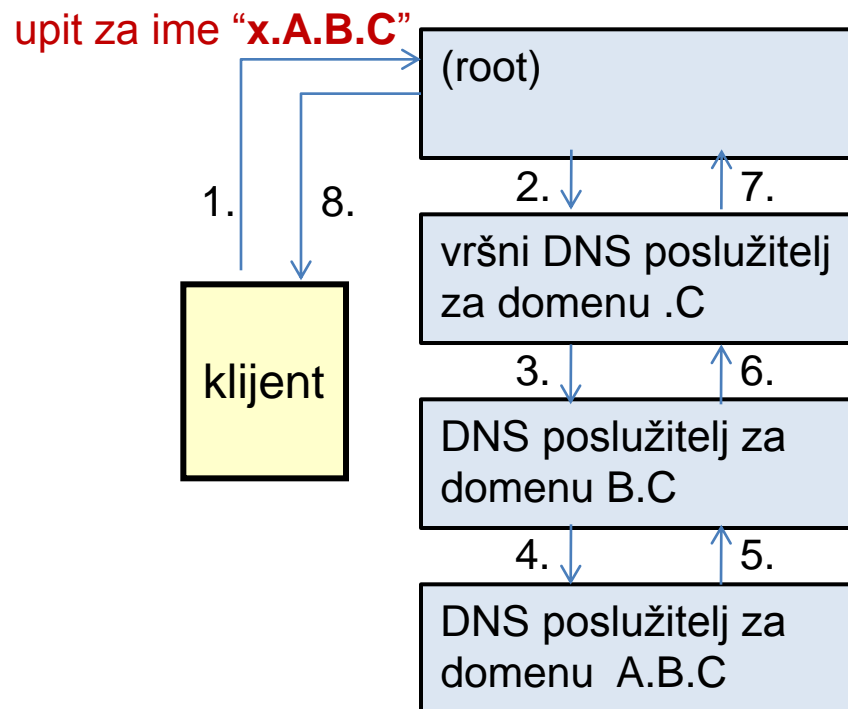
♦ iterativni način

- klijent uzastopno formira i šalje zahtjeve dok sam ne dođe do poslužitelja koji ima traženu informaciju

