

LJUBIŠA TEŠANOVIĆ*, ZDENKO STEVANOVIĆ**

VISOKA RASPOLOŽIVOST CENTRALNOG ČVORIŠTA INTRANETA – STUDIJA SLUČAJA ŽELJEZNICA REPUBLIKE SRPSKE

HIGH AVAILABILITY OF CORE NETWORK – THE CASE STUDY OF RAILWAYS OF THE REPUBLIC OF SRPSKA

Datum prijema rada: 5.10.2018.

UDK: 656.2+004:654.1

REZIME:

Visoka raspoloživost jedan je od obaveznih zahtjeva kod projektovanja i realizacije savremenih informacionih sistema. Centralno čvorište kao bitan segment predstavlja srž informacionog sistema preko koga se svi implementirani servisi i aplikacije distribuišu korisniku. U razmatranju ovog tehničko-tehnološkog rješenja uzet je kao primjer idejni projekat realizacije centralnog čvorišta Intraneta Željeznica Republike Srpske. Tehnološko rješenje za realizaciju ovog projekta su redundantni protokoli mrežnog prolaza (HSRP, VRRP, GLBP) i protokoli za agregaciju linkova (LACP i PagP) koji, zajedno sa redundansom mrežnih uređaja drugog i trećeg sloja, pružaju visoku raspoloživost kompletnog informacionog sistema. Ovim obezbjeđujemo da se svi poslovno-tehnološki procesi, koji se u savremenom načinu organizacije, upravljanja i poslovanja u potpunosti oslanjaju na informacione sisteme, odvijaju nesmetano i bez prekida eksploatišući sve potencijale i prednosti koje ovakav sistem nudi.

Ključne riječi: informacioni sistem, centralno čvorište Intraneta, HSRP, LACP

SUMMARY:

High availability is a mandatory requirement of design making and implementing modern IT system. Core network is very important element and represents an IT core which all services and applications distribute to users. Considering this technical and technological solution we have taken as an example conceptual design of implementing core network in the Intranet ŽRS. The Project technological solutions are First Hop Redundancy Protocol (HSRP, VRRP, GLBP) and Link Aggregation Protocol (LACP and PAGP) which accompanied with Layer 2 and 3 switches offer full high availability of entire IT system.

This ensures that all business and technological processes, organized and managed in modern way, fully based on IT system, run smoothly with no interrupt utilizing all benefits and potentials of the system of this kind.

Key words: IT system, core network, HSRP, LACP

1. UVOD

Koncept organizacije i arhitekture savremenog preduzeća u razvijenim zemljama već odavno podrazumijeva da se poslovno-tehnološki procesi sa svim njihovim elementima i podstrukturama

u potpunosti oslanjaju na informacione sisteme bazirane na informatičko-komunikacijskim tehnologijama kao infrastrukturi, što ovim preduzećima omogućava bolje i uspješnije upravljanje poslovnim procesima, finansijskim, ljudskim i materijalno-tehničkim resursima. S obzirom na to da bi svaka

* Ljubiša Tešanović, dipl. inž. el, Željeznice Republike Srpske, Doboj, Svetog Save 71, ljubisa.tesanovic@zrs-rs.com

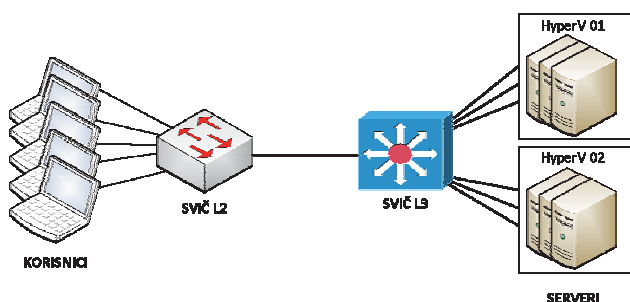
** Zdenko Stevanović, dipl. inž. el, Željeznice Republike Srpske, Doboj, Svetog Save 71, zdenko.s@zrs-rs.com

nefunkcionalnost ovog sistema podrazumijevala djelimično, ako ne i potpuno, paralisanje svih poslovnih procesa, za uspješno poslovanje i upravljanje preduzećem od velike je važnosti da se obezbjedi visoka raspoloživost i puna funkcionalnost sistema.

