

Računarske mreže 1

12. deo: Aplikativni sloj, DNS servis

Predavač:

Prof. dr Slavko Gajin, slavko.gajin@rcub.bg.ac.rs

Asistenti:

Stefan Tubić, stefan.tubic@etf.bg.ac.rs

Marko Mićović, micko@etf.bg.ac.rs

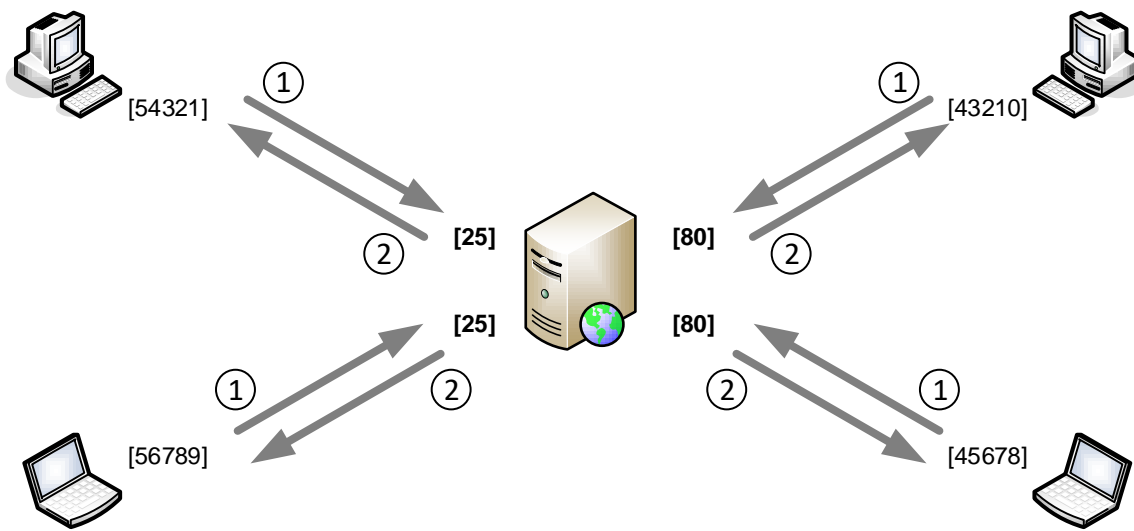
Kristijan Žiza, ziza@etf.bg.ac.rs

<http://elearning.rcub.bg.ac.rs>

2020. god

Klijent–Server komunikacija

- Serverske aplikacije
 - Aplikacije dostupne (otvorene) za pristup od strane proizvoljnih korisnika
 - Soket: unapred poznata IP adresa i poznat TCP ili UDP port
- Klijentske aplikacije
 - Aplikacije na strani korisnika koje iniciraju komunikaciju sa serverskim aplikacijama
 - Soket: proizvoljna IP adresa i dinamički dodeljen TCP ili UDP port
- Dvosmerna komunikacija između klijentskih i serverskih soketa
 - Zahtev od klijenta prema serveru
 - Odgovor servera prema klijentu

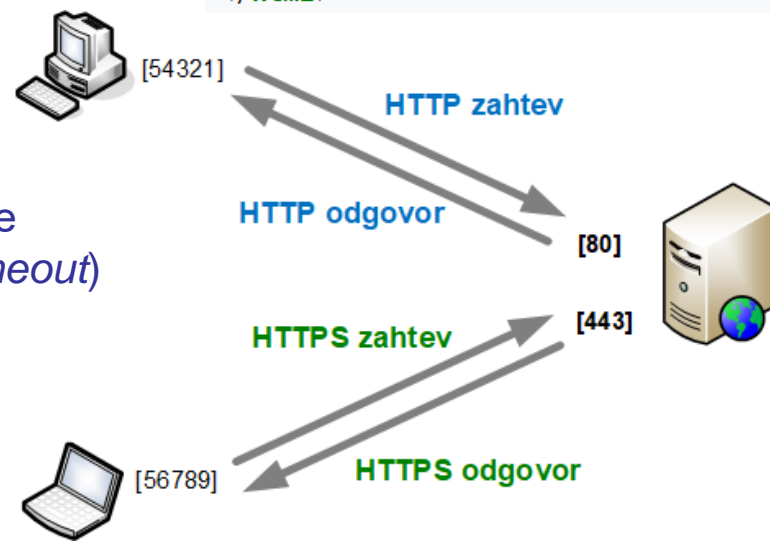


WWW – web servis



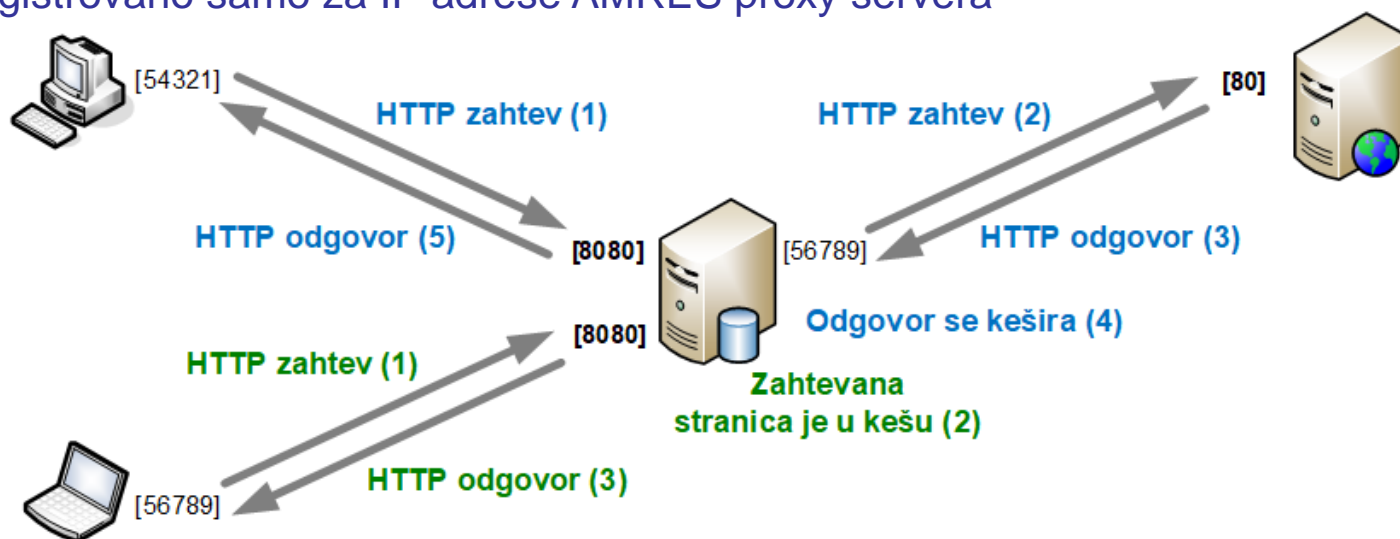
- WWW – *World Wide Web*,
 - Sir Timothy John Berners-Lee, 1989
- HTTP – *HyperText Transfer Protocol*, RFC 1945, RFC 2616
- Prenos tekstualnih poruka, sa posebnim tagovima i ugnježđenom strukturom
 - HTML – *HyperText Markup Language*, RFC 1866, ISO/IEC 15445:2000, na bazi SGLM (*Standard Generalized Markup Language*, ISO TR 9537)
 - Binarni podaci se referencijaru i prenose kao posebni objekti (slike, audio, video)
- HTTP – TCP port 80
- HTTPS – TCP port 443 (SSL/TLS - „Secure HTTP“)
- Dva moda za održavanje konekcija:
 - *Non-Persistent* – uspostavlja se TCP veza za svaki upit i nakon toga raskida
 - *Persistent* – uspostavlja se TCP veza i koristi za više odgovora još neko vreme, čak iako se ne koristi (*timeout*)
- Dva moda za praćenje konekcija:
 - *Stateless* – ne pamti se stanje aktivnosti klijenta
 - *Stateful* – pamti se od strane veb sajtova (*cookie*)

