Međimursko veleučilište u Čakovcu

Priručnik za vježbe iz kolegija RAČUNALNE MREŽE

Autori: Robert Poljak, pred. Jurica Trstenjak, v. pred.

Čakovec, 2021. godina

Autori:

- Robert Poljak, pred.
- Jurica Trstenjak, v. pred.

Recenzenti:

- dr. sc. Bruno Trstenjak, v. pred.
- Darko Špoljar, pred.

Nakladnik:

Međimursko veleučilište u Čakovcu

Za nakladnika:

doc. dr. sc. Igor Klopotan

ISBN: 978-953-8095-20-7

Copyright © Međimursko veleučilište u Čakovcu

Sadržaj

1.	Opis vježbe	4
2.	Uvod u softver Packet Tracer	5
3.	Rješavanje vježbe korištenjem Packet Tracer softvera	7
4.	Rješavanje vježbe korištenjem Mikrotik mrežne opreme	. 20
5.	Provjera rješenja vježbe	. 32
6.	Literatura	. 33

1. Opis vježbe

Zadatak za ovu vježbu je sljedeći:

- Dodati 1 router
- Dodati 3 switcha
- Dodati 3 računala
- Dodati 3 laptopa
- Dodati Access Point
- Dodati 3 tableta
- Povezati sve odgovarajuće uređaje odgovarajućim vezama
- Dodati uređajima IPv4 adrese prema tablici u nastavku
- Korištenjem alata "ping" provjeriti da li postoji mrežna veza među njima

Uređaj	Mrežni interface	IP adresa	Subnet maska	Gateway adresa
	GigabitEthernet0/0	10.0.0.1	255.255.255.0	-
Router0	GigabitEthernet1/0	10.0.1.1	255.255.255.0	-
	GigabitEthernet2/0	10.0.2.1	255.255.255.0	-
PC0	FastEthernet0	10.0.0.2	255.255.255.0	10.0.0.1
PC1	FastEthernet0	10.0.0.3	255.255.255.0	10.0.0.1
PC2	FastEthernet0	10.0.0.4	255.255.255.0	10.0.0.1
Laptop0	FastEthernet0	10.0.1.2	255.255.255.0	10.0.1.1
Laptop1	FastEthernet0	10.0.1.3	255.255.255.0	10.0.1.1
Laptop2	FastEthernet0	10.0.1.4	255.255.255.0	10.0.1.1
Tablet PC0	Wireless0	10.0.2.2	255.255.255.0	10.0.2.1
Tablet PC1	Wireless0	10.0.2.3	255.255.255.0	10.0.2.1
Tablet PC2	Wireless0	10.0.2.4	255.255.255.0	10.0.2.1

Adresna tablica:

2. Uvod u softver Packet Tracer

Cilj kolegija Računalne mreže je upoznati studente s osnovnim principima rada računalnih mreža te ih pripremiti za projektiranje i održavanje mreže male veličine.

Cilj vježbi iz navedenog kolegija je studentima približiti rad sa stvarnom opremom kroz simulator mreže Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer je program za simulaciju projektiranja i konfiguriranja računalne mreže koji se primarno koristi u *Cisco Networking Academy* edukaciji.

Program vježbi korištenjem programa Cisco Packet Tracer omogućuje, korak po korak, izgraditi umjereno kompleksnu mrežu, svakim korakom proširujući znanje i vještine polaznika.

Ovako izgleda početno sučelje programa:

😤 Cisco Packet Tracer Instructor				- 🗆 🗙
File Edit Options View Tools Extension	s Help			
🗋 💳 🖶 😂 🗖 🗐 💭 🔎	A 10 10 10			1)?
Logical [Root]	New Cluster	Move Object	Set Tiled Background	Viewport
				^ EQ
				×
				9
				<i>a</i> -
				A
				6
<				· OF
Time: 00:00:24 Power Cycle Devices	Fast Forward Time			Realtime
Routers	2620XM 2621XM 26	Scenario 0 New Delete	Fire Last Status	Source Destination
🚚 🗧 👄 🍣 😑 <	ag and Drop to the Wo	Toggle PDU List Window	<	>

Nakon prvog pokretanja programa predlažem da kliknete na Options – Preferences i uključite opciju "Always Show Port Labels" a isključite opciju "Show Device Model Labels". Također predlažem da kliknete na traku u sredini donjeg dijela prozora (lijevo od tipki New i Toggle PDU List Window) i povučete ju do desnog ruba prozora da si proširite prostor za izbor modela uređaja.

Sučelje programa sastoji se od više dijelova, a ovo su oni koje ćemo mi koristiti:



- Grupe uređaja ovdje biramo koju vrstu uređaja želimo odabrati (Routeri, Switchevi, Računala, Kablovi)
- 2. Modeli uređaja ovisno o odabranoj grupi uređaja, ovdje biramo konkretne modele uređaja iz te grupe (razlikuju se po npr. broju i vrsti ugrađenih mrežnih interfacea)
- 3. Alati za manipulaciju objekata (Označavanje, dodavanje komentara, brisanje, crtanje oblika i promjenu veličine)
- 4. Radna površina ovdje dodajemo mrežne uređaje

Za probu možete slobodno na radnu površinu postaviti nekoliko uređaja da dobijete osjećaj za rad s uređajima.

3. Rješavanje vježbe korištenjem Packet Tracer softvera

Rješavanje ovog zadatka započinjemo dodavanjem svih traženih uređaja na radnu površinu. Prvi uređaj koji dodajemo nalazi se u grupi uređaja "Routers" (na slici označeno s 1) a naziv uređaja je "Router-PT-Empty" (označen s 2). Klikom i povlačenjem navedeni uređaj dodajemo na radnu površinu (označeno s 3).



