

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

Adresna tablica:

Uređaj	Mrežni interface	IP adresa	Subnet maska	Gateway adresa
Router0	GigabitEthernet0/0	10.0.0.1	255.255.255.0	-
	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

2. Uvod u softver Packet Tracer

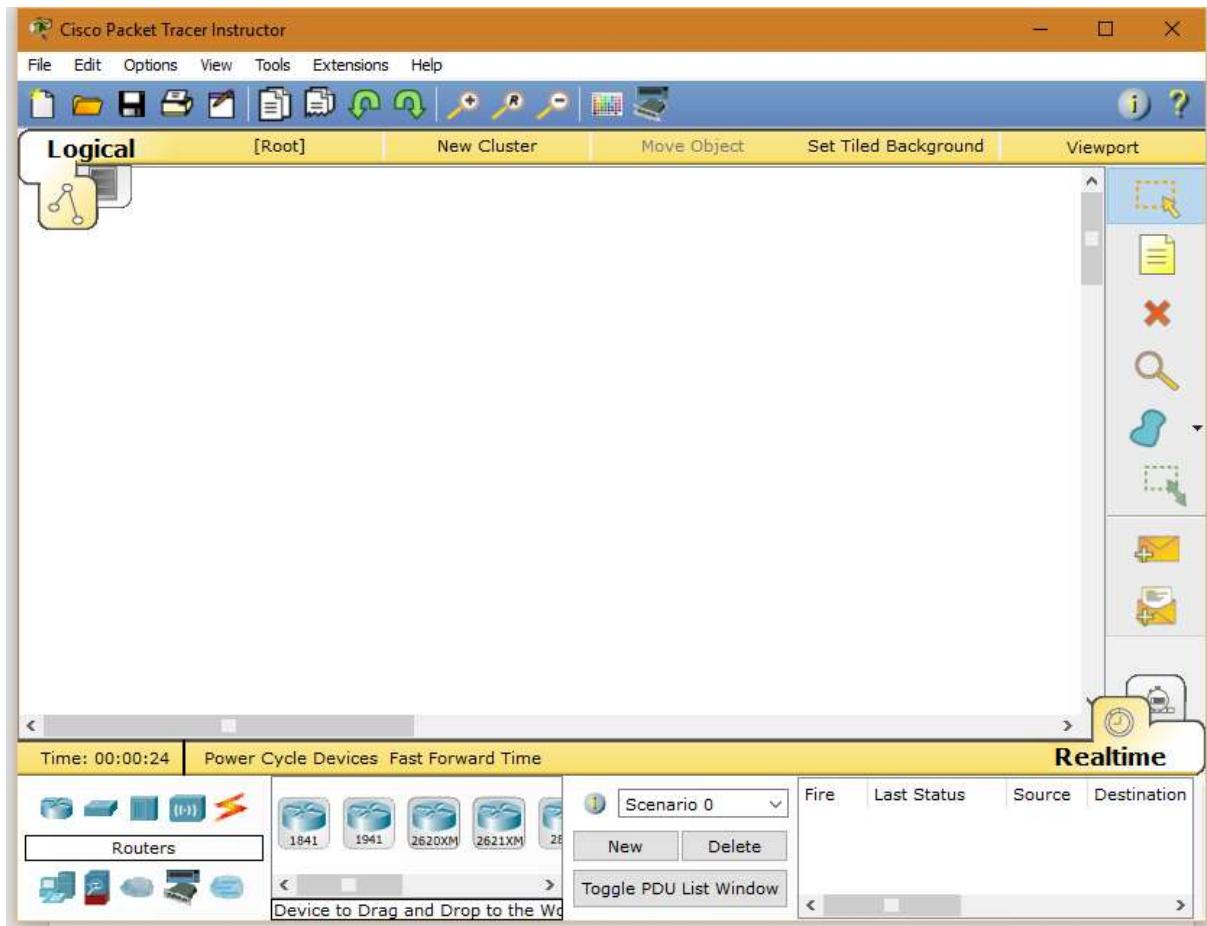
Cilj kolegija Računalne mreže je upoznati studente s osnovnim principima rada računalnih mreža te ih pripremiti za projektiranje i održavanje mreže male veličine.

