

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU



**ANALIZA IS-IS PROTOKOLA UPOTREBOM MREŽNOG
SIMULATORA**

– Diplomski rad –

Kandidat:

Stefan Ilić 2007/0415

Mentor:

doc. dr Zoran Čiča

Beograd, Septembar 2016.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	2
1. UVOD	3
2. GNS3 SIMULATOR	4
2.1. PRIMENA	4
2.2. INSTALACIJA GNS3	4
3. IS-IS	8
4. SIMULACIJA MREŽE	11
4.1. JEZGRO MREŽE	11
4.2. MREŽA	18
4.3. TESTIRANJE RADA MREŽE NAKON PADA LINKA	27
5. ZAKLJUČAK	32
LITERATURA	33

1. UVOD

U trenutku kada transport svih vrsta saobraćaja migrira na IP mrežu, protokoli rutiranja imaju značajnu ulogu u efikasnom, pouzdanom i fleksibilnom prenosu podataka. Protokoli rutiranja se koriste za razmenu informacija o optimalnim putanjama između dva entiteta u mreži i koriste specifične algoritme za određivanje optimalnih putanja između dve tačke u mreži. U zavisnosti od načina određivanja putanje, protokoli se dele na *distance vector* i *link-state*.

Link-state protokoli su zahvalniji za sagledavanje celokupne topologije administrativnog sistema i razmenjuju podatke o stanju linkova u specificiranim vremenskim intervalima, za razliku od *distance vector* koji imaju uvid samo u svoje susede i sa njima razmenjuju informacije o putanjama.

Jedan od *link-state* protokola je IS-IS. Cilj rada je njegova analiza, konfigurisanje mreže zadate topologije sa primenom IS-IS protokola za utvrđivanje redundantne optimalne putanje u slučaju otkaza linka.

Rad se sastoji iz više poglavlja. U drugom poglavlju će biti predstavljen program u kome su rađene simulacije, GNS3 simulator. Biće detaljno objašnjena instalacija programa u kombinaciji sa VMware, programom za virtuelizaciju. U trećem poglavlju prikazan je teorijski osvrt na IS-IS protokol. Simulacije mreže su predstavljene u četvrtom poglavlju sa detaljnim objašnjenjima načina konfigurisanja uređaja.

2. GNS3 SIMULATOR

U ovom poglavlju biće prikazana detaljna instalacija GNS3, kao i osnovna podešavanja programa i radno okruženje.

2.1. Primena

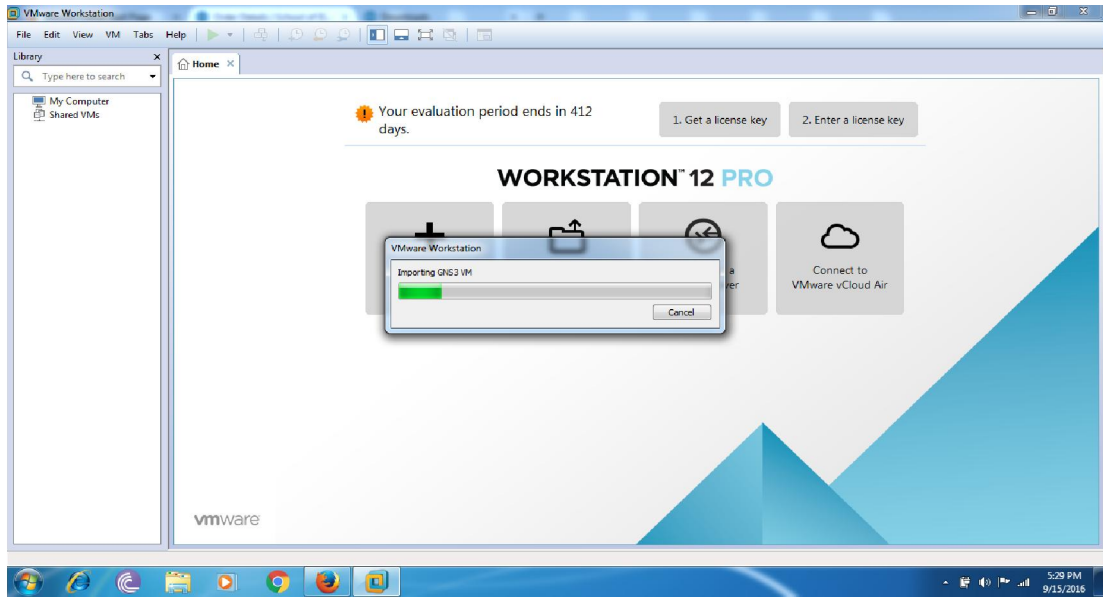
U današnje vreme mrežni simulatori imaju višestruku primenu, kako kod raznih analiza i istraživanja, testiranja konkretnih mreža pre puštanja u rad tako i edukaciji inženjera telekomunikacija. GNS3 (*Graphic Network Simulator*) je grafički mrežni simulator. Prva verzija je izašla 2008. godine.

Fokusiran je pretežno na glavne proizvođače mrežne opreme poput Cisco i Juniper. Posедуje veliku bazu korisnika, od kojih veliki deo čine oni koji spremaju polaganja za profesionalne sertifikate.

Predstavlja izuzetno moćan alat koji može biti od koristi i profesionalcima, jer ima mogućnosti povezivanja simuliranih delova mreže sa realnom opremom, na taj način se mogu vršiti pouzdane provere. Za razliku od npr. Packet Tracer Cisco-ovog programa koji je zamišljen prevashodno kao program za obuku, pa i simulirani uređaji imaju suženi skup opcija u odnosu na realne, kod GNS3 to nije slučaj. Program poziva firmware realnih rutera i ima iste mogućnosti kao realan ruter koji koristi tu verziju firmware-a.

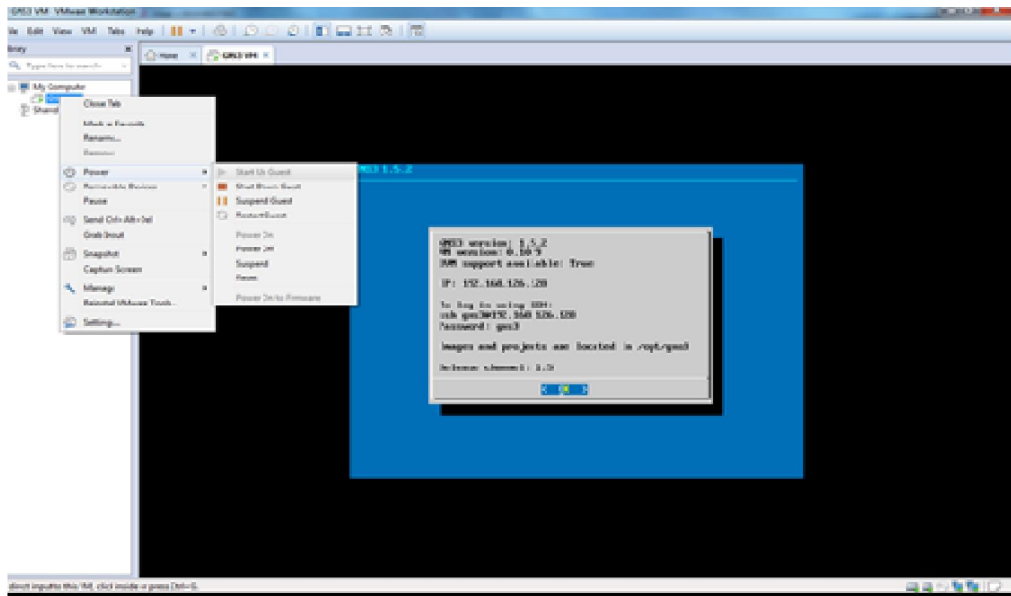
2.2. Instalacija GNS3

Za potrebe ovog rada korišćena je virtuelna mašina GNS3 VM u kombinaciji sa *VMware Workstation* kao programom za podizanje virtuelnih mašina. Potrebno je prvo importovati GNS3.ova fajl u okviru *VMware Workstation* okruženja, biranjem opcije *Open a Virtual Machine* i nakon selektovanja odgovarajućeg fajla potvrdom opcijom *Open*.