Nakon dodavanja routera na sličan način dodajemo i ostale uređaje. Iz grupe uređaja "Switches" odabiremo uređaj "2950-24" i 3 puta ga povučemo na radnu površinu (da bi dobili 3 primjerka navedenog uređaja).

Komponente na radnoj površini možemo premještati jednostavnim klikom i povlačenjem.

Iz grupe uređaja "End Devices" odabiremo uređaj "PC-PT" i 3 puta ga povučemo na radnu površinu.

Sljedeći uređaj koji nam treba nalazi se u istoj grupi uređaja, a radi se o "Laptop-PT" uređaju. Povlačenjem dodajemo na radnu površinu 3 primjerka tog uređaja.

Uređaj kojeg moramo dodati sljedećeg nalazi se u grupi uređaja "Wireless Devices" a naziv uređaja jest "AccessPoint-PT". Povlačenjem dodajemo uređaj na radnu površinu.

I za kraj trebaju nam 3 bežična uređaja. Iz grupe uređaja "End Devices" dodajemo 3 uređaja "TabletPC-PT" na radnu površinu.

Ako greškom dodamo pogrešan uređaj ili previše uređaja određene vrste, višak možemo obrisati klikom na alat za brisanje (u desnom dijelu prozora) ili pritiskom na Delete tipku na tipkovnici. Nakon toga pokazivač nam umjesto strelice poprima ovaj oblik: Kad pokazivač ima takav oblik klikom na uređaj će se isti obrisati te možemo obrisati više uređaja odjednom. Moramo paziti da nakon brisanja pritisnemo tipku Escape na tipkovnici ili tipku za označavanje (među alatima u desnom dijelu programa) kako bi izašli iz alata za brisanje, u protivnom se može dogoditi da kliknemo na neki uređaj kako bi ga konfigurirali i greškom ga obrišemo. Kad se pokazivač pretvori natrag u strelicu znači da smo izašli iz alata za brisanje.



Nakon premještanja i organiziranja uređaja trebali bi dobiti mrežu koja sliči ovoj:

Nakon dodavanja svih uređaja na radnu površinu, navedene moramo povezati mrežnom vezom. Osim uređaja Access Point koji s tabletima komunicira bežičnom mrežom (na standardu IEEE 802.11) ostale uređaje međusobno moramo povezati kablovima. Kablovi se nalaze u grupi uređaja "Connections" označenoj ikonom munje.

Postoji više vrsta kablova kojim možemo povezivati uređaje, a Packet Tracer sam odabere najpogodniju vrstu kabla ako odaberemo vrstu veze "Automatically Choose Connection Type" (prvi izbor u grupi uređaja "Connections").

Međutim, prije nego počnemo povezivati uređaje, moramo provjeriti da li svi odabrani uređaji imaju ugrađen dovoljan broj mrežnih sučelja za povezivanje (engl. Network interface card). Od ovih uređaja koje smo odabrali, svi osim Routera zadovoljavaju brojem interfacea. Dakle, moramo otvoriti konfiguraciju Routera i dodati mu potreban broj interfacea. Da bi to napravili kliknemo na Router (na radnoj površini ispod njega piše defaultni naziv "RouterO".

Otvara nam se sljedeći prozor:



Crvenom bojom označen je prostor za dodavanje interfecea (tzv. slotovi). Router koji smo dodali ima ukupno 10 slotova što znači da u njega možemo dodati ukupno 10 interfacea. Slotovi su numerirani počevši od desne strane.

Na lijevoj strani prozora nalazi se popis interfacea kompatibilnih s navedenim uređajem. Mi ćemo u vježbi koristiti Gigabit Ethernet za UTP kabel (PT-ROUTER-NM-1CGE) i Gigabit Ethernet za optički kabel (PT-ROUTER-NM-1FGE).

Prije nego možemo dodati novi interface u Router, isti moramo isključiti. To radimo klikom na prekidač za paljenje/gašenje s desne strane uređaja prikazan na sljedećoj slici:



Nakon što nestane zeleni indikator rada uređaj je spreman za dodavanje novih interfacea. Dodajemo 3 interfacea vrste "PT-ROUTER-NM-1CGE" u slotove počevši od desne strane. Nakon dodavanja trebali bi dobiti sljedeće:



Ukoliko smo greškom dodali pogrešan interface, isti možemo ukloniti povlačenjem pogrešnog interfacea u gornji lijevi kut prozora na mjesto gdje piše "MODULES".

Nakon dodavanja svih potrebnih interfacea Router moramo uključiti klikom na prekidač za paljenje/gašenje prikazan na slici prije. Router nakon paljenja nekoliko sekundi provodi u simuliranoj boot proceduri, pa ako kliknemo na karticu "Config" na vrhu prozora dobivamo poruku da je uređaj još u boot proceduri. U tom slučaju pričekamo 5-6 sekundi da router završi boot proceduru i tada možemo nastaviti s konfiguracijom uređaja.

Sljedeći korak u konfiguraciji je povezati uređaje mrežnim vezama. Kliknemo na grupu uređaja "Connections" i odaberemo prvu opciju "Automatically Choose Connection Type". Nakon toga kliknemo na uređaj "PCO" i zatim na uređaj "SwitchO". Nakon zadnjeg klika pojavit će se crna crta između navedena 2 uređaja, koja predstavlja mrežnu vezu između istih.

Na isti način povežimo i uređaje "PC1" s "Switch0", kao i "PC2" s "Switch0".

Nakon povezivanja računala, prelazimo na povezivanje laptopa. Na isti način povežimo redom "Laptop0", "Laptop1" i "Laptop2" sa "Swutch1".

Kao što smo već napomenuli, tableti su povezani na mrežu bežičnom vezom. Međutim, Access Point (uređaj na kojeg su tableti bežično spojeni) još nije povezan na router, tako da ćemo sada povezati i "Access Point0" sa "Switch2". Zadnje što nam je preostalo za napraviti je povezati pojedine switcheve sa routerom. To ćemo napraviti tako da svaki pojedini switch povežemo vrstom veze "Copper – Straight Through" s routerom.