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.

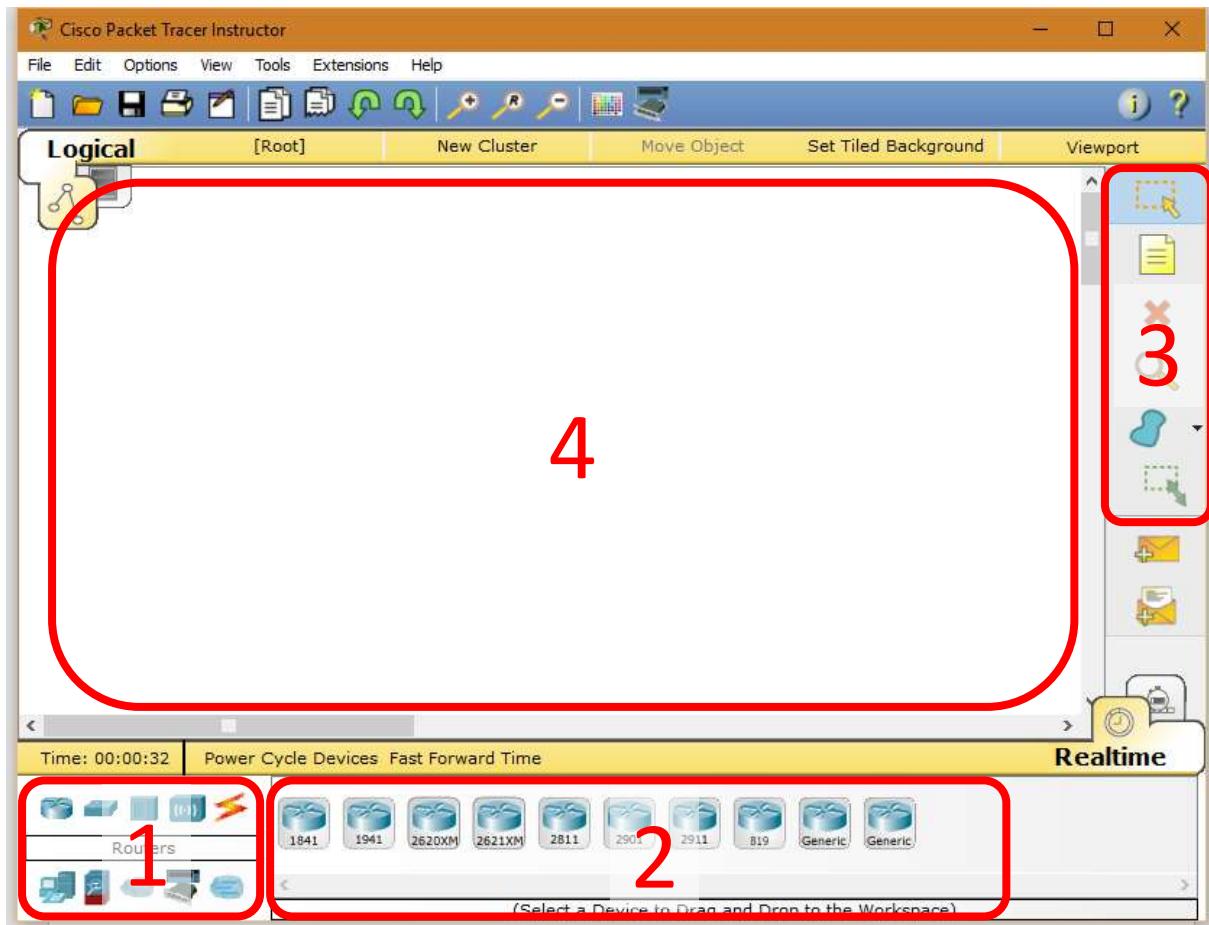
Program vježbi korištenjem programa Cisco Packet Tracer omogućuje, korak po korak, izgraditi umjereno kompleksnu mrežu, svakim korakom proširujući znanje i vještine polaznika.