Željeznice Republike Srpske započele su proces informatizacije preduzeća i taj proces traje. U tim aktivnostima realizovani su projekti izgradnje serverske i mrežne infrastrukture, kao i instaliranje servisa i aplikacija koje su djelimično obezbjeđeni kroz nabavku od renomiranih IT preduzeća, a djelimično kroz razvoj sopstvenih softverskih rješenja u okviru IT sektora.

2. POSTOJEĆE STANJE NA ŽRS

Analizom postojećeg stanja došli smo do zaključka da arhitektura i topologija centralnog čvorišta (Core Network) Intraneta ŽRS ne zadovoljavaju savremene standarde koji se primjenjuju prilikom projektovanja i izgradnje ovakvih sistema (Cisco, 2008). Primjetno je da u centralnom čvorištu nije obezbjeđena redundantnost sistema. Ona postoji na nivou serverske infrastrukture i realizovana je virtualizacijom serverskih instanci uz pomoć Majkrosoftovog HyperV rješenja (Lanaco, 2013). Međutim, centralno čvorište je u potpunosti implementirano i bazirano na jednom višeslojnom sviču (slika 1) i u slučaju njegove nefunkcionalnosti svi servisi i aplikacije, koje se nalaze na serverskoj infrastrukturi, bile bi nedostupne korisnicima. Samim tim, svi poslovni i radni procesi, koji zavise od ovog sistema, odmah bi bili obustavljeni na neodređeno vrijeme.



Slika 1: Topologija Intraneta ŽRS (uprošćen prikaz postojećeg stanja)

Zato je neophodno izvršiti određene izmjene kako bi se funkcionalnost centralnog čvorišta dovela na odgovarajući nivo. Prilikom osmišljavanja ovog rješenja, pored preporučenih standarda, treba imati

racionalan i ekonomičan pristup kako novo rješenje ne bi zahtijevalo prevelika finansijska ulaganja koja bi bila u nesrazmjeri sa očekivanim prednostima.

3. PREGLED I KARAKTERISTIKE PROTOKOLA

U cilju postizanja adekvatnog tehničkog rješenja neophodno je odabrati odgovarajući tip i model mrežnih uređaja kao i protokole uz pomoć kojih će se realizovati visoka dostupnost centralnog čvorišta Intraneta. U ovom slučaju odlučili smo se za sledeće protokole:

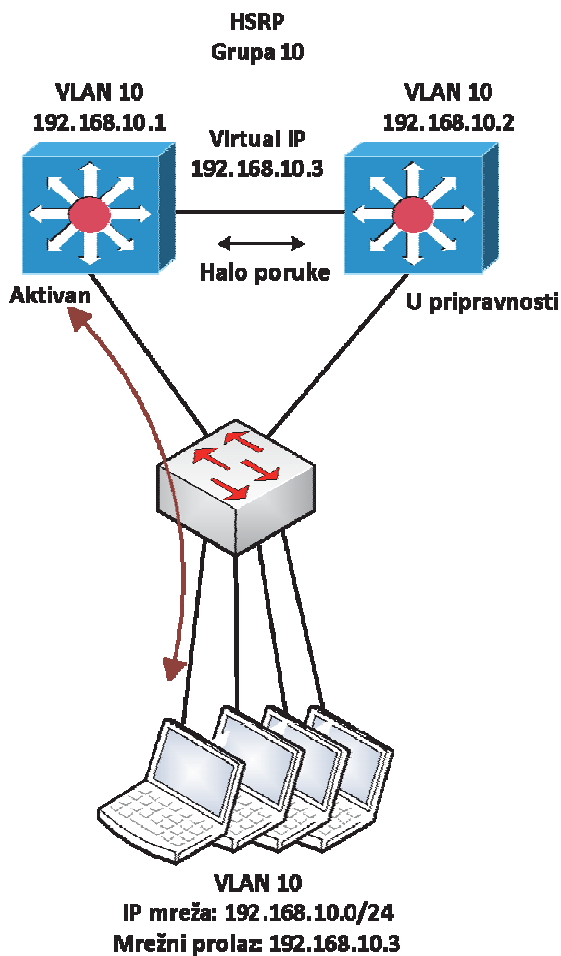
- Hot Standby Router Protocol – HSRP i
- Link Aggregation Control Protocol – LACP.