Za razliku od vrste veze "Automatically Choose Connection Type" kod koje softver sam odlučuje koji mrežni port odabrati, kod ostalih vrste veze softver traže od nas da sami odaberemo port (drugim riječima, mrežno sučelje / interface). Odabir porta kod spajanja uređaja je važan, tako da moramo dobro paziti da ne spojimo kabel u pogrešan port jer nam mreža tada neće ispravno funkcionirati.

Kod povezivanja uređaja "Copper – Straight Through" kabelom postupak je sljedeći. Prvo kliknemo na vrstu veze "Copper – Straight Through" pri dnu programa (nakon čega nam se umjesto slike kabela prikazuje slika precrtanog crvenog kruga koja znači da smo aktivirali spajanje tim kabelom, i da sljedećim klikom ovdje odustajemo od povezivanja tim kabelom) te nakon toga kliknemo na uređaj "SwitchO". Nakon klika na uređaj "SwitchO" pojavit će nam se ovakav izbornik:



Taj izbornik od nas traži da odaberemo u koji port (odnosno interface) na ovom uređaju želimo spojiti kabel. Na strani switcha u ovim vježbama nije važno koji port odaberemo, dok god smo odabrali neki od "FastEthernet" portova. Moramo paziti da ne odaberemo "Console" port jer to nije ispravna vrsta porta za našu namjenu. Možete slobodno odabrati npr. port "FastEtherner0/4".

Nakon odabira porta na prvom uređaju softver od nas traži da odaberemo drugi uređaj kojeg povezujemo. Kliknimo na "RouterO" da bi dobili izbornik portova na routeru kao na sljedećoj slici:



Kod routera je iznimno važno da odaberemo ispravan port. Kod spajanja switcha "SwitchO" (to je switch kojeg sad spajamo) odaberimo port "GigabitEthernetO/O".

Za spajanje switcha "Switch1" i routera na routeru odaberimo port "GigabitEthernet1/0" za sa switch "Switch2" odaberimo na routeru port "GigabitEthernet2/0".

Povežimo sada na isti način i s istom vrstom kabela redom switcheve "Switch1" i "Switch2" sa routerom "Router0".

Ako greškom povežemo pogrešne uređaje ili spojimo kabel u pogrešan port, vezu možemo obrisati alatom za brisanje.

Ako smo sve ispravno napravili, mreža bi trebala izgledati ovako:



Primijetite obojane kružiće na mreži na svakom kraju veze između 2 uređaja koji označavaju status veze. Ako su kružići zeleni znači da je veza aktivna, a crveni kružići znače da je veza neaktivna. Na ovoj slici vidimo da su sve veze aktivne osim onih u kojima je jedna od strana router.

Uzrok tome je taj što router po defaultu ima neaktivne sve mrežne interface, dok ostale vrste opreme imaju sve interface po defaultu aktivne.

Da bi aktivirali neaktivne interface na routeru moramo otvoriti konfiguraciju routera (tako da kliknemo na njega), te u prozoru koji se otvara kliknemo na Config i pod "INTERFACE" na "GigabitInterface0/0" (ili neki drugi "GigabitInterface" koji je prvi na popisu ukoliko ste zadnji slot ostavili praznim kod dodavanja interfacea u router). Nakon toga s desne strane imamo opciju "Port Status" koja nema kvačicu kod opcije "On" pa ju moramo uključiti kao na slici:

	Router0			– 🗆 X
	Physical Config	С	LI	
1	GLOBAL	\sim		GigabitEthernet0/0
L	Settings		Port Status	🗹 On
a	Algorithm Settings		Bandwidth	🔿 1000 Mbps 🖲 100 Mbps 🔿 10 Mbps 🔽 Auto
	ROUTING		Duplex	🔿 Half Duplex 🖲 Full Duplex 🗹 Auto
al	Static		MAC Address	0060.5C83.7118
	RIP		- IP Configuration -	
1			ID Addross	
	GigabitEthernet0/0		Cubrat Maak	
1	GigabitEthernet2/0		Subriet Mask	
L	Gigabitethernet2/0		Ty Ding Limit	
L			TX Ring Limit	10
	L	Ψ.		
		~		

Isti postupak ponovite za sve ostale interface u routeru (svima uključite kvačicu "On" na "Port Status").

Nakon toga svi bi kružići za status veze trebali biti zeleni. Vjerojatno ćete uočiti da su ponekad kružići i narančasti. Narančasti kružić znači da uređaji još usklađuju vezu, i nakon nekoliko trenutaka trebao bi postati zeleni.

Sada bi situacija trebala izgledati ovako:



Sljedeći korak je dodjeljivanje adresa uređajima. Kod dodjele adresa koristit ćemo tablicu koja je zadana gore u opisu zadatka.

Svejedno je kojim redoslijedom dodjeljujemo adrese uređajima, važno je samo da ne izostavimo ni jedan uređaj. Počet ćemo s routerom. Kliknimo na router da nam se otvori konfiguracija uređaja i pod "Config" – "INTERFACE" – "GigabitEthernetO/O" pronađimo odjeljak "IP Configuration" unutar kojeg se nalaze polja "IP Address" i "Subnet Mask".

U polje "IP Address" prepišemo podatak iz tablice za taj interface (to je 10.0.0.1) kao i u polje "Subnet Mask" (to je 255.255.255.0). Primijetite da nakon upisivanja IP adrese kod prebacivanja na polje Subnet Mask program sam popuni polje s vrijednostima 255.0.0.0. To nisu ispravne vrijednosti za naš zadatak, pa je potrebno obrisati upisanu vrijednost i umjesto nje upisati zadanu u ovom zadatku.