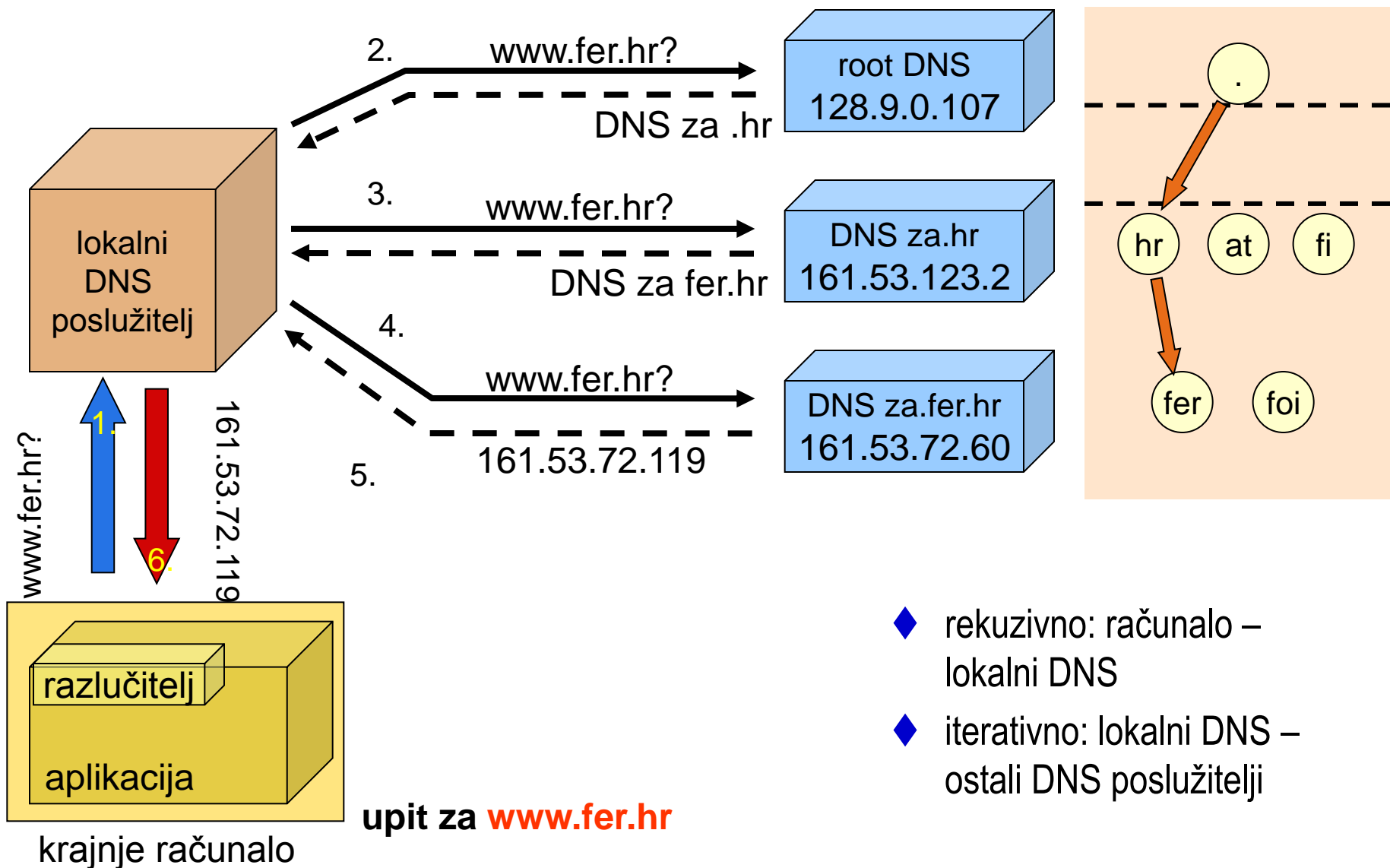


♦ rekurzivni način

- poslužitelj vraća traženu informaciju ako je ima; inače "pita dalje" (ponaša se kao klijent – rekurzija)