3.1. Redundantni protokol mrežnog prolaza

Višeslojni svič (Multilayer/layer 3 switch) ima sposobnost usmjeravanja saobraćaja na mrežnom nivou (Network layer). On predstavlja mrežni prolaz koji omogućava da se mrežni saobraćaj odvija između različitih VLAN-ova. Međutim, ukoliko mrežni prolaz zbog određene smetnje/kvara postane nefunkcionalan, hostovi u različitim IP podmrežama gube komunikaciju i mrežni saobraćaj se između njih ne odvija.

Da bi se izbegao ovakav scenario jer povećava nestabilnost mreže, a time i servisa i aplikacija koji se preko nje distribušu, razvijeni su redundantni protokoli mrežnog prolaza koji omogućavaju da se kombinacijom dva višeslojna sviča postigne redundantnost u pogledu mrežnog prolaza i usmjeravanja saobraćaja između različitih IP podmreža.

Hot Standby Router Protocol (HSRP) jedan je od redundantnih protokola mrežnog prolaza, koji više mrežnih prolaza pridružuje u jednu HSRP grupu (Hucaby, 2007). Oni dijele jednu zajedničku IP adresu koja se naziva virtualna IP adresa i ona je adresa mrežnog prolaza preko koje hostovi iz jedne IP podmreže komuniciraju sa ostalim IP podmrežama. U HSRP grupi jedan od svičeva postaje primarni, tj. aktivni i on obavlja poslove mrežnog prolaza dok se drugi svič nalazi u stanju pripravnosti. Oba mrežna prolaza međusobno razmjenjuju halo poruke (IETF, 1998) tako da znaju jedan za drugog, da li su operativni i ko je od njih aktivan, a ko u pripravnosti (slika 2). Ova komunikacija odvija se pomoću višesmerne (multicast) IP adrese 224.0.0.2 (verzija 1) ili 224.0.102 (verzija 2).

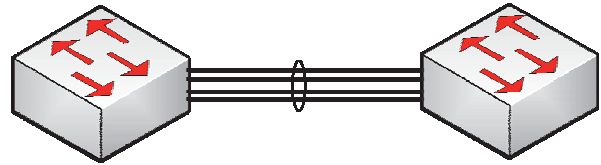


Slika 2: HSRP arhitektura i tok mrežnog saobraćaja

3.2. Agregacija fizičkih linkova sviča – Port-Channel

Port-Channel predstavlja interfejs logičkog linka koji agregira više fizičkih portova. Agregacijom se povećava kapacitet linka između dva sviča, a postiže se i redundantnost, dok u isto vrijeme nije neophodna nabavka dodatnih uređaja za tu svrhu. Da bi se, između dva sviča, formirao ovaj oblik dinamičke veze neophodan je dogovor koji se odvija preko protokola za agregiranje linkova. Protokoli koji se koriste su LACP (Link Aggregation Control Protocol) i PAGP (Port Aggregation Control Protocol). Kod povećanog inteziteta saobraćaja, kao i neophodnosti visoke pouzdanosti ovo rješenje veoma je pogodno i privatljivo. Ako u okviru jednog linka grupišemo dva fizička linka kapaciteta od 1 Gb/s, onda će kapacitet logički link biti 2 Gb/s. U slučaju potrebe za većim kapacitetima moguće je agregirati više fizičkih linkova u jedan logički link (slika 3). Koristeći Link Aggregation Control

Protocol – LACP ograničeni smo na ukupno 16 fizičkih linkova u okviru jedne grupe, što kod upotrebe fizičkih linkova od po 1 Gb/s nudi zbirni kapacitet logičkog linka od 16 Gb/s (Hucaby, 2007).

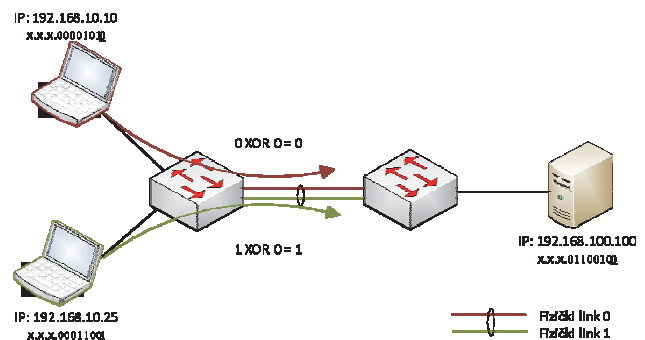


Slika 3: Grupisanje fizičkih linkova u jedan logički link

U okviru logičkog linka saobraćaj se distribuiše preko fizičkih linkova uz ravnomjerno opterećenje (load-balancing), a u slučaju da bilo koji od fizičkih linkova „otkaže” ostali fizički linkovi u grupi će nastaviti da prosljeđuju njegov saobraćaj. Ovim se postiže redundantnost što povećava pouzdanost na nivou linka između dva sviča. Ravnomjernost opterećenja fizičkih linkova mrežnim saobraćajem zavisi od konfiguracijskih parametara. Prilikom unosa konfiguracijskih parametara može da se koristi više opcija, kao na primjer:

- dst-ip/mac /balansiranje po odredišnoj IP ili MAC adresi/,
- src-ip/mac /balansiranje po izvorišnoj IP ili MAC adresi/,
- src-dst-ip/mac /balansiranje po izvorišnoj i odredišnoj IP ili MAC adresi/.

U prva dva slučaja (dst-ip/mac i src-ip/mac) odabira se fizički link na osnovu posljednjih bitova IP ili MAC adrese, a u trećem slučaju (src-dst-ip/mac) na osnovu rezultata XOR posljednjih bitovi IP ili MAC adresa hostova između kojih se odvija saobraćaj (slika 4). Tada se saobraćaj između dva hosta uvijek odvija preko istog fizičkog linka u grupi, a što je intenzivniji saobraćaj između dva hosta to je njihov fizički link opterećeniji.

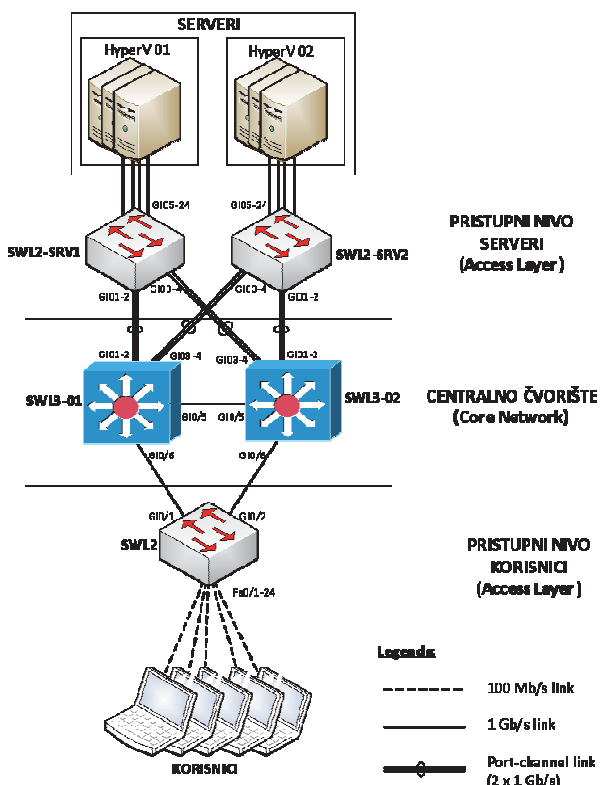


Slika 4: Protok saobraćaja po fizičkim linkovima u grupi (opcija src-dst-ip)

Radi odabira najboljeg modela za ravnomjerno opterećenje svih fizičkih linkova u grupi neophodno je izvršiti analizu mrežnog saobraćaja.

4. IMPLEMENTACIJA VISOKE RASPOLOŽIVOSTI CENTRALNOG ČVORIŠTA NA ŽRS

U ovom konkretnom primjeru, u centralnom čvorištu, neophodno je instalirati dva višeslojna sviča (Multilayer/Layer 3 Switch) na kojima će se uz pomoć Redundantnog protokol mrežnog prolaza, u ovom slučaju HSRP (Hot Standby Router Protocol), obezbjeđivati redundantnost mrežnog prolaza (gateway) kako za serversku infrastrukturu tako i za računare korisnika. Pored toga, linkovi između svičeva pristupnog nivoa (Access layer switch) serverske infrastrukture trebaju se povezivati sa višeslojnim svičevima u centralnom čvorištu agregiranjem po dva fizička linka u jedan logički link, uz pomoć LACP protokola. Svi fizički linkovi između svičeva centralnog čvorišta i svičeva pristupnih nivoa treba da budu kapaciteta najmanje od 1 Gb/s. Računari korisnika treba da budu povezani na svič pristupnog nivoa linkovima kapaciteta od po 100 Mb/s (slika 5).