Prozor za konfiguraciju bi sada trebao izgledati ovako:

4	Router0 — 🗆 X										
Γ	Physical Config	CI	-I								
	GLOBAL Settings Algorithm Settings ROUTING Static RIP INTERFACE GigabitEthernet0/0 GigabitEthernet1/0 GigabitEthernet2/0	< >	Port Status Bandwidth Duplex MAC Address IP Configuration IP Address Subnet Mask Tx Ring Limit	GigabitEthernet0/0							

Moguće da će se vrijednost "MAC Address" kod vas razlikovati, i to je u redu.

Na isti način ćemo upisati IP adrese i za ostala 2 interfecea tog routera ("GigabitEthernet1/0" i "GigabitEthernet2/0") upisujući podatke iz tablice u opisu zadatka (10.0.1.1 / 255.255.255.0 i 10.0.2.1 / 255.255.255.0).

Nakon konfiguracije routera prelazimo na konfiguraciju računala. Kliknemo na "PCO" i pod "Config" – "INTERFACE" – "FastEthernetO" upišemo podatke "IP Address" i "Subnet Mask" iz tablice u opisu zadatka.

Na isti način upišemo podatke o IP adresi i subnet maski ostalim računalima, laptopima i tabletima. Primijetite da tableti nemaju interface FastEthernetO nego umjesto njega imaju "WirelessO" i "3G/4G Cell1" interface. Kod njih moramo unijeti zadane podatke u "WirelessO" interface i to tako da nakon odabira "WirelessO" interfacea u sekciji "IP Configuration" odaberemo opciju "Static" (umjesto defaultno aktivne "DHCP") kako bi nam softver dopustio da ručno definiramo IP adresu na uređaju.

Nakon upisivanja traženih podataka dobra je praksa provjeriti da li smo sve unijeli prema uputama. Najbrži način da to provjerimo je tako da pokazivačku strelicu miša zadržimo na trenutak iznad nekog uređaja, čime ćemo pokrenuti prikaz info prozora kao na slici (primjer info prozora za PC1):



Na slici vidimo označen podatak IP Address koji mora odgovarati podatku iz tablice u opisu zadatka.

Na isti način prikažimo info prozore za ostale uređaje te provjerimo odgovaraju li podacima iz tablice u opisu zadatka.



Korisno je napomenuti da prozor programa Packet Tracer mora biti u fokusu da bi se info prozor prikazao (dakle mora biti trenutno aktivan prozor u Windowsima).

Nakon upisivanja i provjere svih IP adresa, sljedeći korak je upisivanje podatka za Default Gateway. Za Router u ovom zadatku ne definiramo Default Gateway, već samo za korisničke uređaje (računala, laptopi i tableti).

Default Gateway se definira tako da otvorimo konfiguraciju uređaja, te pod "Config" – "GLOBAL" – "Settings" u sekciji "Gateway/DNS" u polje "Gateway" upišemo podatak iz tablice u opisu zadatka. Na taj način upišite podatke za Gateway u sva računala, laptope i tablete.

Nakon upisivanja predlažem da pozivanjem info prozora provjerite sve upisane podatke kao na slici:



Pošto su sve IP adrese i Gateway adrese vrlo slične, dobro pazite da negdje ne pogriješite u upisivanju brojeva jer vam u tom slučaju neće raditi sljedeći dio zadatka.

Nakon upisivanja i provjere svih IP adresa i Gateway adresa spremni smo za posljednji dio zadatka – provjeru rada mreže i dostupnosti uređaja pomoći ping alata.

Ping je alat koji testira da li uređaj na kojem smo ga pokrenuli ima mrežnu vezu do nekog drugog uređaja (kojeg definiramo upisivanjem njegove IP adrese). Da bi alat ping vratio potvrdan rezultat (odnosno, da bi uspješno pingali neki uređaj) mrežna veza na oba uređaja (i na onom s kojeg pokrećemo ping, i onom kojeg pingamo po njegovoj IP adresi) mora ispravno raditi, kao i mrežna veza na svim uređajima između njih (odnosno na uređajima preko kojih su oni povezani).

Na računalima, laptopima i tabletima ping alat se pokreće tako da otvorimo konfiguraciju uređaja, te zatim kliknemo na "Desktop" – "Command Prompt". Ovime smo dobili crni prozor koji je simulacija Command Prompta na pravom računalu, te u njega upisujemo naredbu **ping** nakon koje ide razmak i onda IP adresa odredišnog uređaja kojeg pingamo.

Na primjer, ako s računala "PCO" želimo pingati "PC1" na računalu "PCO" u "Command Prompt" upisujemo "ping 10.0.0.3" bez navodnika, kao na slici:



Nakon što smo upisali naredbu pritisnemo tipku Enter da bi ju pokrenuli.

Naredba ping šalje 4 ICMP paketa do odredišta, te gleda da li je odredišni uređaj ispravno na njih odgovorio.

U prethodnom primjeru ("PCO" pinga "PC1") trebali bi dobiti ovakav odgovor:



Odgovor se uvijek sastoji od 4 linije koje označavaju da li je stigao ICMP odgovor na svaki pojedini paket kojega je uređaj poslao prema odredištu. U slučaju na slici vidimo da je odgovor stigao sva 4 puta ("Reply from 10.0.0.3..."). To znači da je pinganje uspjelo.

Na kraju dobivamo "Ping statistics…" koji pokazuje koliko smo ICMP paketa poslali ("Sent"), na koliko od njih je stigao odgovor ("Received") a na koliko nije bilo odgovora ("Lost") kao i vrijeme (u milisekundama) potrebno da odgovori stignu.

