Analiza performansi računalne mreže uporabom Network Performance Monitor-a

Zrinec, Luka

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Zrinec

ANALIZA PERFORMANSI RAČUNALNE MREŽE UPORABOM NETWORK PERFORMANCE MONITOR-a

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, srpanj 2016.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA PERFORMANSI RAČUNALNE MREŽE UPORABOM NETWORK PERFORMANCE MONITOR-a

PERFORMANCE ANALYSIS OF COMPUTER NETWORK USING THE NETWORK PERFORMANCE MONITOR

Mentor: prof.dr.sc. Zvonko Kavran

Student:Luka Zrinec, 0135230054

Datum obrane: 5.srpnja 2016.

Zagreb, srpanj 2016.

ANALIZA PERFORMANSI RAČUNALNE MREŽE UPORABOM NETWORK PERFORMANCE MONITOR-A

SAŽETAK

Računalne mreže svakodnevno eksponencijalno rastu sa svakim novim terminalnim uređajem koji ostvaruje komunikaciju preko iste. Analizom performansi računalnih mreža uočavaju se nedostaci koji moraju biti aktualizirani novijom tehnologijom ili tehnikom prijenosa podataka kako bi se zadovoljili zahtjevi korisnika. U ovom radu je prikazana bežična računalna mreža, za koju se ispituju mogućnosti i performanse. Analizom dobivenih rezultata zaključuje se da je mreža sposobna za puno veće prijenosne brzine, u odnosu na infrastrukturu mrežnog operatera koja ne omogućuje veću propusnost prema analiziranoj mreži kako bi se prikazale krajne mogućnosti mreže. Analiza je provedena primjenom programskog alata Network Performance Monitor-a koji omogućuje detaljno nadgledanje mreže i mrežnih uređaja, te temelju dobivenih rezultata može se provesti kvalitetna analiza računalne mreže.

KLJUČNE RIJEČI: komunikacija; računalna mreža; analiza; performanse;

PERFORMANCE ANALYSIS OF COMPUTER NETWORK USING THE NETWORK PERFORMANCE MONITOR

SUMMARY

Computer networks are growing exponentially every day with each new terminal device that provides communication over the same. By analyzing the performance of computer networks are observed deficiencies that need to be updated with newer technology or technique of data transfer to satisfy requirements of users. In this work, was showed a wireless computer network, which is examining the possibilities and performance. With analysis of the results it is concluded that the network is capable of much higher transfer speed, compared to the infrastructure of the network operator, which does not allow for greater throughput to the analyzed network to display an extreme network capabilities. The analysis was conducted using the software tool Network Performance Monitor that provides detailed network monitoring and network devices, and use the results to be meaningful analysis of computer networks.

KEYWORDS: communication; computer network; analyz; performance

Sadržaj

1. UVOD

Živimo u doba tehnologije i svakodnevnog napretka, u svijetu gdje je komunikacija postala ne zamisliva bez elektroničkih uređaja. Svakodnevne komunikacije većinom se ostvaruju pomoću raznih mobilnih i ne mobilnih terminalnih uređaja koji komuniciraju preko globalne računalne mreže koju nazivamo Internet. Internet je globalna mreža koja povezuje računalne mreže cijelog Svijeta, a računalna mreža je skup dva ili više povezanih računala koja mogu međusobno komunicirati.

Računalne mreže tako mogu biti od malih kućnih do velikih mreža koje koriste kompanije, a svrha im je ista prijenos podataka i informacija. Također imaju iste zahtjeve da taj prijenos podataka bude što brži uz što manje greške ili pak bez greške iako se zahtjeva prijenos ogromnih količina podataka uz što manje troškove.

Da bi se ispunili zahtjevi korisnika nad računalnim mrežama provode se razna testiranja i analize. Također se provode razne aktivnosti kako bi se razvile, poboljšale i unaprijedile postojeće računalne mreže. Kako bi računalne mreže ispunile zahtjeve razvijaju se razni alati za nadzor i analizu performansi računalnih mreža i njihovih sastavnih dijelova.

Cilj i tema ovog rada je prikazati i analizirati performanse računalne mreže. Testirana ja i analizirana vlastita bežična računalna mreža primjenom programskog alata Network Performance Monitor - NPM koji je proizveden od tvrtke SolarWinds.

Završni rad rad je podijeljen u pet cjelina kroz koje će se obraditi tematika vezana uz računalne mreže.

1. Uvod
2. Računalne mreže
3. Skeniranje i pregled bežične računalne mreže Zrinec
4. Analiza performansi bežične računalne mreže Zrinec uporabom alata Network Performance Monitor-a

5. Zaključak

Drugo poglavlje ovog rada odnosi se na računalne mreže općenito. Opisan je razvoj računalnih mreža kroz povijest, način rada računalnih mreža i njihova arhitektura. Posebno su navedene i performanse računalnih mreža.

Treće poglavlje opisuje konfiguraciju programskog alata i spremanje za skeniranje računalne mreže. Nakon skeniranja prikazani su dobiveni podaci, te na kraju pregled dobivenih rezultata odnosno pregled bežične računalne mreže Zrinec.

Četvrto poglavlje opisuje i programski alat kojim se vrši nadziranje i testiranje. Nadalje razrađuje temu ovog rada, a to je analiza performansi mreže na temelju dobivenih rezultata iz nadziranja i testiranja bežične računalne mreže Zrinec.

Peto poglavlje na temelju navedenih i iznesenih činjenica u četvrtom poglavlju opisuje zaključak o performansama obrađene računalne mreže.

2. RAČUNALNA MREŽA

Digitalnom revolucijom i sve većom potrebom za razmjenjivanjem ogromnih količina informacija i podataka između ljudi nastale su komunikacijske mreže. Razvitkom računala, informacije i podaci sve više u današnjem svijetu gotovo svi generiraju i obrađuju pomoću istih, s obzirom na tu spoznaju komunikacijske mreže možemo nazvati računalnim mrežama. One su postale sastavni dio života u svakom smislu, te su promjenile način učenja, istraživanja, razvoja, proizvodnje, poslovanja odnosno cijelog ljudskog života.

Računalna mreža nastaje povezivanjem dvaju ili više nezavisnih računala jedinstvenom tehnologijom koristeći poseban hardver i softver uz poznavanje načina umrežavanja istih. Prednosti računalnih mreža i razlog korištenja su sljedeći:

- Jednostavna komunikacija između korisnika
- Brzo i jednostavno razmjenjivanje ogromne količine podataka
- Djeljenje resursa
- Efikasnije poslovanje
- Brži razvoj svih grana znanosti[1]

2.1. Razvoj računalnih mreža

Šezdesetih godina prošlog stoljeća početkom razvoja računala javila se ideja i za međusobnim izravnim povezivanja istih kako bi mogla razmjenjivati i djeliti zajedničke podatke. Prvi značajni uspjeh je postignut kada su ostvarene tehničke mogućnosti prostorno udaljenog instaliranja perifernih jedinica. Terminalno orjentirane računalne mreže su bile prve takve mreže gdje je Mainframe (središnje računalo) činilo jezgru mreže koje je na sebe imalo povezane tako zvane glupe terminalne uređaje koji su imali monitor i tipkovnicu i mogli su unositi podatke sa monitora koji su se obrađivali i pohranjivali u mainframe-u. Navedeni sustav ekonomski nije bio prihvatljiv, prostorno je bio ograničen i podaci koji su se unosili i slali do središnjeg računala imali su greške u prijenosu i problem raspoznavanja podataka od kojeg računala je generirano jer kontrola grešaka nije bila tako dobro razvijena. [2,3]

Razvojem naprednijih osobnih računala nije bio problem povezati nekoliko računala na ograničenom geografskom području nego na veće udaljenosti. Javila se je ideja o iskorištenju telefonske mreže koja je bila već tada jako raširena, no morale su se napraviti brojne tehničke prilagodbe i uvesti brojni elektronički elementi kako bi se omogućio prijenos podataka. Prvi uspjeh je bio ARANET koji se smatra začetkom današnjeg interneta, to je bila prva WAN mreža (engl. Wide Area Network) koja je povezivala dva sveučilišta. Jezgra mreže se sastojala od preklopnika (engl. switch) na koja su bila minimalno dva spojena računala kako bi se našao alternativi put kroz mrežu u slučaju kvara i kako bi se izbljegla potpuno povezana mreža (engl. full mesh). Prijenos podataka je bio paketski, podaci su bili podjeljeni u pakete koji su sadržavali adresu odredišta i slali se kroz mrežne preklopnike na principu „spremi i prosljedi“ koji su u sebi imali pohranjene tablice usmjeravanja paketa kroz mrežu. Ubrzo se pojavio problem zagušenja i kontrola toka što se riješilo uvođenjem preklopnika koji su samo prosljeđivali pakete i pametnih preklopnika koji su u sebi imali procesor i memoriju te su usmjeravali pakete prema stanju u mreži. [3]

Sve većim napretkom tehnologije računala su postala sve dostupnija i sve jeftinija. Rezultat uvođenja i kupovanja računala je pojava prvih LAN mreža (engl. Local Area Network) koje su omogućile brže i jednostavnije poslovanje, razmjenu podataka, dijeljenje lokalnih resursa poput printera, servera i mnoge druge prednosti uz pomoć mrežnih uređaja.

Daljnim razvojem računalne tehnologije počele su se spajati LAN i WAN (engl. Wide Area Network) mreže odnosno sve računalne mreže preko već poznate ideje spajanjem uz mnoge preinake preko globalne telefonske mreže nastao je Internet. Internet svakim danom eksponencijalno raste s brojem priključenih urečaja tako se i svake godine broj prenesenih podataka udvostrući. Život bez Internet je danas više ne može zamisliti jer su ljudi općenito prihvatili virtualni način komuniciranja. Danas više se ne koristi samo telefonska mreža tj bakrena parica za prijenospodataka nego i druge vrste medija za prijenos kao što je optika ili radiovalovi.

2.2. Rad računalne mreže

Internet je globalna javno dostupna podatkovna mreža koja povezuje računala i računalne mreže u jednu mrežu korištenjem raznih medija za prijenos podataka.

Prilikom razvijanja računalnih mreža razvijali su se različiti standardi, specifikacije i mrežni uređaji koji su omogućivali komunikaciju između računala na jedinsvenom području. Raznolikost mreža dovela je do poteškoća prilikom proširenja računalnih mreža i komuniciranja s drugima. Da bi se riješio taj problem uvedena su pravila odnosno protokoli po kojima će se obavljati komunikacija. Protokol je skup jednoznačno određenih pravila koja se moraju poštivati svi sudionici prilikom razmjene informacija. Stoga je Međunarodna organizacija za standardizaciju (engl. ISO - International Organization for Standardization) stvorila protokol tj mrežni model koji omogućuje interoperabilnost računalnih mreža i proizvođačima da proizvode uređaje koji će funkcionirati i komunicirati u svakoj mreži tako je nastao ISO OSI referentni model.

OSI referentni model (engl. Open System Interconnection – Reference Model) mrežni komunikacijski sustav razlaže na slojeve i točno definira radnje/funkcije koje se zbivaju na svakom od tih slojevima mreže. Razlikuju sa niži i viši slojevi mreže, niži slojevi odnose se na mrežne funkcije dok viši su aplikacijsko orjentirani. Svaki sloj ima definirano sučelje u odnosu na sloj ispod i iznad i rad se obavlja prema definiranom protokolu razmjenom poruka koje sadrže korisničke podatke i upravljačke informacije između odgovarajućih slojeva i udaljenih sustava.

OSI referentni model definira sedam protokolskih razina, od najvišeg sloja primjene ili aplikacije do najnižeg fizičkog sloja. Slojevi OSI referentnog modela su:

1. Aplikacijski sloj (engl. Application layer)
2. Prezentacijski sloj (engl. Presentation layer)
3. Sloj sesije (engl. Session layer)
4. Prijenosni sloj (engl. Transport layer)
5. Mrežni sloj (engl. Network layer)
6. Podatkovni sloj (engl. Data Link layer)
7. Fizički sloj (engl. Physical layer)[4,5]

Aplikacijski sloj pruža mrežne usluge aplikacijama/programima i upućuje zahtjev za uslugama prezentacijskog sloja. Ovaj sloj pruža usuge aplikacijama, a ne

krajnjem korisniku. Na primjer ovaj sloj definira FTP (engl. File Transfer Protocol) protokol, ali krajnji korisnik mora pozvati i izvršiti aplikaciju da bi se izveo prijenos podataka. OSI model ne opisuje sučelja prema korisniku. [4,5]

Prezentacijski sloj se brine se o tome da informacija koju pošalje aplikacijski sloj jednog sustava bude čitljiva od strane aplikacijskog sloja drugog sustava. Ukoliko je to potrebno, prezentacijski sloj prevodi između višestrukih podatkovnih formata, koristeći zajednički format. Česti grafički standardi prezentacijskog sloja su npr. PICT, TIFF, JPEG ili primjer za zvuk i filmove su npr. MIDI, MPEG i sl**.** [4,5]

Sesijski sloj uspostavlja, upravlja i prekida vezu između dva računala koja međusobno komuniciraju. Usluge sesijskog sloja se dostavljaju prezentacijskom sloju. Dodatna zadaća ovog sloja je sinkronizacija dijaloga između prezentacijskih slojeva dvaju računala i upravljanje razmjenom podataka između njih. Osim upravljanja kontrolom veze, sjednički sloj nudi osiguranje efikasnog prijenosa podataka, kvalitetu usluge i obaviještavanje o problemima unutar sesijskog sloja, prezentacijskog i aplikacijskog sloja. Primjeri protokola unutar sesijskog sloja su:

- NFS (engl. Network File System) - NFS je protokol mrežnog datotečnog sustava koji dopušta korisniku na klijentskom računalu da pristupa datotekama putem mreže na način sličan pristupu datotekama pohranjenim na lokalnom računalu. NFS se temelji na sustavu ONC RPC (eng. Open Network Computing Remote Procedure Call) odnosno na metodologiji udaljenog poziva procedure te je kao i svi drugi protokoli otvoren standard.
- SQL (engl. Structured Query Language) - je najpopularniji računalni jezik za izradu, traženje, ažuriranje i brisanje podataka iz relacijskih baza podataka. SQL je stardardiziran preko standarda ANSI i ISO.
- ASP (engl. AppleTalk sjednički protokol) – AppleTalk je protokol koji je razvijen od tvrtke Apple Computer svrha mu je da omogući korisnicima da djele resurse, kao što su datoteke i printeri. Uređaji koji pružaju te resurse zovu se serveri dok uređaji koji koriste te resurse zovu se klijenti nešto poput NFS-a. [4,5]

Prijenosni sloj segmentira podatke koji dolaze od strane pošiljatelja i ponovno ih spaja u cijeloviti tok podataka na strani primatelja. Granica između prijenosnog i sesijskog sloja mogla bi se predočiti kao i razlika između aplikacijskih

protokola i protokola za prijenos podataka. S jedne strane, dok se aplikacijski, prezentacijski i sjednički sloj bave problematikom samih aplikacija, zadnja četiri sloja bave se problematikom prijenosa podataka.

Prijenosni sloj pokušava osigurati uslugu prijenosa podataka koja štiti gornje slojeve od detalja implementacije samog prijenosa podataka. Npr. pouzdanost prijenosa podataka između dva računala je upravo briga prijenosnog sloja. Pružajući komunikacijske usluge, prijenosni sloj ostvaruje, održava i pravilno prekida virtualne krugove. Detekcija grešaka prilikom prijenosa, kao i otklanjanje tih grešaka, kontrola protoka informacija koristi se kako bi se ostvarila pouzdana usluga. Njpoznatiji primjeri protokola prijenosnog sloja su:

- TCP (engl. Transmission Control Protocol) - Protokol za nadzor prijenosa je konekcijski orijentirani protokol na mreži koja se bazira na IP. TCP protokol uspostavlja logičku vezu između procesa u mreži i obavlja sljedeće funkcije:
    1. Osnovni prijenos podataka
    2. Adresiranje i multipleksiranje
    3. Ovisnost jedinica podataka
    4. Kontrola toka
    5. Kontrola veze
    6. Prioritet i sigurnost
- UDP (engl. User Datagram Protocol) - Protokol korisničkih datagrama je nekonekcijski protokol u mreži koja se bazira na IP. Za razliku od TCP protokola, UDP ne omogućava pouzdan prijenos paketa. Mehanizmi za pouzdanost su izgrađeni na slojevima iznad UDP protokola. Paketi nisu numerirani, a zaštitna suma nije obavezna tako da se prilikom prijenosa ne provjerava ispravnost sadržaja paketa. Ako se paket iz nekograzloga odbaci, ne javlja se poruka o grešci. UDP je pogodan za prijenos podataka koji zahtijevaju prijenos u stvarnom vremenu. [4,5]

Mrežni sloj određuje najbolji put za prijenos podataka odnosno paketa kroz mrežu između dva računala i osigurava da taj paket sigurno stigne. Sloj upravlja adresiranjem paketa te prevodi logičkih adresa kao što je IP u fizičke adrese kao što je MAC. Ukoliko je potrebno mrežn i sloj može dodatno segmentirati pakete u manje

ako to zahtjeva raspoloživi prijenosni kapacitet. Protokoli ovog sloja su IP (engl. Internet Protocol) i IPX (engl. Internetwork Packet Exchange).