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>This is a title</title>
  </head>
  <body>
    <p>Hello world!</p>
  </body>
</html>
```



Proxy servis – Web Cache

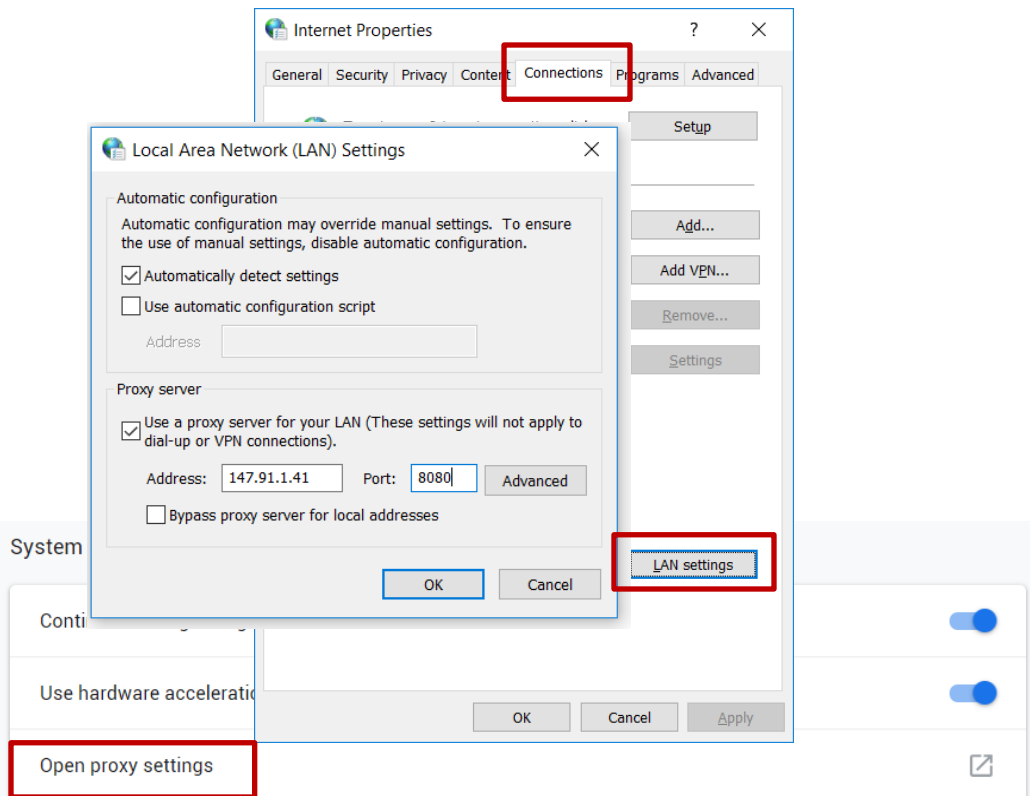
- Posredni server za HTTP protokol
 - Prethodno zahtevane stranice se keširaju i čuvaju neko vreme
 - Za ponovljeni zahtev, čak i od drugog korisnika, vraćaju se keširanim podacima
- Prednosti:
 - Brži odziv, optimizovana potrošnja Internet veze
 - Povećava privatnost korisnika (sakriva ih za spoljne servere)
 - Filtriranje saobraćaja - omogućava kontrolu pristupa (nedozvoljeni saobraćaj)
 - Omogućavanje pristup određenom sadržaju
 - KOBSON servis – pristup velikom broju naučnih časopisa samo preko AMRES mreže
 - Registrovano samo za IP adrese AMRES proxy servera



Proxy servis – podešavanje

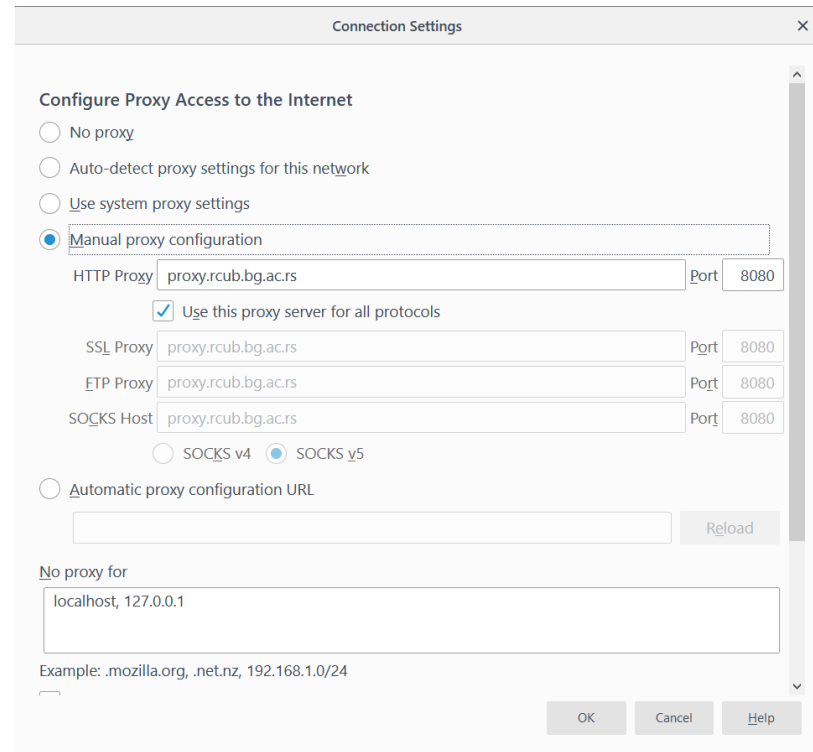
Google Chrome

- Settings > Advanced > System : Open proxy settings
- Windows Internet Properties > Connections > LAN setting



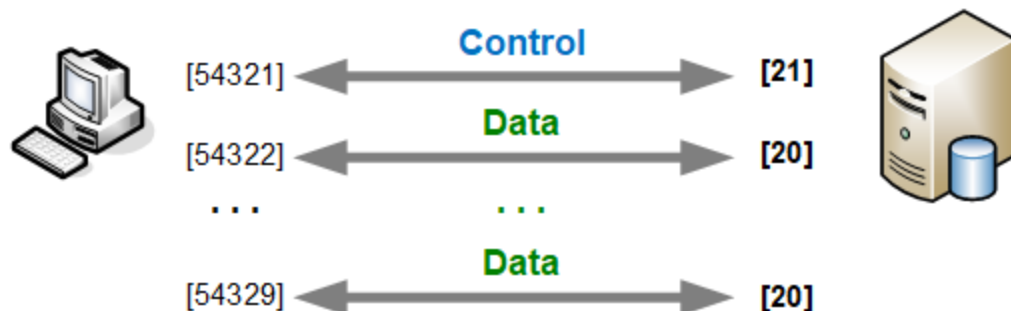
FireFox

- Options > Network Settings: Settings...
- Connections Settings



FTP – *File Transfer Protocol*

- Protokol prenosa datoteka, RFC 959, 1985.
- Koristi dve TCP konekcije:
 - Kontrolna konekcija – TCP port 21
 - 7-bitni ASCII tekst za zadavanje komandi:
 - USER, PASS, LIST, RETR, STOR
 - Korisnik koristi poseban program, loguje se, zadaje tekstualne komande (put, get, dir...)
 - Konekcija je otvorena dok je korisnik eksplicitno ne zatvori (quite)
 - *Stateful* – pamti se stanje aktivnosti klijenta
 - Konekcija za podatke – TCP port 20
 - Jedna konekcija za prenos jedne datoteke
 - Prenos u oba smera
 - Od klijenta do servera – put, STOR
 - Od servera do klijenta – get, RETR
- Danas se prenos datoteka obično realizuje preko veb servisa i HTTP protokola
- TFTP - „*Trivial FTP*“
 - UDP port 69



Email servis – Elektronska pošta

- **Slanje elektronske pošte**

- Od servera pošiljaoca do servera primaoca
- Od pošiljaoca do matičnog servera (gde pošiljalac ima otvorenu elektronsku poštu)

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol, RFC 821, RFC 5321

- 7-bit ASCII tekst – binarni podaci se enkoduju u tekst
- SMTP – TCP port 25
- SSL/TLS *encrypted* SMTP – TCP port 465 ili 587

- **Preuzimanje elektronske pošte**

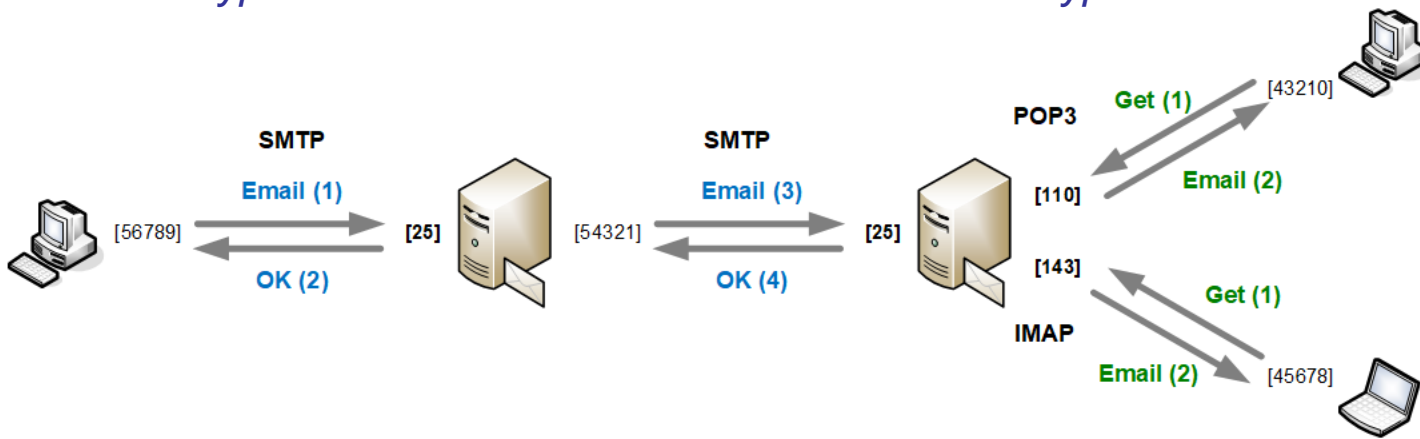
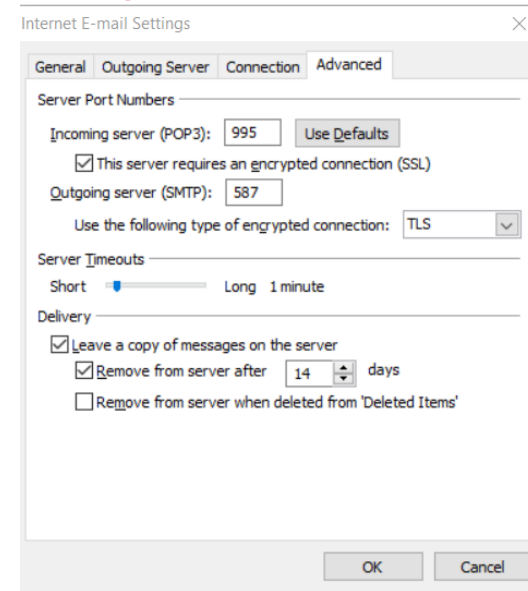
- Klijent pristupa matičnom serveru i preuzima pristiglu elektronsku poštu

- **POP3 – Post Office Protocol, v3**

- POP3 – TCP port 110
- SSL/TLS *encrypted* POP3 – 995

- **IMAP – Internet Mail Access Protocol**

- IMAP – TCP port 143
- SSL/TLS *encrypted* IMAP – 993



Udaljeni pristup uređajima

- **Telnet**, RFC 854, 1983
 - Udaljeni pristup tekstualnoj konzoli (CLI - *Command Line Interfejs*)
 - TCP port 23
 - Telnet na neki drugi port otvara TCP konekciju ka tom portu

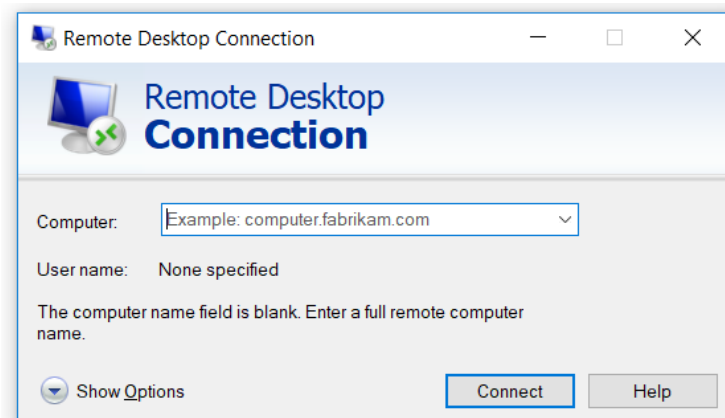
```
c:>telnet 11.22.33.44 80
```