Ukoliko umjesto gornje slike dobijemo ovakav odgovor:



sa 4 linije "Request timed out." to znači da smo pogriješili negdje u konfiguraciji uređaja. Mogući problem je da smo upisali pogrešnu IP adresu ili Subnet masku na uređajima "PCO" ili "PC1" (naglasili smo da oba uređaja moraju imati ispravno upisane podatke da bi pinganje uspjelo). U tom slučaju moramo ponovno provjeriti sve upisane podatke (najbrže pomoću info prozora) i popraviti pogrešku.

Ako je pinganje s računala "PCO" na računalo "PC1" uspjelo, možete napraviti sljedeća pinganja:

- PC0 -> PC1
- PC0 -> PC2
- PC0 -> Router0 (interface GigabitEthernet0/0)

- PC0 -> Router0 (interface GigabitEthernet1/0)
- PCO -> LaptopO
- PC0 -> Tablet PC0
- Laptop0 -> Tablet PC0

Kao i bilo koju drugu kombinaciju uređaja koja vam pada na pamet. Svi bi ti pingovi trebali biti uspješni ukoliko je mreža ispravni iskonfigurirana.

Kod pinganja moguće je da ćete dobiti ovakav rezultat (pogotovo kod prvog pinganja uređaja iza routera):



Primijetite da je ovdje od 4 poslana ICMP paketa samo na 3 stigao odgovor. Ovo je normalno kod softvera Packet Tracer za uređaje između kojih se nalazi router, te ako taj ping ponovite (naredbu u Command Promptu možete lako ponoviti tako da pritisnete tipku sa strelicom prema gore na tipkovnici, što će pozvati zadnju upisanu naredbu) primijetit ćete da su sada svi ICMP paketi dobili odgovor. U situacijama u kojima će se između 2 krajnja uređaja nalaziti više routera, moguće je da prva 2 ili 3 odgovora ne stignu, ali uvijek će nakon ponavljanja ping naredbe svi uspješno stići.

4. Rješavanje vježbe korištenjem Mikrotik mrežne opreme



Drugi dio ovog priručnika prikazuje kako istu mrežu postaviti sa stvarnom mrežnom opremom, na primjeru opreme proizvođača Mikrotik. U vježbi ćemo koristiti router CCR1016-12G, switcheve CRS326-24G-2S+RM, Wireless Access Point RBD53iG-5HacD2HnD i standardna stola računala, notebooke i tablete. Uređaje ćemo povezati UTP kablovima sa RJ45 konektorima prema shemi na prethodnoj stranici.

Navedeni switchevi mogu raditi u 2 načina rada (koristeći operativni sustavi RouterOS i SwOS). Mi ćemo koristiti RouterOS, jer je to operativni sustav koje se koristi i na routeru CCRCCR1016-12G.

Za konfiguraciju routera i switcheva koristiti ćemo softver WinBox. Radi se o besplatnom alatu kojeg Mikrotik nudi za preuzimanje s njihovih stranica, te koji se može koristiti za konfiguriranje Mikrotik uređaja kroz grafičko sučelje. Sljedeća slika prikazuje izgled WinBox sučelja za konfiguraciju:

Quest Set Heriface List CAPAMAN Histrace Histrace Histrace Wivelexs Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Histrace Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding LTE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel Turnel GRE Turnel VLAN VRRP Bonding ETE Implement EuP Turnel GRE Turnel Turnel GRE	A Pale Move	Session: 00:15:50 FB:07:49						
CAPAMAN Herrison Herrison Herrison Filestace Lit Etherniet Exit Exit Etherniet Exit Etherniet Exit Etherniet Exit Etherniet Exit Exit<	Cuck Set	Interface Last						
Interfaces Image: Constrained State Image: Constrained State <thimage: constraie<="" th=""> Image: Constrained State</thimage:>	CAP&MAN	Interface Interface List	Ethernet EoIP Turnel	IP Tunnel GRE Tunne	VLAN VARP Bonding LTE			
Wrefeas None Type Actual MTU L2 MTU Tx Pix Tx Packet (p/h) Pix Packet (p/h)	 Interfaces 		Thetard between				12	Careful I
Ridge Name Type Actual MTU Fax Pax Pax Packet (p.1)	Wreiess		1 Detect mente	A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR	and the second	Text and the second second	Terrer 1	les al
PPP In extent 1000 07.000 0 <td>C Bridge</td> <td>Nane ·</td> <td>Type</td> <td>Actual MTU L2 MTU</td> <td>Tx Px</td> <td>Tx Packet (p/s) 8 7 kbcs</td> <td>Po Packet (p/s)</td> <td>PP 1</td>	C Bridge	Nane ·	Type	Actual MTU L2 MTU	Tx Px	Tx Packet (p/s) 8 7 kbcs	Po Packet (p/s)	PP 1
Meah Image: System Opp	PPP	the ether?	Ethemet	1500	Obos	0 hos	0	ő
IP IP<	Mesh	de ether3	Ethemet	1500	0 bps	0 bps	0	0
MPLS Image: Control of the state of the sta	EIP /	rether4	Ethemet	1500	0 bps	0 bps	0	0
# Routing • ether% Ethernet 1500 0 bps 0 ops 0 0 System • ether% Ethernet 1500 0 bps 0 bps 0 0 Queues • ether% Ethernet 1500 0 bps 0 bps 0 0 Ples Log • ether% Ethernet 1500 0 bps 0 bps 0 0 Ples Log • ether% Ethernet 1500 0 bps 0 bps 0 0 RADIUS • there	O MPLS 1	ther5	Ethernet	1500	0 6pe	0 bps	0	0
System i Donine Donine 1000 0 000 0 000 0 000 0 000 0 000 0 000 0	Pasting (w ethers	Ethemet	1500	Ubpe	0 bps	0	0
Gueses Files Log PADNIS Tools f New Terrinal Dudt B Dudt B New WinBox E bat	System	ether®	Ethemet	1500	Citore	Obpe	ő	ő
Files Log FAD/US RAD/US New Terminal Dude Dude Make Support of New WinBox Eat	Comment.							
Iog FRADUS Tools New Terrinal Dude Dude Make Supout # New WinBox Eat	Eler	-						
tog PRADIUS × Tools r New Terrinal Dude r Make Supout # New WinBox ■ Eat	1000							
PADUS Tools Tools Padua P	Log							
A Tools IR New Terrinal Data Data Make Supout if New WinBox E Bat	PADIUS	-						
New Terrinal DotTX DotA New WritBox Exit	< look							
Optix		9 Zamer						
Oude P Make Support of P New WinBox P East P	BR New Terminal	DO BRITIS						_
Make Supot f New WinBox Eff.	New Terminal Dot1X							
O New WinBox ■ Eat	New Terminal Dot1X Dude							
E Fa	New Terrinal Dot1X Dude Make Support of							
	New Terminal Dor1X Dude Make Supout of New WinBox							
	New Terminal Dot1X Dude Make Supout of New WinBox Exit							
Northway 1	New Terminal Dot1X Dude Make Supout of New WinBox Exit							
	New Terrinal Dot1X Dude New WinBox Exit							