Internet protokol IP je standardni internetski protokol, čije su osnovne funkcije adresiranje i usmjeravanje ,tj. prijenos datagrama kroz mrežu. IP je jednostavni mrežni protokol koji se prilagođava različitim izvedbama prijenosne mreže. IP osigurava prijenos jedinica podataka, datagrama između računala i usmjeritelja, kao i između usmjeritelja. Izvor i odredište su označeni adresom fiksne duljine od 32 bita. Ako je veličina podataka koji dolaze iz transportnog sloja veća od maksimalne veličine, IP provodi fragmentiranje i ponovno sklapanje podataka. IP nesadrži funkcije za kontrolu toka, održavanje slijeda informacijskih jedinica i ponovni prijenos, koje bi povećale pouzdanost prijenosa, već su one prepuštene višim slojevima. IP se isključivo brine o isporuci datagrama, to jest da svaki datagram stigne na odredište. [4,5]

Podatkovni sloj omogućava pouzdan tranzit podataka preko fizičkog linka tj prijenosnog medija. Upravo zbog toga, podatkovni sloj se bavi pitanjima fizičkog adresiranja, mrežne topologije, mrežnog pristupa, obavještavanju o greškama, uređene dostave okvira i kontrole protoka. Zadužen je još da podatke prenese do fizičkog sloja, a podatke koje sadržava su:

- Oznaka odredišta koja je najčešće izvedena kao MAC adresa (engl. Media Access Control) – fizička adresa mrežne kartice
- Oznaka pošiljatelja, najčešće isto MAC adresa pošiljatelja
- Upravljačke informacije – informacije o tipu okvira, usmjeravanju te informacije vezane za segmentaciju

MAC adresa je broj koji označava neku mrežnu karticu, sadržana u svim mrežnim karticama i svim ugrađenim mrežnim adapterima u mrežnim uređajima (router, switch). Zapisana je unutar hardwarea mrežnih kartica točnije unutar ROM-a (engl. Read Only Memory) oblik memorije dostupan samo za čitanje, obično čip na kartici. Sastoji se od 48 bitova (6 okteta) koji se zapisuje u obliku 12 hexadecimalnih znamenki na više različitih načina grupiranja i odvajanja znamenki.

Na ovom sloju obavlja se kontrola greške, odnosno osiguranje detekcije i korekcije greške te se provjerava integritet prispjelog paketa na odredištu. [4,5]

Fizički sloj definira električne, mehaničke, proceduralne i funkcionalne specifikacije za aktivaciju, održavanje i deaktivaciju fizičkog linka tj prijenosnog medija između krajnjih sustava. Takve karakteristike, poput voltaže, vremena promjene voltaže, maksimalne udaljenosti za prijenos podataka, konektori i sl. su definirane sa specifikacijama fizičkog sloja. [4,5]

2.3. Arhitektura računalnih mreža

Danas u svijetu postoje više vrsta mreže i svaka mreža tako i računalna ima svoju arhitekturu. Arhitekturu računalne mreže možemo podjeliti prema:

- elementima
- topologiji
- načinu korištenja usluge
- vlasništvu i obuhvatu područja[2]

2.3.1. Podjela računalne mreže prema elementima

Računalna mreža može se sastojati od raznih mrežnih elemenata, glavna računalnih mreža je da se dijeli na:

- mreže terminala – osiguravaju vezu centralnog računala i njegovih terminala (vezan za tzv. velika računala). Sva obrada se obavlja na računalu, a terminal služi za interakciju s operaterom.
- mreže računala – čvorovi mreže su računala koja primaju poruke, usmjeravaju ih na odredište, skupljaju i izdaju podatke o stanju i uporabi mreži. Svako računalo uz sebe može imati mrežu računala.

Razlika između mreža računala i terminala s vremenom postaje sve manja zbog toga što osobna računala postaju sve moćnija tako preuzimaju sve funkcije terminala.[2]

2.3.2. Mrežna topologija

Računalne mreže su sastavljene od različitih mrežnih topologija. Sastavne dijelove i način rada mreže može se utvrditi prema vrsti mrežne topologije od koje je mreža sastavljena. Primjenom mrežnih topologija možemo računalne mreže rastaviti na jednostavnije dijelove i napraviti raspored mrežnih elemenata i veze između njih. Isto tako možemo opisati način pristupa tih manjih dijelova cijeloj mreži. Najčešća podjela mrežne topologije se odnosi na fizičku topologiju i logičku topologiju.

Logička mrežna topologija prikazuje tlocrt putanje podataka koji putuju između čvorova na mreži. Logičke topologije su najčešće povezane sa načinom na koji se pristupa mediju za slanje podataka. One se oslanjaju na primjenu unutar komunikacijskih protokola, a ne na sami fizički tlocrt mreže.

Fizička topologija opisuje raspored i veze između pojedinih čvorova mreže kao što su računala, servera i drugih mrežnih uređaja. Fizička mrežna topologija zapravo prikazuje tlocrt fizičkog rasporeda čvorova u mreži i njihove povezanosti. Imamo više različitih fizičkih mrežnih topologija:

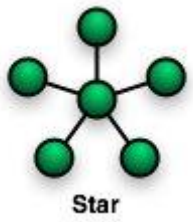
Od točke do točke (engl. Point-to-point) mrežna topologija koja ima dva čvora koja su međusobno direktno povezana linkom preko kojeg komuniciraju. Ta veza može biti dupla odnosno sadržati dva linka u slučaju da jednom linku pukne veza komunikacija se nastavlja na drugom pomoćnom linku.

Slika 1: Od točke do točke mrežna topologija[6]

Veza između čvorova može biti stalna (engl. Permanent) ili dinamička (engl. Circuit switched packet switched) koja može biti paketski orjentirana ili konekcijski orjentirana. Konekcijski orjentirana je veza kod koje se uspostavlja komunikacijski kanal prije nego što može krenuti razmjena podataka primjer takve veze je telefonski poziv. Paketski orjentirana je veza kod koje se dijelovi podataka pakirani u pakete usmjeravaju preko dijeljenih veza između dva čvora koji komuniciraju primjer je

komunikacija dvaju računala. Za povezivanje se može koristiti bilo koji od transmisijskih medija. [6]

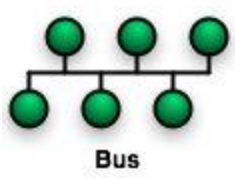
Zvjezdasta (engl. Star) mrežna topologija koja je najčešća u lokalnim mrežama. Stastoji od središnjeg čvora na kojega su linkovima direktno spojeni ostali čvorovi na mreži. Ulogu središnjeg čvora imaju najčešće preklopnici (engl. Switch).



Slika 2: zvjezdasta mrežna topologija[6]

Čvorovi međusobno komuniciraju šaljući podatke kroz preklopnik i tako mogu komunicirati svi čvorovi. Ako centralni čvor prestane raditi, cijela mreža ne radi. Prekid rada bilo kojeg drugog čvora na mreži, osim centralnog, ne utječe na komunikaciju ostalih čvorova u tom mrežnom segmentu. Ova topologija je najčešći oblik povezivanja unutar lokalnih mreža. Kao medij za povezivanje se koriste različiti tipovi UTP kabela. [6]

Sabirnička (engl. Bus) mrežna topologija se sastoji od centralne sabirnice na koji su spojeni čvorovi koji komuniciraju preko istog. Sabirnica ima dva kraja na čijim krajevima moraju biti terminali da bi se onemogućila refleksija ili odbijanje signala i time smanjile smetnje na mediju.

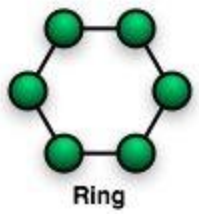


Slika 3: Sabirnička mrežna topologija[6]

Svi podaci u razmjeni se šalju preko centralne sabirnice i taj promet dobivaju svi ostali čvorovi koji su spojeni na taj isti link. Prekid na linku dovodi do prestanka u

komunikaciji između svih čvorova. Medij se najčešće koristi je koaksijalni ili UTP kabel. [6]

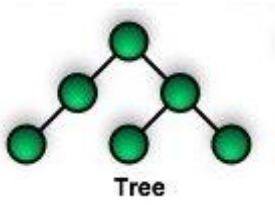
Prstenasta (engl. Ring) topologija se sastoji od najmanje tri čvorova koji su povezani sa dva susjedna čvora tako povezani čvorovi tvore fizički oblik prstena.



Slika 4: Prstenasta mrežna topologija[6]

Komuniciranje se odvija u krug načešće u jednom smijeru i ako dođe do prekida veze na jednom linku prestaje komunikacija u mreži. Postoji i dvostruka prstenasta topologija koja ima dvije veze između svaka dva čvora. Obično se koristi samo jedna veza, dok drugi služi kao osiguranje u slučaju kvara na prvoj vezi. Kao medij se koriste različiti oblici bakrenih i optičkih vodiča. [6]

Stablasta (engl. Tree) topologija je raspoređena prema hijerarhiji. Sastoji od najvišeg centralnog čvora i na njega spojenih čvorovi koji se nalaze na nižem sloju od njega. Čvorovi nižeg sloja opet mogu imati na sebe spojene čvorove još nižeg sloja. Ovu mrežu odikuje od točke do točke veza jer se čvorovi povezuju u piramidu prema vrhu.



Slika 5: Stablasta mrežna topologija[6]

Da bi se prikazale odlike stablaste topologije potrebno je imati minimalno tri sloja čvorova. Ukupan broj point-to-point veza između čvorova će biti za jedan manji od broja čvorova. Kao medij se koriste različiti oblici bakrenih i optičkih vodiča. [6]

Isprepletena (engl. Mesh) topologija se sastoji od čvorova koji imaju direktne veze sa svakim čvorom u toj mreži (engl. full mesh).

Slika 6: Isprepletena mrežna topologija[6]

Potpuna mesh topologija je preskupa i presložena za primjenu tako da se koristi samo na mjestima gdje je to krajnje nužno i gdje nema veliki broj čvorova koje je potrebno povezati. [6]

2.3.3. Računalne mreže prema načinu korištenja

Računalne mreže se mogu konigurirati na razne načine ovisno o kojoj se topologiji pa mogu biti tri vrste mreža s obzirom na način korištenja:

1. Mreža korisnik-poslužitelj (engl. Client-server Network)
2. Mreže s ravnopravnim sudionici (engl. Peer-to-peer Network)
3. Mreže s distribuiranom obradom[2]

Mreže korisnik-poslužitelj se sastoji od poslužitelja (engl. Server) kojemu je uloga opsluživanje korisnika podacima i uslugama i korisnika (engl. Client) to su zapravo računala koja se po potrebi priključuju na poslužitelje i crpe od njih podatke i usluge. Takve mreže su često u zvjezdastoj topologiji ili stablastoj ali tada nisu spojene direktno na koncetrator ili usmjernik koji ne nalazi u središtu mreže i korisnike spaja sa poslužiteljem.

Mreže s ravnopravnim sudionicima se sastoji od sudionika koji dijele dio svojih resursa kao što su primjerice tvrdi disk ili memorija koje je moguće iskoristiti međusobnim povezivanjem. Ti su mrežni resursi dostupni drugim sudionicima mreže bez potrebe za središnjim upravljačkim jedinicama kao što su poslužitelji (engl. Server) ili domaćini (engl. Host). Sudionici mreže su ravnopravni, tj. svi sudionici

posjeduju jednaka prava uzimanja i davanja resursa. Ovakva mreža ima potpuno povezanu topologiju što u ekonomskom smislu nije prihvatljivo ako je računalna mreža velika.

Mreže s distribuiranom obradom razvijaju se umjesto velikih centralnih računala, mogu biti dio mreže korisnik-server ili mreže s ravnopravnim sudionicima. Svaki korisnik može služiti kao server ili grupa korisnika odnosno računala. Topolofija ovakvih mreža najčešće je kombinacija sabirničke i zvjezdaste topologije.

2.3.4. Računalne mreže prema vlasništvu i obuhvatnom području

Promatraju li se računalne mreže s obzirom na način ko ih koristi i u kakve svrhe se koriste možemo ih podijeliti na:

- privatne mreže – vlasnik (korisink) samostalno upravlja mrežom prema vlastitim potrebama, tj. elementi mreže su u najmu ili vlasništvu pravne osobe, koja ujedno upravlja tom mrežom
- javne mreže – vlasnik na komercijalnoj osnovi pruža uslugu prijenosa podataka drugima, upravlja mrežom kako bi optimalno iskoristio instalirane kapacitete, pruža maksimalnu kakvoću usluge.[2]

Promatramo li pak računalne mreže po području koje obuhvaćaju možemo ih podjeliti na sljedeće, a primjer za njih je prikazan slikom 7:

- PAN - Personal Area Network
- LAN - Local Area Network
- MAN - Metropolitan Area Networks
- WAN - Wide Area Network
- INTERNET

Udaljenost	Primjer	Vrsta
1 m	metar kvadratni	Personal area network
10 m	soba	Local area network
100 m	zgrada	
1 km	kampus	
10 km	grad	Metropolitan area network
100 km	država	Wide area network
1000 km	kontinent	
10,000 km	planet Zemlja	The Internet

Slika 7: Primjeri računalnih mreža prema obuhvatnom području

Personal Area Network (PAN) - mreža za povezivanje terminalnih uređaja poput računala sa svojim perifernim jedinicama poput monitora, tipkovnice, printera, skenera i drugih u radni djelokrug osobe i oni su najčešće povezani kablom. Danas za povezanje osnovnih perifernih jedinica koristi se i Bluetooth tehnologija. Drugi slučaj PAN mreže je povezivanje pametnih telefona ili tableta sa njihovim perifernim uređajima kao što su slušalice, prijenosni zvučnik i sl. ili razmjena podataka ili multimedijskog sadržaja sve to putem Bluetooth ili IR tehnologije koja više nije u tolikoj primjeni. PAN mreža prostire se najviše unutar nekoliko metara zbog dosega tehnologija poput Bluetooth-a ili IR odnosno spajanje perifernih uređaja kablom.[7]

Local Area Network (LAN) - računalna mreža u kojoj su povezana računala smještena na manjim udaljenostima unutar kuće, ureda, tvornica ili blisko smještenih zgrada. Značajka lokalnih mreža je da su one najčešće u cijelosti u vlasništvu i pod upravljanjem onih koji ih koriste npr. osobno, vlasništvo tvrtke ili institucije, tako da je prijenos podataka putem njih za korisnike besplatan. Lokalna mreža LAN koristi žicu kao sredstvo povezivana najčešće bakrene parice ali i optički kabel. Značajno je i da su moguće jako velike brzine prijenosa podataka od 100Mbps do 1 Gbps, a optikom i do 10 Gbps (Mega/Giga bit per second).

Wireless LAN (WLAN) ili bežični LAN je jedna vrsta lokalne mreže koja je u današnje vrijeme vrlo zastupljena pogotovo u obiteljskom kućama, uredima koji su smješteni u starim zgradama, kafićima i općenito na mjestima gdje je teško napraviti infrastrukturu za pristup internetu. Standard za bežičnu mrežu je IEEE 802.11 poznat kao Wi-Fi, zadnja verzija navedenog standarda je 802.11.n koja podržava brzine prijenosa do 450Mbps. Kućna WLAN mreža će biti obrađena u ovom radu. [7]

Metropolitan Area Networks (MAN) - mreža u kojoj su računala smještena na nešto većim udaljenostima od onih u lokalnim mrežama. Najčešće pokriva područje jednog dijela ili cijelog grada. Mogu biti u vlasništvu neke organizacije ili više njih. Prve takve MAN mreže su bile kabelske televizijske mreže kojima se emitirao program preko antena koje su bile postavljene na vrhove brijegova te su se korisnici dobivali signale od njih i to je bila komuniacija u jednom smjeru.