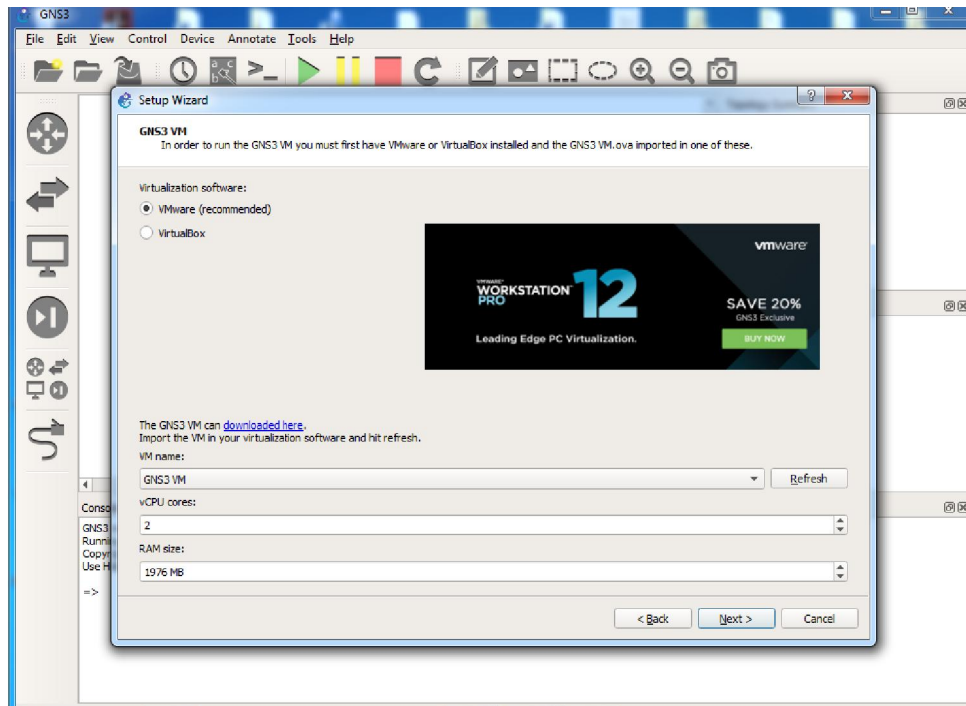


Slika 2.2.1 Importovanje GNS3 VM

Nakon uspešnog importovanja potrebno je aktivirati virtuelnu mašinu. Jedan od načina je selektovanjem opcija Power/Start up Guest iz padajućeg menija.



Slika 2.2.2 Aktivacija virtuelne mašine



Slika 2.2.3 Izbor odgovarajućeg servera

Prilikom prvog pokretanja GNS3 potrebno je izabrati tip servera na kome će se vršiti mrežne simulacije. U ovom slučaju biramo Local GNS3 VM. Nakon toga biramo softver koji vrši virtuelizaciju, u ovom slučaju VMware.

Na kraju instalacije je potrebno učitati određeni Cisco IOS *image* fajl, kako bi GNS3 imao dostupan ruter za konfigurisanje i primenu u topologiji. Kako je cilj rada analiza IS-IS protokola, potrebno je da izabrani model rutera i odgovarajući IOS podržavaju IS-IS. U cilju efikasne provere može biti koristan *Cisco Feature Navigator Tool* (Cisco alat za pretragu karakteristika), koji se može naći na sledećem linku: <http://tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/by-feature-technology.jsp>. Prilikom izrade ovog rada korišćeni IOS *image* je c2600-adventerprisek9-mz.124-7.bin.

tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/by-feature-technology.jsp

Feature Info

Available Features Filter By isis

Search For: < > Clear Filter View Desc

Name

1. H-less RP Switchover - ISIS - NSR
2. IP FRR Remote LFA (Ring support) for ISIS & OSPF
3. ISIS
4. ISIS BFD TLV
5. ISIS - Remote LFA FRR
6. ISIS Features in IP services (from existing Adv. IP supp. & IP base)

Enter characters for live search on Filtered Output

Selected Features

Name

ISIS

Add Remove Clear All

Continue

Release/Platform Tree

Train-Release Platform

Sort

- 2620XM-2621XM
- 2620-2621
- 2610-2613
- 2501-2525
- 1941W
- 1941
- 1921
- 1906C
- 1905
- 1861E
- 1861
- 1841C
- 1841
- 1812
- 1811
- 1805

Search Result

Filter By: Select Field Filter Clear Filter Download Excel View Image Details

Life Cycle	Eol Info Avl	Platform	FeatSet/License OR Supervisor(NX-OS specific)	DRAM	Flash	Orderable	Image
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS IPSEC SDES	48	16	No	c2600-a3j2s-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS	48	16	No	c2600-a3js-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS IPSEC S6	48	16	No	c2600-a3js56i-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/PW/IDS PLUS IPSEC SDES	48	16	No	c2600-jk2o3s-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE PLUS IPSEC SDES	48	16	No	c2600-jk2s-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/PW/IDS PLUS IPSEC S6	48	16	No	c2600-jk3s56i-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE PLUS	48	16	No	c2600-js-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE PLUS IPSEC S6	48	16	No	c2600-js56i-mz.121-15.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS IPSEC SDES	48	16	No	c2600-a3j2s-mz.121-16.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS	48	16	No	c2600-a3js-mz.121-16.bin
GD	Yes	2610XM-2611XM	ENTERPRISE/SNASW PLUS IPSEC S6	48	16	No	c2600-a3js56i-mz.121-16.bin

Page 1 of 14

Displaying topics 1 - 500 of 6581

Some features are dependent on product model, interface modules (i.e. Line Cards and Port Adapters), and/or require a software feature license. [Click](#) here for more information.

[Terms & Conditions](#) | [Privacy Statement](#) | [Cookie Policy](#) | [Trademarks](#)

Slika 2.2.4 Cisco Feature Navigator Tool

Unsaved project:gn3 - GNS3

File Edit View Control Device Annotate Tools Help

Routers

- c2600

Topology Summary

Server Summary

- Local
- GNS3 VM CPU 0.0%, RAM 61.1%

Console

GNS3 management console.
Running GNS3 version 1.5.2 on Windows (64-bit) with Python 3.5.1 Qt 5.6.0.
Copyright (c) 2006-2016 GNS3 Technologies.
Use help -> GNS3 Doctor to detect common issues.

>>

Slika 2.2.5 Radno okruženje GNS sa prikazom liste rutera

3.IS-IS

IS-IS (*Intermediate System to Intermediate System*) je mrežni protokol rutiranja, pripada grupi protokola na osnovu stanja linka (*link state protocol*) nasuprot protokolima na osnovu vektora udaljenosti poput IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*) i RIP (*Routing Information Protocol*). Protokoli na osnovu stanja linka nude višestruke pogodnosti u odnosu na protokole na osnovu vektora udaljenosti. To su brža konvergencija, podrška za mnogo veće međumreže, i manji rizik od pojave petlji u mreži.

IS-IS je svestran i protokol rutiranja pogodan za IP i CLNP saobraćaj. U IP svetu se izdvojio kao jedina praktična alternativa OSPF (*Open Shortest Path First*) za IGP (*Interior Gateway Protocol*), pogotovu izraženo zastupljen kod ISP (*Internet Service Provider*).