Nakon pokretanja WinBox programa, odaberemo karticu Neighbors, te odaberemo Mikrotik uređaj kojeg želimo konfigurirati sa popisa:

WinBox v3.3	31 (Ad	ldresses)							×
File Tools									
Connect To:							Kee	ep Password	ł
Login:	admin							en In New V	Vindow
D I	aamin								1110011
Password:									
[Add/	Set			Connect To Ro	MON Connect			
Managed Neig	hbors								
Refresh							Find	all	₹
MAC Address	Z	IP Address	Æ	Identity	Version	Board		Uptime	-
B8:69:F4:E2:6A:A	7	192.168.10.1		MT-Cakovec	6.48.5 (long-term)	RB960PGS		37d 06:	53:46
6C:3B:6B:11:EF:5	0	192.168.10.2		Robi-CK-Stan	6.49 (stable)	RB962UiGS-5Hac	:T2HnT	21d 23:	49:09
2 items									

Prije korištenja Mikrotik uređaja, provjeriti ćemo verziju RouterOS softvera koja je na njima instalirana, te ju po potrebi nadograditi na zadnju verziju. Preporuka je u produkcijskim mrežama koristiti release channel *long-term*, dok za kućnu upotrebu i laboratorijska testiranja možemo koristiti verziju *stable*. Verziju RouterOS-a možemo provjeriti i nadograditi u izborniku System – Packages, prikazanom na sljedećoj slici:

7	Check For Upda	ates Enable	Disable Uninstall	Unschedule Downgrade	Check Installation Find
1	Name 🛛 🗠	Version	Build Time	Scheduled	▼
ŧ	🕈 routeros-mipsbe	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🖨 advanced-t	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 dhcp	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 hotspot	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
Х	🗃 ipv6	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 mpls	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 ppp	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 routing	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🖨 security	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🖨 system	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		
	🗃 wireless	6.46.2	Jan/14/2020 07:17:12		

Verziju nadograđujemo pritiskom na tipku "Check For Updates", te zatim na tipku "Download&Install" na sljedećem prozoru:

Check For Updates		
Channel: stable	₹	ОК
Installed Version: 6.46.2		Download
Latest Version: 6.49.1		Download&Install
What's new in 6.49.1 (2021-Nov-17 10:06):		
MAJOR CHANGES IN v6.49.1:		
!) device-mode - added feature locking mechanism;	1	
Changes in this release: *) certificate - improved stability when sending bogus SCEP message; *) constrack - limit total connection tracking table size based on installed RAM size; *) crs3xx - fixed interface linking for some optical QSFP+ modules on CRS354 devices; *) dhcpv6-server - fixed DUID generation with timestamp; *) health - improved temperature reporting; *) led - added "dark-mode" functionality control with Mode button for cAP XL ac; *) leds - fixed LTE LED default mapping for LHGG; *) relet - improved RSSI reporting on R11e-LTE6; *) routerboot - enabling "protected-routerboot" feature requires a press of a button; *) smp - fixed IPsec-SA byte and packet counter reporting; *) styp - fixed client stuck in "nonce matching" state; *) system - improved system stability if device is upgraded from RouterOS and/or RouterBOOT v6.41.4 or older; *) traffic-flow - added new "upgrade" channel for upgrades between major versions; *) winbox - added "Modbus" menu support; New version is available		

Da bi automatsko preuzimanje i nadogradnja Mikrotik uređaja funkcionirali potrebno je na uređaju konfigurirati vezu na Internet (definirana defaultna routa, ispravno podešen DNS server...).

Rješavanje vježbe ćemo započeti konfiguracijom routera. Povezati ćemo se WinBox softverom na router te ćemo u izborniku odabrati stavku IP – Addresses. U prozoru koji se pojavljuje dodati ćemo 3 stavke pritiskom na tipku sa plavim znakom "+". Svakoj stavci ćemo definirati IP adresu, subnet masku te sučelje na koje se navedena adresa postavlja. Nakon dodavanja svih 3 adresa prozor za konfiguraciju IP adresa bi trebao izgledati kao na slici:

oterfar				
iterrat	Address List			
Interfa	+ - 🛛 💥	- 7	Find	nel VL
╈╸	Address	A Network	Interface	
	+ 10.0.0.1/24	10.0.0.0	ether1	J Tx
	+ 10.0.1.1/24	10.0.1.0	ether2	
	+ 10.0.2.1/24	10.0.2.0	ether3	
R				

Primijetite da Mikrotik RouterOS koristi drukčiju shemu imenovanja mrežnih sučelja, te umjesto *GigabitEthernet 0/0* imamo *ether1*, umjesto *GigabitEthernet 1/0* imamo *ether2* itd.