Kasnije razvio se brzi bežični pristup internetu na velikom području koji je standardiziran kao IEEE 802.16 popularno poznat kao WiMAX (engl. worldwide interoperability for microwave access). WiMAX je širokopojasna bežična mreža vrlo sličan WiFi-ju uz jednu ključnu razliku, ima mnogo veći domet koji može ići 15-30km pa čak i do 50km. WiMAX tehnologija se primjenjuje tamo gdje je neisplativa ili komplicirana gradnja žičane infrastrukture. Navedena tehnologija omogućuje brzinu prijenosa podataka do 70Mbps. [7]

Wide Area Network (WAN) - mreža koja se proteže preko granica grada, države ili kontinenta. Za povezivanje se koriste usmjerivači (routeri) i javne komunikacijske veze. Značajka WAN mreža je da nisu u vlasništvu osoba ili organizacija koje ih koriste i prijenos podataka preko njih je ograničen prema brzini, količini i cijeni. Potrebno je platiti za korištenje komunikacijskih veza. U odnosu na lokalne mreže brzine su dosta ograničene. Najpoznatija WAN mreža je javna komutirana telefonska mreža koja je poznatija kao PSTN (eng. public switched telephone network) koja je u prvom redu bila namjenjena za prijenos govora. Kasnije kako je navedena mreža bila raširena počela se koristiti za prijenos informacija i spajanjem takvih mreža preraslo je u nešto što danas zovemo Internet. [7]

2.4. Performanse računalnih mreža

Na performanse računalnih mreža utječu brojni parametri, a kako bi performanse bile što bolje uvodi se upravljanje performansama.

Upravljanje performansama predstavlja sposobnost računalne mreže ili dijela mreže da osigura i pruži funkcije za komuniciranje između korisnika. Osnovni cilj je nadzirati i procijeniti ponašanje i efektivnost mreže te kvalitetu servisa koji se nude korisnicima kako bi se mogle poduzeti preventivne i korekcijske mjere. U upravljanje perfomansama uključujemo:

- nadgledanje performansi (generalni model, sumiranje podataka te prezentacija i pohranjivanje podataka)
- analiza performansi (metode za izračun osnovnih pokazatelja performansi: gomilanje, kašnjenje, GoS, itd.)
- kontrola performansi (kontrola protoka podataka i administriranje sustava upravljanja performansama).

Analiza performansi predstavlja analizu prikupljenih podataka u cilju procjene odstupanja postojećih od željenih performansi za postojeće i nove računalne mreže. Da bi se analiza performasi mogla napraviti najprije je potrebno izmjeriti performanse. Neke od najvažnijih performansi koje se moraju mjeriti su:

1. Propusnost (engl. throughput)
2. Kašnjenje (engl. delay)
3. Kapacitet (engl. capacity)
4. Varijacija kašnjenja ili jitter
5. Gubitak paketa (engl. packet loss)
6. Duljina reda (engl. queue length)

Propusnost (engl. throughput) - ili kako se još naziva propusna sposobnost ili efektivni kapacitet. Taj parametar izražava efektivnu brzinu prijenosa podataka izraženu brojem prenesenih bita u sekundi. Ta veličina je manja od kapaciteta kanala izraženog brojem bita u sekundi. Određene aplikacije zahtijevaju različite propusnosti, a nedovoljna propusnost utječe na povećanje kašnjenja u prijenosu.

Kašnjenje (engl. delay) - označuje vrijeme potrebno da se paket prenese od izvorišta do odredišta. Osnovna mjerna jedinica je sekunda, ali premda sekunda označava preveliko kašnjenje u praksi se najčešće koristi *ms* – mili sekunda. Brojni čimbenici utječu na veličinu kašnjenja, a oni su:

- kašnjenje zbog kodiranja i dekodiranja
- kašnjenje zbog komprimiranja i dekomprimiranja
- kašnjenje zbog paketizacije i depaketizacije
- kašnjenje zbog prijenosa na linku
- kašnjenje zbog propagacije
- kašnjenje zbog usmjeravanja u čvorovima
- kašnjenje zbog čekanja u međuspremnicima rutera.

Neke komponente kašnjenja su fiksne, dok su druge varijabilne. Fiksne komponente kašnjenja su propagacija, procesiranje i serilizacija, dok su varijabilne komponente kašnjenja, kašnjenje zbog čekanja u redovima i kašnjenje zbog veličine paketa.[8]

Komponente koje se odnose na kašnjenja u mreži teško se mogu predvidjeti jer ovise o trenutačnom opterećenju čvorova kao i o performansama mrežnih elemenata. Na varijabilnost određenih komponenata utječu različito vrijeme čekanja u čvorovima mreže i duljina paketa koja je različita za pojedine aplikacije, a i iste aplikacije mogu imati različite duljine paketa.

Varijacija kašnjenja ili jitter tipično se definira kao razlika u kašnjenju između susjednih paketa iste sesije. Potrebno je razlikovanje pojam jitter od pojma varijacije kašnjenja.

Pod pojmom varijacije razumijeva se mjera koja govori o tome kolika varijacija je uočena u promatranom vremenskom razdoblju, za razliku od jitter-a koji mjeri varijacije kašnjenja između uzastopnih paketa jedne sesije.

Mjere jitter-a će ovisiti o frekvenciji kojom se paketi šalju i fokusiraju se isključivo na kratkoročne efekte. Nasuprot tomu, varijacije kašnjenja su neosjetljive na frekvenciju paketa i mjere kratkoročne i dugoročne varijacije. Zbog toga se varijacija kašnjenja čini boljim izborom.

Gubitak paketa (engl. packet loss) - nastaje onda kada dođe do prepunjivanja spremnika u čvorovima paketne mreže (ruterima), kao posljedica čekanja paketa u redovima za usmjeravanje, odnosno rutiranje. Međutim, za neke aplikacije, ako paket kasni prekomjerno, to je isto kao da je izgubljen. Zbog toga treba proširiti definiciju gubljenja, tako da se uključi prekomjerno kašnjenje paketa.

Gubitak paketa stvara probleme kod stvarnovremenskih aplikacija, dok kod aplikacija prijenosa podataka koji se ne odvija u stvarnom vremenu nije važan čimbenik jer se izgubljeni paket šalje ponovo. Kod stvarnovremenskih aplikacija ponovno slanje paketa ne bi imalo smisla jer zakašnjela informacija nema nikakvu vrijednost. Utjecaj gubtika paketa na stvarnovremenske aplikacije ovisi o četiri čimbenika:

- Učestalost ili postotak izgubljenih paketa
- Uzorak gubljenja paketa, je li slučajan ili se paketi gube u snopovima
- Duljina paketa, vedi paketi sadrže više informacije
- Strategija prikrivanja gubitka paketa

Duljina reda (engl. queue length) – označava potrebnu veličina spremnika (engl. buffer) kojeg koriste redovi i to je parametar koji se može konfigurirati. Što je on manji to su i čekanja manja ali premali međuspremnici mogu uzrokovati povećane gubitke paketa. Ako se redovi koji se koriste za govorni promet ne poslužuju dovoljno brzo i ako se dozvoli redu da jako naraste, rezultat je veće kašnjenje, odnosno na kašnjenje utječe i disciplina polsuživanja.

Osim opisanih performansi treba spomenuti i druge mjere poput vremena odaziva (engl. response time), opterećenje procesora (engl. CPU load) zauzetost memorije (engl. memory usage). Naime navedene mjere važne su za funkcioniranje mrežnih komponenti u računalnoj mreži, a samim time utječu na performanse mreže. Vrijeme odaziva je važno jer nam pokazuje zagušenost kroz mrežu, vrijeme odaziva se mjeri tako da se šalje kontrolni paket od izvora do odredišta i nazad i najčešće se izražava u milisekundama (kratica – ms).

3. SKENIRANJE I PREGLED RAČUNALNE BEŽIČNE MREŽE „ZRINEC“

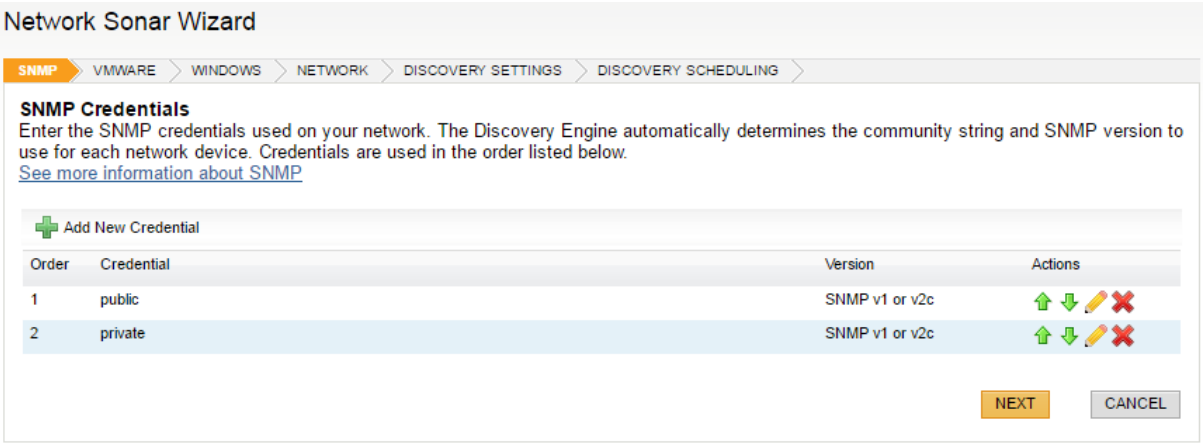
Da bi se provela analiza mreže prvi korak je skeniranje mreže kako bi se uvidjeli uređaji koji su spojeni na mrežu. U ovom radu biti će skenirana i analizirana bežična računalna mreža Zrinec. Danas postoji veliki broj programskih alata kao što su WireShark, Microsoft Network Monitor, NetQoS Performance Center, Cisco Service Assurance Agent, NetMeter i drugi za nadziranje mreža. U ovom radu će se koristiti programski alat Network Performance Monitor iz razloga što nije toliko poznat i korišten u nadziranju računalnih mreža.

3.1. Skeniranje bežične računalne mreže ZRINEC

Nakon intalacije NPM alata slijedi postavljanje konfiguracije i skeniranje računalne mreže. Konfiguracija se vrši u nekoliko koraka koji će biti prikazani u nastavku i popraćeni odogovarajućim slikama.

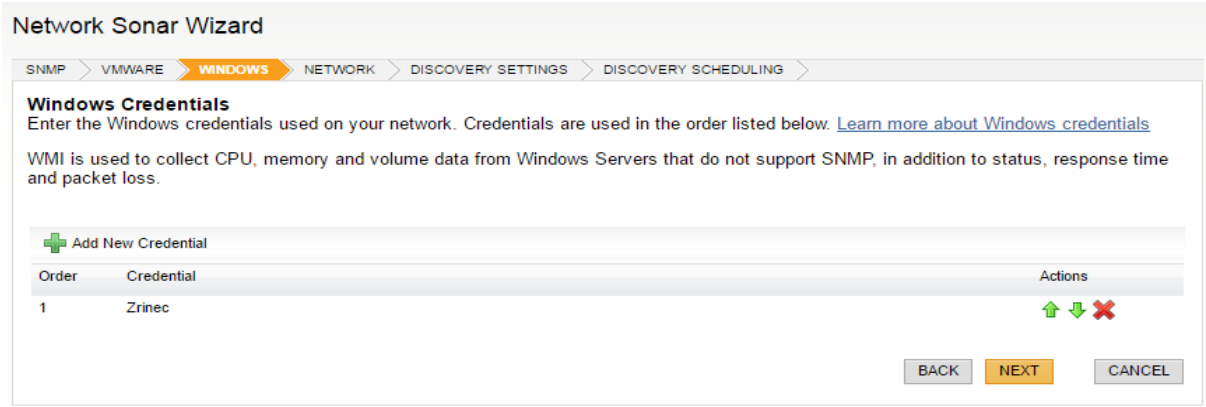
Za sva mrežna nadgledanja i upravljanja NPM koristi SNMP (engl. Simple Network Management Protocol) protokol i važno je da je SNMP protokol uključen na svakom terminalnom uređaju u mreži ako je moguće.

SNMP je inače mrežni protokol koji se koristi za nadzor mreže, pruža pristup informacijama o mreži kao što su: brzina određenog sučelja, iskoristivost sučelja, greške na linku, propusnost i još tisuće drugih. SNMP nadzor u mreži vrši SNMP menadžer, uređaj koji komunicira s ostalim uređajima korištenjem SNMP protokola, a uređaji koje SNMP menadžer nadzire nazivaju se SNMP agentima. SNMP menadžer omogućuje otkrivanje mrežnih uređaja, uključujući usmjernike, preklkopnike, osobna računala, mobilne terminalne uređaje i druge kako bi SNMP menadžer stvorio virtualnu bazu podataka o njihovom stanju i performansama računalne mreže. Komunikacija između SNMP menadžera i agenata vrši se pomoću baze podataka koja se zove informacijska baza upravljanja (engl. Management Information Base, MIB), a osigurava da razmjena informacija između menadžera i agenta bude efikasna i nedvosmislena. Ovisno o verziji SNMP protokola omogućuje otkrivanje javnih ili privatnih mrežnih uređaja, te postoje 3 verzije SNMP protokola slikom je prikazano korištenje prve i druge verzije za javno i privatno. U stvarnosti se kod mjerenja performansi računalne mreže najčešće kombiniraju sva tri načina. [10]



Slika 8: Dodavanje SNMP akreditacija za skeniranje mreže

Ako se u mreži koriste uređaji koji se pokreću na Windows platformi, preporuča se dodavanje Windows Management Instrumentation (WMI), a to je tehnologija koja se koristi za bilježenje performansi i upravljenje podacima za mrežne uređaje, aplikacije i komponenti koji se baziraju na Windows platformi. WMI se koristi kao alternativa SNMP-u kad ne može skupljati i pohranjivati podatke i performanse sa Windows servera.



Slika 9: Dodavanje Windows akreditacija za pristupanje windows platformama

Metode odnosno načini za skeniranje određenog dijela mreže i uređaja koje želimo otkriti mogu biti prema IP adresi, subnetiranjem ili ručnim dodavanjem specifičnih čvorova koji koriste IPv6 adrese o kojima nešto više u nastavku.

IP je standardni internet protokol čije su funkcije adresiranje i usmjeravanje tj prijenos datagrama kroz mrežu. Odakle proizlazi IP adresa koja je jedinstveni

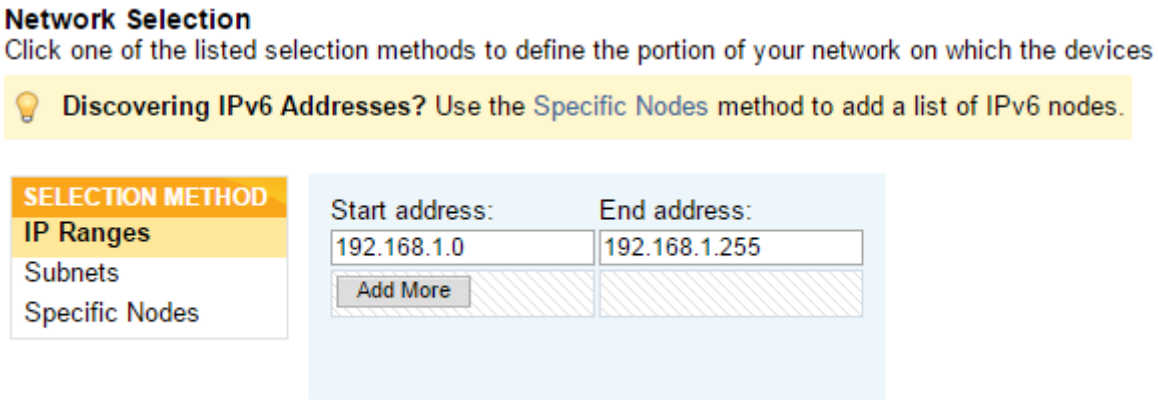
idetifikator koji globalno i jednoznačno označuje za mrežno sučelje odnosno to mrežno sučelje predstavlja računalo koje ima jedno sučelje. Danas u svijetu računalstva poznato je da postoje dvije verzije IP adresa a to su:

- IPv4 - najraširenija i najpoznatija verzija
- IPv6 – pojavila se zbog prevelikog broja uređaja koja se moraju adresirati uz brojne dodatne prednosti u odnosu na IPv4

Podmreža (engl. Subnet) prikazuje manju mrežu unutar veće mreže, u kojoj terminalni uređaji imaju istu IP adresu mogu izravno komunicirati bez rutera. Takvo komuniciranje omogućeno je pomoću subnet maski jer kao što je navedeno terminalni uređaji imaju istu IP što znači da terminalni unutar jedne mreže imaju različitu subnet masku i prema njoj u navedenom koraku se mogu otkriti isti.