```
Welcome to Microsoft Telnet Client

Escape Character is 'CTRL+]'

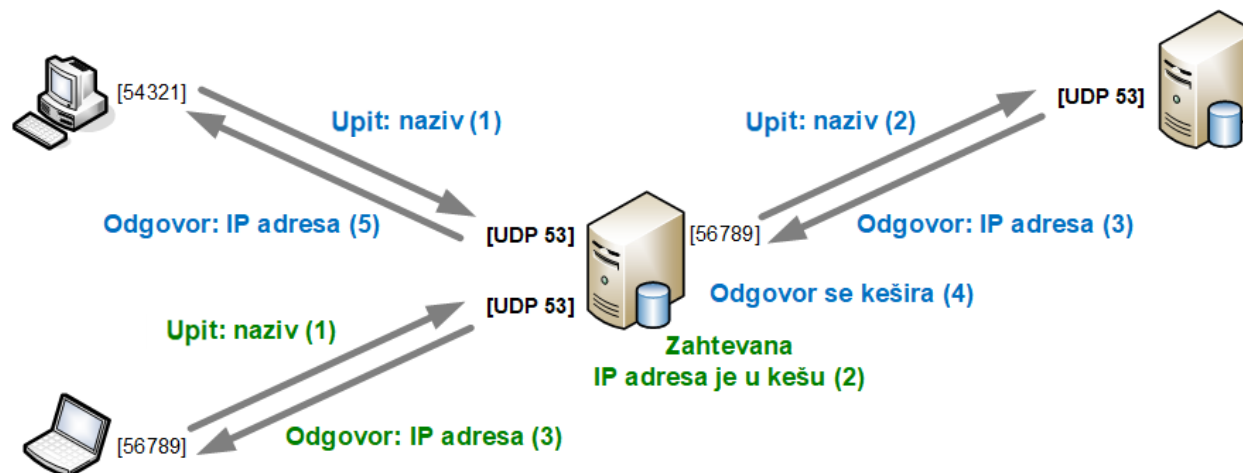
Microsoft Telnet> display
Escape Character is 'CTRL+]'
Will auth(NTM Authentication)
Local echo off
New line mode - Causes return key to send CR & LF
Current mode: Console
Will term type
Preferred term type is ANSI
Microsoft Telnet> status
Not Connected
Microsoft Telnet> \\ RemoteServer
```

- **SSH – Secure Shell** [RFC 4253]
 - Šifrovani udaljeni pristup tekstualnoj konzoli
 - TCP port 22
- **RDP – Remote Desktop Protocol** (Microsoft)
 - Udaljeni pristup grafičkoj konzoli (*Windows*)
 - TCP/UDP port 3389
 - RDP klijent – *Remote Desktop Connection* (*Windows, Linux, macOS, iOS, Android*)



DNS - *Domain Name System*

- **Servis za pretvaranje naziva u IP adrese**
 - Dizajniran 1983 i definisan u seriji RFC dokumenata: RFC 882, 883, 1034, 1035...
 - UDP port 53, po potrebi i TCP port 53
- **Bazična potreba**
 - IP adrese su zgodne za “mašinsko” korišćenje, ali nepraktične za korisnike
 - Potrebno je uvesti simbolička imena za rad korisnika, koja se u pozadini pretvaraju u IP adrese
- **Osnovna uloga**
 - Mapiranje simboličkih naziva uređaja u IP adrese



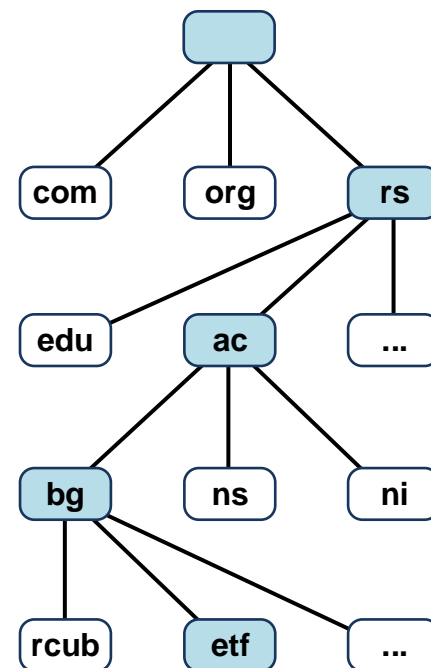
DNS - *Domain Name System*

- Uloga
 - Mapiranje simboličkih naziva uređaja u IP adrese
 - `www.etf.bg.ac.rs` => `147.91.14.227`
 - Mapiranje IP adresa u simboličke nazive uređaja
 - `147.91.14.227` => `www.etf.bg.ac.rs`
 - Definisanje hijerarhije domena – simboličkom imenu
 - Definisanje drugih podataka od interesa za domene (npr. email server za domen)
- Inicijalno (RFC 952, RFC 953, 1982)
 - Nazivi svih računara su bili definisani u jednoj datoteci - `HOSTS.TXT`
 - Datoteka je hostovana i ažurirana u *Stanford Research Institute*
 - Korisnici su preko mreže periodično preuzimali ovu datoteku i koristili je
- Danas
 - DNS – distribuirano definisanje i translacija IP adresa i imena
 - „hosts.txt“ datoteka postoji lokalno u operativnim sistemima i omogućava razrešavanje imena bez korišćenja DNS
 - Primer – sadržaj fajla „hosts.txt“:

<code>127.0.0.1</code>	<code>localhost</code>
<code>172.16.4.226</code>	<code>develop.mydomain.com</code>

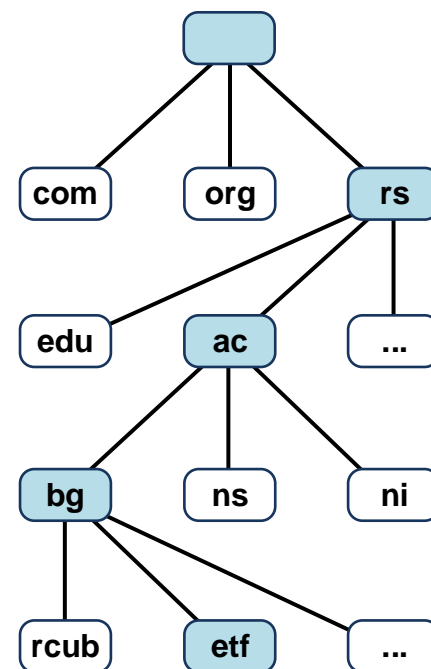
DNS struktura

- Hijerarhija imena u topologiji stabla
 - Koren stabla – *root* domen u oznaci praznog stringa (“ ”)
 - Čvor u stablu – simbolički naziv (ime)
- **Apsolutni naziv domena**
 - *Fully Qualified Domain Name* (FQDN)
 - Putanja od čvorova do korena stabla
 - Nazivi čvorova odvojeni znakom tačka
 - Koren stabla se ne piše (“ ”)
 - Obično se izostavlja tačka na kraju i podrazumeva pun naziv
 - Primer: “etf.bg.ac.rs.” ili “etf.bg.ac.rs”
- **Relativni naziv domena**
 - “Poddomen” nekog domena
 - Bez tačke na kraju celog naziva, implicitno se podrazumeva pun naziv domena ili naziv poddomena u zavisnosti od konteksta (npr. kod konfigurisanja)
 - Primer:
 - “etf” je poddomen domena “bg.ac.rs.”
 - “bg” je poddomen domena “ac.rs.”
- Nazivi računara (hostova)
 - Pripadaju određenom domenu (čvoru)
 - Listovi u stablu



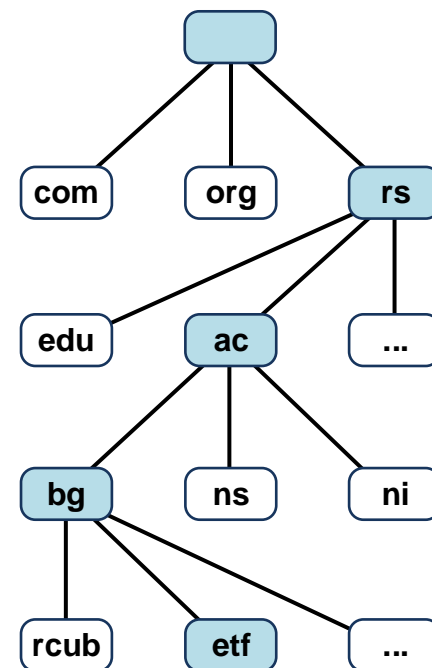
DNS struktura

- Puno ime domena ili hosta sastoji se od više delova (labela, segmenata):
 - Svaka labela maksimalno 63 karaktera
 - Maksimalna dužina punog imena – 255 karaktera
 - ASCII karakteri: slova, brojevi, “_”, “-”
 - *Case-insensitive*
 - Ne pravi se razlika između velikih i malih slova
- Naziv: aaaa.bbb.cc.
 - „cc“ je *Top Level Domain* (TLD)
 - „aaaa“, „bbb“ – labele - poddomeni
 - „aaaa“ – labela, može da bude i ime uređaja i ime poddomena
- Primeri:
 - etf.bg.ac.rs.
 - rti.etf.bg.ac.rs.
 - www.etf.bg.ac.rs.
 - www.etf.rs.



TLD - *Top Level Domains*

- **TLD – Poddomeni *root* domena**
- Inicijalni TLD domeni, RFC 1123, 1985:
 - Globalni *root* domen “.” – pripada SAD
 - com.
 - edu.
 - gov.
 - net.
 - org.
 - mil.
- ccTLD – *County Code TLD*
 - Pripadaju pojedinačnim državama
 - Dodeljeni su po dvoslovnom ISO 3166 kodu zemlje
 - <http://www.iana.org/gtld/gtld.htm>
 - Primeri:
 - yu. - Yugoslavia
 - rs. – Republika Srbija
 - sr. – Surinam
 - eu. – European Union
 - ...

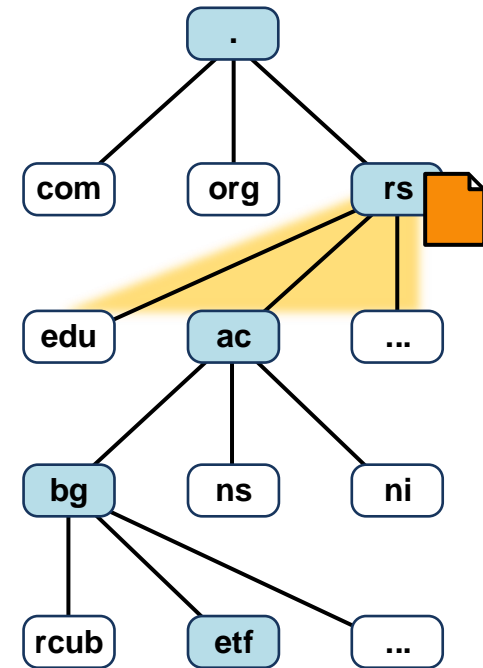


TLD - *Top Level Domains*

- Kasnije prošireni TLD:
 - aero.- for the air transport industry