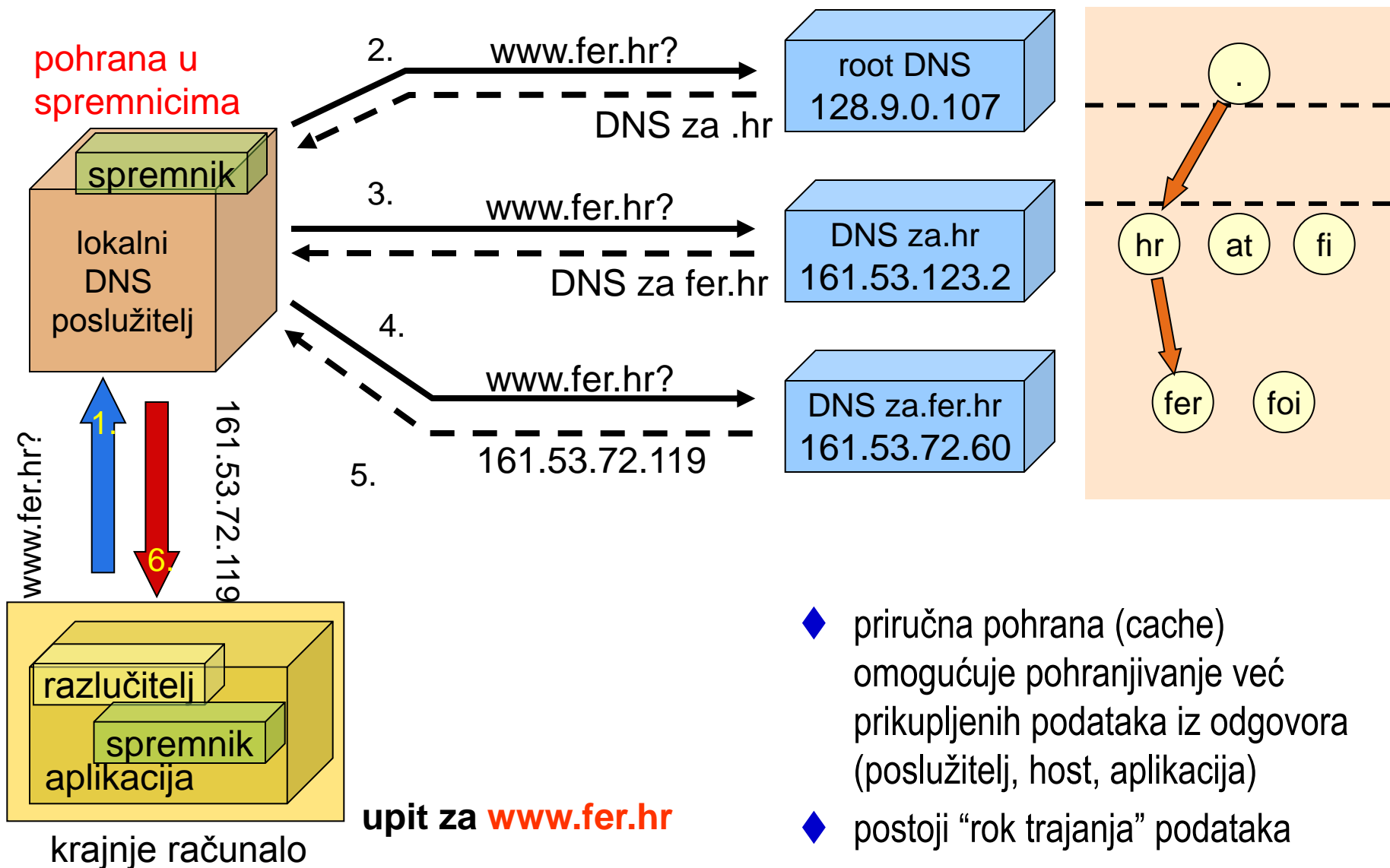


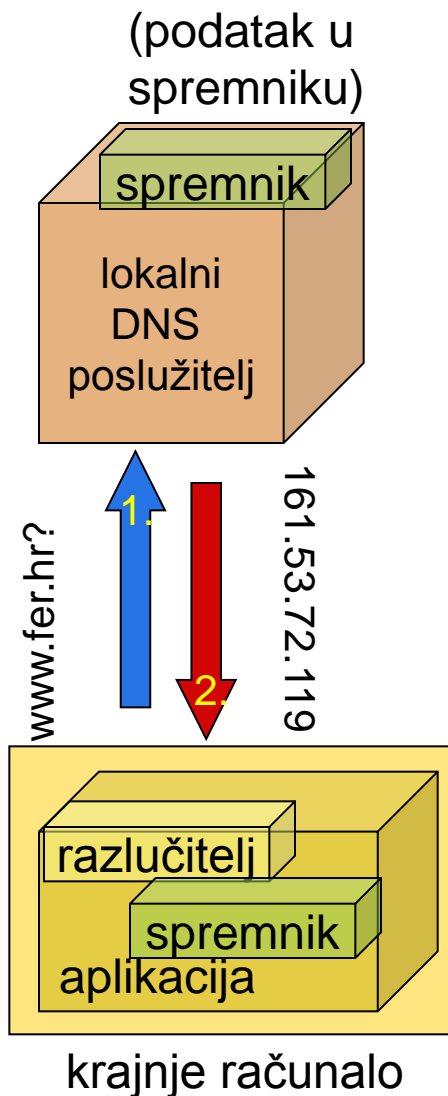
Način razlučivanja u praksi: rekurzivno + iterativno



- ◆ rekurzivno: računalo – lokalni DNS
- ◆ iterativno: lokalni DNS – ostali DNS poslužitelji