Ručno dodavanje specifičnih čvorova se vrši kads se neki od čvorova želi dodati pomoću IP adrese verzije šest i tada se mora specificirati SNMP protokol verzije tri. Primjenjena metoda se vrši samo u posebnim slučajevima.

Odabrano je skeniranje pomoću IP adresa verzije četiri. Očitana IP adresa na računalu autora ovog rada bila je 192.168.1.124 stoga je uzet radijus između 192.168.1.0-192.168.1.255 jer je u samom usmjerniku postavljeno da IP adrese počinju 192.168.1.1.

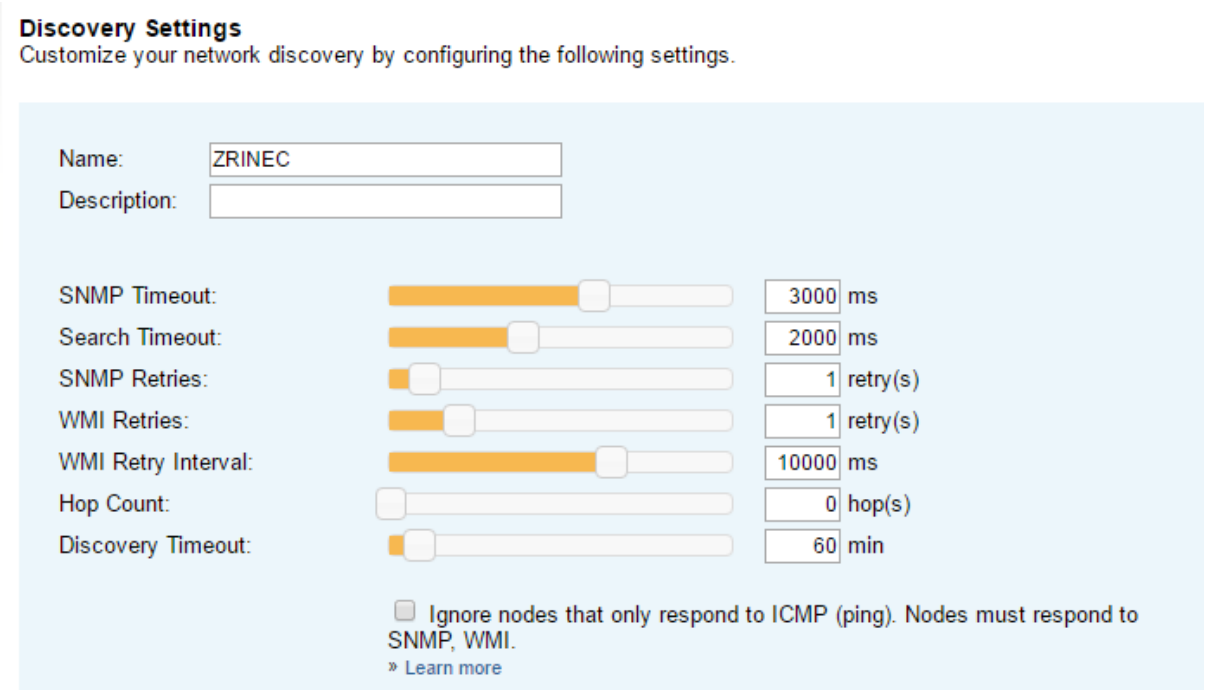


Slika 10: Odabir raspona IP adresa

Opcijama pretraživanja imenovana je pretraga te su namještena ograničenja i vremena odaziva za svaki pojedini protokol. Ograničava se i vrijeme pretraživanja stoga ako se u predhodnom koraku uzeo preveliki radijus između IP adresa, a

vrijeme pretraživanja je kratko pretraživanje neće uspjeti. Također se i odabire opcija koja omogućuje pinganje računala koja se odazivaju i na WMI i SNMP protokole, a ne samo na ICMP što je sve vidljivo sa priložene slike, inače ICMP protokol je treći način otkrivanja uređaja odnosno čvorova u mreži..

ICMP (engl. Internet Control Message Protocol) ili Internetski protokol kontrolnih poruka je protokol koji se koristi kod aktivnog nadzora mreže. ICMP je protokol mrežnog sloja, a sastoji se od skupine poruka koje se koriste za nadzor i testiranje mreže. Pomoću ovog protokola se šalju testni paketi koji vraćaju informacije o mreži u obliku jednostavnih poruka iz kojih se može identificirati problem u mreži takozvano pinganje. Ping je naredba slanja paketa prema nekoj točki u mreži i mjerenja vremena potrebnog da paket dođe na odredište i vrati se nazad. To vrijeme se naziva kružno kašnjenje (engl. response time). Praćenje puta (engl. traceroute) je također naredba slanja paketa prema nekoj točki u mreži, ali taj paket vraća informacije o kašnjenju između svaka dva čvora u mreži kroz koja prolazi.[7]

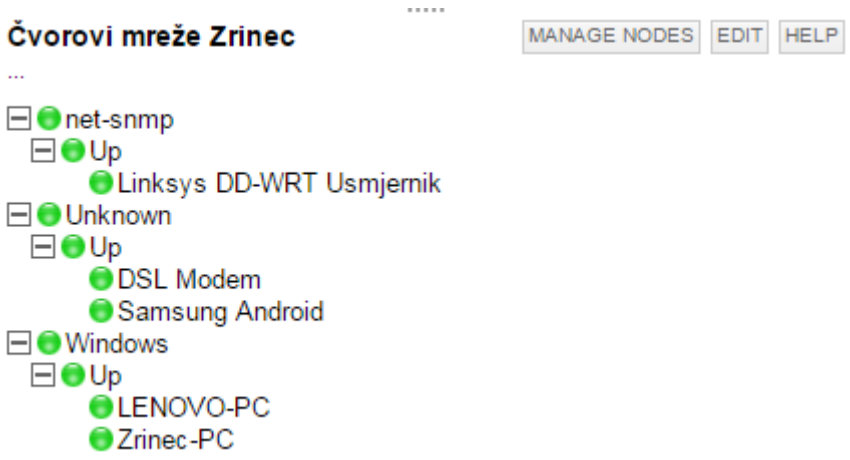


Slika 11: Definiranje ograničenja vremena metoda za otkrivanje čvorova

3.2. Rezultati skeniranja bežićne računalne mreže ZRINEC

Skeniranjem je pronađeno 5 čvorova u bežičnoj mreži Zrinec što je prikazano slikom. Čvorovi su podjeljeni u 3 skupine:

1. Net-snmp – skupina čvorova koji su otkriveni pomoću SNMP protokola takvi uređaji su najčešće usmjernici, preklopnici kao i Linux ili Unix serveri te podaci o takvim čvorovima su potpuno dostupni. U skeniranoj mreži je to usmjernik Linksys wrt54gl koji je u privatnom vlasništvu te je prikazan kao Linksys DD-WRT Usmjernik. Usmjernik koristi firmware DD-WRT v24-sp2 standard koji omogućuje potpuno konfiguriranje usmjernika što je važno kako bi mogli uključiti SNMP protokol za nadgledanje jer je usmjernik u sredini mreže i sav promet ide preko njega.
2. Nepoznati (eng. Unknown) – čvorovi u mreži koji odgovaraju samo na ICMP protokol. Podaci o takvim čvorovima su ograničeni, poznat je samo status čvora, vrijeme odaziva i gubitak paketa. U mreži se nalaze takva dva uređaja, DSL Modem Thomson tg782i koji nema mogućnosti konfiguracije jer sadrži firmware operatera koji je u njegovom vlasništvu stoga nam ne daje mogućnost uključenja SNMP protokola i Samsung Android je pametni mobilni terminalni uređa koji spada u ovu skupinu jer ne podržava SNMP protokol.
3. Windows – čvorovi koji se pokreću na windows platformi. Ovoj skupini pripada LENOVO-PC i Zrinec-PC prijenosna računala koja se pokreću na Windows 7 platformi, od kojih je LENOVO-PC računalo koje služi kao radna stanica i server za nadgledanje mreže programskim alatom NPM.



Slika 12: Popis pronađenih Čvorova u mreži

Čvorovi mogu još podijeliti prema stanju na mreži odnosno jesu li spojeni na mrežu (engl. up) ili ne (engl. down). Kad su čvorovi spojeni označeni su zelenom bojom u slučaju da nisu označeni su crvenom bojom, ima i poseban slučaj kada su označeni žutom bojom tada se nešto događa sa čvorom npr. kada preveliki gubitak paketa onaći se žutom bojom što upozorava da može doći do odspajanja čvora.

3.3. Pregled računalne mreže Zrinec

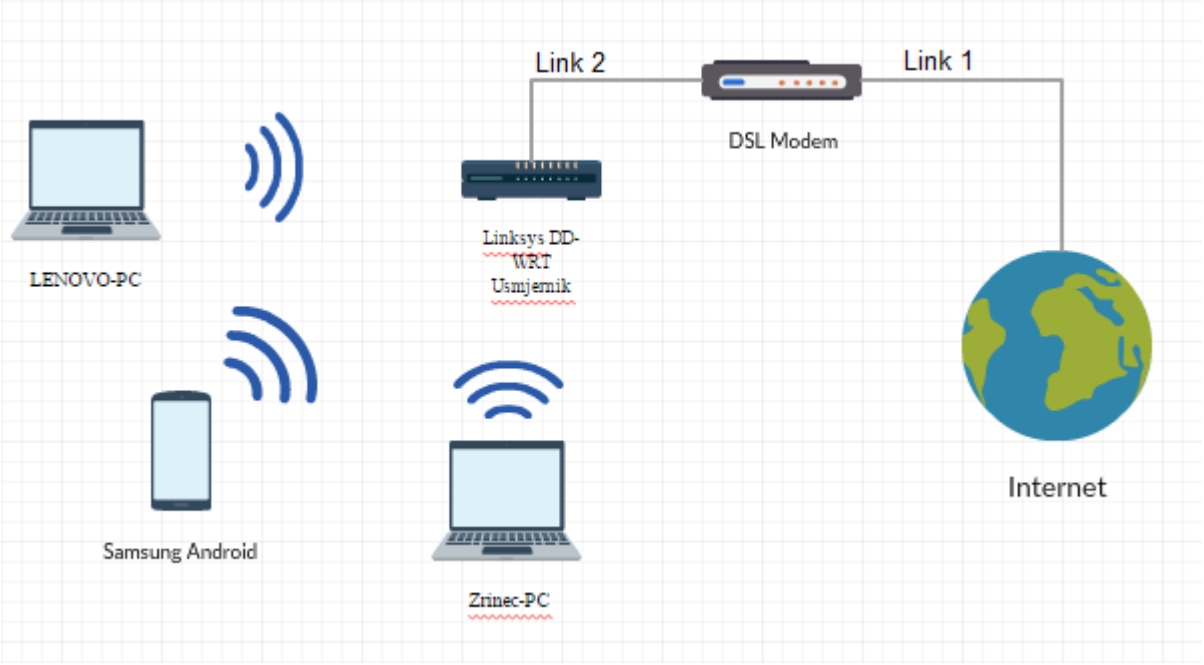
Računalne mreže mogu biti izvedene na mnoge načine uz korištenje razne mrežne opreme i tehnologije za uspostavljanje iste. U računalnoj mreži veza između dvaju čvorova u mreži naziva se linkom, taj link može biti izveden od više prijenosnih medija. Skenirana mreža je izvedena od dvije vrste prijenosnog medija, jedna vrsta je vodič od koje se razlikuju bakrena parica i UTP kabel, a druga je elektromagnetski spektar tj radiovalovi koje koristi wireless tehnologija.

Prema području koje pokriva navedena računalna mreža spada u LAN mreže, zapravo podvrstu nazvanu WLAN (engl. Wireless LAN). Lokalne mreže najčešće imaju topologiju zvijezde što što se vidi iz slike gdje je prikazana shema bežične računalne mreže Zrinec.

Linksys DD-WRT usmjernik je u središtu mreže čija funkcija nije samo usmjeravanje prometa nego služi kao i pristupna točka (engl. Access point) jer se terminalni uređaji bežično povezuju. Za komunikaciju s terminalima tj čvorovima koristi IEEE 802.11 tehnologiju točnije 802.11b i 802.11g standarde koji omogućuju maksimalnu brzinu prijenosa do 54 Mbps. Iako je takva brzina teško ostvariva zbog utjecaja okoline kao što su prepreke npr. armirani zid ili neki drugi okolni utjecaji. Usmjenrnik sadrži još četiri LAN i jedan WAN ulaz koji omogućuju brzine prijenosa do 100Mbps, od kojih se jedan koristi za spajanje sa DSL modemom. Spajanje s modemom ide preko linka 2 prikazano slikom gdje je link UTP kabel kategorije 5 koji također ima brzinu prijenosa do 100 Mbps u svakom smijeru.

Na performanse mreže najviše utječe DSL modem Thomson tg782i koji je povezuje lokalnu mrežu na Internet preko bakrene parice. Modem koristi dva sučelja za spajanje lokalne mreže na Internet i bitna je brzina prijenosa na ulazima. Na DSL

sučelje dolazi brzina prijenosa do 6 Mbps jer je modem udaljen od centrale oko 3.5km, kad se oduzme brzina potrebna za telefonsku liniju brzina u mreži iznosi oko 4.5-5 Mbps što je dosta sporo.



Slika 13: Shematski prikaz bežične računalne mreže Zrinec

Što se tiče terminalnih uređaji koji se spajaju na mrežu za njihovu brzinu prijenosa najvažnije su njihove mrežne kartice tj NIC-evi (engl. Network Interface Controller). Lenovo-PC koji se u ovom radu koristi kao radna stanica i server za progrtamski alat NPM koristi Intel® WiFi Link 1000 mrežno sučelje sa standardom IEEE 802.11b/g koji omogućuje brzinu prijenosa do 300Mbps.

Zrinec-PC koristi Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter mrežno sučelje koje je na računalo povezano preko USB porta. Kao što je iz samog naziva sučelja vidljivo podržava brzine do 54Mbps i bežični standard 802.11b/g.

Samsung Android terminalni uređaj sadrži mrežno sučelje sa bežičnim standardom 802.11 a/b/g/n.

4. ANALIZA PERFORMANSI RAČUNALNE BEŽIĆNE MREŽE „ZRINEC“ UPORABOM ALATA “ NETWORK PERFORMANCE MONITOR“

Primjenom mrežnog alata Network Performance Monitor provedena je konfiguracija i skeniranje mreže kako bi se mogla provesti analiza dobivenih podataka prilikom nadgledanja i testiranja skenirane mreže.

4.1. Network Performance Monitor

Programski alat ima brojne mogućnosti i iako je jednostavan za upotrebu potrebno je mnogo vremena kako bi se otkrile sve njegove mogućnosti te je potrebna performansama jaka radna stanica tj računalo koje služi kao i server za navedeni program.

U radu se je koristio Network Performance Monitor verzije 11.5.3. (NPM v11.5.3) koji omogućava mjerenje mnogih performansi mreže i mrežnih elemenata s grafičkim prikazima dobivenih rezultata, posjeduje mnogobrojne načine prikaza rezultata, a nije tako poznat kao neki od konkurenata što ga čini izvrsnim za testiranje u sklopu ovog rada. Iako nije besplatan, nudi mogućnost besplatnog probnog perioda u trajanju od 30 dana što baš i nije dovoljno da se korisnik alata upozna s alatom i procjeni njegove mogućnosti. Programski alat zahtjeva posebne dozvole kod mrežnih uređaja i njihovu potpunu konfiguraciju stoga je i korišten u radu usmjernik Linksys WRT54GL koji se upotrebljava u Cisco sistemima, tako da se je mogla provesti konfiguracija nad usmjernikom.