Definisano od strane ISO (*International Standard Organization*) krajem osamdesetih (ISO 10859). Prvobitno zamišljen kao protokol za CLNS saobraćaj u OSI okruženju. Tek kasnije dolazi do podrške za IP. Nazvan Integrated IS-IS ili Dual IS-IS, opisan u RFC 1195 1990, ova verzija podržava oba tipa saobraćaja. U RFC5308 dodata je podrška za IPv6. Za razliku od OSPF kod koga je bilo potrebno kreirati novu verziju protokola OSPFv3 kako bi se omogućila podrška za IPv6, kod IS-IS je to jednostavnije zahvaljujući strukturi paketa TLV (*Type Length Value*). Dodavanjem novih TLV vrednosti omogućena je podrška IS-IS za IPv6.

IS-IS ima dvonivovsku hijerarhiju što utiče na dobru skalabilnost ovog protokola i omogućava efikasno rutiranje u velikim mrežama. U određenim specifikacijama protokola spominje se i veći broj nivoa, mada zasad u implementacijama na realnoj opremi postoje dva.

Ruteri mogu biti konfigurisani kao :

- Ruteri prvog nivoa (*level 1*)
- Ruteri drugog nivoa (*level 2*)
- Ruteri i prvog i drugog nivoa (*level 1 and level 2*)

Ruteri prvog nivoa sadrže samo podatke o ruterima prvog nivoa u istoj oblasti (*area*). Ruteri drugog nivoa sadrže samo podatke o ruterima drugog nivoa. Na ovaj način je omogućeno efikasnije rutiranje jer su smanjeni skupovi podataka koje ruteri sadrže i broj operacija koje vrše nad njima. Isto tako direktna posledica toga je da se ruteri prvog i drugog nivoa ne mogu direktno povezivati. Veza između L1 i L2 rutera mora biti ostvarena preko L1L2 rutera. Ruteri drugog nivoa obično čine jezgro mreže (*backbone*), dok ruteri prvog nivoa obično pripadaju krajnjim korisnicima (*host*).

Postoje tri tipa paketa:

- Hello
- LSP (*Link-State packet*) – paketi stanja veze
- SNP (*Sequence Number packet*)

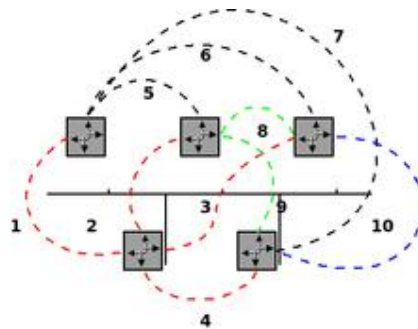
Hello paket ima dve osnovne uloge: otkrivanje IS-IS suseda i održavanje susedskih veza. Stvaranje susedske veze se vrši u tri etape:

- Ruter A šalje prvu Hello poruku inicijacije
- Primalac B šalje potvrdu o prvoj primljenoj poruci
- Konačno, inicijator A potvrđuje uspostavljenu susedsku vezu trećim paketom

Struktura Hello paketa zavisi od tipa veze

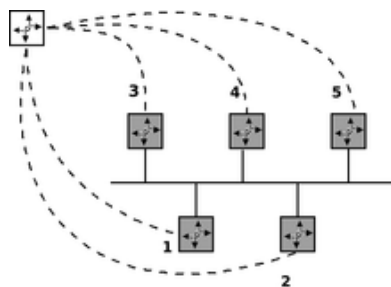
- LAN Nivo 1 (*level 1*)
- LAN Nivo 2 (*level 2*)
- Point-to-point

IS-IS protokol podržava dva tipa mreža: lokalnu LAN (*Local Area Network*) i *Point-to Point* mrežu. U lokalnoj mreži tipa Ethernet svi ruteri su dosežni u jednom koraku (*hop*). Ruter treba da sklopi susedske odnose sa svim ruterima koji dele njegov mrežni segment.



Slika 3.1 Mreža bez pseudočvora

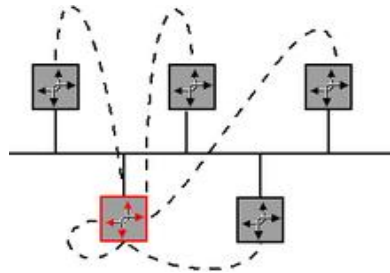
Moguće je optimizovati ukupan broj konekcija, tako što se svi susedski odnosi ostvaruju preko jednog imaginarnog čvora tj. imaginarnog rutera (pseudočvora). Ovim postupkom smanjuje se broj konekcija.



Slika 3.2 Mreža sa pseudočvorom

DIS (*Designated Intermediate System*) je izabrani IS-IS ruter čija je odgovornost da vrši dodatne funkcije u ime pseudočvora. Do biranja DIS rutera dolazi na lokalnim mrežama (LAN) od samog pokretanja IS-IS procesa. U funkciji najviše podešenog prioriteta, bira se odgovorni ruter. U slučaju jednakih prioriteta, kao kriterijum se uzima najveća brojna veličina MAC adrese. Obzirom da su topološke baze odvojene po nivou (L1 i L2), tako se i odabir vrši nezavisno za svaki nivo.

Pri svakoj promeni mrežne topologije, proces biranja se ponavlja. To znači da ukoliko se poveže novi ruter sa većim prioritetom, on automatski preuzima ulogu odgovornog rutera. Takođe, ukoliko se odgovorni ruter isključi iz mreže, ne postoji njegov zamenik koji bi preuzeo odgovornost, već se mora izvršiti nova selekcija. Ove dve karakteristike, preemptivnost i nepostojanje zamenika su deo ključnih razlika u odnosu na OSPF protokol.



Slika 3.3 DIS: Izabrani ruter kao pseudočvor

Pored ažuriranja informacija o susedskim vezama, ruter takođe deli informacije sa svim drugim ruterima iz svoje oblasti (istog nivoa). Na osnovu ove razmene informacija nastaje topološka baza podataka. Ta baza je globalna vizija mreže, jednaka kod svih rutera koji su učestvovali u njenom formiranju. Iz ove baze se izvode zasebne tabele rutiranja, korišćenjem Dijkstrinog algoritma, jedinstvene za svaki ruter.

LSP (*Link-State Packets*) paketi stanja veze, kreiraju i održavaju topološke baze podataka. Od pokretanja protokola prvo se vrši istovremena emisija paketa. Ona ima za cilj da poplavi oblasti (*flooding*) kako bi svaki ruter dobio sve topološke podatke. Obzirom da je IS-IS podeljen po nivoima, paketi stanja veze su odgovorni za postojanje dve topološke baze i dele se na:

- LSP level 1
- LSP level 2

LSP sadrži identifikaciju rutera, svoj redni broj rutera, svoj životni vek, kao i rute sa njihovim metrikama.

Uloga SNP paketa (*Sequence Number Packets*) je sinhronizacija topološke baze podataka. Razmenjuje se u sledećim formatima:

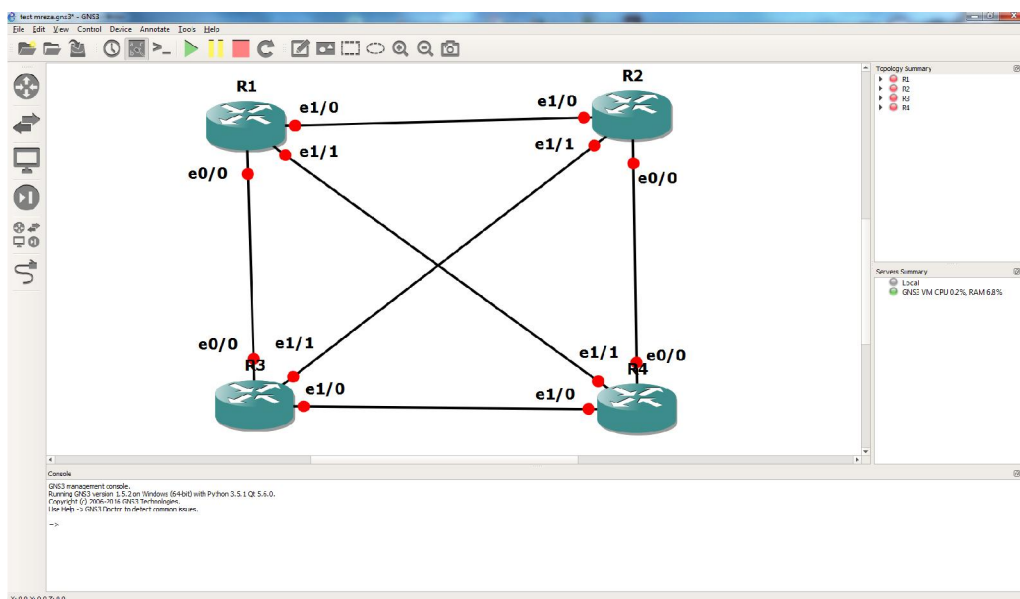
- CSNP (*Complete Sequence Number Packet*)
 - CSNP level 1
 - CSNP level 2
- PSNP (*Partial Sequence Number Packet*)
 - PSNP level 1
 - PSNP level 2

