

SREDNJA ŠKOLA  
BAN JOSIP JELAČIĆ ZAPREŠIĆ  
Program: tehničar za računalstvo  
Školska godina: 2007./2008.

## **RAČUNALNA MREŽA ZAPREŠIĆ.NET**

MATURALNI RAD

Mentor:  
Andrija Tadić, prof

Učenik:  
Petar Kuštro, 4.e

*Zaprešić, svibanj 2008.*

1. UVOD	3
2. STRUKTURA RAČUNALNE MREŽE ZAPREŠIĆ.NET	4
I. Prikaz mreže na karti	4
II. Mreža u brojkama	5
III. IP adrese i rutanje	6
3. Operativni sustav MikroTik RouterOS	8
I. Instalacija MikroTik RouterOSa	9
II. Wireless postavke rutera	12
III. IP postavke rutera	14
IV. Routing postavke rutera	19
V. The Dude	20
4. ZAKLJUČAK	21
5. LITERATURA	
6. DODATAK (PRILOZI)	

## 1. UVOD

Računalna mreža Zaprešić.NET je računalna mreža Udruge Zaprešić.NET te je ona sklop pojedinačnih računalnih sustava, već postojećih lokalnih računalnih mreža, te hardvera i softvera za komunikaciju unutar istih. Računalna mreža Udruge Zaprešić.NET je otvoren tipa i koristi se za komunikaciju članova unutar iste, razmjenjivanje podataka, edukaciju korisnika i daljni razvoj računalnih infrastruktura na području grada Zaprešića i šire.

Ukratko računalna mreža Zaprešić.NET je mreža sastavljena od računalnih korisnika povezanih pomoću standardnih te bežičnih mrežnih tehnologija u jednu veliku cjelinu.

Radi se o vrlo opširnoj temi zbog toga što se radi o sklopu standardnih te bežičnih mrežnih tehnologija, odnosno žičanih (wired) i bežičnih (wireless) mrežnih standarda. Pri izgradnji ovakvog tipa mreže potrebno je paziti na mnogo parametara kao što su: pozicije pristupnih točaka, optička vidljivosti sa što većim područjem, mogućnost spajanja lokalnih klijenata, korišten standard za bežični prijenos podataka, odabir antena, zagušenost etera, i sl... O tim parametrima ovisi stabilnost, protočnost, efikasnost i funkcionalnost same mreže.

## 2. STRUKTURA RAČUNALNE MREŽE ZAPREŠIĆ.NET

Pod strukuru mreže se može svrstati sve ono što čini tu mrežu, ali u ovom poglavlju ćemo se samo dotaknuti topologije odnosno izgleda mreže. Strukturu mreže čine:

- izgled mreže (dijagram)
- statistika pojedinih uređaja
- IP adrese
- način rutanja
- softverska rješenja mreže – operativni sustavi, softveri na lokalnim računalima i sl.
- hardverska rješenja mreže - oprema

### 2.1. Prikaz mreže na karti

Karta računalne mreže Zaprešić.NET se nalazi pod Prilogom br.1.

Na karti grada Zaprešića vidimo ucrtane pristupne točke i glavne veze (backbone linkove) računalne mreže Zaprešić.NET. Po karti je vidljivo da mreža pokriva velik dio grada Zaprešića te da se radi o mreži od 8 pristupnih točaka na kojima se nalaze spojeni klijenti, na karti nisu ucrtani klijenti, već samo glavni ruteri i pristupne točke.

Točke: Centar, Sjever, Kalamiri II i Ivanec su opremljene omnidirekionalnim antenama (tzv. ominice) za spajanje klijenata bežičnom vezom, te se trenutno na omnicama Centar i Sjever nalaze po 3 spojena bežična klijenta (uređaja) s više korisnika na svakom klijentskom uređaju, na točkama Kalamiri II i Ivance se trenutno nalaze po 2 bežična klijenta. Na svim točkama se nalazi barem jedan LAN klijent.

Na karti su prikazane i dvije pristupne točke koje ne pripadaju računalnoj mreži Zaprešić.NET, a to su SMBW i POJWIR, radi se o pristupnim točkama drugih udruga s kojima Zaprešić.NET ima uspostavljenu vezu, a to su „Samobor Wireless“ iz Samobora (SMBW) i „Pojatno Wireless“ iz Pojatnog (POJWIR). Naravno pristupne točke se ne nalaze na mjestima na kojima su ucrtane već na drugim pozicijama u mjestima gdje navedene udruge djeluju.

Može se primijetiti da su glavne bežične veze (backbone linkovi) različito označene. Označenje svake veze označuje i vrstu veze. Tako točkaste veze označavaju vanjsku vezu, prema drugim udurgama i mrežama, a iscrtkane veze označavaju veze unutar udruge Zatrešić.NET. Debljina linije označava vrstu veze, tako najdeblje linije (i točkaste i iscrtkane) označavaju veze na A standardu odnosno 5GHz linkove s uključenim Turbo i Nstream opcijama, linije srednje debljine označavaju veze na 2,4GHz odnosno G standardu s uključenim opcijama Turbo i Nstream, najtanje linije označavaju veze na 2,4GHz bez opcija Turbo i Nstream. Dakle, ukoliko debljina linije prikazuje propusnost veze, a izgled vrstu veze.

Valja napomenuti da su na slici vidljive i trenutne brzine odnosno trenutni promet na pojedinim vezama u vrijeme izrade slike.

## 2.II. Mreža u brojkama

Računalna mreža Zatrešić.NET je manja mreža s obzirom na slične mreže u gradu Zagrebu, te broji dvadesetak članova, od kojih je petnaestak stalno prisutnih članova. Mreža se zasniva na 2 glavne pristupne točke uz ostalih 6 pristupnih točaka. Dvije glavne točke su Sjever i Centar, te kroz njih prolazi velika većina prometa, odprilike 80% svog prometa kroz mrežu. Na pristupnoj točki Sjever dnevni promet prosječno iznosi oko 75GB, što naravno nije maksimum mreže, već potrebe klijenata. Važnosti tih točaka doprinosi njihov dobar položaj s obzirom na izgled i strukturu grada.