Nakon završetka konfiguracije routera krenuti ćemo sa konfiguracijom switcheva. Po defaultu su svi portovi na switchu konfigurirani kao članovi bridgea, što znači da ne moramo na njima ništa mijenjati za potrebe rješavanje ove vježbe, jer nam upravo takva funkcionalnost treba – svi portovi u zajedničkom layer 2 bridgeu.

Konfiguraciju Access Pointa ćemo napraviti tako da stavimo u bridge (u izborniku Bridge) Ethernet mrežna sučelja i WiFi mrežno sučelje, kao na slici:

- -		× Æ	7								Find
#	Inter	face	Bri	idge	Horizo	on Tru	sted	Priority (h	Path Cost	Role	Root Pat
0	<u>4</u> 4a		bri	dge		no		80	10		
1 D	<u>4-1</u> v	vlan 1	bri	dge		no		80	10	designated port	
2 DI	<u>4-1 v</u>	vlan2	bri	dge		no		80	10	disabled port	
3 DIH	<u>11</u> 6	ether1	bri	dge		no		80	10	disabled port	
4 DIH	<u>11</u> e	ether2	bri	dge		no		80	10	disabled port	
5 DIH	<u>44</u> e	ether3	bri	dge		no		80	10	disabled port	
6 DIH	<u>11</u> 6	ether4	bri	dge		no		80	10	disabled port	
7 DH	<u>11</u> e	ther5	bri	dge		no		80	10	designated port	

Zatim ćemo u izborniku Wireless otvoriti konfiguraciju sučelja wlan1, te u prozoru prikazanom na sljedećoj slici odabrati karticu Wireless:

"	14/20/2010/												
n.	Interface <	wlan1>											
n	General	Wireless	HT	HT MCS	WDS	Nstreme	Status	Traffic	[ОК			
n. n.		Mode	: ap b	oridge					₹ [Cancel			
n. n		Band	: 2GH	Iz-G/N		₹	Apply						
-	Cha	annel Width	: 20/	40MHz Ce		₹	Disable						
		Frequency	: auto) Llenunt				∓ _Mi	-lz	Comment			
~	Sec	uritv Profile	: defa	ault					- '	Advanced Mode			
_		WPS Mode	: disa	bled					- ∓	Torch			
th	Frequ	ency Mode	: man	ual-txpowe	r				₹	WPS Accept			
		Country	: no_	country_set	:				₹	WPS Client			
		Installation	: indo	or					₹	Setup Repeater			
	An	itenna Gain	: 0					dB	i ' 	Scan			
	Default	AP Tx Limit	:					▼ bp	s I	Freg. Usage			
	Default Cli	ent Tx Limit	:					▼ bps	s	Align			
)efault Auth	enticate					Sniff			
)efault Forw Hide SSID	ard					Snooper			
										Reset Configuration			
ĺ	enabled		runnin	g	sla	ve	n	unning ap					

U polje SSID upisujemo željeni naziv WiFi mreže, a pod opcijom Security Profile biramo sigurnosni profil koji želimo dodijeliti bežičnoj mreži. Sigurnosni profil definira postavke poput razine zaštite (Open, WEP, WPA, WPA2) te pristupnog ključa, a konfigurira se otvaranjem izbornika Wireless te odabirom kartice "Security Profiles". Za potrebe naše vježne koristiti ćemo SSID "MEV-RM" a pod Security profil ćemo ostaviti *default* (bez zaštite), kao na slici:

an Interf	ace cwlan15								a.
in. In Ger	neral Wireless	HT	HT MCS	WDS	Nstreme	Status	Traffic	OK	R
an. an.	Mod	e: ap b	nidge				₹	Cancel	æ
an. an.	Ban	d: 2GH	lz-G/N				₹	Apply	
' ם	Channel Widtl	h: 20/4	40MHz Ce					Disable	
re	SSI): ME	, /-RM					Comment	
	Security Profil	e: defa	ult				₹	Advanced Mode	
ne	WPS Mod	e: disa	bled				₹	Torch	F
A	Frequency Mod	e: man	ual-txpower	r			.	WPS Accept	
	Lountr	y: <u>no_</u> n: indo	country_set				•	WPS Client	
	Antenna Gai	n: 0					dBi	Setup Repeater	
D	efault AP Tx Lim	it:					▼ bps	Scan	
Defa	ault Client Tx Lim	it:					▼ bps	Freq. Usage	
			efault Auth	enticate				Align	
			efault Forw	ard				Sniff	
		H	lide SSID					Snooper	t
								Reset Configuration	ľ
enab	led	runnin	g	sla	ve	r	unning ap		

Nakon toga ćemo prijeći na konfiguraciju stolnih računala i laptopa. Ovisno o verziji operativnog sustava (Windows ili Linux), te verziji istoga, potrebno je prilagoditi postupak dodjele mrežnih parametara. U nastavku ćemo prikazati kako odraditi tražene promjene postavki na operativnom sustavu Windows 11.