CSNP i PSNP imaju isti format paketa i i jedan i drugi nose skup LSP sumarizacija. Glavna razlika je u tome što CSNP oglasen od rutera sadrži skup svih LSP u bazi, dok PSNP sadrži samo podskup.

4. SIMULACIJA MREŽE

U ovom poglavlju biće simulirana mreža zadate topologije. U prvom delu kreiraćemo jedan deo mreže, njeno jezgro (*backbone*), kako bismo se lakše upoznali sa radnim okruženjem i uspešno testirali date konfiguracije. U drugom delu ćemo preći na konfigurisanje ostatka mreže i izvršiti prelazak na dva nivoa. Ispitivanja rada mreže nakon pada određenih linkova su obrađeni u trećem delu.

4.1. Jezgro mreže



Slika 4.1.1 Topologija jezgra mreže

Uređaj	Interfejs	Ip adresa	Sabnet maska
R1	Loopback0	172.16.1.1	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	172.16.11.1	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	192.168.33.1	255.255.255.252
R2	Loopback0	172.16.2.2	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.5.5.2	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	192.168.33.2	255.255.255.252
R3	Ethernet 1/1	10.4.4.1	255.255.255.252
	Loopback0	172.16.3.3	255.255.255.255

	Ethernet 0/0	172.16.11.2	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	10.1.1.1	255.255.255.252
	Ethernet 1/1	10.4.4.2	255.255.255.252
R4	Loopback0	172.16.4.4	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.5.5.1	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	10.1.1.2	255.255.255.252
	Ethernet 1/1	192.168.11.2	255.255.255.252

Slika 4.1.2 Pregled adresa interfejsa

Konfiguracija R1

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R1
```

Komandom **enable** dolazimo do *privileged exec mode* uz pomoć koga ćemo kasnije ispisivati razne podatke, proveravati povezanost linkova itd, naredbom **configure terminal** dolazimo do konfiguracionog moda čime ćemo dobiti mogućnost promena podešavanja na ruteru kao i pristup narednim modovima. Komandom **hostname** preimenujemo ruter.

```
R1(config)#interface loopback0
R1(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.255
R1(config-if)# exit
```

Naredbom **interface loopback0** aktiviramo i pristupamo tom interfejsu. Komandom **ip address 172.16.1.1 255.255.255.255** dodeljujemo ip adresu i subnet masku, Loopback interface je virtuelni interfejs, nema veze sa određenim hardverskim delom. Služi za dijagnostiku i eventualno rešavanje problema. Kao takav nije neophodan za konfiguraciju mreže, već je njegovo konfigurisanje deo dobre inženjerske prakse.

```
R1(config)#interface ethernet0/0
R1(config-if)# ip address 172.16.11.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip router isis
R1(config-if)# exit
```

Komandom **interface ethernet0/0** pristupamo odgovarajućem interfejsu. Kao što možemo videti sa slike 4.1.1 ethernet0/0 je povezan sa R3. Slično kao kod *loopback interface* podešavamo ip adresu i subnet masku. Komanda **no shutdown** je neophodna kako bismo aktivirali interfejs, jer su početne konfiguracije tako podešene da su interfejsi deaktivirani. Komandom **ip router isis** aktiviramo IS-IS proces na ovom interfejsu.

```

R1(config)#interface ethernet1/0
R1(config-if)# ip address 192.168.11.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip router isis
R1(config-if)# exit

R1(config)#interface ethernet1/1
R1(config-if)# ip address 192.168.11.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip router isis
R1(config-if)# exit

```

Slično radimo i za preostala dva interfejsa **interface ethernet1/0** i **interface ethernet0/0**, dodeljujemo im odgovarajuće ip adrese, i pokrećemo IS-IS proces.

```

R1(config)#router isis
R1(config-router)#passive-interface loopback0
R1(config-router)#net 49.0001.0000.0000.0001.00
R1(config-router)#exit

```

Komandom **passive-interface loopback0** blokiramo slanje IS-IS paketa na loopback interfejs.

Kako je IS-IS originalno CLNP protokol, zadržao je određena prvobitna svojstva. Tako i za adresiranje je potrebno definisati ruter kao mrežni čvor u CLNS okruženju, iako Integrated IS-IS funkcioniše i u IP okruženju. Koristi NSAP (*Network Service Access Point address*). Za primenu IS-IS u ip komunikaciji dovoljno je a samim tim i poželjno koristiti pojednostavljenu verziju NSAP adresa. Pojednostavljena verzija NSAP adresa se sastoji iz tri dela: *Area Identifier*, *System Identifier* i NSEL. NSEL je kod IS-IS uvek 00 i adrese sa ovom vrednošću NSEL se nazivaju NET (*Network Entity Title*). NET je predstavljen heksidecimalnim oblikom.

Area Identifier je dužine tri bajta i u ovom slučaju iznosi 49.0001. Sastoji se od AFI (*Authority and Format Identifier*) dužine jednog bajta i IDI (*Initial Domain Identifier*) dužine dva bajta.

Vrednost 49 govori da se radi o privatnom opsegu, slično kao što je u RFC 1918 određeno za IP adresiranje. IDI predstavlja broj oblasti, u ovom slučaju je 1.

System Identifier je dužine 6 bajtova, ekvivalentan je adresi krajnjeg korisnika (*host*) u ip adresiranju. Mora biti jedinstven za svaki ruter u jednoj oblasti. Postoji više načina numerisanja u praksi, gde je kod ISP u oblasti veliki broj rutera, kako bi se svim ruterima dodelili jedinstveni System ID. Uobičajen način numerisanja je tako što se kao System ID upiše loopback adresa uređaja, pri čemu se na odgovarajuća mesta ubace nule kako bi se ispunila forma adresiranja. Drugi uobičajeni način je sličan samo što se umesto loopback koriste MAC adrese. U ovom radu nije korišćen nijedan od ova dva načina, s obzirom na relativno mali broj rutera. Radi jednostavnosti, System ID popunjavamo nulama pri čemu kao poslednju cifru navodimo redni broj rutera.

Za razliku od IP protokola rutiranja poput OSPF, ovde je dovoljna jedna NET adresa za svaki ruter, nije potrebno oglašavati ip adrese interfejsa, ali je potrebno aktivirati is-is proces na svakom odgovarajućem interfejsu komandom **ip router isis**.