Način razlučivanja u praksi: priručna pohrana



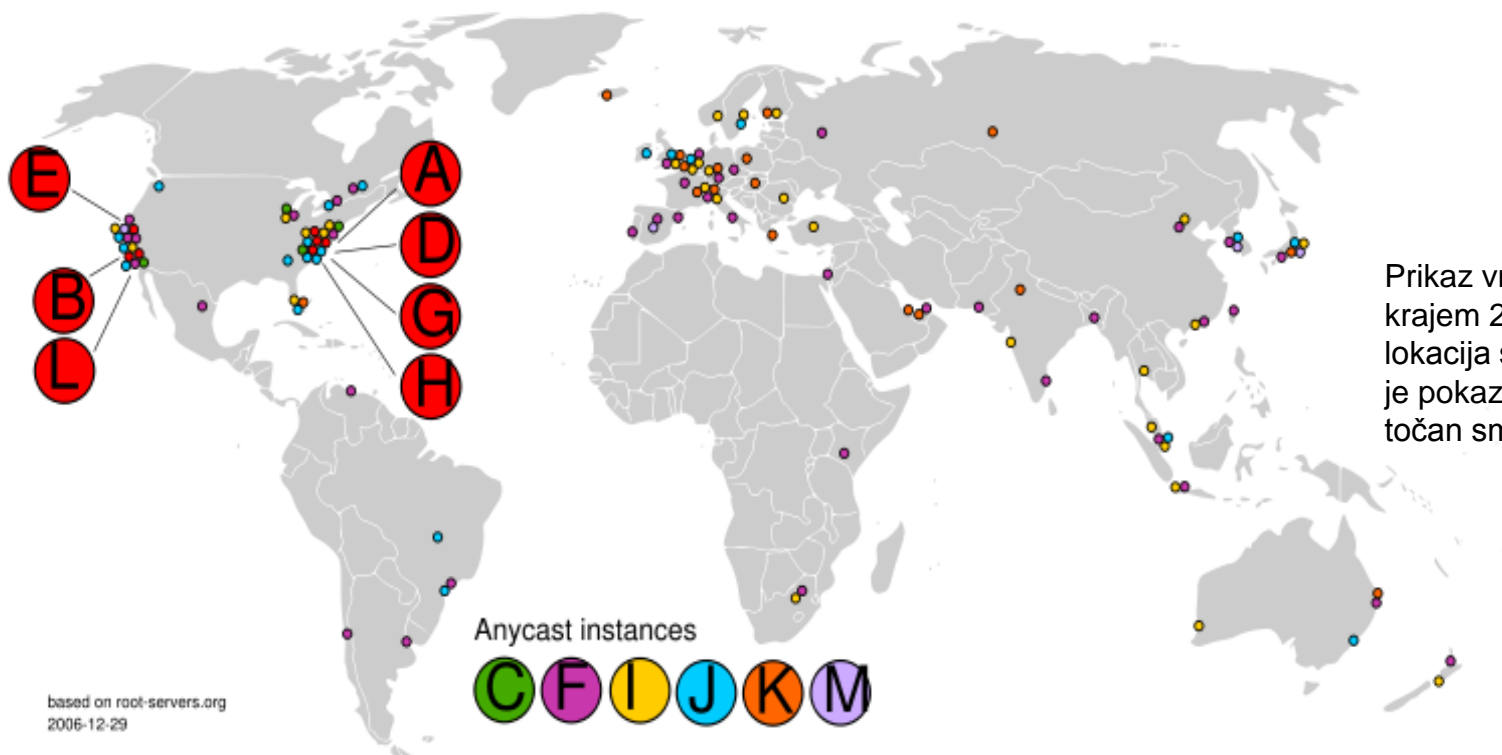


upit za **www.fer.hr**

- ◆ svi ranije pribavljeni podaci pohranjuju se u spremnicima i mogu se (za vrijeme roka važenja) ponovno iskoristiti
- ◆ u ovom primjeru to su.:
 - traženi podatak
 - adresa DNA-a za domenu fer.hr
 - adresa DNS-a za domenu .hr
- ◆ prednosti priručne pohrane:
 - brži odgovor na upit
 - smanjivanje opterećenja DNS poslužitelja prema vrhu hijerarhije

Izvedba “root” poslužitelja DNS

- ◆ Vrhovni ili “korijenski” DNS-poslužitelj na vrhu hijerarhije (engl. *root DNS server*)
 - u praksi, “**root server**” čini 13 poslužitelja (označenih slovima od a do m, npr. k.root-servers.net) uz više identičnih instalacija širom svijeta



Izvor: Matthäus Wander, 2006. Wikipedia Commons.