Trenutno se na 7 od 8 pristupnih točaka nalaze MikroTik ruteri, te se samo još na pristupnoj točki Kalamiri II nalazi Aceso Point, koji će također uskoro biti zamjenjen MikroTik ruterom. U svim ruterima ukupno se nalazi 18 bežičnih mrežnih kartica, te 9 mrežnih kartica. Od bežičnih mrežnih standarda, trenutno je zastupljeniji G standard na 2,4Ghz, a polako se uvodi i A standard na 5GHz.

Od ukupno 20 članova 13 članova je spojeno bežičnom vezom, a 7 klijenata LAN-om. U prilogu br. 2. se nalaze grafovi, Graf 1. prikazuje omjer članova povezanih bežičnom vezom i broj članova povezanih LAN-om, te omjer bežičnih i LAN kartica u ruterima.

### 2.III. IP adrese i rutanje

IP adrese i rutanje su jedni od važnih dijelova svake mreže, tako i računalne mreže Zaprešić.NET. Mreža se nalazi u IP rangeu: 10.110.0.0, s 16-bitnim maskom, to znači da se IP adrese na računalnoj mreži Zaprešić.NET nalaze u rasponu od 10.110.0.1 do 10.110.255.255, naravno računalna mreža Zaprešić.NET koristi samo mali dio toga raspona. Koristi se dotični IP rang iz razloga daljnjeg spajanja mreže s ostalim mrežama, tako su susjedne spojene mreže na sljedećim IP rangovima: Pojatno Wireless – 10.111.0.0/16, Samobor Wireless - 10.100.0.0/16. Tako se sve spojene mreže nalaze u IP rangu 10.0.0.0/8, i trenutno je spojeno 30ak mreža u niz po cijeloj središnjoj Hrvatskoj, najviše u gradu Zagrebu i Zagrebečkoj županiji.

Računalna mreža Zaprešić.NET trenutno koristi manje od 5% svog IP ranga. Mreža za potrebe klijenata koristi IP rangove: 10.110.1.0/24, 10.110.2.0/24, 10.110.4.0/24, 10.110.5.0/24, 10.110.11.0/24 i sl. u pravilu se ruteri nalaze na prvoj IP adresi u svakom rangu. Za potrebe backbone linkova koristi se IP rang 10.110.0.0/24, ali se tim sučeljima dodjeljuju adrese s netmaskom od 30 bitova, što znači da se koriste samo 2 IP adrese po pojedinom backbone linku.

Rutanje je na mreži riješeno pomoću dinamičkog OSPF (Open Shortest Path First) rutanja. Radi se o protokolu koji omogućuje dinamičko rutanje, odnosno automatsko dodavanje ruta u „Route list“, dotični protokol zadovoljava potrebe dinamičkog rutanja u mrežama do stotinjak rutera, ali je dokazano da dobro funkcionira i u većim mrežama. Kod ovog protokola kod uspostavljanja neke veze na određenom sučelju (bilo wireless LAN ili LAN), OSPF šalje tzv. „Hello Packet“, radi se o paketu u kojem su sadržane sve dostupne destinacije na ruteru koji šalje dotični paket, ako je na ruteru ili uređaju s druge strane uključen OSPF protokol, on prima „Hello Packet“ te iz njega vadi dostupne destinacije s susjednog rutera, te ih upisuje u svoju tablicu s rutama („Route List“), te zatim šalje novi „Hello Packet“ po svim sučeljima na kojim je uključen OSPF s novo dodanim rutama u „Route List“ te tako obavještava sve rutere u nizu da su dostupne nove destinacije na mreži.

Rutanje prema drugim mrežama, odnosno rutanje prema „van“ riješeno je statičkim rutama, iz razloga što bi se dovelo do zagušenja OSPF-a, s preko 500 rutera u nizu, a i zbog nesuglasica između pojedinih mreža.

### 3. OPERATIVNI SUSATAV MIKROTIK ROUTEROS

Operativni sustav „MikroTik RouterOS“ je jedan od najmoćnijih operativnih sustava za računala koja su namijenjena radu kao mrežni pristupnik(eng. gateway). Radi se o operativnom sustavu, kompanije „Mikrotikls Ltd.“ iz Latvije, koji je zasnovan na Linux platformi, te koji omogućuje korisniku da pretvori bilo koje osobno računalo u vrlo moćan mrežni pristupnik.

MikroTik ima mnoge mogućnosti kao što su: vatrozid(firewall), VPN (virtual private network) tuneliranje između rutera i korisnika, djeljene prometa (bandwidtha) između korisnika i rutera, QoS (Quality of service) – održavanje kvalitete usluge u svakom trenutku i u svim uvjetima(određeni servisi imaju prednost nad svim ostalim servisima koji se koriste na tom mrežnom pristupniku), bežične pristupne točke(wireless access point) i spajanje na druge bežične pristupne točke, te mnoge druge opcije koje se koriste kod mrežnih pristupnika.

Kompanija Mikrotikls Ltd. također proizvodi hardverski dio opreme za MikroTik RouterOS, radi se o „MikroTik RouterBOARD“, platformama namjenjenim samo za pokretanje MikroTik opreativnog sustava. Dotične platforme na sebi imaju sve kao i normalna osobna računala samo u puno manjem obliku. MikroTik RouteBOARD-i imaju matičnu ploču s intergriranim procesorom, radnom memorijom i memoriju na koju se pohranjuje MikroTik OS, intergriranom mrežnom karticom i serijskim portom, te miniPCI utore za dodatne bežične ili LAN mrežne kartice. Ovisno o potrebama korisnika RouterBOARD može imati jedan ili više miniPCI slotova, te jednu ili više mrežnih kartica(žičanih).

Valja napomenuti da MikroTik RouterOS podržava samo bežične mrežne kartice s Atheros chipsetom, te OS neće prepoznati kartice s drugim chipsetima. Taj problem leži u driverima intergriranim u OS, a oni su samo za Atheros chipsete. To se može uzeti za veliku manu ovog OS-a, ali to postaje i njegova prednost zbog kvalitete Atheros chipa. Atheros chipset je u bežičnim mrežnim tehnologijama poznat kao najbolji chipset, odlikuju ga: brzina, stabilnost i kvaliteta signala, mana mu je to što zahtjeva jaču konfiguraciju, ako se radi o više kartica baziranih na Atheros chipsetu, a želimo dobiti maksimalni transfer između karticama.