```
R1#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0              172.16.11.1    YES NVRAM   up          up
Ethernet1/0              192.168.33.1   YES NVRAM   up          up
Ethernet1/1              192.168.11.1   YES NVRAM   up          up
Ethernet1/2              unassigned     YES NVRAM   administratively down down
Ethernet1/3              unassigned     YES NVRAM   administratively down down
Loopback0                172.16.1.1     YES NVRAM   up          up
R1#
R1#
R1#show ip is
R1#show ip isis da
R1#show is
R1#show isis da
R1#show isis database

IS-IS Level-1 Link State Database:
LSPID      LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime  ATT/P/OL
R1.00-00   * 0x00000034  0x2187        887           0/0/0
R2.00-00   0x00000027  0x7E47        1019          0/0/0
R2.02-00   0x0000001D  0x3FF4        462           0/0/0
R3.00-00   0x00000022  0xBFCD        1016          0/0/0
R3.01-00   0x0000001D  0x4CE6        1191          0/0/0
R3.03-00   0x0000001D  0x57D8        1016          0/0/0
R4.00-00   0x00000020  0x07D2        1013          0/0/0
R4.01-00   0x0000001D  0x6BC4        1011          0/0/0
R4.02-00   0x0000001C  0x7FAF        506           0/0/0
R4.03-00   0x0000001C  0x46E9        888           0/0/0
IS-IS Level-2 Link State Database:
LSPID      LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime  ATT/P/OL
R1.00-00   * 0x0000003A  0xEAF4        949           0/0/0
R2.00-00   0x0000002C  0x5A8F        1018          0/0/0
R2.02-00   0x0000001C  0xDOEC        548           0/0/0
R3.00-00   0x00000027  0x206E        1023          0/0/0
R3.01-00   0x0000001C  0xDDDE        459           0/0/0
R3.03-00   0x0000001D  0xE6D1        1014          0/0/0
R4.00-00   0x00000023  0xA245        1015          0/0/0
R4.01-00   0x0000001D  0xFABD        1001          0/0/0
R4.02-00   0x0000001C  0x0FAB        493           0/0/0
R4.03-00   0x0000001C  0xD5E2        359           0/0/0
R1#
```

Slika 4.1.3 Prikaz aktivnih interfejsa i IS-IS baza rutera R1

Konfiguracija R2

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R2

R2(config)#interface loopback0
R2(config-if)# ip address 172.16.2.2 255.255.255.255
R2(config-if)# exit

R2(config)#interface ethernet0/0
R2(config-if)# ip address 10.5.5.2 255.255.255.252
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip router isis
R2(config-if)# exit

R2(config)#interface ethernet1/0
R2(config-if)# ip address 192.168.33.2 255.255.255.252
R2(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config-if)# ip router isis
R2(config-if)#exit

R2(config)#interface ethernet1/1
R2(config-if)# ip address 10.4.4.1 255.255.255.252
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip router isis
R2(config-if)# exit

R2(config)#router isis
R2(config-router)#passive-interface loopback0
R2(config-router)#net 49.0001.0000.0000.0002.00
R2(config-router)#exit
```

Konfiguracija R3

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R3

R3(config)#interface loopback0
R3(config-if)# ip address 172.16.3.3 255.255.255.255
R3(config-if)# exit

R3(config)#interface ethernet0/0
R3(config-if)# ip address 172.16.11.2 255.255.255.252
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip router isis
R3(config-if)# exit

R3(config)#interface ethernet1/0
R3(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip router isis
R3(config-if)#exit

R3(config)#interface ethernet1/1
R3(config-if)# ip address 10.4.4.2 255.255.255.252
```

```
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip router isis
R3(config-if)# exit
```

```
R3(config)#router isis
R3(config-router)#passive-interface loopback0
R3(config-router)#net 49.0001.0000.0000.0003.00
R3(config-router)#exit
```

```
R3#
R3#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
Ethernet0/0              172.16.11.2    YES NVRAM   up          up
Ethernet1/0              10.1.1.1       YES NVRAM   up          up
Ethernet1/1              10.4.4.2       YES NVRAM   up          up
Ethernet1/2              unassigned     YES NVRAM   administratively down down
Ethernet1/3              unassigned     YES NVRAM   administratively down down
Loopback0                 172.16.3.3     YES NVRAM   up          up
R3#
R3#
R3#
R3#
R3#
R3#
R3#
R3#show clns brief
% Incomplete command.

R3#show clns neig
R3#show clns neighbors

System Id      Interface      SNPA          State Holdtime  Type Protocol
R2             Et1/1          c802.05c0.0011 Up      26       L1L2 IS-IS
R1             Et0/0          c801.05ad.0000 Up      28       L1L2 IS-IS
R4             Et1/0          c804.05de.0010 Up      9        L1L2 IS-IS
R3#
```

Slika 4.1.4 Prikaz aktivnih interfejsa i IS-IS suseda

Konfiguracija R4 rutera

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R4
```

```
R4(config)#interface loopback0
R4(config-if)# ip address 172.16.4.4 255.255.255.255
R4(config-if)# exit
```



```
R4(config)#interface ethernet0/0
R4(config-if)# ip address 10.5.5.1 255.255.255.252
R4(config-if)# no shutdown
R4(config-if)# ip router isis
R4(config-if)# exit
```

```
R4(config)#interface ethernet1/0
R4(config-if)# ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
R4(config-if)# no shutdown
R4(config-if)# ip router isis
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#interface ethernet1/1
R4(config-if)# ip address 192.168.11.2 255.255.255.252
R4(config-if)# no shutdown
R4(config-if)# ip router isis
R4(config-if)# exit
```

```
R4(config)#router isis
R4(config-router)#passive-interface loopback0
R4(config-router)#net 49.0001.0000.0000.0004.00
R4(config-router)#exit
```

```

R4#
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int e0/0
R4(config-if)#shut
R4(config-if)#
*Mar 1 06:13:22.527: %LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
*Mar 1 06:13:23.529: %LINEPROTO-3-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
R4(config-if)#exit
R4(config)#int e1/1
R4(config-if)#shut
R4(config-if)#
*Mar 1 06:13:43.522: %LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet1/1, changed state to administratively down
*Mar 1 06:13:44.523: %LINEPROTO-3-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to down
R4(config-if)#end
R4#
*Mar 1 06:13:58.658: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#traceroute 10.5.5.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.5.5.2
  0  10.1.1.1  477 msec  80 msec  80 msec
  1  10.4.4.1  121 msec  108 msec  86 msec
R4#cont t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int e1/1
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#
*Mar 1 06:14:44.494: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/1, changed state to up
*Mar 1 06:14:45.495: %LINEPROTO-3-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to up
R4(config-if)#end
R4#cont t
*Mar 1 06:14:53.621: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#traceroute 10.5.5.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.5.5.2
  0  192.168.11.1  44 msec
  1  10.1.1.1  28 msec
  2  192.168.11.2  32 msec
  3  10.4.4.1  40 msec
  4  192.168.33.2  129 msec
  5  10.4.4.1  52 msec
R4#traceroute 10.5.5.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.5.5.2
  0  192.168.11.1  24 msec
  1  10.1.1.1  16 msec
  2  192.168.11.2  24 msec
  3  10.4.4.1  32 msec
  4  192.168.33.2  40 msec
  5  10.4.4.1  36 msec
R4#ping 10.5.5.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.5.5.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/73/244 ms
R4#

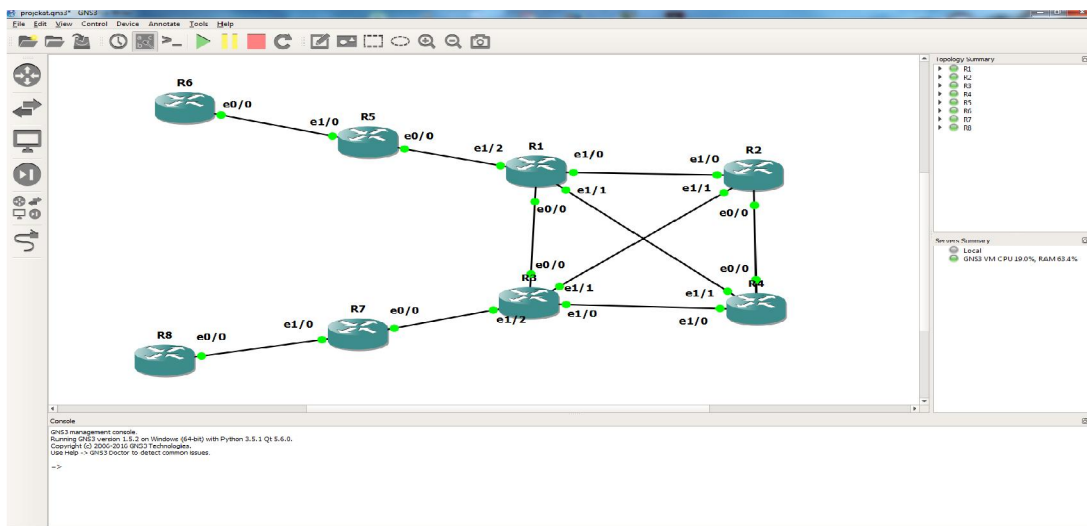
```

Slika 4.1.5 Prikaz putanje komunikacije rutera R4 ka R2 u slučaju pada jednog ili dva linka i uspešno pingovanje

Komandom **#copy running-config startup-config** sačuvamo konfiguracije u trajnu memoriju rutera. U suprotnom bismo prilikom isključivanja rutera izgubili konfiguracije.