Glavne značajke koje opisuju navedeni program:

- Više-prozorski softver za nadgledanje greški, performansi i dostupnosti
- Prilagodljiv mrežnoj topologiji mreže uz inteligentno upozoravanje
- Automatizirano predviđanje kapaciteta, upozorenja i dostavljanje izvlješća
- Automatska pretraga za terminalnim uređajima spojenim na računalnu mrežu
- Bežični nadzor i upravljanje mrežom[11]

4.2. Analiza događaja u mreži

Svaki događaj u mreži je zabilježen i prikazan u posebnom prozoru kao poruka za nadgledatelja mreže što je prikazano slikom. Aktivna upozorenja se javljaju kada se pojavi neki događaj vezan za neki od čvorova u mreži i zahtjevaju potvrdu od strane korisnika, kada potvrdimo znači da smo upozorenje primili na znanje i da je korisnik upozoren.

All Triggered Alerts (5)

ALL ACTIVE ALERTS | EDIT | HELP

ALL ACTIVE ALERTS

ALERT NAME	MESSAGE	TRIGGERING OBJECT	ACTIVE TIME	NOTE	RELATED NODE
High Response Time Monitoring(2)	High Response Time Monitoring	Samsung Android	4m		Samsung Android
Alert me when a node goes down	Alert me when a node goes down	Lenovo-PC	32m		Lenovo Android
High Packet Loss Monitoring(2)	High Packet Loss Monitoring	Lenovo-PC	33m		Lenovo Android
Alert me when a node goes down	Alert me when a node goes down	Zrinec-PC	2h 40m		Zrinec-PC
High Packet Loss Monitoring(2)	High Packet Loss Monitoring	Zrinec-PC	2h 41m		Zrinec-PC

Slika 14: Aktivna upozorenja u mreži

Korisnik može postaviti koja upozorenja želi primati kao što je vidljivo sa slike u radu autor je koristio tri vrste upozorenja koja su postavljena prema zadanim postavkama alata, a to su:

- Upozorenje na veliko vrijeme odaziva (engl. High Response Time Monitoring)
- Upozorenje da se čvor odspojio sa mreže (engl. Alert me when a node goes down)
- Upozorenje na veliki gubitak paketa (engl. High Packet Loss Monitoring)

Slika pokazuje trenutno aktivna upozorenja na mreži koja nisu potvrđena. Naziv upozorenja (engl. alert name) prvi je stupac u prikazu i on označava ime koje je dodijeljeno određenoj vrsti upozorenja. Ime upozorenja je u sva tri prikazana

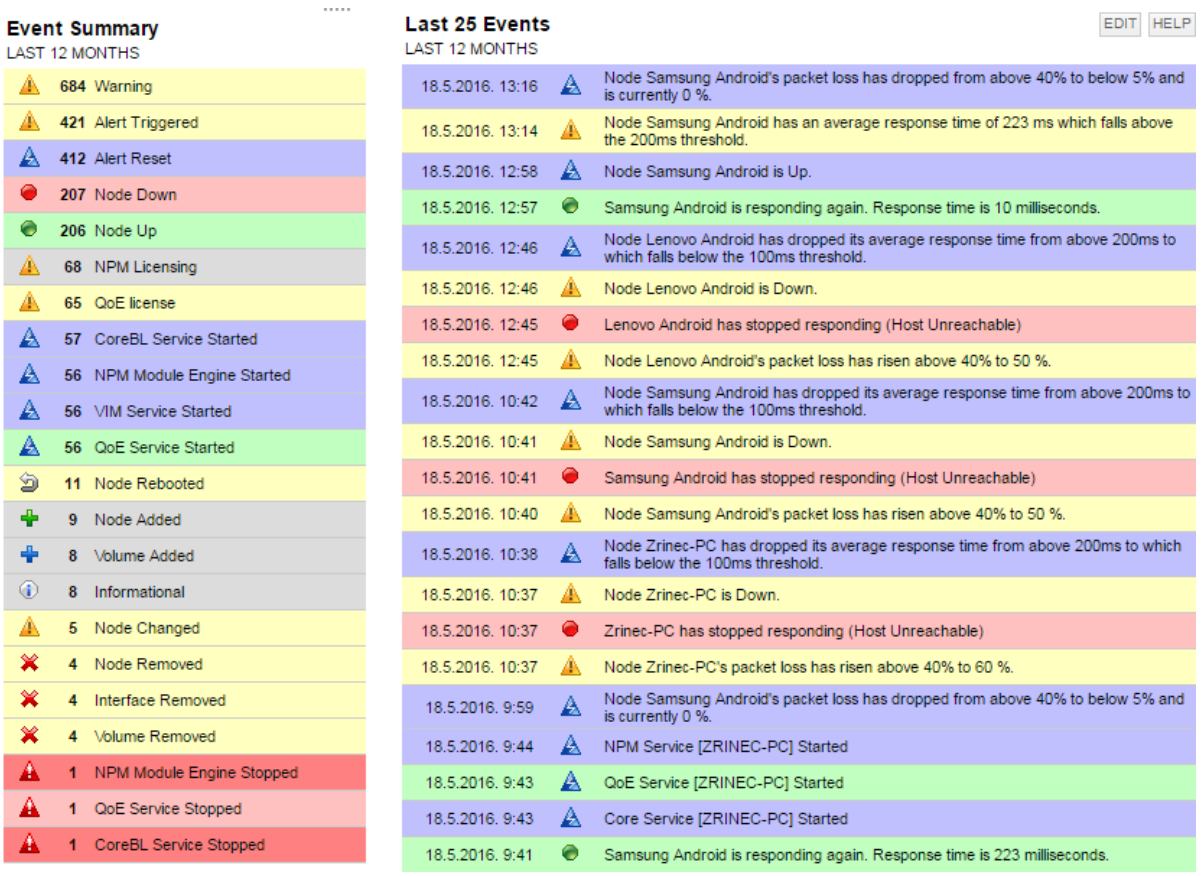
slučaja jednako poruci (engl. message) jer se radi o općenitim vrstama upozorenja iz čijeg imena se može zaključiti o kakvom problemu se radi. Treći stupac označava element u mreži koji je aktivirao upozorenje (engl. triggering object), četvrti stupac vrijeme koliko je upozorenje aktivno (engl. active time). Peti stupac pokazuje bilješku (engl. Note) o upozorenju koja se ručno unosi od strane administratora u ovom slučaju autora ovog rada. Šesti stupac prikazuje čvor na koji se upozorenje odnosi (engl. related node).

Prvo upozorenje sa slike označava da čvor Samsung Android ima veliko vrijeme odaziva na ping poruku prije 4m i odnosi se na čvor Samsung Android.

Drugo upozorenje se odnosi na čvor Lenovo-PC koje označava da odspojio sa mreže prije 32m. Tome je predhodilo upozorenje da čvor Lenovo-PC ima veliki gubitak paketa prije 33m, čime se dalo naslutiti sljedeće upozorenje.

Četvrto i peto upozorenje odnose se na Zrinec-PC također ima ista upozorenja kao i Lenovo-PC takva upozorenja se događaju kada se računala ugase jer tada više ne odgovaraju na ping poruke.

Sažetci događaja (engl. Event Summary) u mreži prikazani slikom lijevo sadrži sve događaje koji su se dogodili u zadnjih 12 mjeseci. Za svaku pojedinu vrstu događaja ima ukupan broj i ulaskom u grupu tih događaja dobiva se datum i vrijme tog događaja te kratak opis uzroka koji je doveo do tog događaja.



Event Summary
LAST 12 MONTHS

684	Warning
421	Alert Triggered
412	Alert Reset
207	Node Down
206	Node Up
68	NPM Licensing
65	QoE license
57	CoreBL Service Started
56	NPM Module Engine Started
56	VIM Service Started
56	QoE Service Started
11	Node Rebooted
9	Node Added
8	Volume Added
8	Informational
5	Node Changed
4	Node Removed
4	Interface Removed
4	Volume Removed
1	NPM Module Engine Stopped
1	QoE Service Stopped
1	CoreBL Service Stopped

Last 25 Events EDIT HELP
LAST 12 MONTHS

18.5.2016. 13:16	Node Samsung Android's packet loss has dropped from above 40% to below 5% and is currently 0 %.
18.5.2016. 13:14	Node Samsung Android has an average response time of 223 ms which falls above the 200ms threshold.
18.5.2016. 12:58	Node Samsung Android is Up.
18.5.2016. 12:57	Samsung Android is responding again. Response time is 10 milliseconds.
18.5.2016. 12:46	Node Lenovo Android has dropped its average response time from above 200ms to which falls below the 100ms threshold.
18.5.2016. 12:46	Node Lenovo Android is Down.
18.5.2016. 12:45	Lenovo Android has stopped responding (Host Unreachable)
18.5.2016. 12:45	Node Lenovo Android's packet loss has risen above 40% to 50 %.
18.5.2016. 10:42	Node Samsung Android has dropped its average response time from above 200ms to which falls below the 100ms threshold.
18.5.2016. 10:41	Node Samsung Android is Down.
18.5.2016. 10:41	Samsung Android has stopped responding (Host Unreachable)
18.5.2016. 10:40	Node Samsung Android's packet loss has risen above 40% to 50 %.
18.5.2016. 10:38	Node Zrinec-PC has dropped its average response time from above 200ms to which falls below the 100ms threshold.
18.5.2016. 10:37	Node Zrinec-PC is Down.
18.5.2016. 10:37	Zrinec-PC has stopped responding (Host Unreachable)
18.5.2016. 10:37	Node Zrinec-PC's packet loss has risen above 40% to 60 %.
18.5.2016. 9:59	Node Samsung Android's packet loss has dropped from above 40% to below 5% and is currently 0 %.
18.5.2016. 9:44	NPM Service [ZRINEC-PC] Started
18.5.2016. 9:43	QoE Service [ZRINEC-PC] Started
18.5.2016. 9:43	Core Service [ZRINEC-PC] Started
18.5.2016. 9:41	Samsung Android is responding again. Response time is 223 milliseconds.

Slika 15: Broj svih događaja(lijevo), zadnjih 25 događaja i mreži (desno)

Zadnjih 25 događaja (engl. Last 25 Events) prikazuje zadnje nastale takve događaje sa datumom i vremenom događaja te kratkom porukom o uzroku. Ulaskom u grupu sažetaka pojedinih događaja dobivaju se upravo takve poruke koje su prikazane slikom desno.

4.3. Analiza performansi mreže

Skeniranjem mreže nisu nađeni samo čvorovi mreže nego i njihova sučelja (engl. Interface) koja im omogućuju prijenos podataka kroz mrežu. Pronađeno je trideset i osam sučelja na tri mrežna uređaja koji odgovaraju na SNMP protokol, od kojih se ne koriste svi pa su se filtrirala sučelja. Izdvojeno je prvih petnaest sučelja kroz kojih se odvija promet i to filterom najvećeg odlaznog i dolaznog prometa kroz mrežu što je prikazano slikom 16.

Top 15 Interfaces by Traffic EDIT HELP

NODE	INTERFACE	RECEIVE	TRANSMIT
Zrinec-PC	Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter-Virtual WiFi Filter Driver-0000 · Wireless Network Connection 5-Virtual WiFi Filter Driver-0000	341,721 kbps	23,534 kbps
Zrinec-PC	Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter-Native WiFi Filter Driver-0000 · Wireless Network Connection 5-Native WiFi Filter Driver-0000	341,603 kbps	23,525 kbps
Zrinec-PC	Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter-WFP LightWeight Filter-0000 · Wireless Network Connection 5-WFP LightWeight Filter-0000	341,603 kbps	23,525 kbps
Zrinec-PC	Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter · Wireless Network Connection 5	281,418 kbps	26,159 kbps
Linksys DD-WRT Usmjernik	eth1	22,693 kbps	197,405 kbps
Linksys DD-WRT Usmjernik	eth0	187,385 kbps	18,032 kbps
Zrinec-PC	Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB 2.0 Network Adapter-QoS Packet Scheduler-0000 · Wireless Network Connection 5-QoS Packet Scheduler-0000	185,732 kbps	17,984 kbps
Linksys DD-WRT Usmjernik	vlan0	184,683 kbps	17,563 kbps
Lenovo-PC	Intel(R) WiFi Link 1000 BGN-Native WiFi Filter Driver-0000 · Wireless Network Connection-Native WiFi Filter Driver-0000	4,772 kbps	4,228 kbps
Lenovo-PC	Intel(R) WiFi Link 1000 BGN-QoS Packet Scheduler-0000 · Wireless Network Connection-QoS Packet Scheduler-0000	4,772 kbps	4,228 kbps
Lenovo-PC	Intel(R) WiFi Link 1000 BGN-WFP LightWeight Filter-0000 · Wireless Network Connection-WFP LightWeight Filter-0000	4,772 kbps	4,228 kbps
Lenovo-PC	Intel(R) WiFi Link 1000 BGN-Virtual WiFi Filter Driver-0000 · Wireless Network Connection-Virtual WiFi Filter Driver-0000	4,701 kbps	4,075 kbps
Lenovo-PC	Intel(R) WiFi Link 1000 BGN · Wireless Network Connection	4,701 kbps	4,075 kbps
Linksys DD-WRT Usmjernik	br0	4,264 kbps	722,84 bps
Lenovo-PC	Software Loopback Interface 1 · Loopback Pseudo-Interface 1	0,0 bps	0,0 bps

Slika 16: Popis prvih 15 sučelja prema ostvarenom prometu u mreži

Popis sučelja čvorova na kojima je omogućeno praćenje prometa:

- Čvor Zrinec-PC sučelje Realtek RTL8187 Wireless 802.11b/g 54Mbps USB Networko Adapter – dakle to je sučelje kojim se navedeno prijenosno računalo spaja na Linksys DD-WRT usmjenik prijenosne brzine do najviše 54Mbps navedenog standarda 802.11b/g
- Čvor Lenovo-PC sučelje Intel(R) WiFi Link 1000 BGN – sučelje kojim se također navedeno prijenosno računalo spaja na Linksys DD-WRT, ali najviše prijenosne brzine 300Mbps standarda

- Sučelja Linksys DD-WRT usmjernika nisu fizička kao kod prijenosnih računala jer oni predstavljaju mrežnu karticu nego su logička. Popis sučelja usmjernika sa potrebnim objašnjenjima:

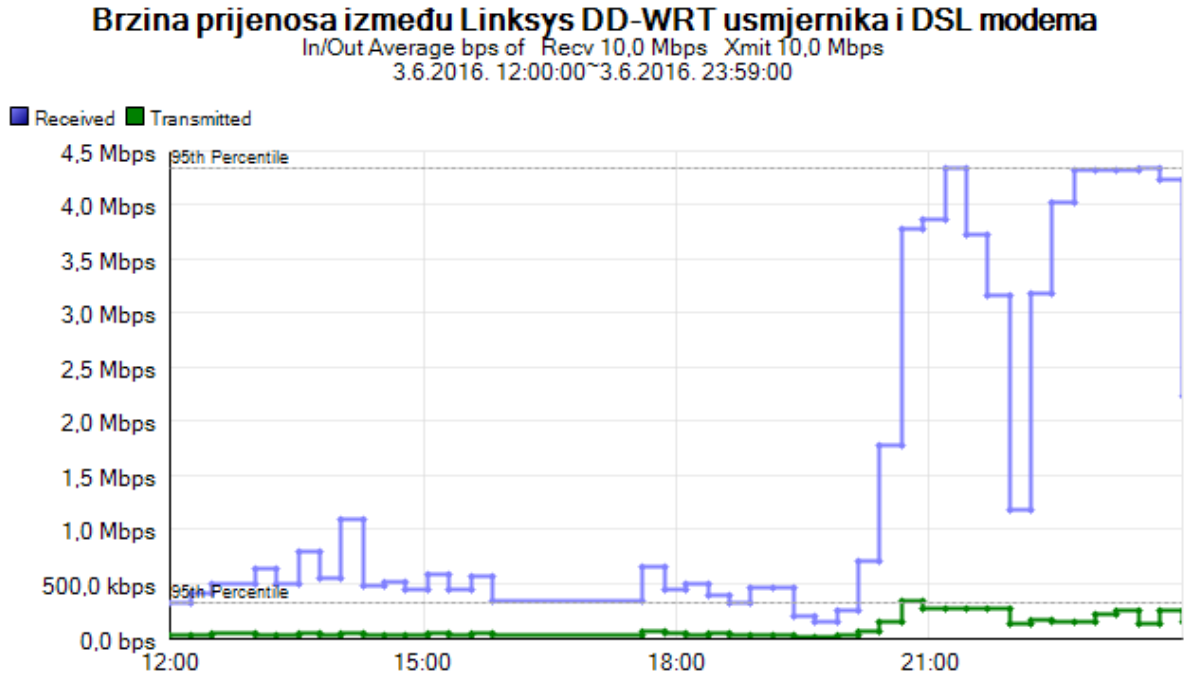
  eth1 – bežično sučelje usmjernika
  eth0 – sučelje koje označava sve fizičke mrežne ulaze na usmjerniku kojih ima pet a koristi se samo jedno prema ono prema DSL modemu
  vlan0 – sučelje za četiri LAN ulaza
  br0 – most koji povezuje eth1 i vlan0

Za performanse ove bežične računalne mreže najvažniji je usmjernik preko kojeg ide promet prema teminalnim uređajima odnosno čvorovima ove mreže. Eth1 je logičko bežično sučelje usmjernika i ono je najvažnije jer se kroz njega obavlja sav promet prema čvorovima. Važno je i sučelje eth0 jer njime je usmjernik povezan na DSL modem i ono bilježi sav promet koji dolazi ili odlazi u ili van mreže. Ostala sučelja nisu tako važna npr. sučelje vlan0 bilježi zapravo isti promet kao eth0 jer je modem povezan sa usmjernikom preko lan ulaza, dok br0 bilježi promet između eth1 i vlan0 no taj promet je neznatan.