 - biz.- for business use
 - com. - for commercial organizations, but unrestricted
 - coop. - for cooperatives
 - edu. - for educational establishments
 - gov. - for governments and their agencies in the United States
 - info. - for informational sites, but unrestricted
 - int. - for international organizations established by treaty
 - jobs. - for employment-related sites
 - mil. - for the U.S. military
 - museum. - for museums
 - name. - for families and individuals
 - net. - originally for network infrastructures, now unrestricted
 - org. - originally for organizations not clearly falling within the other gTLDs, now unrestricted
 - pro. - for certain professions
 - travel. - for travel agents, airlines, hoteliers, tourism bureaus
 - ...

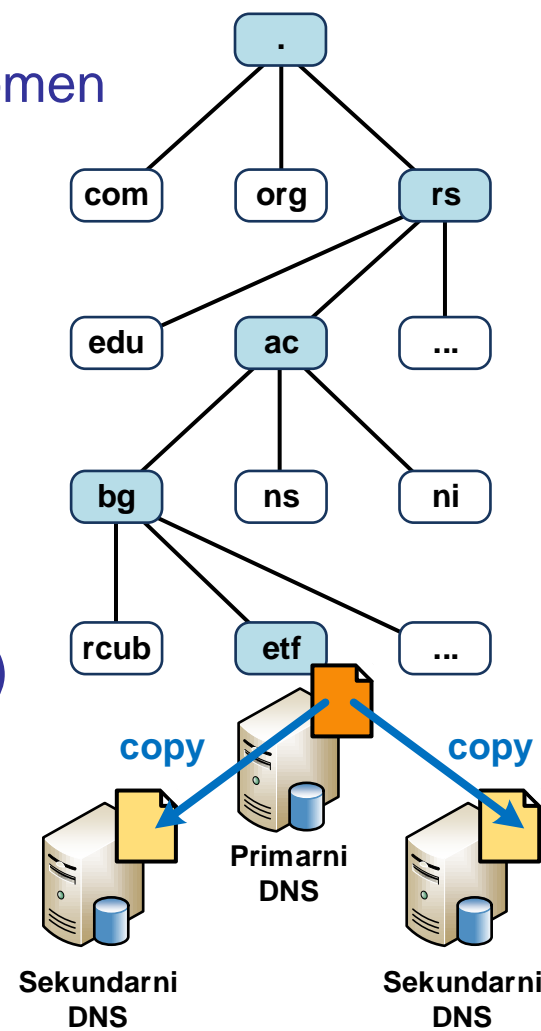
DNS organizacija

- Logička struktura je fizički organizovana na distribuirani način
 - Celo stablo je podeljeno u zone
- **Zona**
 - Deo stabla (jedan ili više čvorova)
 - Sadrži informacije o pripadajućim domenima
 - Obično jedna zona je jedan čvor (domen)
 - Administrativno pripada jednoj celini (firma, univerzitet, država itd.)
 - Tekstualna datoteka definisana na jednom serveru
 - **DNS ili NS server (*Name Server*)**
- **Delegacija zona (*Zone Delegation*)**
 - Zona domena definiše naziva poddomena (linkovi u hijerarhiji domena), dok su ostali podaci poddomena definisani u odvojenim zonama
- Topologija domena je tehnički potpuno nezavisna od topologije fizičkog povezivanja u mreži
 - Uređaji iz jednog domena mogu da pripadaju različitim, fizički odvojenim i udaljenim mrežama
 - Uređaji u jednoj fizičkoj mreži mogu da pripadaju različitim domenima



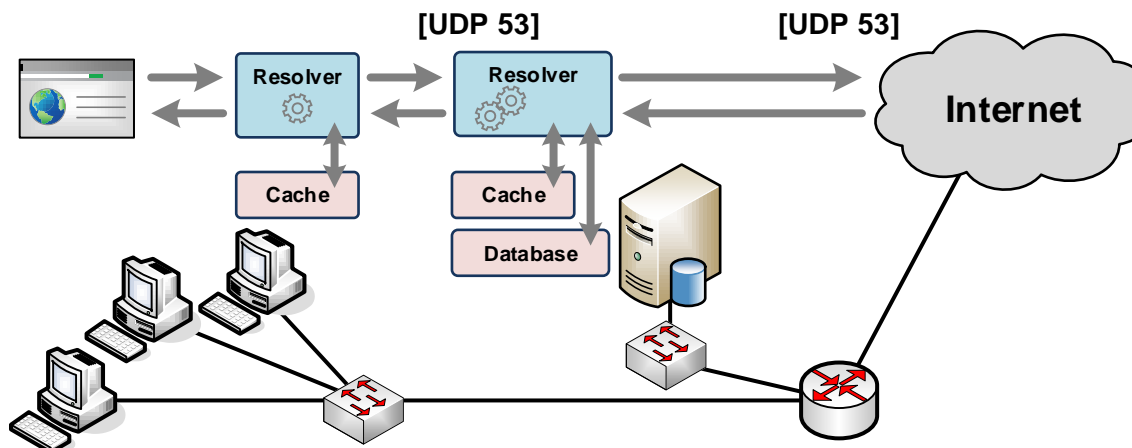
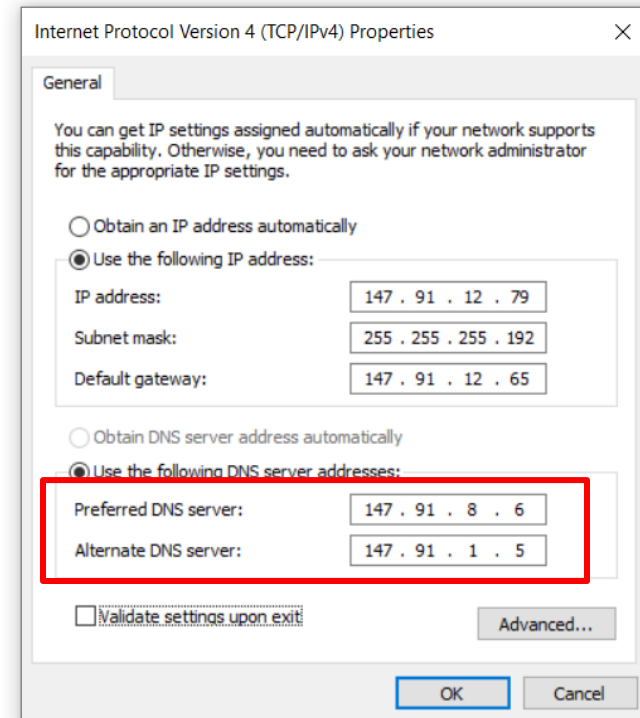
Princip rada

- **Primarni DNS server** (za neki domen)
 - DNS server na kome je definisana zona za neki domen
 - Svi podaci za taj domen i definicije poddomena
- **Sekundarni DNS server** (za neki domen)
 - DNS server koji periodično preuzima zonu od primarnog DNS servera – **transfer zone**
 - Preporuka je da postoji bar jedan sekundarni DNS server za svaki domen
- **Autoritativni DNS serveri** (za neki domen)
 - DNS serveri koji imaju celokupne zone za određene domene
 - Primarni i svi sekundarni DNS serveri
 - Ravnopravna uloga i primarnog i svih sekundarnih servera u razrešavanju imena
 - Rasterećen rad primarnog servera
 - Veća pouzdanost rada



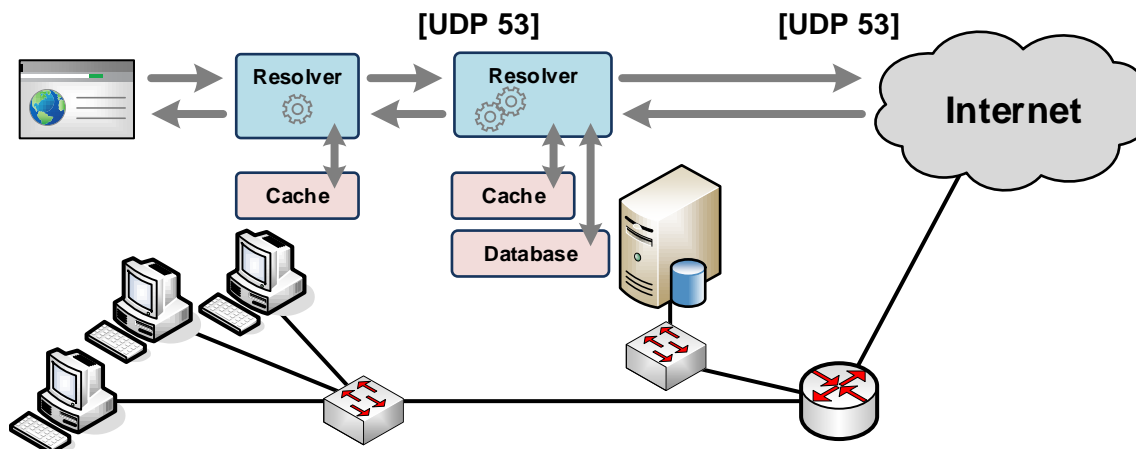
Razrešavanje imena

- DNS serveri razrešavaju upite klijenata
- Uređaji imaju lokalno podešene DNS servere kojima šalju upite
 - Windows - „Preferred“ i „Alternate“ DNS serveri (ne treba mešati sa primarnim i sekundarnim DNS serverima)



Razrešavanje imena

- Razrešavanje imena – nalaženje IP adrese za zadato ime
- **DNS Resolver**
 - Deo DNS softvera koji razrešava imena (uparuje nazive sa IP adresama)
 - Na strani klijenta – ako podataka nema u lokalnom kešu:
 - Šalje se upit lokalno podešenom DNS serveru (UDP/TCP port 53) (nije primarni DNS server!)
 - Na strani servera – ako podataka nema u lokalnom kešu ili bazi zona
 - Šalje se upit drugim DNS serverima, autoritativnih za pripadajući domen (primarni ili sekundarni serveri za određene domene)



Razrešavanje imena

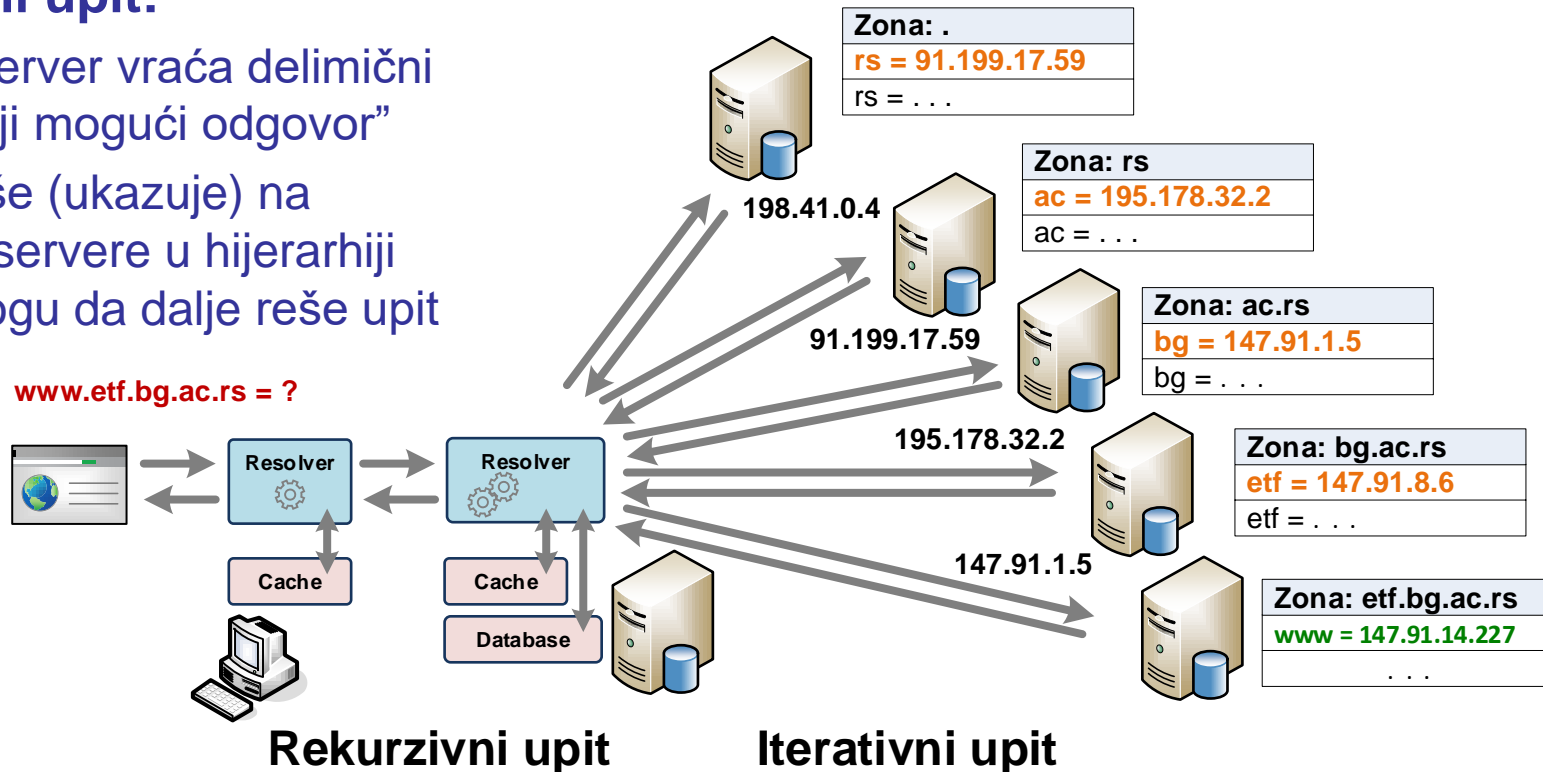
- Razrešavanje imena – dve vrste upita:

- **Rekurzivni upit**

- DNS server u potpunosti vraća konačan odgovor ili grešku
- Generalno je namenjen za upite klijenata prema serveru

- **Iterativni upit:**

- DNS server vraća delimični “najbolji mogući odgovor”
- Referiše (ukazuje) na druge servere u hijerarhiji koji mogu da dalje reše upit



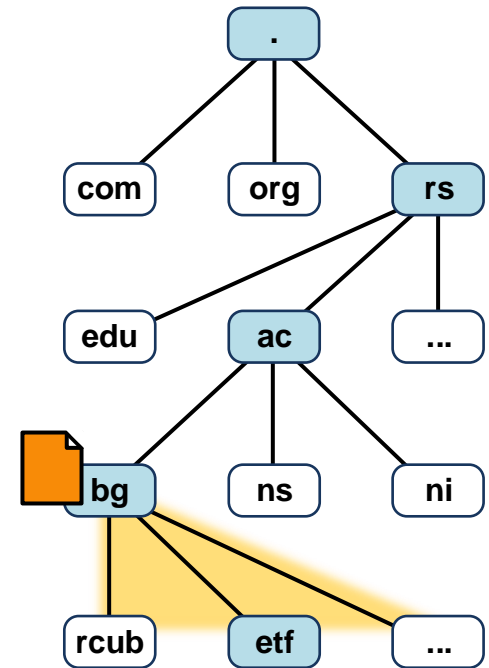
Definisanje zona

- Zona – tekstualni (ASCII) fajl
- *Resource record* (RR)
 - Osnovna jedinica podataka
 - Pojedinačan zapis u zoni
 - Sadrže informacije o imenima, adresama, ali i druge parametre
- Sintaksa:

Name Time_to_live Class Type Value

- Name – naziv podatka (domen ili host adresa)
- Time to live – vreme validnosti podatka u kešu, u sekundama
 - Primer: 86400 – jedan dan
- Class – za Internet uvek oznaka “IN”
- Type – tip RR podatka
 - SOA, NS, MX, A, AAAA, PTR...
- Value – vrednost koja se pridružuje RR (npr. adresa, naziv itd.)
- Primeri:

```
rti.etf.bg.ac.rs. 86400 IN A 147.91.8.42
rti.etf.rs.       86400 IN A 147.91.8.42
```



Resource records – vrste

- *Resource Records - RR:*
 - SOA – početak zone (*Start of Authority*)
 - NS – definisanje DNS servera za domen
 - MX – definisanje adrese mejl servera za domen
 - A – definisanje mapiranja imena uređaja u IPv4 adresu
 - AAAA record – definisanje mapiranja imena uređaja u IPv6 adresu
 - CNAME (*Canonical Name*) – uvođenje alternativnih naziva (alias)
 - PTR (*Pointer*) – definisanje mapiranja IP adrese u ime (reverzno)

SOA zapis

- **SOA (*Start of Authority*)** – definiše se na početku svake zone i sadrži:
 - Naziv primarnog DNS servera – informativni podatak
 - Email adresa DNS admina (sa znakom tačke umesto “@”) – informativno!
 - **Serial** – serijski broj (verziju) zona fajla
 - Preporučeni format: yyyymmddnn
 - Mora da se inkrementira prilikom svake promena, da bi sekundarni serveri znali da je nastala nova verzija koju treba preuzeti
 - **Refresh**
 - Posle koliko sekundi sekundarni DNS proverava primarni da li ima promena, tj. da li je Serial povećan (preporuka: od 20min do 12h)
 - **Retry**
 - Ako je neuspela prethodna provera, posle koliko sekundi se ponavlja (preporuka: od 15min do 2h)
 - **Expire**
 - Koliko dugo u sekundama DNS čuva zone učitane od primarnog DNS (preporuka: od 14d do 31d)
 - **Minimum TTL**
 - Koliko dugo se rekordi iz zone čuvaju u lokalnom kešu drugih DNS servera (preporuka: od 1d do 5d)

SOA zapis

- Primer:

```
$ORIGIN .  
bg.ac.rs      ; podrazumevani domen ako se ne navede tačna na kraju naziva  
IN SOA NS1.NIC.RS. HOSTMASTER.BG.AC.RS. (  
    2019042000 ; serial (yyyymmddnn)  
    10800      ; refresh (3 hours)  
    3600       ; retry (1 hour)  
    2419200    ; expire (4 weeks)  
    86400      ; minimum (1 day)  
    )
```

```
bg.ac.rs      IN SOA NS1.NIC.RS. HOSTMASTER.BG.AC.RS. (  
    2019042000 ; serial (yyyymmddnn)  
    3h         ; refresh (3 hours)  
    30M        ; retry (30 mnutes)  
    3W12h      ; expiry (3 weeks + 12 hours)  
    1d         ; minimum (1 day)  
    )
```

NS, MX i A

- NS polje definiše autoritativne DNS servera za tekuću zonu ili poddomene
- MX polje definiše email server za tekuću zonu ili poddomene
- A polje definiše adresu za navedeno ime ili predefinisani server za tekuću zonu

```
bg.ac.rs.          IN SOA  ns.rcub.bg.ac.rs. helpdesk.rcub.bg.ac.rs. (
                    2011032502 ; serial
                    10800      ; refresh (3 hours)
                    3600       ; retry (1 hour)
                    604800     ; expire (1 week)
                    86400      ; minimum (1 day)
                    )
                    NS        147.91.1.5      ; autoritativni server za zonu
                    NS        147.91.1.7      ; autoritativni server za zonu
                    NS        ns1.uns.ac.rs.   ; autoritativni server za zonu
                    NS        ban.junis.ni.ac.rs. ; autoritativni server za zonu
                    NS        ns.unic.kg.ac.rs. ; autoritativni server za zonu
                    NS        ns.etf.bg.ac.rs. ; autoritativni server za zonu
                    MX        147.91.79.3     ; predefinisani email server za zonu
                    A         147.91.79.3     ; predefinisani veb server za zonu
etf              IN NS      ns.etf.bg.ac.rs. ; uvodi se novi poddomen
                 IN NS      ns.rcub.bg.ac.rs. ; sa autoritativnim serveri
rcub             IN NS      ns.ni.ac.rs.     ; uvodi se novi poddomen
                 IN NS      ns.rcub.bg.ac.rs. ; sa autoritativnim serveri
www             IN A        147.91.79.3     ; adresa veb servera
```


Glue Record

- *Grue record* – IP adresa DNS servera pod-domena, definisana u zoni domen
- Ako se za pod-domen navodi DNS server preko imena, obavezno mora da bude definisana i IP adresa tog DNS servera (jer ime servera sadrži poddomen, koji taj server treba da se razreši)

```
bg.ac.rs          IN SOA  ns.rcub.bg.ac.rs. helpdesk.rcub.bg.ac.rs. (
    . . . . .

etf              IN NS      ns.etf.bg.ac.rs.    ; uvodi se novi poddomen
                IN NS      ns.rcub.bg.ac.rs.    ; sa autoritativnim serveri
ns.etf          IN A        147.91.8.6           ; glue record - adresa servera

rcub             IN NS      ns.ni.ac.rs.         ; uvodi se novi poddomen
                IN NS      ns.rcub.bg.ac.rs.    ; sa autoritativnim serveri
ns.rcub         IN A        147.91.1.5           ; glue record - adresa servera
```

CNAME – *Cannonical Name*

- Uvođenje alternativnih naziva za već definisane nazive (*alias*)
- Prednosti:
 - Česta je potreba da se isti uređaj imenuje na više načina
 - Definisanje samo jedne adrese (A zapis) i više naziva (CNAME zapisi)
- Nedostaci:
 - Upit za alias se razrešava u dva koraka
 - Vraćanje „originalnog“ naziva (na koji se referiše alias u CNAME zapisu)
 - Vraćanje IP adrese za originalni zapis (iz A zapisa)

```
etf.bg.ac.rs.          IN SOA  ns.rcub.bg.ac.rs. helpdesk.rcub.bg.ac.rs. (  
    . . .  
proxy-web           IN   A      147.91.14.227      ; adresa veb servera  
www                 IN   CNAME  proxy-web      ; alias
```

PRT - Inverzni DNS

- Mapiranje IP adresa u nazive
- Kreiran je domen in-addr.arpa, u kojem su sve IP adrese u inverznom *dotted-decimal* formatu:
 - Adresa 147.91.1.7 se mapira u 7.1.91.147.in-addr.arpa
- Koriste se PTR tipovi *resource record-a*

```
$ORIGIN 91.147.in-addr.arpa.
```

```
1      IN      SOA      ns.rcub.bg.ac.rs. helpdesk.rcub.bg.ac.rs. (
                                2011050501      ; version
                                3600              ; Refresh 3 hours
                                3600              ; Retry 1 hour
                                360000           ; Expire 100 hours
                                86400            ; Minimum 24 hours
                                )
                                IN      NS      ns.rcub.bg.ac.rs.
                                IN      NS      ns.etf.bg.ac.rs.
                                IN      NS      gaea.rcub.bg.ac.rs.
```