Jedne od najvećih prednosti MikroTik OS-a su njegova jednostavnost, stabilnost, te minimalni hardverski zahtjevi osim u slučajevima korištenja više bežičnih mrežnih kartica (Atheros chipset) s „A“ bežičnim standardom (5GHz frekvencija rada), u tim slučajevima MikroTik zahtjeva konfiguracije s procesorima od 1GHz pa na više.

### 3.1. Instalacija MikroTik RouterOS-a

Instalacija MikroTik RouterOS-a je u pravilu vrlo jednostavna i brza, ukoliko posjedujete minimalnu i ispravnu konfiguraciju. Minimalna konfiguracija je doslovno minimalna te se može pokrenuti i na računalima s 100MHz procesorom i 8MB radne memorije, te će ovakva konfiguracija stabilno raditi i odrađivati svoj posao, ali ovakva konfiguracija postaje slaba s dodavanjem bežičnih mrežnih kartica. Konkretno računalo s 500MHz Intel Celeron procesorom i 32MB radne memorije bez problema nosi dvije mrežne kartice te dvije bežične mrežne kartice (Atheros chipset), s time da se na to računalo spajaju drugi klijenti i prosljeđuju u ostali dio mreže.

Instalacija MikroTik OS-a započinje u BIOS-u računala na koje instaliramo dotični OS. Potrebno je podesiti podizanje sustava s optičkog uređaja, nakon toga poželjno bi bilo isključiti sve nepotrebne stvari u BIOS-u, kao što su serijski port, USB portovi, COM portovi i sl. to radimo zato da nakon instalacije MikroTik OS-a operativni sustav nebi pratio te portove, te na njih trošio snagu procesora koja bi mogla biti bolje utrošena na rad mrežnih kartica. Po potrebi i mogućnostima matične ploče poželjno je uključiti paljenje računala kod nestanka struje, te isključiti blokiranje podizanja sustava na pogreške - to znači da se sustav podiže bez tipkovnice, miša, grafičke kartice i sl., poželjno je isključiti disketnu jedinicu (floppy) - nije potrebna za MikroTik OS, po želji se mogu isključiti svi ostali uređaji za dizanje sustava osim optičkog uređaja i tvrdog diska.

Nakon podešavanja BIOS-a može se krenuti u instalaciju MikroTik OS-a. Ubacite instalacijski disk MikroTik OS-a te restartate računalo. Nakon podizanja s CD-a MikroTik će provjeriti kompatibilnost konfiguracije sa svojom jezgrom (kernel-om), što traje svega nekoliko sekundi. Nakon provjere kompatibilnosti instalacija MikroTik OS-a će vas zapitati koje pakete operativnog sustava želite koristiti.

```

Welcome to MikroTik Router Software installation

Move around menu using 'p' and 'n' or arrow keys, select with 'spacebar'.
Select all with 'a', minimum with 'm'. Press 'i' to install locally or 'r' to
install remote router or 'q' to cancel and reboot.

[X] system                [ ] lcd                   [ ] telephony
[X] ppp                   [ ] ntp                   [X] ups
[X] dhcp                  [ ] radiolan              [X] user-manager
[X] advanced-tools       [ ] routerboard           [ ] web-proxy
[ ] arlan                 [X] routing               [ ] webproxy-test
[ ] gps                   [X] routing-test         [X] wireless
[ ] hotspot              [ ] rstp-bridge-test     [X] wireless-legacy
[ ] hotspot-fix          [X] security
[ ] isdn                  [ ] synchronous

wireless-legacy (depends on system):
Provides support for Cisco Aironet cards and for PrismII and Atheros wireless
station and AP.

```

Slika 3.1.1 – odabir paketa za instalaciju MikroTik RouterOS-a

Na slici se vide odabrani paketi za instalaciju na mrežni pristupnik računalne mreže Zaprešić.NET. U nastavku ću opisati odabrane pakete, pošto su oni potrebni za funkcioniranje računalne mreže Zaprešić.NET.

Odabrani paketi su:

1. system – jezgra(kernel) OS-a, platforma za sve ostale pakete i bez njega nema instalacije ostalih paketa, a ni samog OS-a
2. ppp – podrška za PPP spajanja(PPPoE, PPTP, L2TP) – spajanje na internet, VPN i sl.
3. dhcp – podrška za DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) server i client
4. advanced-tools – instalira napredne alate za kontrolu, upravljanje ruterom i mrežom
5. routing – podrška za usmjeravanje(routanje) paketa unutar pristupnika – potrebno kod rada rutera u nekoliko IP rangeva
6. routing-test – alati za testiranje usmjeravanja kod pristupnika i između pristupnika
7. security – podrška za zaštitu pristupnika
8. ups – podrška za rad s UPS-om

- 9. user-menager – paket koji dozvoljava dodavanje više korisnika koji mogu konfigurirati i kontrolirati pristupnik, te pristupati različitim servisima rutera
- 10. wireless – paket koji uključuje podršku za bežične mrežne kartice
- 11. wireless-legacy – paket koji omogućuje rad po zakonu u pojedinim državama

Nakon odabira paketa za instalaciju, MikroTik će nas pitati želimo li zadržati staru konfiguraciju na disku. Nakon toga će krenuti u kreiranje particija te kopiranje paketa na disk i instalaciju, ovaj dio je traje svega 2-3 minute i MikroTik odrađuje sve sam. Na kraju instalacije potrebno je stisnuti tipku ENTER da bi se računalo restartalo. Sama instalacija MikroTik OS-a time je završena. Potrebno je još postaviti IP adresu mrežne kartice da bi se pristupniku moglo pristupiti s drugog računala te tako krenuti u daljnju konfiguraciju istog, ali ga se može podesiti i iz konzole, bez drugog računala.