4.2. Mreža

Na osnovu topologije kompletne mreže koju vidimo na slici 4.2.1 zaključujemo kako je potrebno aktivirati po još jedan interfejs R1 i R3, kako bismo povezali dodatne rutere. Ideja je da prikazemo dvonivovsku hijerarhiju IS-IS protokola. Ruteri koji čine jezgro mreže će biti L2, a ruteri R6 i R8 koji mogu dalje voditi ka krajnjim korisnicima L1, preostaju ruteri R5 i R7 koji moraju biti L1L2 kako bismo ostavariili povezanost cele mreže.



Slika 4.2.1 Topologija kompletne mreže

Uređaj	Interfejs	Ip adresa	Sabnet maska
R1	Ethernet 1/2	10.10.12.1	255.255.255.252
R3	Ethernet 1/2	10.10.10.1	255.255.255.252
R5	Loopback0	172.16.5.5	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.10.12.2	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	10.10.13.1	255.255.255.252
R7	Loopback0	172.16.7.7	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.10.10.2	255.255.255.252
	Ethernet 1/0	10.10.11.1	255.255.255.252
R6	Loopback0	172.16.6.6	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.10.13.2	255.255.255.252
R8	Loopback0	172.16.8.8	255.255.255.255
	Ethernet 0/0	10.10.11.2	255.255.255.252

Slika 4.2.2 Pregled adresa interfejsa preostalih delova mreže

```

R1(config)#interface ethernet1/2
R1(config-if)# ip address 10.10.12.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip router isis
R1(config-if)# exit

```

```
R1(config)#router isis
R1(config-router)#is-type level-2
```

```
R3(config)#interface ethernet1/2
R3(config-if)# ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip router isis
R3(config-if)# exit
```

```
R3(config)#router isis
R3(config-router)#is-type level-2
```

Ovim naredbama smo uspešno aktivirali potrebne dodatne interfejsе, aktivirali IS-IS procese na njima, i rutere R1 i R3 definisali kao L2. Na isti način komandom (**config-router**)#**is-type level-2** smo promenili nivo rutera R2 i R4.

Ruteri R7 i R8 će pripadati oblasti (*area*) 2, a ruteri R5 i R6 oblasti 3.

Konfiguracija R7 rutera

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R7
```

```
R7(config)#interface loopback0
R7(config-if)# ip address 172.16.7.7 255.255.255.255
R7(config-if)# exit
```

```
R7(config)#interface ethernet0/0
R7(config-if)# ip address 10.10.10.2 255.255.255.252
R7(config-if)# no shutdown
R7(config-if)# ip router isis
R7(config-if)# exit
```

```
R7(config)#interface ethernet1/0
R7(config-if)# ip address 10.10.11.1 255.255.255.252
R7(config-if)# no shutdown
R7(config-if)# ip router isis
R7(config-if)#
```

exit

```
R7(config)#router isis
R7(config-router)#passive-interface loopback0
R7(config-router)#net 49.0002.0000.0000.0007.00
R7(config-router)#is-type level-1-2
R7(config-router)#exit
```

Konfiguracija R8

```
Router > enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R8

R8(config)#interface loopback0
R8(config-if)# ip address 172.16.8.8 255.255.255.255
R8(config-if)# exit

R8(config)#interface ethernet0/0
R8(config-if)# ip address 10.10.10.2 255.255.255.252
R8(config-if)# no shutdown
R8(config-if)# ip router isis
R8(config-if)# exit

R8(config)#router isis
R8(config-router)#passive-interface loopback0
R8(config-router)#net 49.0002.0000.0000.0008.00
R8(config-router)#is-type level-1
R8(config-router)#exit
```

Konfiguracija R5

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)# hostname R5

R5(config)#interface loopback0
R5(config-if)# ip address 172.16.5.5 255.255.255.255
R5(config-if)# exit

R5(config)#interface ethernet0/0
R5(config-if)# ip address 10.10.12.2 255.255.255.252
```

```
R5(config-if)# no shutdown
R5(config-if)# ip router isis
R5(config-if)# exit

R5(config)#interface ethernet1/0
R5(config-if)# ip address 10.10.13.1 255.255.255.252
R5(config-if)# no shutdown
R5(config-if)# ip router isis
R5(config-if)#exit

R5(config)#router isis
R5(config-router)#passive-interface loopback0
R5(config-router)#net 49.0003.0000.0000.0005.00
R5(config-router)#is-type level-1-2
R5#(config-router)#exit
```

Konfiguracija R6

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)# hostname R6

R6(config)#interface loopback0
R6(config-if)# ip address 172.16.8.8 255.255.255.255
R6(config-if)# exit

R6(config)#interface ethernet0/0
R6(config-if)# ip address 10.10.13.2 255.255.255.252
R6(config-if)# no shutdown
R6(config-if)# ip router isis
R6(config-if)# exit

R6(config)#router isis
R6(config-router)#passive-interface loopback0
R6(config-router)#net 49.0003.0000.0006.00
R6(config-router)#is-type level-1
R6#(config-router)#exit
```

```

end
R1#ping 10.10.13.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.13.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 80/139/317 ms
R1#ping 10.10.13.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.13.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 80/107/125 ms
R1#show clns nei
R1#show clns neighbors
R1#show clns neighbors
R1#show clns neighbors

System Id      Interface  SNPA                State  Holdtime  Type Protocol
R5             Et1/2     c809.0e0a.0000      Up     8          L2  IS-IS
R2             Et1/0     c802.0a19.0010      Up     9          L2  IS-IS
R3             Et0/0     c803.0a32.0000      Up     5          L2  IS-IS
R4             Et1/1     c804.0a41.0011      Up     9          L2  IS-IS
R1#

```

Slika 4.2.3 Prikaz IS-IS suseda i uspešan ping rutera R1 ka R6

Ovim smo završili konfigurisanje uređaja.

```

R6#
R6#show clns nei
R6#show clns neighbors

System Id      Interface  SNPA                State  Holdtime  Type Protocol
R5             Et0/0     c809.0e0a.0010      Up     24         L1  IS-IS
R6#ping 10.5.5.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.5.5.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 36/409/1698 ms
R6#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.10.13.1 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/32 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.6.6 is directly connected, Loopback0
i L1    172.16.5.5 [115/10] via 10.10.13.1, Ethernet0/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
i L1    10.10.12.0 [115/20] via 10.10.13.1, Ethernet0/0
C       10.10.13.0 is directly connected, Ethernet0/0
i*L1 0.0.0.0/0 [115/10] via 10.10.13.1, Ethernet0/0
R6#

```

Slika 4.2.4 Ping R6 ka R4 i tabela usmeravanja R6

Sa slika 4.2.3 i 4.2.4 vidimo da pingovi uspešno prolaze, i možemo primeti kako je R5 viđen od strane R1 kao L2 ruter a od strane R6 kao L1.