```
$ORIGIN 1.91.147.in-addr.arpa.
```

```
5      IN      PTR      ns.rcub.bg.ac.rs.
7      IN      PTR      gaea.rcub.bg.ac.rs.
18     IN      PTR      webhost.rcub.bg.ac.rs.
```

Zakup i održavanje domena

- DNS provajderi – onlajn kupovina i održavanje domena
 - Npr. GoDaddy

Records

Last updated 30/01/2019 14:21

Type	Name	Value	TTL
A	@	62.75.253.171	600 seconds

A

Host * Points to * TTL *

server 91.148.116.50 1/2 Hour

Save Cancel

CNAME	www	@	1 Hour
CNAME	_domainconnect	_domainconnect.gd.domaincontrol.com	1 Hour
NS	@	ns15.domaincontrol.com	1 Hour
NS	@	ns16.domaincontrol.com	1 Hour
SOA	@	Primary nameserver: ns15.domaincontrol.com.	600 seconds

DNS alati - *nslookup*

```
C:\Users\Slavko>nslookup www.etf.bg.ac.rs
```

```
Server:  anycast-dns.sbb.rs
```

```
Address: 89.216.1.30
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name:    proxy-web.etf.bg.ac.rs
```

```
Address: 147.91.14.227
```

```
Aliases: www.etf.bg.ac.rs
```

```
C:\Users\Slavko>nslookup www.etf.rs
```

```
Server:  anycast-dns.sbb.rs
```

```
Address: 89.216.1.30
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name:    proxy-web.etf.rs
```

```
Address: 147.91.14.227
```

```
Aliases: www.etf.rs
```

DNS alati - *dig*

- **dig** - komanda na Linux operativnom sistemu

```
[user]$ dig
; <<>> DiG 9.2.3 <<>>
;; global options:  printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 1024
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 13, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 13
;; QUESTION SECTION:
; .                               IN      NS
;; ANSWER SECTION:
.           52787      IN      NS      A.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      B.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      C.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      D.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      E.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      F.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      G.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      H.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      I.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      J.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      K.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      L.ROOT-SERVERS.NET.
.           52787      IN      NS      M.ROOT-SERVERS.NET.

;; ADDITIONAL SECTION:
A.ROOT-SERVERS.NET.  325126  IN      A        198.41.0.4
B.ROOT-SERVERS.NET.  163166  IN      A        192.228.79.201
C.ROOT-SERVERS.NET.  163166  IN      A        192.33.4.12
...
```

DNS alati - *dig*

```
[user]$ dig www.etf.bg.ac.rs
```

```
;; QUESTION SECTION:
;www.etf.bg.ac.rs.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.etf.bg.ac.rs.      10800    IN      CNAME   proxy-web.etf.bg.ac.rs.
proxy-web.etf.bg.ac.rs. 10800    IN      A       147.91.14.227

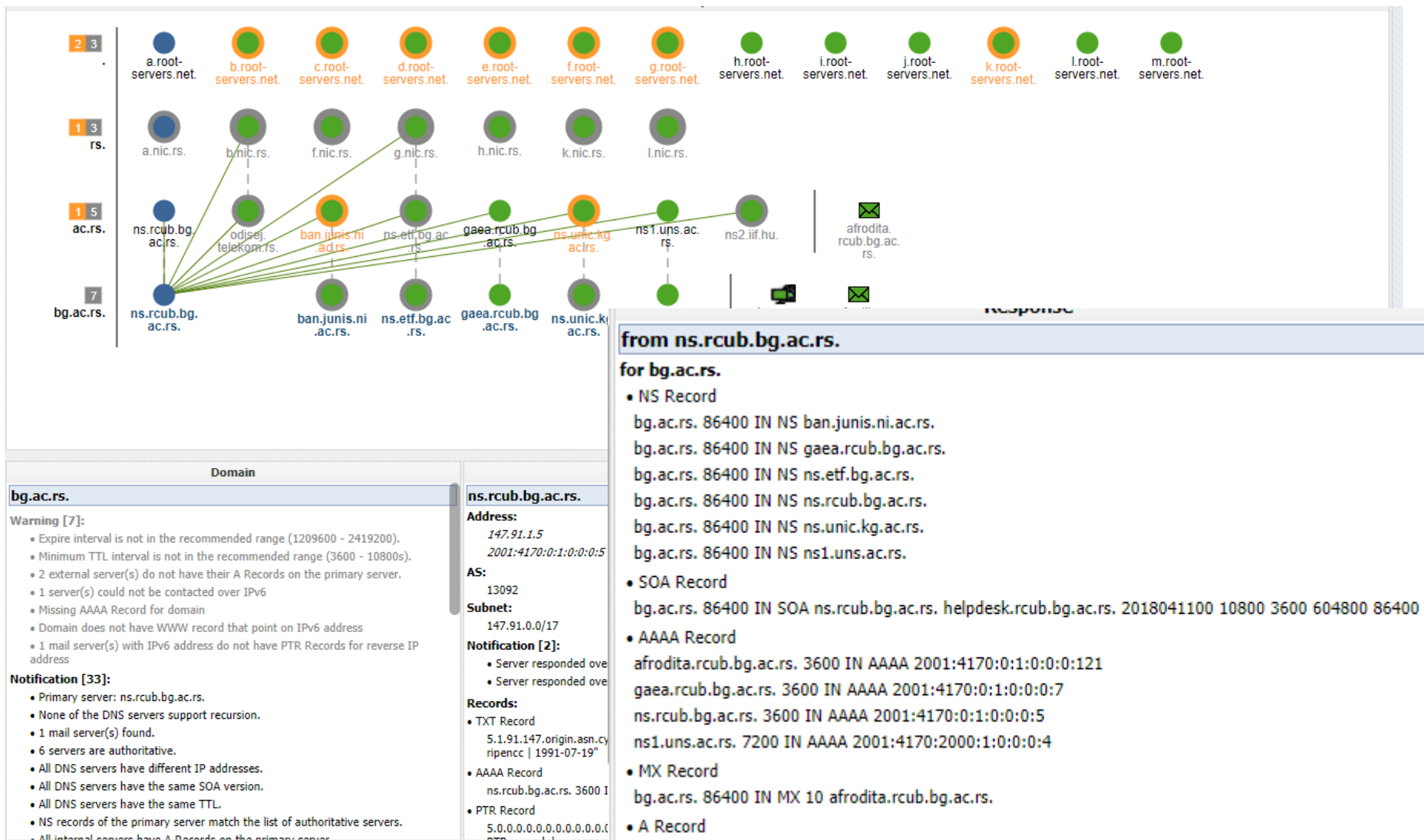
;; AUTHORITY SECTION:
etf.bg.ac.rs.          10800    IN      NS       ns1.nic.rs.
etf.bg.ac.rs.          10800    IN      NS       ns2.etf.bg.ac.rs.
etf.bg.ac.rs.          10800    IN      NS       ns.rcub.bg.ac.rs.
etf.bg.ac.rs.          10800    IN      NS       ns.etf.bg.ac.rs.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns.etf.bg.ac.rs.       10800    IN      A        147.91.8.6
ns.rcub.bg.ac.rs.      3600     IN      A        147.91.1.5
ns.rcub.bg.ac.rs.      3600     IN      AAAA     2001:4170:0:1::5
ns1.nic.rs.            3069     IN      A        147.91.8.6
ns2.etf.bg.ac.rs.      10800    IN      A        147.91.8.62