Računalo će samo podignuti MikroTik OS, te će zatražiti korisničko ime i lozinku, pretpostavljeno korisničko ime je „admin“, a lozinke nema te samo stisnete ENTER. Nakon prvog logiranja MikroTik će pitati dali želimo da prikaže korisničku licencu, nakon toga MikroTik je spreman za konfiguraciju kao pristupnik.

```

MikroTik Login: admin
Password:

MMM      MMM      KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMMM     MMMM     KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMM MMMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000000 TTT III KKK KKK
MMM MM  MMM III KKKKK RRR RRR 000 000 TTT III KKKKK
MMM     MMM III KKK KKK RRRRRR 000 000 TTT III KKK KKK
MMM     MMM III KKK KKK RRR RRR 000000 TTT III KKK KKK

MikroTik RouterOS 2.9.27 (c) 1999-2006      www.routerclub.com

Terminal linux detected, using multiline input mode
[admin@MikroTik] >

```

Slika 3.1.2 – početna slika MikroTik RouterOS-a

Kao što se na slici vidi MikroTik-om se upravlja iz tzv. „konzole“ ili tekstualnog sučelja. Njime se još može upravljati i iz Windows-a pomoću programa WinBox (isporučuje se s MikroTik-om), te preko web sučelja, ali dotična dva načina nisu moguća dok se na pristupniku ne postave mrežne kartice. A to se radi tako da se u konzolu upiše:

```
ip address add
```

te pritisne ENTER, potom će MikroTik zatražiti da upišete željenu adresu

```
10.110.11.222/24
```

u našem slučaju, pri čemu je 10.110.11.222 IP adresa pristupnika, a /24 netmask, odnosno raspon IP adresa, zatim će tražiti da odaberemo mrežnu karticu (interface), pošto tek počinjemo konfiguriranje rutera to bi trebala biti žičana mrežna kartica, a ona se inače nalazi pod nazivom: ether1. Nakon toga ruteru možemo pristupiti preko web sučelja tako da u web preglednik upišemo adresu: <http://10.110.11.222>. Nakon otvaranja početne stranice bit će ponuđeno logiranje u pristupnik te skidanje MikroTik službenog programa za konfiguraciju pristupnika „WinBox“. Zbog velikog broja opcija i lakoće korištenja, najbolji izbor za konfiguraciju MikroTik-a je WinBox. Nakon skidanja istog spremili smo za daljnju konfiguraciju pristupnika.

### 3.II. Wireless postavke mrežnog pristupnika

Pošto se na računalnoj mreži Zaprešić.NET za komunikaciju između korisnika i pristupnih točaka većinom koristi wireless tehnologija posebna pažnja se obraća na wireless postavke pristupnika.

Na početnij stavci wireless postavaka kartice, General, nalazi se: naziv kartice(proizvoljno upisujemo), tip kartice(ne možemo mijenjati), MAC adresa kartice(također nije moguće mijenjati), podaci o RF chipu(nije moguće mijenjati).

MikroTik omogućuje nekoliko modova rada wireless kartica a to su: station - normalan mod rada za kartice koje rade u klijent modu, station wds - klijent mod za WDS način rada, ap bridge - normalni access point mod, bridge – access point mod

na koji se spaja samo jedan klijent, za linkove s povećanim propusnostima – backbone linkove, agiliment only - mod rada za optimalno namještanje antene - pokazuje najbolji signal, nstream dual slave - mod rada u kojem kartica radi samo promet u jednom smjeru – koriste se 2 kartice da bi radio promet u oba smjera, wds slave - AP mod koji omogućuje WDS. Kod wireless kartica koje se pogone na MikroTik pristupnicima postoji mogućnost dodjeljivanja radio naziva, te on služi za raspoznavanje s drugim MikroTik pristupnicima te radioamaterima. Zatim sljedi nekoliko uobičajenih postavki kao što su: SSID (tzv. naziv mreže), Band (standard rada, moguće je birati između nekoliko standarda, ovisno o kartici), Frequency (frekvencija rada kartice, MikroTik omogućava rad u rasponu frekvencija od 2,3GHz – 2,5GHz), Scan list (popis kanala na kojima se traže druge mreže), Security profile (odabir sigurnosnih postavki wireless mreže). Zatim sljedi nekoliko opcija kao što su: odabir države (radi zakonskih ograničenja) te opcija Hide SSID (sakriva SSID, koji onda nije vidljiv drugim wireless uređajima).

Nakon osnovnih wireless postavaka kartica, sljede malo naprednije postavke, stavka „Data Rates“, u njoj možemo odabrati s kojom propusnošću će raditi kartica, najbolji izbor je ostaviti karticu da sama bira propusnost. Zatim dolaze napredne postavke „Advanced“, u njima možemo birati koja antena će raditi (kod kartica s dvije antene), možemo birati vrstu odašiljanja i sl. WDS postavke sljede, njih koristimo kod korištenja WDS moda rada kartice (station wds i wds slave).

Nstream postavke su vrlo zanimljiva opcija kod podizanja backbone linkova, dakle radi se o tome da kada je dotična opcija uključena, operativni sustav MikroTik, radi kompresiju paketa koje šalje kroz backbone link do drugog MikroTik rutera. Kod uključanja ove opcije dolazi do povećanja maksimalnog mogućeg transfera između dvije točke, ali i do povećanja ping-a za neznatnih 1 do 2ms. „Tx Power“ je opcija povećanja izlazne snage kartice, što dovodi do povećanja dometa kartice, većeg zagrijavanja kartice, te smanjuje maksimalni mogući transfer kroz kartici. „Status“ nam prikazuje podatke o vezi koji kartica radi, dakle prikazuje nam signal između točaka, brzinu protoka (maksimalnu), trenutni protok, MAC adresu uređaja na koji se spaja i sl. „Traffic“ prati promet kroz karticu te iscrtava grafove s protočnosti paketa po sekundi, te bitova po sekundi.