```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
C       172.16.11.0/30 is directly connected, Ethernet0/0
i L2    172.16.8.8/32 [115/30] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    172.16.7.7/32 [115/20] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    172.16.6.6/32 [115/20] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
i L2    172.16.5.5/32 [115/10] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
i L2    172.16.4.4/32 [115/10] via 192.168.11.2, Ethernet1/1
i L2    172.16.3.3/32 [115/10] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    172.16.2.2/32 [115/10] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
C       172.16.1.1/32 is directly connected, Loopback0
C       192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.11.0 is directly connected, Ethernet1/1
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2    10.10.10.0 [115/20] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    10.5.5.0 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
        [115/20] via 192.168.11.2, Ethernet1/1
i L2    10.4.4.0 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
        [115/20] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    10.1.1.0 [115/20] via 192.168.11.2, Ethernet1/1
        [115/20] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
i L2    10.10.11.0 [115/30] via 172.16.11.2, Ethernet0/0
C       10.10.12.0 is directly connected, Ethernet1/2
i L2    10.10.13.0 [115/20] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.33.0 is directly connected, Ethernet1/0
R1#

```

Slika 4.2.5 Tabela usmeravanja rutera R1

```

R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2    172.16.11.0/30 [115/20] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
        [115/20] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
i L2    172.16.8.8/32 [115/30] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
i L2    172.16.7.7/32 [115/20] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
i L2    172.16.6.6/32 [115/30] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
i L2    172.16.5.5/32 [115/20] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
i L2    172.16.4.4/32 [115/10] via 10.5.5.1, Ethernet0/0
i L2    172.16.3.3/32 [115/10] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
C       172.16.2.2/32 is directly connected, Loopback0
i L2    172.16.1.1/32 [115/10] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2    192.168.11.0 [115/20] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
        [115/20] via 10.5.5.1, Ethernet0/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2    10.10.10.0 [115/20] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
C       10.5.5.0 is directly connected, Ethernet0/0
C       10.4.4.0 is directly connected, Ethernet1/1
i L2    10.1.1.0 [115/20] via 10.5.5.1, Ethernet0/0
        [115/20] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
i L2    10.10.11.0 [115/30] via 10.4.4.2, Ethernet1/1
i L2    10.10.12.0 [115/20] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
i L2    10.10.13.0 [115/30] via 192.168.33.1, Ethernet1/0
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.33.0 is directly connected, Ethernet1/0
R2#

```

Slika 4.2.6 Tabela usmeravanja rutera R2


```

R3#
R3#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
C       172.16.11.0/30 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   172.16.8.8/32 [115/20] via 10.10.10.2, Ethernet1/2
i L2   172.16.7.7/32 [115/10] via 10.10.10.2, Ethernet1/2
i L2   172.16.6.6/32 [115/30] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.5.5/32 [115/20] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.4.4/32 [115/10] via 10.1.1.2, Ethernet1/0
C       172.16.3.3/32 is directly connected, Loopback0
i L2   172.16.2.2/32 [115/10] via 10.4.4.1, Ethernet1/1
i L2   172.16.1.1/32 [115/10] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.11.0 [115/20] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
        [115/20] via 10.1.1.2, Ethernet1/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
C       10.10.10.0 is directly connected, Ethernet1/2
i L2   10.5.5.0 [115/20] via 10.4.4.1, Ethernet1/1
        [115/20] via 10.1.1.2, Ethernet1/0
C       10.4.4.0 is directly connected, Ethernet1/1
C       10.1.1.0 is directly connected, Ethernet1/0
i L2   10.10.11.0 [115/20] via 10.10.10.2, Ethernet1/2
i L2   10.10.12.0 [115/20] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
i L2   10.10.13.0 [115/30] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.33.0 [115/20] via 172.16.11.1, Ethernet0/0
        [115/20] via 10.4.4.1, Ethernet1/1
R3#

```

Slika 4.2.7 Tabela usmeravanja rutera R3

```

R4# show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2   172.16.11.0/30 [115/20] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
        [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.8.8/32 [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.7.7/32 [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.6.6/32 [115/30] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
i L2   172.16.5.5/32 [115/20] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
C       172.16.4.4/32 is directly connected, Loopback0
i L2   172.16.3.3/32 [115/10] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.2.2/32 [115/10] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
i L2   172.16.1.1/32 [115/10] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       192.168.11.0 is directly connected, Ethernet1/1
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2   10.10.10.0 [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
C       10.5.5.0 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.4.4.0 [115/20] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
        [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
C       10.1.1.0 is directly connected, Ethernet1/0
i L2   10.10.11.0 [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   10.10.12.0 [115/20] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
i L2   10.10.13.0 [115/30] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.33.0 [115/20] via 192.168.11.1, Ethernet1/1
        [115/20] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
R4#

```

Slika 4.2.8 Tabela usmeravanja rutera R4

```

R5#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2   172.16.11.0/30 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.8.8/32 [115/40] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.7.7/32 [115/30] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L1   172.16.6.6/32 [115/10] via 10.10.13.2, Ethernet1/0
C      172.16.5.5/32 is directly connected, Loopback0
i L2   172.16.4.4/32 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.3.3/32 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.2.2/32 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.1.1/32 [115/10] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.11.0 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2   10.10.10.0 [115/30] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   10.5.5.0 [115/30] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   10.4.4.0 [115/30] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   10.1.1.0 [115/30] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
i L2   10.10.11.0 [115/40] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
C      10.10.12.0 is directly connected, Ethernet0/0
C      10.10.13.0 is directly connected, Ethernet1/0
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.33.0 [115/20] via 10.10.12.1, Ethernet0/0
R5#

```

Slika 4.2.9 Tabela usmeravanja rutera R5

```

R7#
R7#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2   172.16.11.0/30 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L1   172.16.8.8/32 [115/10] via 10.10.11.2, Ethernet1/0
C      172.16.7.7/32 is directly connected, Loopback0
i L2   172.16.6.6/32 [115/40] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.5.5/32 [115/30] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.4.4/32 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.3.3/32 [115/10] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.2.2/32 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   172.16.1.1/32 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.11.0 [115/30] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
C      10.10.10.0 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.5.5.0 [115/30] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   10.4.4.0 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   10.1.1.0 [115/20] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
C      10.10.11.0 is directly connected, Ethernet1/0
i L2   10.10.12.0 [115/30] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
i L2   10.10.13.0 [115/40] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.33.0 [115/30] via 10.10.10.1, Ethernet0/0
R7#

```

Slika 4.2.10 Tabela usmeravanja rutera R7

```

R8#
R8#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.10.11.1 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/32 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.8.8 is directly connected, Loopback0
i L1    172.16.7.7 [115/10] via 10.10.11.1, Ethernet0/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
i L1    10.10.10.0 [115/20] via 10.10.11.1, Ethernet0/0
C       10.10.11.0 is directly connected, Ethernet0/0
i*L1 0.0.0.0/0 [115/10] via 10.10.11.1, Ethernet0/0
R8#traceroute 172.16.6.6

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.6.6

 0  10.10.11.1  116 msec 80 msec 80 msec
 1  10.10.10.1  164 msec 121 msec 124 msec
 2  172.16.11.1 320 msec 120 msec 121 msec
 3  10.10.12.2  176 msec 160 msec 168 msec
 4  10.10.13.2  686 msec 196 msec *
R8#

```

Slika 4.2.11 Tabela usmeravanja R8 i putanja kojom paket prolazi do loopback interfejsa na R6

4.3. Testiranje rada mreže nakon pada linka

U prvom primeru testiraćemo mrežu u slučaju pada linkova između rutera R1 i R3 i R1 i R4. Pad linkova simuliraćemo deaktiviranjem odgovarajućih interfejsa komandom (**config-if**)# **shutdown** na odgovarajućim interfejsima. U ovom slučaju će to biti ethernet 0/0 i ethernet 1/1 na ruteru R1.