Primjer – nslookup (korisnik spojen putem ADSL-a)



```
C:\>nslookup  
Default Server:  mygateway1.ar7  
Address:  192.168.1.1
```

nslookup – alat za postavljanje DNS upita

```
> www.fer.hr  
Server:  mygateway1.ar7  
Address:  192.168.1.1
```

primjer 1:
upit za ime www.fer.hr

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name:      www.fer.hr  
Address:   161.53.72.119
```

tražena IP-adresa

```
.....
```

```
> www.zxyyz.hr  
Server:  mygateway1.ar7  
Address:  192.168.1.1
```

primjer 2:
upit za nepostojeće ime
(ili greška u pisanju ☺)

```
DNS request timed out.  
    timeout was 2 seconds.
```

```
*** Request to mygateway1.ar7 timed-out  
>
```

neuspješni ishod

Primjer – upit tipa A za računalo www.fer.hr



Nslookup Query the DNS for resource records

domain query type

server query class

port timeout (ms)

☐ no recursion ☐ advanced output

user: anonymous [161.53.19.70]
balance: 45 units
[log in](#) | [account info](#)

Central Ops .net

Sending DNS query for **www.fer.hr...**

[70.84.161.11] returned a **non-authoritative** response in 190 ms:

Answer records

name	class	type	data	time to live
www.fer.hr	IN	A	161.53.72.119	3600s (01:00:00)

“rok trajanja” zapisa

tražena IP-adresa

Authority records

name	class	type	data	time to live
fer.hr	IN	NS	branka.zesoi.fer.hr	3600s (01:00:00)
fer.hr	IN	NS	labs3.cc.fer.hr	3600s (01:00:00)

nadležni DNS

Primjer – upit tipa MX za domenu fer.hr



Nslookup Query the DNS for resource records

domain query type

server query class

port timeout (ms)

☐ no recursion ☐ advanced output

user: anonymous [161.53.19.70]
balance: 46 units
[log in](#) | [account info](#)

Central Ops .net

Sending DNS query for **fer.hr...**

[70.84.161.11] returned a **non-authoritative** response in 290 ms:

Answer records

name	class	type	data	time to live
fer.hr	IN	MX	preference: 10 exchange: labs3.cc.fer.hr	600s (00:10:00)

....

Authority records

name	class	type	data	time to live
fer.hr	IN	NS	branka.zesoi.fer.hr	3600s (01:00:00)
fer.hr	IN	NS	labs3.cc.fer.hr	3600s (01:00:00)

domensko ime
traženog poslužitelja

Primjer – upit tipa A za računalo www.google.com



Nslookup Query the DNS for resource records

domain query type

server query class

port timeout (ms)

☐ no recursion ☐ advanced output

source code: [view](#) | [download](#) *CentralOps.net*

[70.84.161.11] returned a **non-authoritative** response in 0 ms:

Answer records

name	class	type	data	time to live
www.google.com	IN	CNAME	www.l.google.com	542395s (6d 6h 39m 55s)
www.l.google.com	IN	A	209.85.165.103	176s (2m 56s)
www.l.google.com	IN	A	209.85.165.147	176s (2m 56s)
www.l.google.com	IN	A	209.85.165.99	176s (2m 56s)
www.l.google.com	IN	A	209.85.165.104	176s (2m 56s)

kanonsko ime
(jedinствeno)

više IP-adresa

kraći “rok trajanja” zapisa –
mogućnost raspoređivanja
opterećenja