### 3. III. IP postavke rutera

IP postavke rutera se nalaze pod oznakom „IP“, tu se nalaze sve postavke vezane uz IP adrese na ruteru, te uređajima koji se spajaju na njega. Tu se nalaze postavke kao što su: IP adrese samog rutera, rute, ARP i VRRP postavke, firewall, UPnP postavke, DHCP(client, server i relay), DNS, proxy, itd. U ovom dijelu opisat ćemo samo postavke koje se koriste na računalnoj mreži Zaprešić.NET.

#### IP adrese

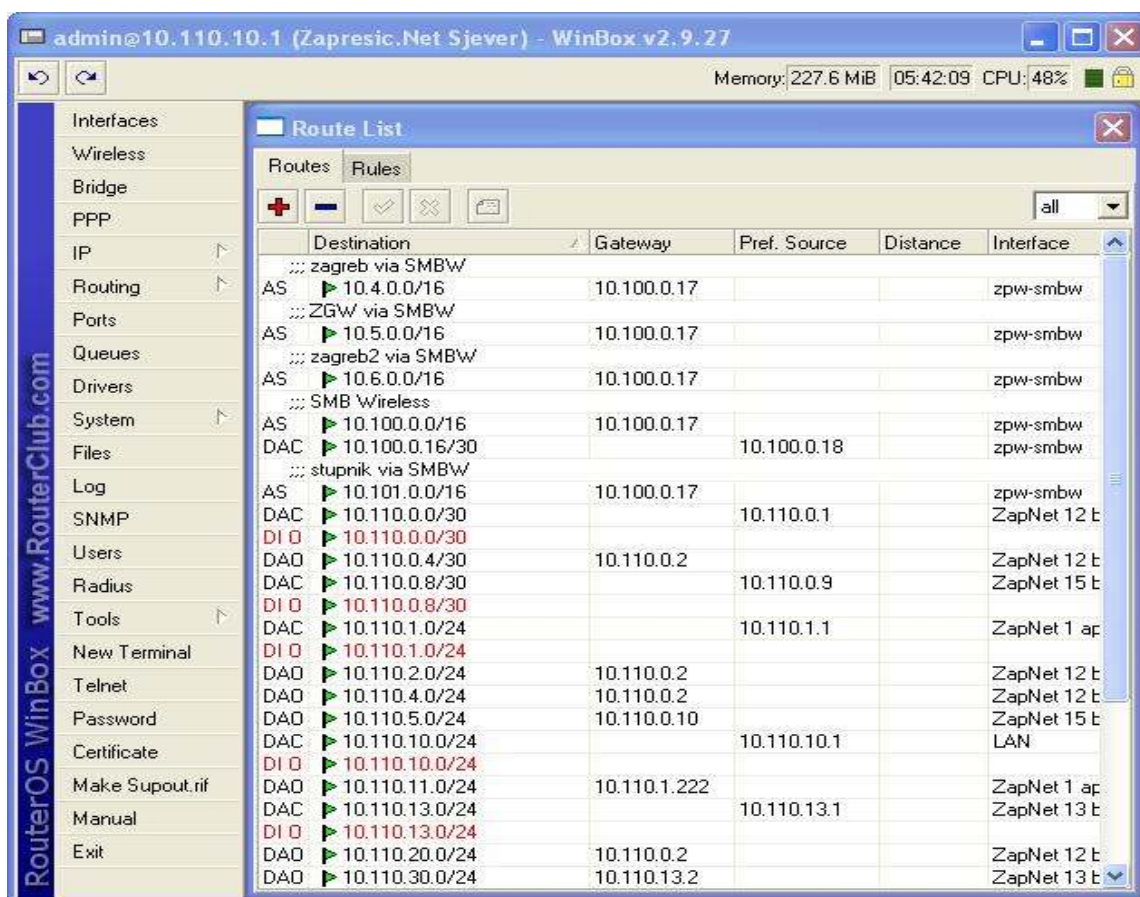
Postavke IP adresa se nalaze pod kraticama „IP“ pa zatim „Addresses“, kada obaberemo dotični izbornik, MikroTik RouterOS prikaže nam novi prozor pod nazivom „Address List“. Tu se nalazi popis IP adresa koje se nalaze na ruteru, njihov netmask (raspon u tom IP rangu), te sučelje na koje je postavljena pojedina IP adresa.

Ukoliko želimo dodati IP adresu kliknemo na tipku „Add“ te zatim upišemo željenu IP adresu s željenim netmaskom u obliku  $x1.x2.x3.x4/y$ , pri čemu su članovi s „x“ dijelovi IP adrese, a „y“ netmask izražen u bitovima, tu još moramo odabrati sučelje za koje će ta IP adresa vrijediti, „network“ i „broadcast“ polja će MikroTik RouterOS sam postaviti na potrebne vrijednosti ukoliko je netmask dobro postavljen.

Netmask, na mreži Zaprešić.NET, se koristi u rasponu od 24 do 30 bitova, zbog toga što nije potreban manji netmask, odnosno nije potreban veći raspon IP adresa na mreži. Netmask od 24 se koristi na sučeljima na koja se spajaju klijenti, odnosno na LAN karticama te WLAN karticama koje su u access point modu i na koje se spaja više od jednog klijenta, te je tu raspon IP adresa od  $x.x.x.1$  do  $x.x.x.255$ , network je  $x.x.x.0$ , a broadcast  $x.x.x.255$ . Kod slučaja backbone linkova, koristi se 30 bitni netmask, i on je predviđen za takve slučajeve, odnosno slučajeve gdje se koriste 2 IP adrese, njegov raspon je od  $x.x.x.1$  do  $x.x.x.2$  u tom slučaju network je  $x.x.x.0$ , a broadcast  $x.x.x.3$ . Netmaski od 25, 26, 27, 28 i 29 bitova se koriste samo u slučajevima kada je potreban raspon IP adresa od 126, 62, 30, 14 odnosno 6 adresa u IP rangu, te se trenutno ne koriste na računalnoj mreži Zaprešić.NET.

#### Rute – smijernice

Postavke ruta se nalaze pod kraticom „IP“ zatim „Routes“. Kada odaberemo dotičnu kraticu otvorit će nam „Route List“, tu se nalazi popis svih ruta (smjernica) koje određuju kuda ide promet na ruteru, odnosno koji je pristupnik put za određenu destinaciju.