Propusnost između DSL modema i usmjenika koji spaja bežičnu mrežu na Internet mora biti onolika koliko zahtjeva dolazni promet prema računalnoj mreži. Veliku ulogu ima bakrena parica koja ima propusnost od 6Mbps, jer je DSL modem od centrale udaljen oko 3,5km koja se dijelom gubi na telefonsku liniju. Kad se oduzme iznos koji se gubi na telefonsku liniju trebala bi iznositi oko 5Mbps.

Slikom 17 su prikazane ostvarene brzine prijenosa tj propusnost između usmjernika i DSL modema u promatranom razdoblju od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016 godine. Vidljivo sa slike tokom dana brzine prijenosa nisu bile velike jer promet koji se odvijao mrežom bio uglavnom ostvaren pretraživanjem Interneta što ne zahtjeva velike prijenosne brzine. Potrebno je napomenuti da je veća dolazna brzina (engl. Received) od prijenosne (engl. Transmitted) odnosno odlazne jer se očitavala brzina koja je dolazia u mrežu preko DSL modema. Kako bi autor testirao mrežu u večernjim satima oko 21:00 sat uključio je aplikaciju BitTorrent koja ostvaruje logičke veze sa raznih lokacija na Internetu te dohvaća podatke sa njih. Nakon uključenja aplikacije brzina prijenosa koju je primao usmjernik je porasla na

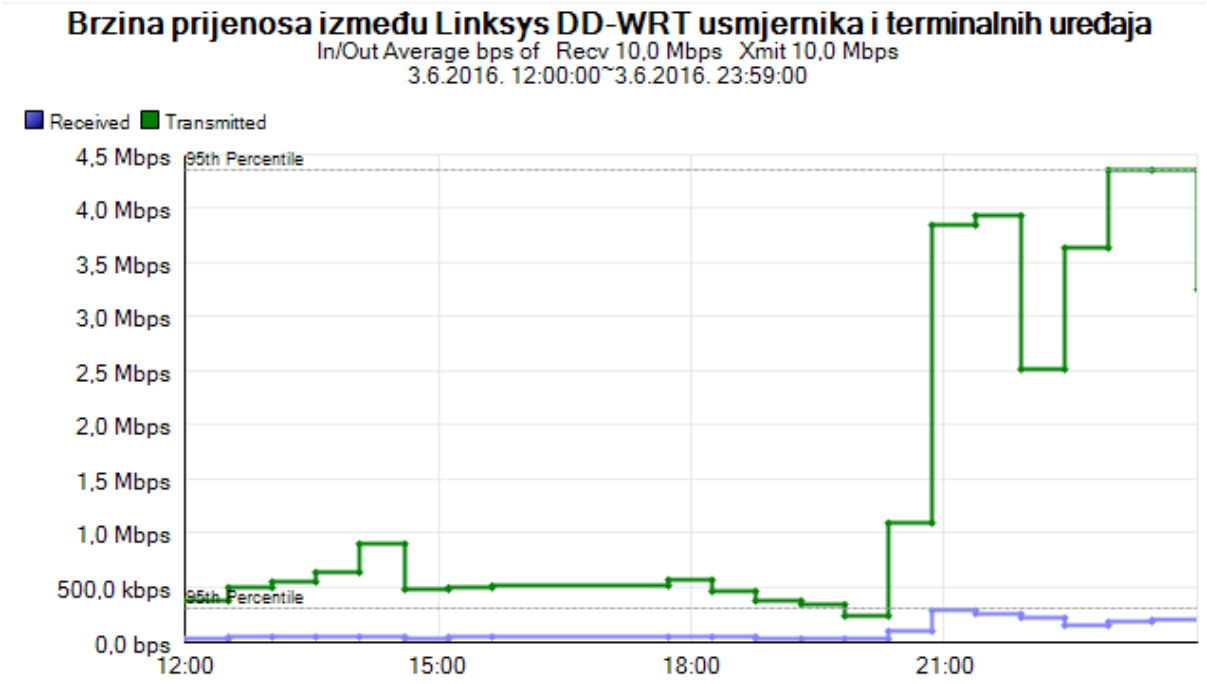
najveću moguću vrijednos koja je dolazila na DSL modem koji je prosljeđivao do usmjernika i ta brzina je iznosila 4.34 Mbps dok je naveća odlazna prema DSL modemu bila 0.285Mbps.



Slika 17: Prijenosna brzina prema Linksys DD-WRT usmjerniku

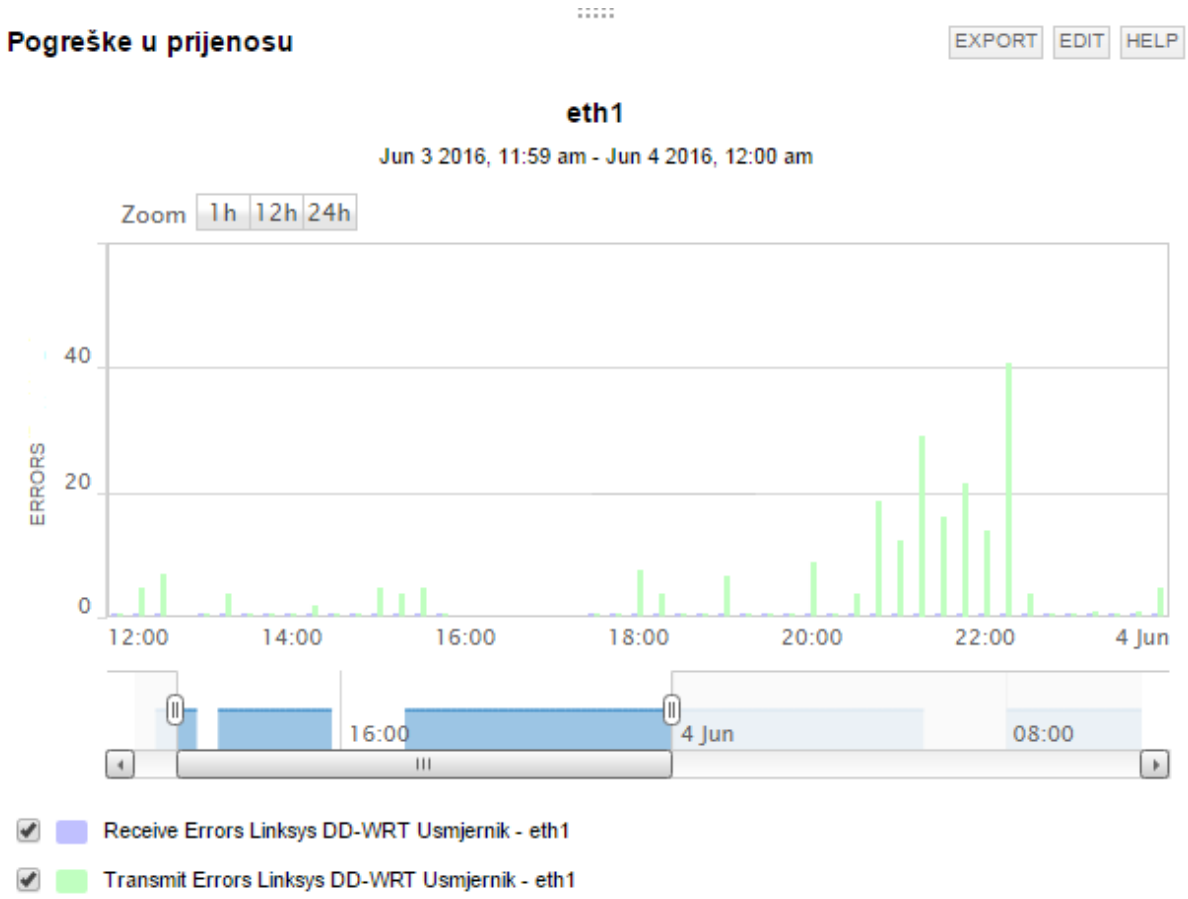
Kako bi se bolje predočila brzina prijenosa podataka prema terminalnim uređajima koji su spojeni bežično prikazana je slikom 18. Na slici je jasno vidljiva prijenosna brzina koju odašilje usmjernik prema spojenim terminalima. Također tokom dana odašiljana brzina prijenosa nije bila velika dok mreža nije stavljena pod opterećenje.Naveća ostvarena prijenosna brzina terminalnim uređajima prilikom opterećenja je bila 4,338Mbps dok je najveća dolazna brina od navedenih terminala 0,314Mbps približno ista prijenosna brzina je bila na ulazu u usmjernik.

Ovim parametrom je prikazana najveća i najmanja propusnost bežične računalne mreže Zrinec prema čvorovima koja je izražena u Mbps.



Slika 18: Brzina prijenosa sa Linksys DD-WRT usmjernika prema terminalnim uređajima

Prilikom prijenosa podataka događaju se pogreške u prijenosu one se odnose na podatke koji su poslani prema krivom odredištu no bitno je napomnenuti da to nisu izgubljeni paketi. Slikom 19 je prikazan broj grešaka u prijenosu u intervalima od 15 minuta tijekom istog perioda promatranja od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016 godine. Očito je da prilikom opterećenja mreže najviše pogrešaka u prijenosu i to u periodu kada je bila aktivna aplikacija BitTorrent gdje je najveći broj grešaka u prijenosu bio oko 22:15 sati kada su se dogodila 41 greška u prijenosu. Tokom dana broj tih grešaka u petnaestominutnim intervalima dok nije bilo opterećenja je iznosio najviše do 5 grešaka.

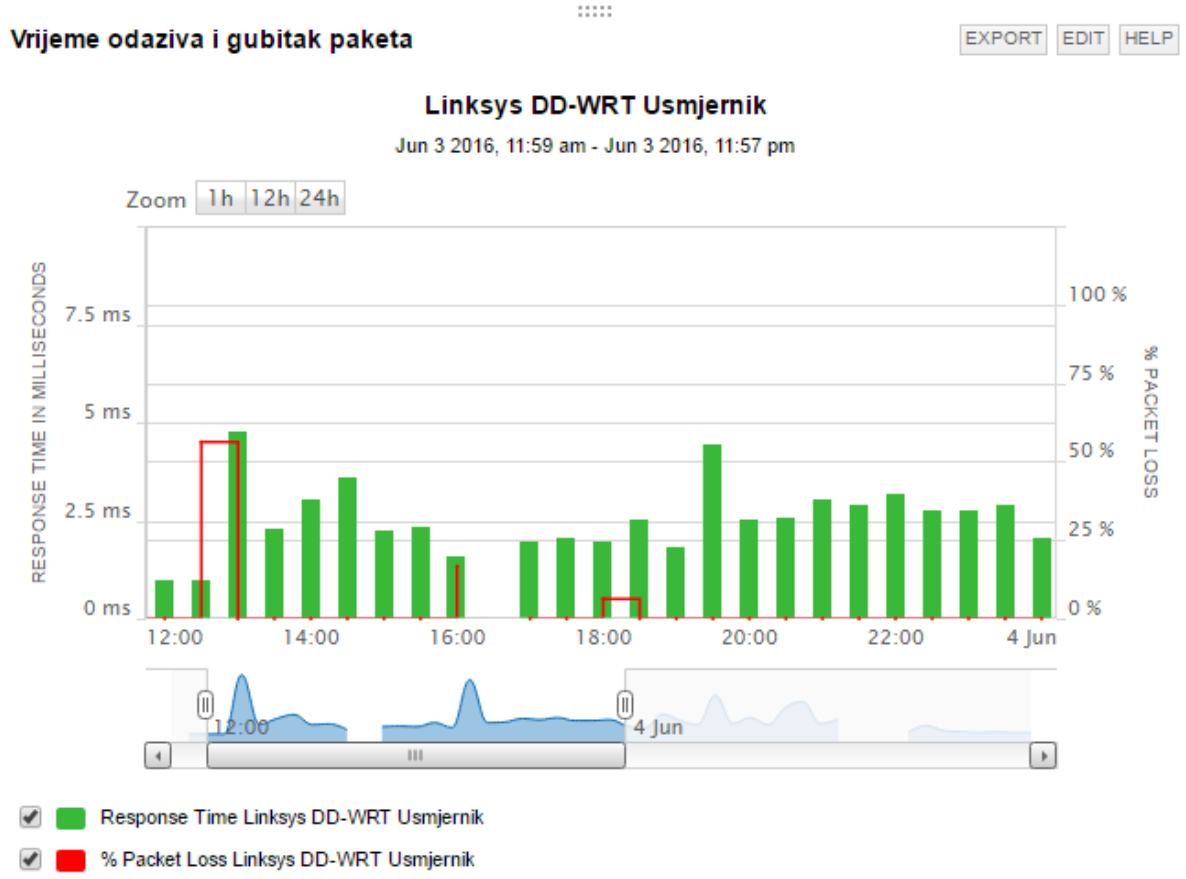


Slika 19: Pogreške u prijenosu na bežičnom sučelju usmjernika

Jedan od važnih parametara koji nam ukazuju na performanse mreže je gubitak paketa. Naravno taj parametar ovisi o nekoliko drugih parametara kao što su kašnjenje jer se paket tretira kao izgubljeni ako prekomjerno kasni, ovisi o duljini spremnika za čekanje (engl. Buffera) i drugih.