```
R6#traceroute 172.16.8.8
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.8.8
 0 10.10.13.1 8 msec 25 msec 16 msec
 1 10.10.12.1 32 msec 44 msec 12 msec
 2 172.16.11.2 64 msec 40 msec 20 msec
 3 10.10.10.2 84 msec 40 msec 36 msec
 4 10.10.11.2 76 msec 40 msec 81 msec
R6#traceroute 172.16.8.8
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.8.8
 0 10.10.13.1 24 msec 20 msec 16 msec
 1 10.10.12.1 24 msec 12 msec 40 msec
 2 192.168.11.2 40 msec 28 msec 28 msec
 3 10.1.1.1 48 msec 52 msec 68 msec
 4 10.10.10.2 64 msec 44 msec 85 msec
 5 10.10.11.2 116 msec 88 msec 68 msec
R6#traceroute 172.16.8.8
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.8.8
 0 10.10.13.1 12 msec 4 msec 16 msec
 1 10.10.12.1 44 msec 20 msec 32 msec
 2 192.168.33.2 52 msec 20 msec 40 msec
 3 10.4.4.2 48 msec 28 msec 52 msec
 4 10.10.10.2 48 msec 44 msec 48 msec
 5 10.10.11.2 61 msec 108 msec 88 msec
R6#
```

Slika 4.3.1 Putanje paketa od R6 ka R8

Na slici 4.3.1 možemo videti kako u slučaju regularnog rada mreže paketi od rutera R6 idu preko rutera R1 ka ruteru R3 i zatim dalje ka R8. U slučaju pada linka između R1 i R3, saobraćaj se prerutira i ide preko R4 ka R3, u slučaju pada i pada linka između R1 i R4, saobraćaj ide od R1 preko R2 zatim R4 ka R3 i dalje ka R8. Komunikacija je sve vreme uspešna.

```

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2 172.16.11.0/30 [115/30] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 172.16.8.8/32 [115/40] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 172.16.7.7/32 [115/30] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 172.16.6.6/32 [115/20] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
i L2 172.16.5.5/32 [115/10] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
i L2 172.16.4.4/32 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 172.16.3.3/32 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 172.16.2.2/32 [115/10] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
C 172.16.1.1/32 is directly connected, Loopback0
192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2 192.168.11.0 [115/30] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2 10.10.10.0 [115/30] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 10.5.5.0 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 10.4.4.0 [115/20] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 10.1.1.0 [115/30] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
i L2 10.10.11.0 [115/40] via 192.168.33.2, Ethernet1/0
C 10.10.12.0 is directly connected, Ethernet1/2
i L2 10.10.13.0 [115/20] via 10.10.12.2, Ethernet1/2
192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 192.168.33.0 is directly connected, Ethernet1/0
R1#conf t

```

Slika 4.3.1 Tabela usmeravanja R1 nakon pada oba linka

U drugom primeru simuliraćemo pad linkova između rutera R4 i R2 i R4 i R1 i analizirati kako to utiče na komunikaciju rutera R4 sa R6. Padove linkova simuliramo gašenjem interfejsa u ovom slučaju ethernet 0/0 i ethernet 1/1 na R4.

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#int e1/1
R4(config-if)#shut
R4(config-if)#end
R4#conf t
*Mar  1 00:02:46.549: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Mar  1 00:02:46.561: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/1, changed state to administratively down
R4#traceroute 172.16.6.6
*Mar  1 00:02:47.562: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to down
R4#traceroute 172.16.6.6

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.6.6

  1  10.5.5.2 192 msec
    10.1.1.1 521 msec
    10.5.5.2 241 msec
  2  172.16.11.1 48 msec
    192.168.33.1 44 msec
    172.16.11.1 36 msec
  3  10.10.12.2 68 msec * 64 msec
  4  10.10.13.2 68 msec 80 msec 44 msec
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#int e0/0
R4(config-if)#shut
R4(config-if)#end
R4#conf t
*Mar  1 00:06:53.445: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Mar  1 00:06:53.549: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
R4#traceroute 172.16.6.6
*Mar  1 00:06:54.551: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
R4#traceroute 172.16.6.6

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.6.6

  1  10.1.1.1 12 msec 4 msec 36 msec
  2  172.16.11.1 40 msec 41 msec 40 msec
  3  10.10.12.2 76 msec 52 msec 52 msec
  4  10.10.13.2 84 msec 48 msec 56 msec
R4#ping 10.10.13.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.13.2, timeout is 2 seconds:
!!!!.
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 12/54/81 ms
R4#ping 10.10.13.2
```

Slika 4.3.2 Ping i putanja od R4 ka R6 nakon pada linkova

Sa slike 4.3.2 vidimo da je komunikacija uspešna komandom **#ping 172.16.6.6** smo poslali pakete ka loopback interfejsu rutera R6 i uspešno ih primili nazad. Takođe vidimo da su paketi preusmereni preko R3 ka R1 i dalje ka R6 korišenjem komande **#traceroute** .

```

R4#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
i L2   172.16.11.0/30 [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.8.8/32 [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.7.7/32 [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.6.6/32 [115/40] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/40] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.5.5/32 [115/30] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
C      172.16.4.4/32 is directly connected, Loopback0
i L2   172.16.3.3/32 [115/10] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   172.16.2.2/32 [115/10] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
i L2   172.16.1.1/32 [115/20] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
    192.168.11.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.11.0 [115/30] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
    10.0.0.0/30 is subnetted, 7 subnets
i L2   10.10.10.0 [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
C      10.5.5.0 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.4.4.0 [115/20] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/20] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
C      10.1.1.0 is directly connected, Ethernet1/0
i L2   10.10.11.0 [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   10.10.12.0 [115/30] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/30] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
i L2   10.10.13.0 [115/40] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
       [115/40] via 10.1.1.1, Ethernet1/0
    192.168.33.0/30 is subnetted, 1 subnets
i L2   192.168.33.0 [115/20] via 10.5.5.2, Ethernet0/0
R4#

```

Slika 4.3.4 Tabela usmeravanja R4 nakon pada linkova

Ponovnim aktiviranjem interfejsa mreža se vraća u prvobitno stanje, tabele usmeravanja i putanje kojima se paketi kreću su iste kao pre padova linkova. Time smo uspešno testirali mrežu i njenu stabilnost.

5. ZAKLJUČAK

Iako manje popularan i poznat u lokalnim mrežama, za razliku od recimo OSPF, RIP, EIGRP, protokol rutiranja IS-IS se uz OSPF izdvojio kao najbitniji IGP protokol u velikim mrežama. To je postigao zahvaljujući svojoj robusnosti i skalabilnosti. IS-IS i OSPF kao IGP protokoli i BGP kao EGP čine okosnicu ISP. Zahvaljujući podršci za IPv6 i Mpls (*Multiprotocol Label Switching*) sigurno je da će i u budućnosti biti aktuelan.

S obzirom na enormni razvitak, u današnje vreme je ne samo poželjno nego i neophodno konstantno usavršavanje i učenje u oblasti informacionih tehnologija. GNS3 se tu pokazao kao izuzetno koristan i moćan alat. Međutim u radu su primećene određene nestabilnosti. Uzevši to u obzir, kao i relativno složeno korišćenje i instaliranje samog programa, preporučljivo bi bilo korišćenje jednostavnijih programa u početku, onima koji prave prve korake u oblasti mrežne administracije.

LITERATURA

- [1] Configuring IS-IS for IP on Cisco Routers, Available: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/integrated-intermediate-system-to-intermediate-system-is-is/13795-is-is-ip-config.html>
- [2] Abe Martey, "IS-IS Network Design Solutions" , Cisco press
- [3] Configuring Integrated IS-IS [Online]. Available: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfisis.html
- [4] <https://sr.wikipedia.org/wiki/IS-IS>
- [5] Basic IS-IS Configuration [Online]: Available: <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=730191&seqNum=4>