Slika 3.III.1 – „Route List“ s točke Zaprešić.NET Sjever

Na slici se vidi popis ruta (smjernica) za određene destinacije na dotičnom ruteru. Prvi stupac nam pokazuje vrstu rute:

1. AS – Active Static (aktivna statička): aktivna znači da radi, a statička da je dodana na dotični ruter ručnim upisivanjem;
2. DAC – Dynamic Active Connected (dinamička aktivna spojena): dinamička znači da je automatski dodana na listu od strane rutera, aktivna kao i u prijašnjem slučaju da radi, a spojena da se nalazi na dotičnom ruteru (odnosno da je dotični ruter gateway za određenu destinaciju);

3. DIO – Dynamic Invalid OSPF (dinamička neupotrebljiva OSPF): neupotrebljiva znači da ne postoji gateway ni sučelje na koje bi ruter usmjerio promet odnosno da postoji već jedna ruta za istu destinaciju, OSPF znači da je dodana od strane OSPF-a - do dotične rute dolazi zato što OSPF dodaje rutu za dotičnu destinaciju, a ona je već dodana automatski, upisivanjem IP adrese na ruter, te zbog toga što dolazi do dvije iste destinacije. MikroTik automatski rutu dodanu od strane OSPF-a proglašava neupotrebljivom te ju ne koristi.

4. DAO – Dynamic Active OSPF (dinamička aktivna OSPF): dinamički dodana ruta od strane OSPF-a koja je u uporabi, odnosno radi.

Drugi stupac prikazuje destinaciju, treći prikazuje pristupnik za određenu destinaciju, četvrti i šesti stupac prikazuju IP adresu i naziv sučelja ako je destinacija na dotičnom ruteru, a peti stupac udaljenost od dotičnog rutera.

Ako želimo dodati rutu za određenu destinaciju kliknemo na gumb „Add“, MikroTik će nam ponuditi prozor „New Route“. Tu je potrebno upisati destinaciju rute („Destination“), pristupnik za tu rutu („Gateway“), sučelje („Pref. Source“), te po želji način provjere rute („Check Gateway“), udaljenost od rutera na koji dodajemo rutu („Distance“), te oznaku rute („Mark“). Tako dodana ruta će imati oznaku AS.

#### Firewall – vatrozid

MikroTik RouterOS se odlikuje odličnim integriranim firewallom (vatrozidom), koji štiti računala spojena na njega, od infiltracija s interneta ili lokalnih napada s drugih računala, no to neće učiniti ukoliko nije dobro podešen odnosno pravilno konfiguriran. Na računalnoj mreži Zaprešić.NET, zbog njene veličine, broja korisnika, i strukture korisnika, nije potrebno postavljanje posebne zaštite, te se koriste samo neke od mnogih mogućnosti MikroTik firewall-a i to one koje se koriste za komunikaciju s internetom.

Firewall se nalazi pod kraticom „IP“ te zatim „Firewall“. Nakon što otvorimo dotičnu opciju prikazat će nam se novi prozor s kraticama: „Filter rules“, „NAT“, „Mangle“, „Service ports“, „Connections“ te „Address lists“. Na računalnoj mreži Zaprešić.NET koriste se „NAT“ opcije firewall-a. Nakon što otvorimo kraticu „NAT“ bit će nam prikazana lista s trenutnim pravilima koja su dodana u firewall.

#	Action	Chain	Src. Address	Src. Port	In. Interface	Dst. Address	Dst. Port	Out. Int.	Proto.	Bytes	Pockets
1	masquerade	srcnat	10.110.30.13					INTER...		605.7 KB	6 664
2	masquerade	srcnat	10.110.250.3					INTER...		1419.2 KB	23 772
3	masquerade	srcnat	10.110.250.4					INTER...		1320.6 KB	24 842
4	masquerade	srcnat	10.110.250.5					INTER...		246.4 KB	5 159
5	dst-nat	dstnat			INTERNET		6667		6 (tcp)	626 B	16
6	dst-nat	dstnat			INTERNET		3389		6 (tcp)	108 B	2
7	dst-nat	dstnat			INTERNET		24410		6 (tcp)	0 B	0
8	masquerade	srcnat	10.110.250.6					INTER...		13.7 KB	294
9	masquerade	srcnat	10.110.250.7					INTER...		0 B	0
10	masquerade	srcnat	10.110.30.12					INTER...		3867.1 KB	69 715
11	masquerade	srcnat	10.110.250.10					INTER...		0 B	0
12	masquerade	srcnat	10.110.250.8					INTER...		1627.3 KB	31 538
13	masquerade	srcnat	10.110.250.9					INTER...		14.7 KB	314
14	masquerade	srcnat	10.110.250.13					INTER...		0 B	0
15	masquerade	srcnat	10.110.250.12					INTER...		0 B	0
16	masquerade	srcnat	10.110.30.10					INTER...		545.6 KB	10 289
17	dst-nat	dstnat			INTERNET		4899		6 (tcp)	664 B	14
18	masquerade	srcnat	10.110.250.99					INTER...		55.9 KB	1 469
19	dst-nat	dstnat			INTERNET		5100		6 (tcp)	0 B	0
20	masquerade	srcnat	10.110.250.14					INTER...		0 B	0
21	masquerade	srcnat	10.110.250.15					INTER...		1864.7 KB	27 759
22	masquerade	srcnat	10.110.250.90					INTER...		534.7 KB	12 137

Slika 3.III.1 – popis firewall NAT pravila

Na popisu dodanih pravila u ruter vidimo njihova osnovna svojstva, kao što su: Action – radnja koju pravila obavlja; Chain – vrsta pravila; Src. Address – IP adresa izvora s kojom se postupa po naredbi iz dijela Action; Src. Port – port izvora s kojim se postupa po naredbi iz dijela Action; In. Interface – ulazno sučelje koje se prati za određeno pravilo; Dst. Address – IP adresa za cilj, odnosno destinaciju pravila; Dst. Port – port na koji se ide određeno pravilo; Out. Interface – izlazno sučelje, na koje se odnosi pravilo; Protocol – protokol na koji se odnosi određeno pravilo; Bytes i Pockets – promet po određenom pravilu.