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 147.91.1.5#53(147.91.1.5)
;; WHEN: Tue Apr 28 15:26:29 CEST 2020
;; MSG SIZE rcvd: 256
```

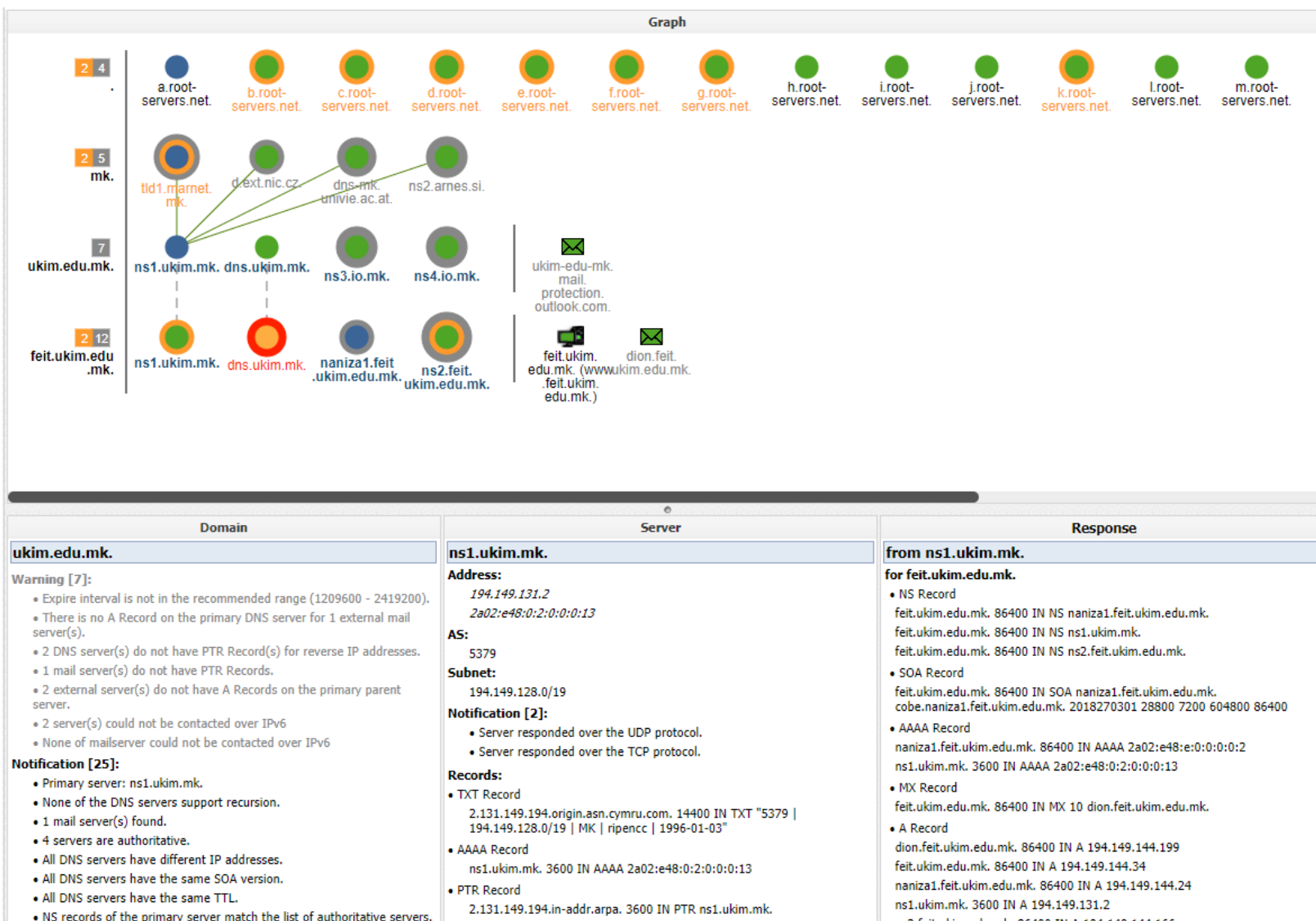
DNS alati - NetVizura

- NetVizura - <http://live.netvizura.com/dns/>

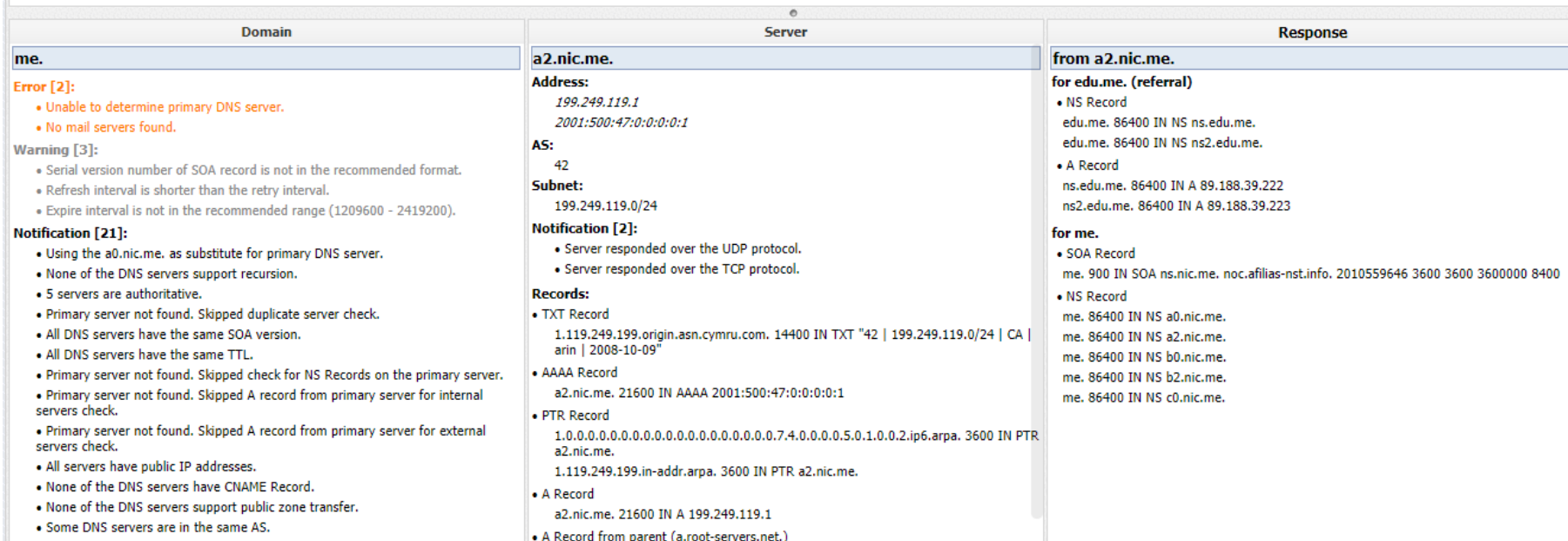


DNS alati – NetVizura

• Primer

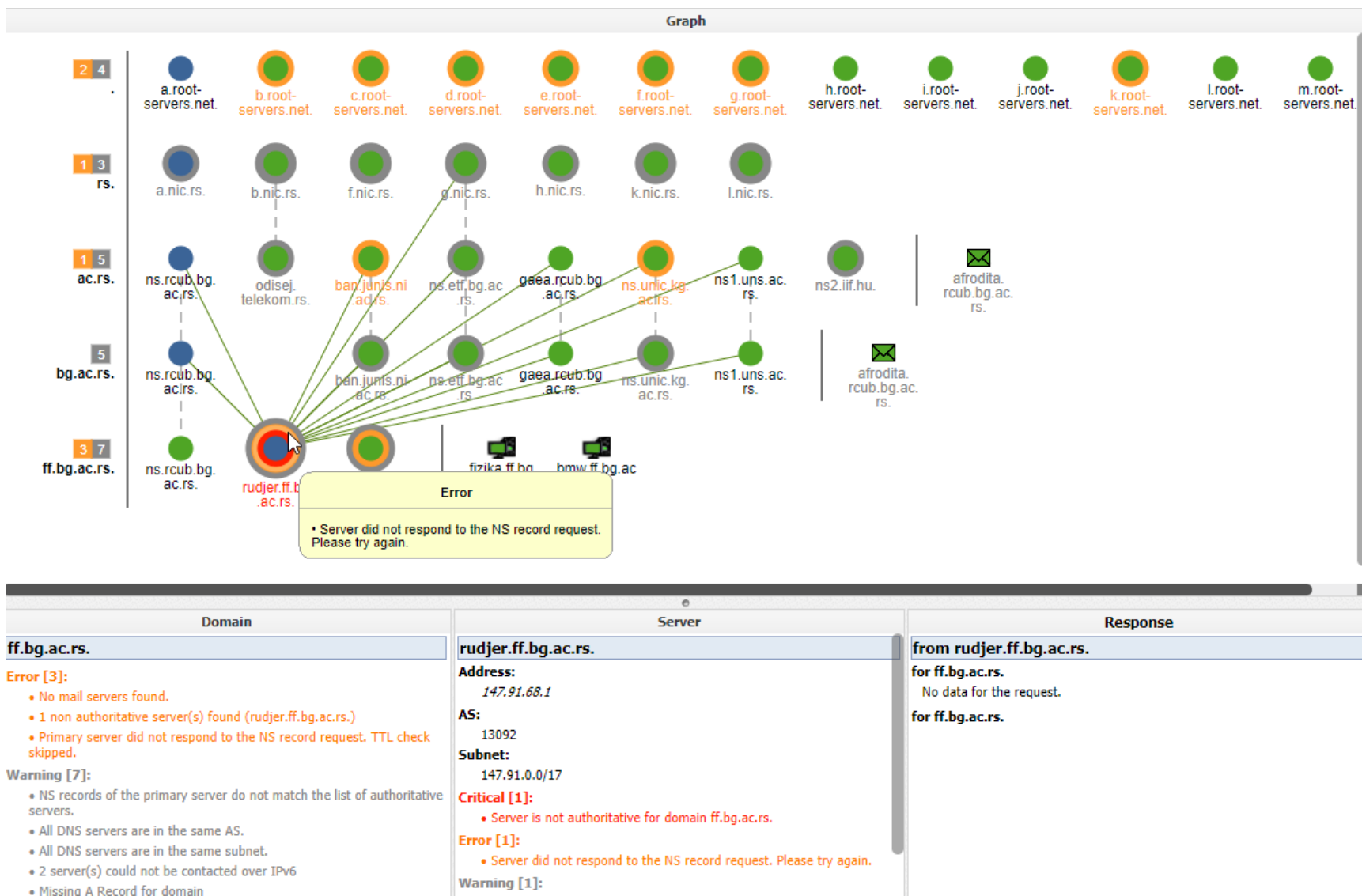


- Primer



DNS alati – NetVizura

• Primer



Literatura

- Wendell Odom
„CCNA - Cisco official exam certification guide“
Cisco Press
- James Kurose, Keith Ross
„Computer Network - A Top-Down Approach“
- James Kurose, Keith Ross
„Umrežavanje računara: Od vrha ka dnu“
prevod 7. izdanja
CET