Postupak ćemo započeti desnim klikom na Start te odabirom opcije Run. U prozor koji se otvorio upisati ćemo naredbu *ncpa.cpl* koja će otvoriti prozor Network Connections, kao na slici:



Iz popisa ponuđenih mrežnih sučelja odabrati ćemo Ethernet sučelje, te desnim klikom odabrati opciju Properties:



U sljedećem prozoru ćemo odabrati *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)* te kliknuti na tipku Properties:

LAN Properties	\times		
Networking Sharing			
Connect using:			
Intel(R) Ethemet Connection (2) I219-V #2			
Configure			
This connection uses the following items:			
Client for Microsoft Networks Client for Microsoft Networks File and Printer Sharing for Microsoft Networks QoS Packet Driver (NPCAP) QoS Packet Scheduler Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Microsoft Network Adapter Multiplexor Protocol Microsoft LLDP Protocol Driver			
Install Uninstall Properties			
Description Transmission Control Protocol/Internet Protocol. The default wide area network protocol that provides communication across diverse interconnected networks.			
OK Cance			

Prozor koji se sljedeći otvara nudi nam opciju da upišemo podatke poput IP adrese, subnet maske, default gateway adrese te ostalih parametara mreže. Za potrebe rješavanja ove vježbe upisati ćemo podatke iz tablice na početku ove vježbe, kao na slici:

Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)) Properties X		
General			
You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.			
Obtain an IP address automatica	lly		
OUse the following IP address:			
IP address:	10 . 0 . 0 . 2		
Subnet mask:	255.255.255.0		
Default gateway:	10 . 0 . 0 . 1		
Obtain DNS server address automatically			
Use the following DNS server add	dresses:		
Preferred DNS server:			
Alternative DNS server:	• • •		
O Validate settings upon exit	Advanced		
	OK Cancel		

Nakon toga ćemo tipkom OK zatvoriti prozore koje smo otvorili te će upisana IP adresa postati aktivna na Ethernet mrežnom sučelju.

Konfiguracija tablet uređaja značajno će ovisiti o operativnom sustavu koji se na njima nalazi (Android, Windows, iOS) i verziji istoga. U nastavku ćemo prikazati postupak konfiguracije uređaja Samsung Galaxy Tab A 10.5 na kojem se nalazi operativni sustav Android 10.

Postupak ćemo započeti povezivanjem uređaja na WiFi mrežu koju smo kreirali na Access Point uređaju. Ući ćemo u sistemske postavke:



Odabrati Conenctions:

18:02	E 164	😽 all 76% 🖷
<	Connections	Q
	Wi-Fi Connect to WI-Fi networks.	
	Bluetooth Connect to nearby Bluetooth devices.	
	Flight mode Turn off calling, messaging, and Mobile data.	
	Data usage	
	More connection settings	

Te aktivirati WiFi pritiskom na tipku za uključivanje WiFi-ja desno od oznake Wi-Fi. Nakon toga pritisnuti ćemo na oznaku Wi-Fi kako bi nam uređaj prikazao popis bežičnih mreža u dometu:

On		
Current	network	
((r.	MEV-RM Connected	\$
Availabl	e networks	
((t ²)	OvcarPoljak-5ghz	
((î ⁰	OvcarPoljak-2ghz	
((ı:	OvcarPoljak-gosti	
(in	Bruno	
(î ⁸	Danijela Wifi	
÷	Add network	

S popisa ćemo odabrati mrežu MEV-RM te će se uređaj spojiti na istu. Ovisno o verziji operativnog sustava na uređaju, možda će trebati prethodno isključiti opciju da uređaj odbije povezivanje na WiFi mreže koje ne nude izlaz na Internet.

Kako naša mreža nema DHCP server koji bi tablet uređaju automatski dodijelio mrežne parametre, iste ćemo postaviti ručno tako da pritisnemo na ikonu zupčanika desno od naziva WiFi mreže na koju smo povezani. Nakon toga otvoriti će se izbornik s postavkama za napredno podešavanje mrežnih parametara, na kojem ćemo postavku IP Settings prebaciti iz DHCP na Static:

Ac	lvanced	
	IP settings DHCP 👻	
	Proxy None 🔻	
	Metered network Detect automatically	

te zatim ručno unijeti mrežne postavke (IP adresa, subnet maska i default gateway), kao na sljedećoj slici, a prema rasporedu iz tablice na početku ovih vježbi:

18:02 🖬 🛤 📟	¥, 😤 .il 76%#
Advanced	
IP settings	
Static 💌	
IP address 10.0.2.2	
Gateway	
10.0.2.1	
Network prefix length 24	
DHS 1 8.8.8.8	
DNS 2 8,8,4,4	
Proxy	
None 🔻	
Metered network Detect automatically	

Ovim ćemo postupkom završiti konfiguraciju mrežnih uređaja, te jedino preostaje provjera mrežnih veza alatom Ping.

Na Windows 11 računalu ćemo pokrenuti naredbeni redak (Start – Run – "cmd") te u njemu upisati naredbu ping, te zatim IP adresu na mreži prema kojoj želimo testirati mrežnu povezivost, kao na sljedećoj slici:

```
Command Prompt - □ ×
C:\Users\robyhr>ping 10.0.0.3
Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=64
Ping statistics for 10.0.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Users\robyhr>_
```

Isto kao i kod rješavanje vježbi u Packet Traceru, ako u odgovoru imamo "Reply from..." to znači da je Ping paket uspješno došao do odredišta i natrag.

Neuspješna provjera izgleda kao na sljedećoj slici:

```
C:\USers\robyhr>ping 10.0.0.3:
Ping statistics for 10.0.0.3:
Ping statistics for 10.0.0.3:
Ping statistics for 10.0.0.3:
C:\Users\robyhr>_
```

Ukoliko neka od provjera mrežnih povezivosti nije uspjela, potrebno je detaljno pregledati postavke svih uređaja te popraviti pogrešku tako da provjera nakon toga bude uspješna.

5. Provjera rješenja vježbe

Vježba se smatra uspješno odrađenom ako je zadovoljeno sljedeće:

- 1. Svi međusobni pingovi između sljedećih uređaja su uspješni
 - PC0
 - PC1
 - PC2
 - o Laptop0
 - \circ Laptop1
 - o Laptop2
 - Tablet PC0
 - \circ Tablet PC1
 - Tablet PC2
 - Router0 (na svim interfaceima)

6. Literatura

Popis literature:

- 1. Jesin A. (2014). Packet Tracer Network Simulator, Packt Publishing
- 2. Mikrotik Wiki, <u>https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC</u>
- 3. Mikrotik Help, <u>https://help.mikrotik.com/docs/</u>