U pravilu se na računalnom mreži Zaprešić.NET koriste samo akcije (radnje): masquerade i dst-nat, te obje služe za komunikaciju mreže s internetom.

Masquerade (maskarade) se koriste kod pristupa, korisnika mreže, internetu. Dotična radnja se koristi kada je na ruteru omogućen pristup internetu s drugog subneta (drugog IP ranga). Dakle jedno sučelje (interface) ima pristup internetu, te preko njega korisnici s ostalih sučelja (interfacea) mogu pristupiti internetu, ali jedino tako da ruter odnosno firewall maskiraju tj. prekrivaju IP i MAC adresu korisnika u IP i MAC adresu sučelja koje ima pristup internetu. Na taj način ISP-u nisu vidljiva sva računala koja se nalaze iza tog priključka internetu već samo jedan, odnosno MikroTik ruter, a on ostale korisnike „sakriva“ iza sebe.

Pravilno podešavanje maskarade se radi na sljedeći način: kliknemo na „add“ te zatim odaberemo pod „Chain“ srcnat, te pod „Src. Address“ upišemo IP adresu

računala koje želimo maskirati u izlazno sučelje, možemo propustiti određenu adresu ili cijeli IP rang, te još odredimo u koje sučelje maskiramo korisnika. Zatim odaberemo kraticu „Action“ te tamo odaberemo „masquerade“ iz padajućeg izbornika te klinemo na „OK“.

Dst-nat se koristi kod dozvoljavanja ulaska na mrežu s interneta na određene servise kao što su: remote desktop, spajanje na razne servere (ftp, irc, http, VoIP, itd) i sl. Pravilno podešavanje „dst-nat“ pravila u firewallu se radi na sljedeći način: odaberemo „add“ te zatim pod „chain“ odaberemo „dstnat“, pod „protocol“ odaberemo „6(tcp)“, upišemo potrebni „Dst. Port“ i ulazno sučelje („In. Interface“) odnosno sučelje koje ima pristup internetu. Pod kraticom „Action“ odaberemo „dst-nat“, upišemo IP adresu računala na koje preusmjeravamo željene podatke, te napišemo na koji port preusmjeravamo te kliknemo na OK.

#### DNS – Domain name server

MikroTik RouterOS ima opciju DNS servera, može imati unsene statičke domene, a može i preuzimati domene s drugog DNS-a. Postavke DNS-a se nalaze pod kraticom „IP“ te zatim „DNS“, nakon što odaberemo dotičnu karticu, otvorit će nam se prozor s popisom statičkih unosa Domena na ruteru. Ukoliko želimo dozvoliti čitanje Domena s MikroTik-a moramo omogućiti to. To radimo tako da pod kraticom „Settings“ odaberemo opciju „Allow remote requests“, tu možemo upisati i adrese drugih DNS-a pod „Primary DNS“ i „Secondary DNS“. Ukoliko želimo dodati statičku domenu odaberemo opciju „add“ te pod „Name“ unesemo naziv domene, a pod „Address“ IP adresu uređaja za koji vrijedi ta domene, i kliknemo OK.

#### DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

MikroTik u sebi ima integriran DHCP: server, client te relay. DHCP server služi za automasko dodjeljivanje IP adresa korisnicima, DHCP client je namijenjen za dobivanje IP adresa za ruter od drugih mrežnih uređaja ili rutera, DHCP Relay je namijenjen za prosljeđivanje DHCP zahtijeva na DHCP server koji nije na tom ruteru, odnosno za prosljeđivanje IP adresa s DHCP servera do klijenta koji je zatražio IP adresu od DHCP servera.

Na računalnoj mreži Zaprešić.NET u pravilu se ne koriste DHCP opcije rutera. Odnosno svim klijentima se dodjeljuju statičke IP adrese, iz razloga lakšeg administriranja i izbjegavanja pogrešaka, te izbjegavanje neželjenih spajanja na rutere. Koristi se samo opcija „DHCP client“ na jednom od rutera, koji se spaja na drugi mrežni uređaj.

DHCP client – opcija koja omogućuje ruteru baziranom na MikroTik OS-u da dobije IP adresu od drugom mrežnog uređaja ili rutera. Nalazi se pod izbornikom „IP“, kada ga otvorimo prikazat će nam se prozor s DHCP clientima, odnosno popis sučelja na kojima je uključena opcija DHCP client, te dobivene IP adrese. Ukoliko želimo uključiti DHCP client na određenom sučelju, kliknemo na „add“. U novo otvorenom prozoru odaberemo na kojem sučelju želimo uključiti DHCP, te odaberemo dali želimo koristiti DNS s tog sučelje, te dali želimo dodati „defaultnu“ rutu odnosno rutu koja sav promet salje na gateway koji je dodjelio taj DHCP server.

DHCP server – mogućnost MikroTik RouterOS-a da kao ruter dodjeljuje IP adrese klijentima spojenim na sebe. Nalazi se u izborniku „IP“ pod „DHCP Server“, kada odaberemo dotičnu opciju, otvorit će nam se prozor „DHCP Server“ te ćemo tu vidjeti popis pokrenutih DHCP servera na ruteru, te ćemo moći dodati DHCP server. Novi DHCP server se dodaje tako da odaberemo ikonicu „add“ te u novo otvorenom prozoru unesemo naziv servera, sučelje na kojem radi odnosno dodjeljuje IP adrese, te odaberemo IP adrese i vrijeme ponovnog dodjeljivanja adrese.

### 3.IV. Routing postavke rutera

Routing postavke rutera su vrlo važne za pravilno i kvalitetno funkcioniranje mreže, MikroTik RouterOS nam nudi nekoliko vrsta rutanja, a to su: RIP, OSPF, BGP. Zbog konstrukcije mreže i potreba same mreže najoptimalniji izbor rutanja je OSPF, on se nalazi u izborniku „Routing“ te zatim „OSPF“.