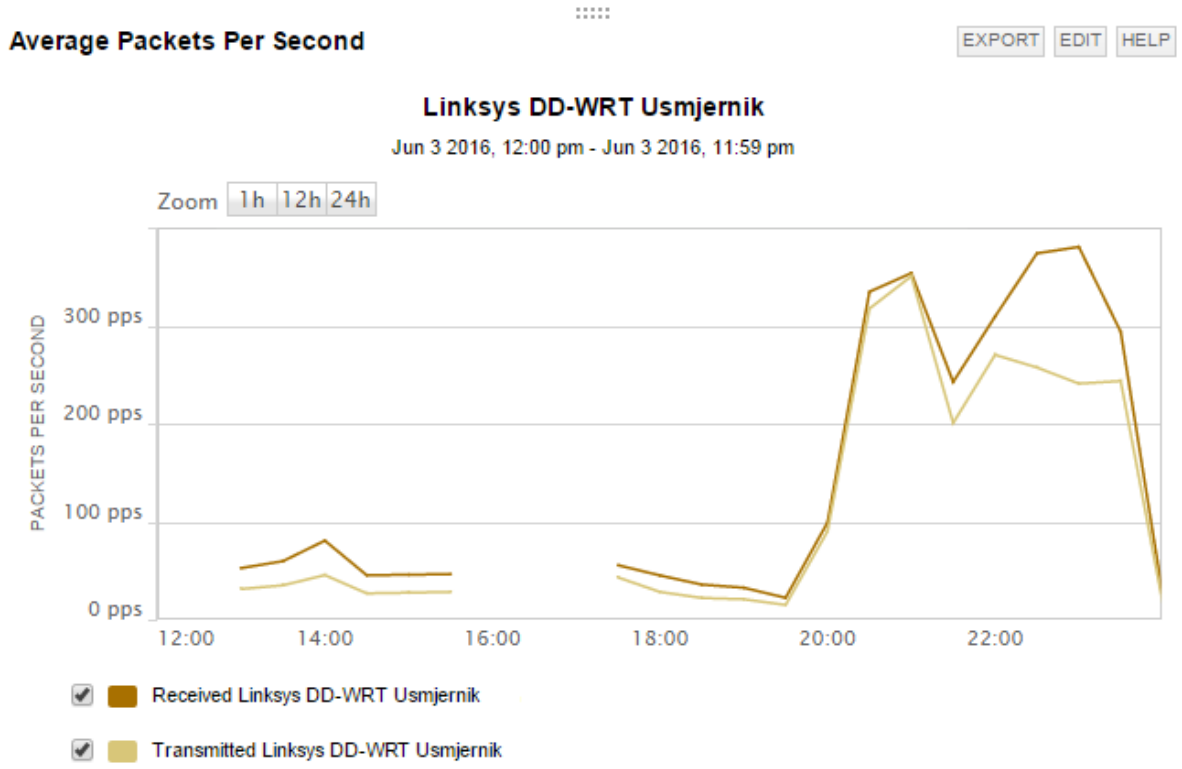
Sljedećom slikom 20 prikazan gubitak paketa i vrijeme odaziva za isti period promatranja mreže odnosno usmernika od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016 godine. Naime usmjernik je centralni uređaj mreže i kroz njega prolaze svi paketi i o njemu ovisi broj izgubljenih paketa. Iz slike se može zaključiti da usmjernik tokom cijelog dana ima relativno isto vrijeme odaziva prilikom normalnog opterećenja ili preopterećenja koje iznosi otprilike oko 2.5-3 milisekunde. Gubitak paketa je također konstantan tj. nema gubitaka paketa i kada je mreža opterećena što znači da dobro obavlja svoju funkciju iako dolazi do pogrešaka u prijenosu. Vidljivo je da u dva navrata došlo do gubitaka paketa, a tome je odgovorna komuikacija radnom stanicom Lenovo-PC koj je bila ugašena tj odspojena od usmjernika. Tokom tog

perioda pojavili su se izgubljeni paketi jer kada ne dođu na odredište tretirajiu se kao izgubljeni.



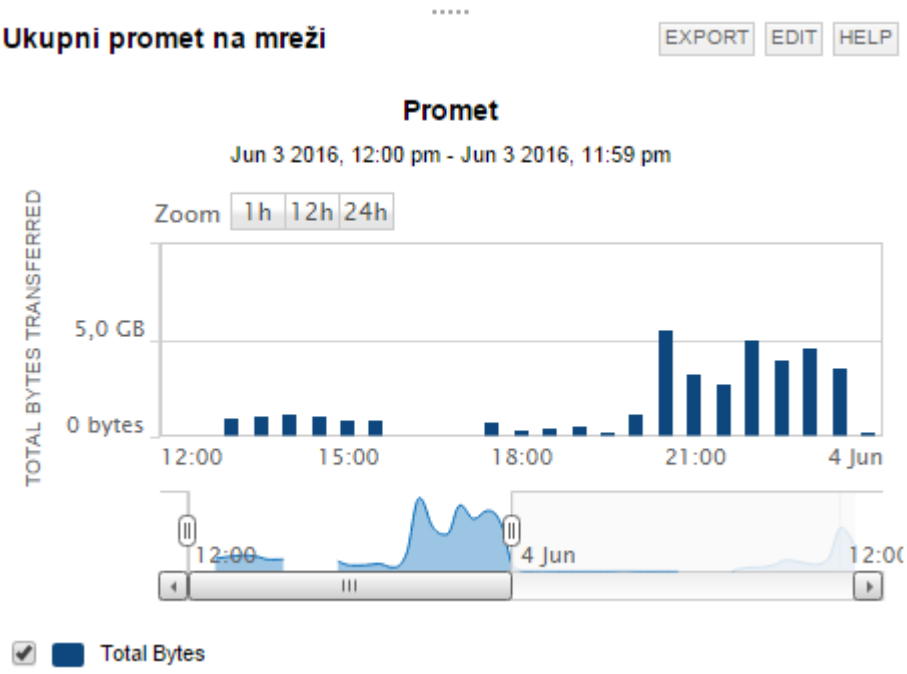
Slika 20: Vrijeme odaziva i broj izgubljenih paketa

Da bi se stvorila predodžba da mreža dobro funkcionira u uvijetima opterećenja prikazana je slika 21 koja će se usporediti sa slikom 20. Slika 21 prikazuje broj prenesenih paketa u sekundi prilikom normalnog opterećenja i preopterećenja naravno u istom intervalu promatranja od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016 godine. Kada se usporedi broj prenesenih paketa koji je je najveći bio oko 23:00 sati i iznosio je oko 380 paketa u sekundi sa time da je broj izgubljenih paketa u isto vrijeme bio nula dolazi se do zaključka da mreža dobro funkcionira u preopterećenju.



Slika 21: Broj prenesenih paketa u sekundi

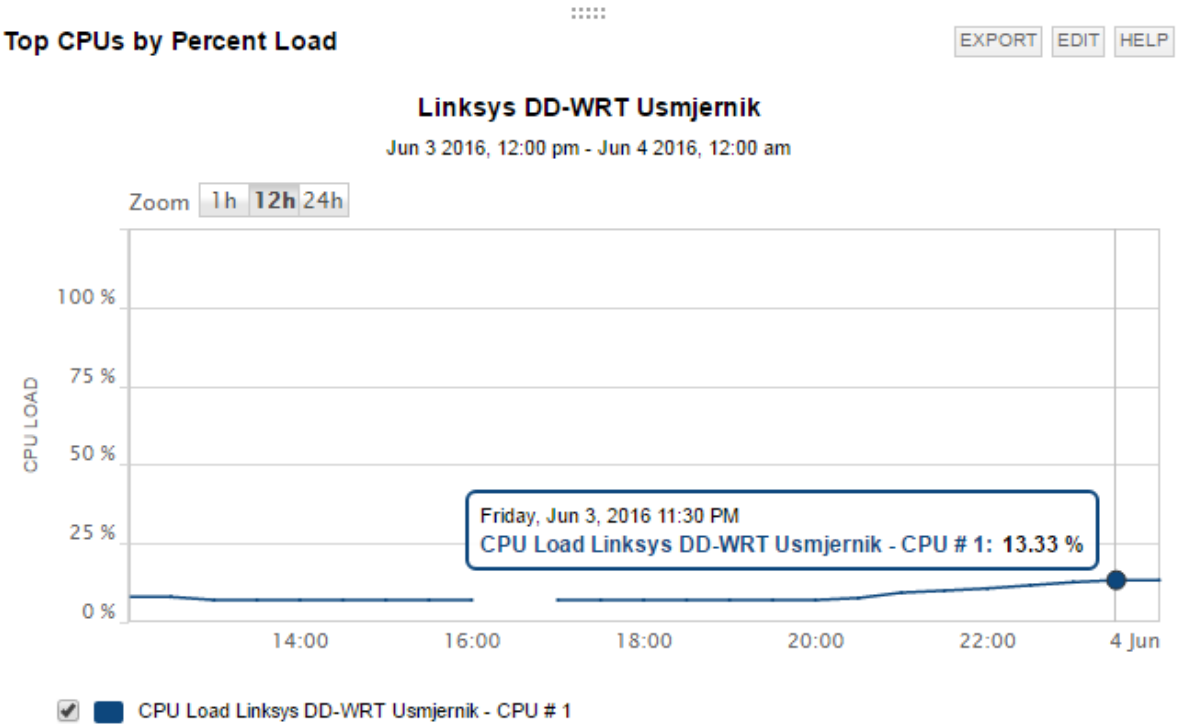
Preračuna li se broj primljenih ili odaslanih paketa u sekundi dobije se promet koji se generirao u mreži. Sljedeća slika 22 prikzuje ukupni generirani promet u istom vremenskom razdoblju od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016 godine. Iz slike se može vidjeti da kada je uključena aplikacija BitTorrent na to je oko 21:00 sat pa sve do 00:00 generirani promet je varirao od 3-5GB u polusatnim intervalima, dok je taj promet kroz dan bio od 500MB do 1GB.



Slika 22: Ukupni promet u razdoblju od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016. godine.

Bitan utjecaj na performanse mreže ima opterećenje procesorske jedinice središnjeg uređaja u mreži. Ako je procesorska jedinica središnjeg uređaja u mreži u ovom slučaju to je Linksys DD-WRT usmjernik preopterećena odnosno opterećenje dođe do maksimuma mreža bi se mogla zamrznuti ili prekinuti konekciju s DSL modemom što bi dovelo da mreža ostane bez pristupa Internetu.

Opterećenost procesorske jedinice se mjeri u postocima i sljedećom slikom 23 je prikazana opterećnost tokom dana kada iznosi 7% i konstantna je dok mreža nije pod opterećenjem. Prilikom opterećenja mreže u istom periodu od od 12:00 sati do 23:59 dana 3.6.2016. godine opterećenje se povećava na 13% koje se zadržava dok je mreža opterećena.

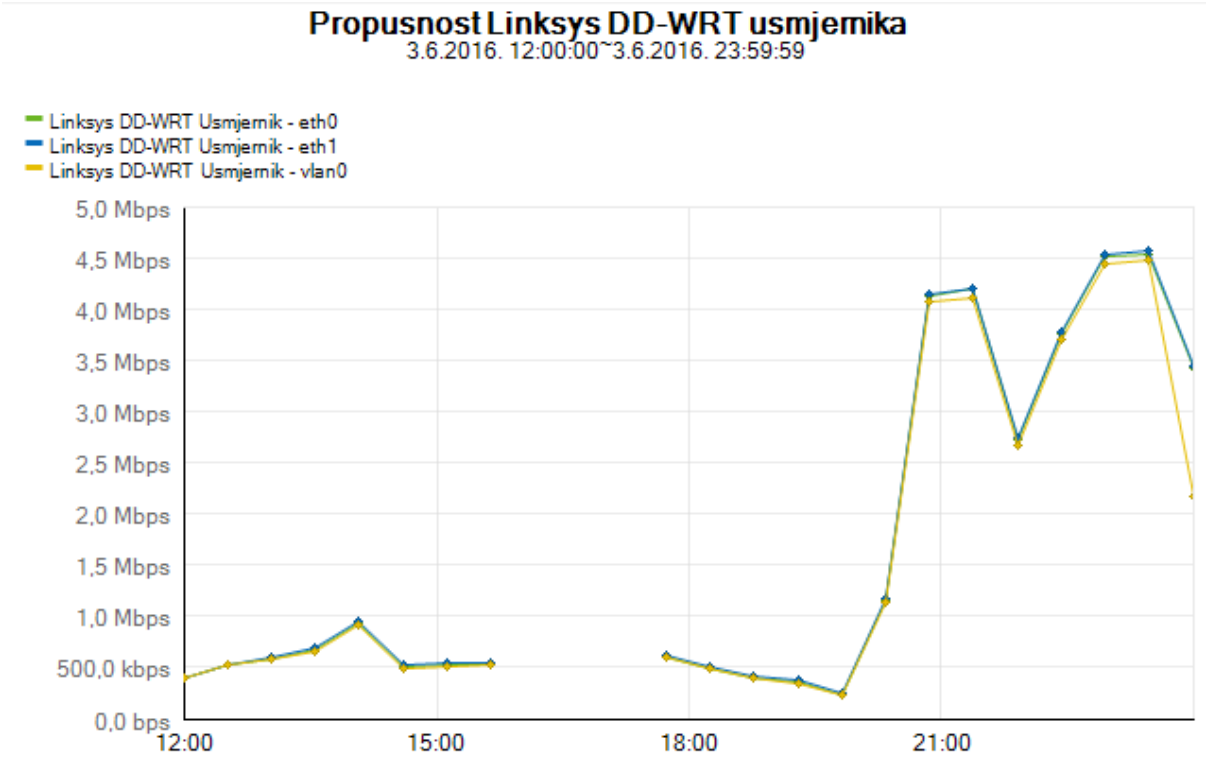


Slika 23: Opterećenje procesora usmjenika

Da bežična računalna mreža Zrinec funkcionira bez problema i poteškoća zaslužna je sama jezgra mreže tj Linksys DD-WRT usmjernik koji služi kao i pristupna točka prikazuje sljedeća slika. Naime slika 24 prikazuje propusnost kroz usmjernik, gdje je zelenom bojom označeno eth0 sučelje koje označava sve fizičke ulaze u usmjernik. Tim sučeljem je usmjenik povezam utp kablom na DSL modem i zelena krivulja pokazuje propusnost koja ulazi u usmjernik.

Plavom bojom je označeno sučelje eth1 koje označava bežično sučelje usmjernika koje odašilja signale prema terminalnim uređajima. Krivulja eth1 kontinuirano prati zelenu krivulju eth0 sučelja što znači da usmjernik ima skoro sto postotnu propusnost jer sav promet koji je na njegovom ulazu odašilje se gotovo identično m brzinom prema terminalima.

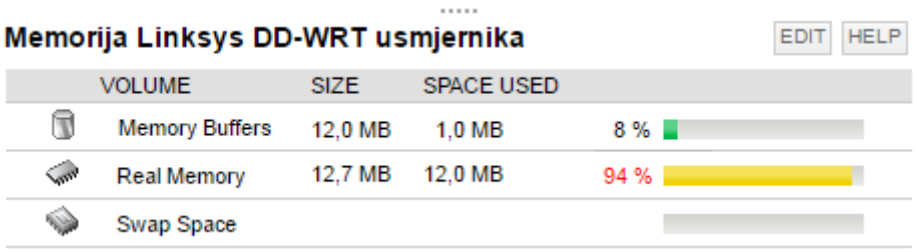
Žuta krivulja označava vlan0 sučelje koje je identično eth0 sučelju ono označava 4 lan ulaza, razlika je u jednome fizičkom ulau zato ima neznatnu manju propusnost.



Slika 24: Propusnost Linksys DD-WRT usmjernika

Jako važan parametar u performansama računalne mreže je memorija spremnika (engl. Memory Buffers) usmjernika. Ovisno o tome kolika je veličina spremnika ovisi o duljini čekanja paketa koji čekaju u redu za usmjeravanje. Ako je ta veličina premala a dođe preveliki broj paketa događa se preplavljivanje memorije što rezultira gubitkom paketa. Memorija korištenog usmjernika je 12MB što je vidljivo iz slike 25, a prilikom normalnog opterećenja zauzetost spremnika je 8% ili 1MB i to je konstantna veličina. Prilikom velikog opterečenja nije došlo do gubitka ni jednog paketa što ukazuje da je ta veličina spremnika dovoljna.