Slika 5: Idejno rješenje visoke raspoloživosti centralnog čvorišta Intraneta ŽRS

4.1. Konfiguracija port-channel

Primjer konfiguracije port-channela na svičevima SWL3-01 i SWL2-SRV1:

```
SWL2-SRV1(config-if)#interface port-channel 1
SWL2-SRV1(config-if)#switchport mode trunk
SWL2-SRV1(config-if)#interface range g0/1-2
SWL2-SRV1(config-if-range)#switchport mode trunk
SWL2-SRV1(config-if-range)#channel-group 1 mode active
SWL2-SRV1(config-if-range)#exit
SWL3-01(config)#interface port-channel 1
SWL3-01(config-if)#switchport mode trunk
SWL3-01(config-if)#interface range g0/1-2
SWL3-01(config-if-range)#switchport mode trunk
SWL3-01(config-if-range)#channel-group 1 mode active
SWL3-01(config-if-range)#exit
SWL3-01(config)#port-channel load-balance src-dst-ip
SWL3-01(config)#
```

Prikaz sumarnih informacija o statusu port-channel interfejsa:

```
SWL3-01#show etherchannel summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone  s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3       S - Layer2
       U - in use       f - failed to allocate aggregator
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port
```

```
Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators:          1
```

```
Group Port-channel Protocol Ports
```

4.2. Konfiguracija Hot Standby Router Protocol

Primjer konfiguracije HSRP na svičevima SWL3-01 i SWL3-02:

```
SWL3-01(config-if)#interface vlan 10
SWL3-01(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
SWL3-01(config-if)#standby 10 ip 192.168.10.3
SWL3-01(config-if)#standby 10 preempt
SWL3-01(config-if)#standby 10 priority 110
SWL3-01(config-if)#
%HSRP-6-STATECHANGE: Vlan10 Grp 10 state Speak -> Standby

%HSRP-6-STATECHANGE: Vlan10 Grp 10 state Standby -> Active
SWL3-02(config-if)#interface vlan 10
SWL3-02(config-if)#ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
SWL3-02(config-if)#standby 10 ip 192.168.10.3
SWL3-02(config-if)#standby 10 preempt
SWL3-02(config-if)#
%HSRP-6-STATECHANGE: Vlan10 Grp 10 state Speak -> Standby
```

Prikaz sumarnih informacija o statusu HSRP-a:

```
SWL3-01#sh standby brief
P indicates configured to preempt.
|
Interface Grp Pri P State Active Standby Virtual IP
Vl10      10 110 P Active local 192.168.10.2 192.168.10.3
Vl100     100 110 P Active local 192.168.100.2 192.168.100.3
SWL3-01#

SWL3-02#sh standby brief
P indicates configured to preempt.
|
Interface Grp Pri P State Active Standby Virtual IP
Vl10      10 100 P Standby 192.168.10.1 local 192.168.10.3
Vl100     100 100 P Standby 192.168.100.1 local 192.168.100.3
SWL3-02#
```

5. ZAKLJUČAK

Pravilnom instalacijom, povezivanjem i konfiguracijom mrežnih uređaja drugog i trećeg nivoa (Switches Layer 2 and 3) protokoli za agregaciju linkova i redundantnost mrežnog prolaza postali su operativni na što ukazuju izlazne informacije dobijene naredbama „show etherchannel summary” i „show standby brief”. Ovo rješenje uspješno je simulirano u simulatoru za računarske mreže, „Packet Tracer” i funkcionalno je. Ono se sada može implementirati u realnom okruženju, a njegovom realizacijom obezbjediće se visoka raspoloživost svih servisa i aplikacija u Intranetu ŽRS. Smatramo da je postignut izbalansiran odnos između ispunjavanja savremenih zahtjeva kod implementacije

ovakvih sistema, kao i racionalnog finansijskog ulaganja u njegovu nadgradnju.

LITERATURA

- [1] David Hucaby (2007). Building Converged Multilayer Switched Networks
- [2] Cisco.com (2008). Campus Network for High Availability Design Guide
- [3] The Internet Engineer Task Force - IETF (1998). Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP). <https://tools.ietf.org/html/rfc2281>
- [4] Lanaco (2013), ŽRS - Projekat izvedenog stanja 39/13