#### OSPF – Open Shortest Path First

Otvaranjem OSPF prozora u izborniku, dobit ćemo popis sučelja („Interfaces“) na kojima je uključen OSPF, na sljedećoj kratici imamo popis IP rangova („Networks“) koji se nalaze na ruteru, odnosno na kojima je otvoren OSPF. Da bi OSPF pravilno

radio moramo dodati sučelje u popis i IP rang na tom sučelju, u protivnom nećemo imati OSPF koji obavlja svoj posao po pravilu.

Kada želimo dodati sučelje u popis OSPF „Interfaces“ to napravimo tako da kliknemo na ikonicu „add“ te zatim odaberemo pod „Interface“ na kojem sučelju želimo uključiti OSPF protokol, te postaviti parametre tog sučelja, odnosno njegovu kvalitetu, brzinu i sl. te postaviti vremenske intervale slanja „Hello Packet“-a, nakon odabira parametara kliknemo na OK. Nakon toga potrebno je dodati IP rangove u popis „Networks“, to se također radi klikom na ikonicu „add“ te zatim upišemo IP rang u obliku x.x.x.x/y, pri čemu je x dio IP adresa, a y netmask, te kliknemo OK. Po ovome se vidi da je vrlo jednostavno postavljanje OSPF protokola na MikroTik RouterOS, te je to još jedan razlog zbog kojeg se dotični protokol koristi na računalnoj mreži Zaprešić.NET.

OSPF ima mogućnost dodavanja statičkih i spojenih ruta u „Hello Packet“, to se radi na sljedeći način: u popisu sučelja na kojem radi OSPF odaberemo ikonicu „Settings“ te tu dobivamo opcije za redistribuiranje (slanje dalje) sljedećih vrsta ruta:

1. Defaultnih (ruta koja sav promet šalje na jedan pristupnik, tzv ruta za internet)
2. spojenih (one koje su spojene na dotični ruter, a ne nalaze se u popisu OSPF mreža)
3. statičkih (statičke rute, u pravilu prema drugim mrežama, ili prema ruterima na kojima nije uključen OSPF)
4. RIP (drugi dinamički protokoli rutanja)
5. BGP (treći dinamički protokoli rutanja)

### 3.V. The Dude

The Dude je jedan od softwera koji se isporučuje zajedno s MikroTik RouterOS-om, radi se o programu koji se koristi za nadziranje MikroTik rutera i drugih mrežnih uređaja, omogućuje praćenje rada mreže pomoću tzv. portscan-a, odnosno skeniranja portova i servisa na mrežnim uređajima. The Dude nam u svakom trenutku može pokazati stanje mreže, odnosno stanje pojedinih servisa na pojedinom mrežnom uređaju, omogućuje nam pregled prometa po svakom sučelju na pojedinom MikroTik ruteru, pregled IP adresa, statistiku rada pojedinog servisa, i sl.

#### 4. ZAKLJUČAK

Pisajući ovaj rad usredotočio sam se na softverska rješenja koja se koriste za rad same jezgre tj. pristupnih točaka računalne mreže Zaprešić.NET. Na mreži se koriste još mnoga druga softverska rješenja, kao što su serverska i klijentska softverska rješenja, no ona nisu toliko bitna za besprijekoran rad računalne mreže. Postoji još jedno široko područje na računalnoj mreži Zaprešić.NET a to su hardverska rješenja, no ona bi u kombinaciji sa softverskim rješenjima bila preširoka tema za maturalni rad.

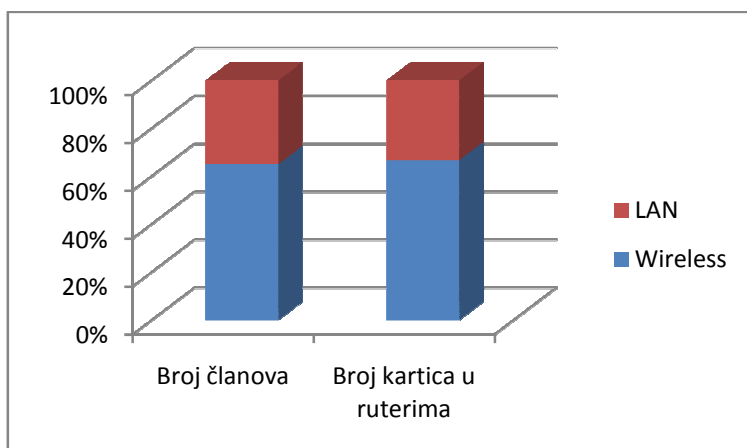
Na kraju mislim da računalna mreža Zaprešić.NET, sa svojim trenutnim softverskim rješenjima na pristupnim točkama, odnosno s MikroTik RouterOS-om kao „pogoniteljem“ same mreže, ima mnogo neiskorištenog potencijala, te da bi se mreža mogla puno bolje iskoristiti, no to nije tema ovog maturalnog rada.

## LITERATURA:

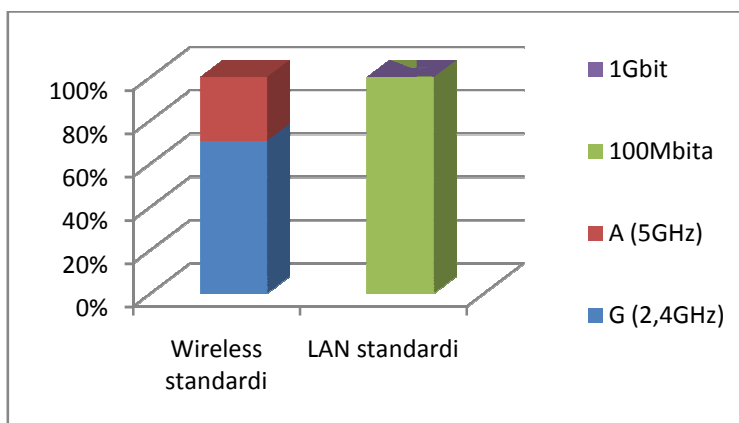
1. [www.mikrotik.com/](http://www.mikrotik.com/)
2. <http://www.zapresicnet.hr/>
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Mikrotik>



## Prilog br. 2



Graf 1.



Graf 2.