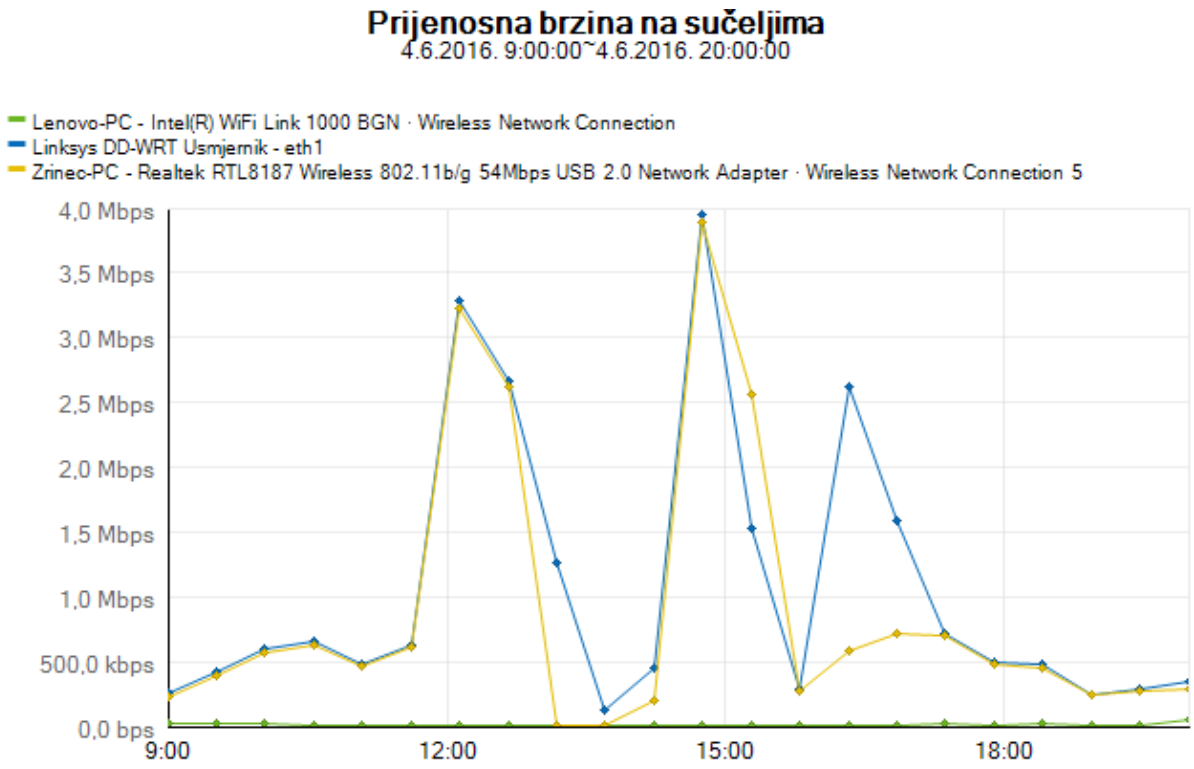
Realne memorija (engl. Real Memory) je gotovo uvijek ista i iznosi 12MB što je 94% memorije, jer su to podaci koji su pohranjeni prilikom instalirana firmwarea dd-wrt v24sp2 standard.



Slika 25: Memorija Linksys DD-WRT usmjernika

Jedna od mogućnosti je prikaz brzina na sučeljima koja su ostvarile najveće brzine prijenosa. Sljedeća slika prikazuje ostvarene brzine prijenosa na čvorovima sučelja u periodu od 9:00 sati do 21:00 sat dana 4.6.2016. godine. Iz slike 26 je vidljivo da je najveću brzinu prijenosa ostvarilo sučelje usmjernika od 4Mbps, zatim Zrinec-PC na kojemu je bila pokrenuta BitTorrent aplikacija ostvarilo je nešto manju brzinu od 4Mbps.

Lenovo-PC je ostvario jako male prijenosne brzine jer služi kao radna stanica za nadgledanje mreže i prima samo informacije o mreži od strane usmjernika.



Slika 26: Brzina prijenosa na sučeljima čvorova

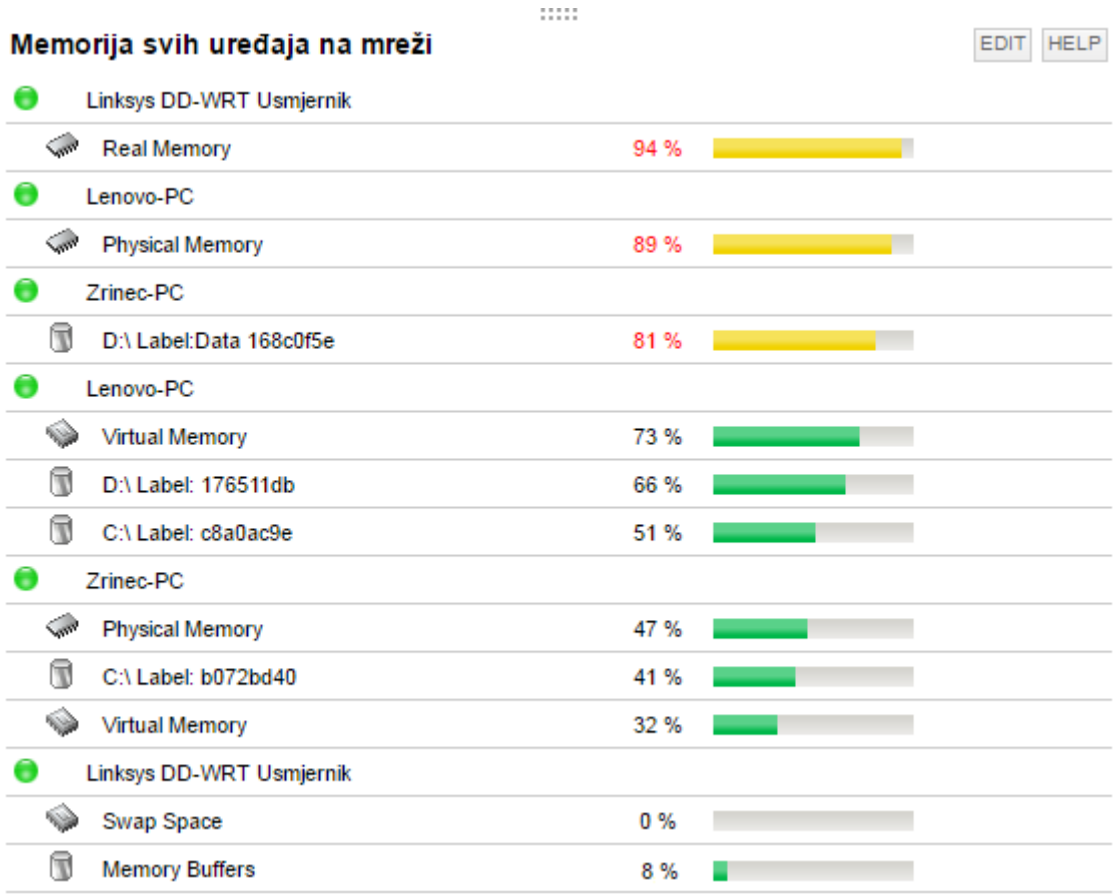
4.4. Nadgledanje mreže

Network performance monitor nudi još druge brojne mogućnosti koje nisu izravno vezane za performanse mreže. Korisniku se nude informacije o mreži kako bi poduzeo neke mjere koje bi poboljšale rad mreže ili kako bi se zamjenila novim mrežnim elementima ili resetiranjem postojećih ako dođe do nekog neželjenog događaja.

Neke od informacija koje nudi korisniku je memorija svih uređaja u mreži kojima je omogućeno to nadziranje. Memorija se prikazuje u postotcima i prepoznaje ih kao fizičke, virtualne i realne memorije. Memorija usmjenika je već analizirana, ostaje memorija prijenosnih računala koja je prikazana slikom 27.

Memorija Zrinec-PC računala sastoji se od fizičke (engl. Physical Memory) memorije koja predstavlja RAM memoriju tj radnu memoriju računala i ona je zauzeta na navedenom računalu 57% jer se pokreću mnoge aplikacije na računalu. Virtualna (engl. Virtual Memory) memorija predstavlja memoriju koja se nalazi na tvrdom disku računala koja se definira prilikom podizanja sustava i ta memorija se koristi kada je RAM memorija zauzeta ili kada treba pohraniti neke podatke na kratko vrijeme a da se oslobodi RAM memorija. Tu su još C: i D: memorije koje predstavljaju tvrdi disk podijeljen na dvije logičke memorije od kojih se jedna koristi za pohranu podataka, a druga za aplikacije.

Radna memorija na Lenovo-PC je mnogo više iskorištena gotovo 90% jer služi kao server i radna stanica za programski alat NPM koji zauzima ogromnu količinu radne memorije kao što je vidljivo sa slike 27. Memorije za pohranu podataka su isto konfigurirane kao i na Zrinec-PC tako da je tvrdi disk podijeljen na dvije logičke memorije. C: predstavlja memoriju na kojoj je instalirani korišteni programski alat dok D: predstavlja bazu podataka za navedeni program.



Slika 27: Memorije čvorova

Prikaz najčešće korištenih protokola u mreži jedna je od mogućnosti korištenog programskog alata kao i prikaz međusobnih komunikacija između mreža, aplikacije koje su se koristile prilikom prijenosa podataka, prikaz uređaja koji su primili najviše podataka i koji su odaslali najviše i mnoge druge mogućnosti prikaza stanja mreže. No mogućnosti NPM nisu tema ovog rada stoga se neće dalje prikazivati mogućnosti navedenog programskog alata

5. ZAKLJUČAK

Računalne mreže u današnjem svijetu imaju bitnu ulogu jer najveći dio komunikacija se ostvaruje putem iste koja zajedno sa drugim računalnim mrežama tvori jednu globalnu komunikacijsku mrežu Internet. Stoga je bitno svakom danom razvijati računalne mreže kako bi se ostvarivale komunikacije bez poteškoća.

Potrebno je provoditi konstantne analize i testiranja računalnih mreža kako bi stručnjaci došli do novih ideja za unaprijeđenje mreža i zadovoljili zahtjeve korisnika. U stopu ih moraju pratiti razvijači softvera koji imaju najvažniju ulogu u ovome lancu jer pomoću programskih alata koje oni razvijaju za testiranje mreža moraju biti u koraku sa razvojem računalnih mreža i računalne opreme.

Programski alat Networ Performance Monitor je odličan programski alat sa mnogobrojnim mogućnostima nadziranja računalnih mreža. Iako je sučelje programa jako jednostavno za korištenje korisniku koji se prvi puta susreće sa alatom treba dosta vremena da ispita sve njegove mogućnosti. Uz programski alat potrebno je koristiti odgovarajuću mrežnu opremu kako bi konfiguracija programa samog programskog alata bila lakša kao i komunikacija sa mrežom. Stoga je u mreži kao središnji uređaj korišten usmjernik Linksys wrt54gl koji je bio aktualiziran firmwareom WRT-DD v24sp2 kako bi omogućio potpunu konfiguraciju usmjernika. Usmjernik je postavljen prema uputama od strane tvrtke Cisco kako bi se mogao NPM imati potpuni nadzor nad njim i cijelom mrežom.

Ovaj rad je podijeljen u dva dijela prvi dio koji se je odnosio na teoriju o računalnim mrežama te je opisao arhitekturu, način rada i performanse računalnih mreža. Drugi dio se odnosi na praktični dio gdje se skenirala bežična računalna mreža Zrinec koja se kasnije nadzirala u nekom vremenskom periodu i stavljena pod testiranje.

Iz dobivenih rezultata se može zaključiti da bežična računalna mreža Zrinec dobro funkcionira u uvjetma normalnog opterećenja i uvjetima preopterećenja. Usmjernik obavlja svoju funkciju jako dobro što je vidljivo iz rezultata koji prikazuju ulaznu brzinu koja dolazi od strane DSL usmjernika i brzinu koja se pojavljuje na sučelju za bežični prijenos prema čvorovima. Prilikom prijenosa podataka u opterećenju nije bilo izgubljenih paketa što je još jedan pokazatelj da mreža dobro funkcionira.

Jedini loš parametar u analizi je bio broj pogreške u prijenosu koje su stalne u mreži. Broj pogrešaka se povećao i prilikom preopterećenja no to je zanemariv parametar jer on ne označava izgubljene pakete. Pogreške u prijenosu su se događake jer se radi bežičnoj mreži pa dolazi do preklapanja frekvencija sa drugim bežičnim mrežama kojih ima pet u okolini.

Treba naglasiti da je razlog što mreža ima tako dobre performanse u tome da je jako loša infrastruktura koja dolazi do ispitane mreže čija je najveća propusnost do 4.5-5Mbps. Razlog tako maloj propusnosti je udaljenost od glavne centrale za područje u kojem se nalazi mreža iznosi 3.5km što je za ADSL tehnologiju prevelika udaljenost.

Kad bi se analizirana mreža ispitala u uvjetima u kojima je propusnost prema mreži puno veća, bolje bi se pokazale performanse mreže jer očito je da je mreža sposobna za puno veće brzine prijenosa. Analiza bi bila još potpunija da se radila na kompleksnijoj mreži sa više mrežne opreme i međusobno spojenih mrežnih čvorova.

Literatura

1. Sadiku, M.N.O., Musa, S.M.: Performance Analysis of Computer Networks, Springer, 2013.
2. Kavran, Z., Grgurević, I.: Prvo predavanje - povijest računalnih mreža, Internet stranica:

   http://e-student.fpz.hr/Predmeti/R/Racunalne_mreze/Materijali/1_Predavanje.pdf

3. Internet History 1962 to 1992, Internet stranica: http://www.computerhistory.org/internethistory/
4. Kavran, Z., Grgurević, I.: Drugo predavanje – OSI slojevi, Internet stranica:

   http://e-student.fpz.hr/Predmeti/R/Racunalne_mreze/Materijali/2_Predavanje.pdf

5. Mrvelj, Š.: Osmo predavanje – Slojevite arhitekture, Internet stranica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Tehnologija_telekomunikacijskog_prometa_I/Materijali/8_predavanje.pdf
6. Carnet, Internetska stranica: https://sysportal.carnet.hr/node/379
7. Tanenbaum, A.S., Wetherall, D.J.: Computer Networks, (5th Edition), Pearson Education, Inc., USA, 2010.
8. Mrvelj, Š.: Deseto predavanje – Promet u internet mreži, Internet stranica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Tehnologija_telekomunikacijskog_prometa_I/Materijali/10_predavanje.pdf
9. Kavran, Z., Grgurević, I.: Treće laboratorijske vježbe – Performanse računalnih mreža, Internet stranica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/R/Racunalne_mreze/VjezbeMaterijali/Performanse_racunalnih_mreza.pdf
10. Solarwinds, Internet stranica http://www.solarwinds.com/documentation/ref/IntroductionToSNMP.pdf
11. SolarWinds, Internet stranica http://www.solarwinds.com/network-performance-monitorž

Popis kratica

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line Asimetrična digitalna pretplatnička linija
ANSI	American National Standards Institute Američki nacionalni institut za standarde
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ASP	Active Server Page
CPU	Central processing unit Središnja jedinica za obradu
DSL	Digital Subscriber Line Digitalna pretplatnička linija
FTP	File Transfer Protocol Protokol za prijenos datoteka
Gbps	Gigabits per second Gigabit po sekundi
GoS	Grade of service Kakvoća usluge
ICMP	Internet Control Message Protocol Protokol kontrolnih poruka
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers Neprofitna organizacija za standarde u elektornici
IP	Internet Protocol

	Internet protokol
IPV4	Internet Protocol version 4 Internet protokol verzije 4
IPV6	Internet Protocol version 6 Internet protokol verzije 6
IPX	Internetwork Packet Exchange Protokol za razmjenu paketa
IR	Infrared Infra crveno
ISO	International Organization for Standardization Međunarodna organizacija za standardizaciju
JPEG	Joint Photographic Experts Group Format za slike
km	Kilometer kilometar
LAN	Local area network Lokalna mreža
MAC	Media Acces Control Kontrola pristupa mediju
MAN	Metropolitan area network Mreža gradskog područja
Mbps	Megabits per second Megabita po sekundi
MIB	Management Information Base

MIDI	Musical Instrument Digital Interface Format za zvukove
MPEG	Moving Picture Experts Group Format za slike
ms	Milisecond milisekunda
NFS	Network File System Mrežni datotečni sustav
NIC	Network Interface Controller Mrežna kartica
NPM	Network Performance Monitor
ONC RPC	Open Network Computing Remote Procedure Call Metodologija procedure udaljenog poziva
OSI	Open System Interconnection – Reference Model Sustav za interoperabilnost mreža
PAN	Personal area network Osobna mreža
PICT	Graphics file format Format za slike
PSTN	Public switched telephone network Javna komutirana telefonska mreža
RAM	Random Access Memory Memorija s nasumičnim pristupom
ROM	Read-only memory

	Memorija s koje se podaci samo mogu čitati
SNMP	Simple Network Management Protocol Protokol za nadzor i upravljanje
SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol Protokol za kontrolu prijenosa
TIFF	Format for graphics Format za slike
UDP	User Datagram Protocol Protokol za prijenos podataka
UTP	Unshielded Twisted Pair Nezaštičena uparena bakrena parica
WAN	Wide Area Network Mreža širokog područja
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access Svjetska interoperabilnost za mikrovalni pristup
WMI	Windows Management Instrumentation

Popis slika