Ovako izgleda početno sučelje programa:



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:

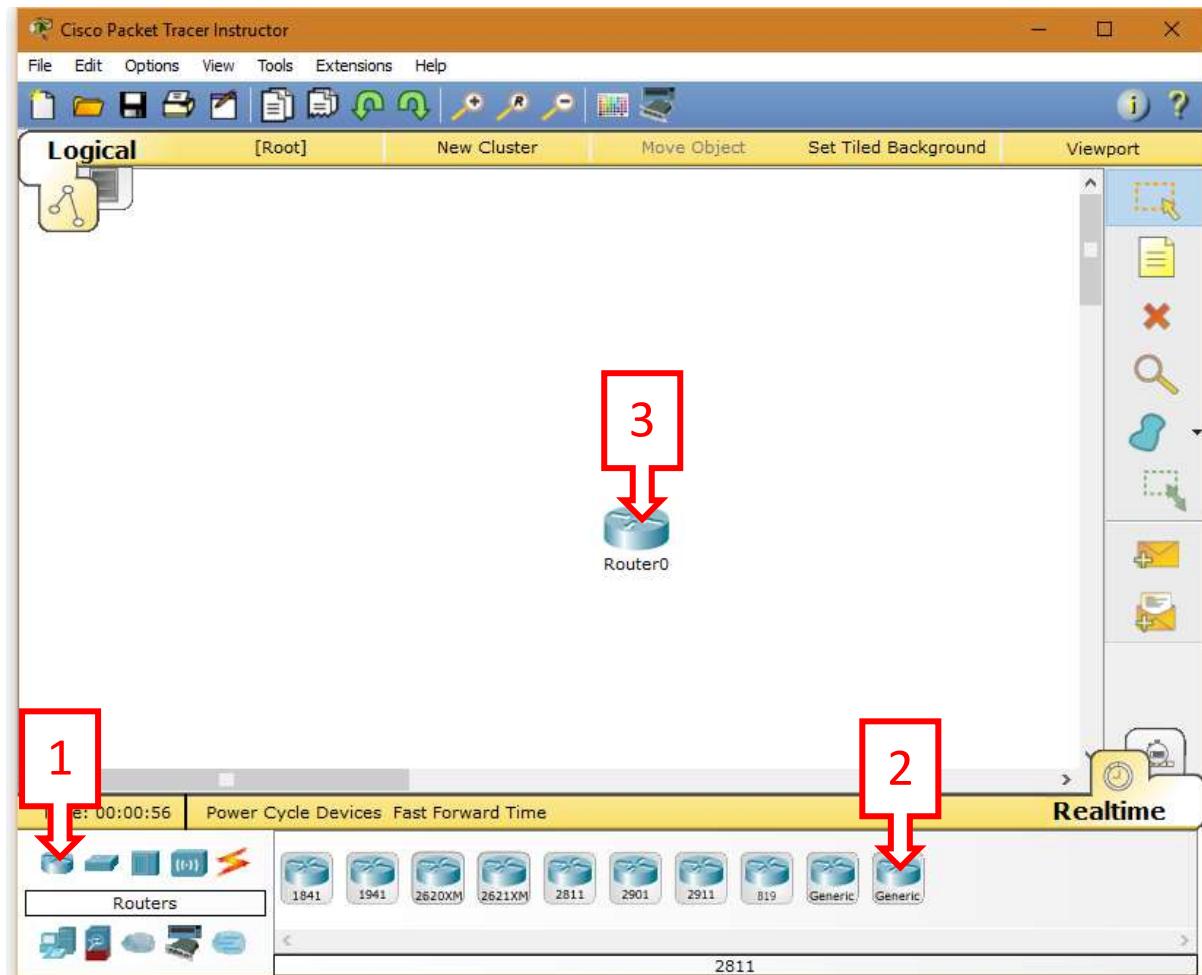


1. Grupe uređaja – ovdje biramo koju vrstu uređaja želimo odabrat (Routeri, Switchevi, Računala, Kablovi)
2. Modeli uređaja – ovisno o odabranoj grupi uređaja, ovdje biramo konkretnе modele uređaja iz te grupe (razlikuju se po npr. broju i vrsti ugrađenih mrežnih interfejsa)
3. Alati za manipulaciju 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.

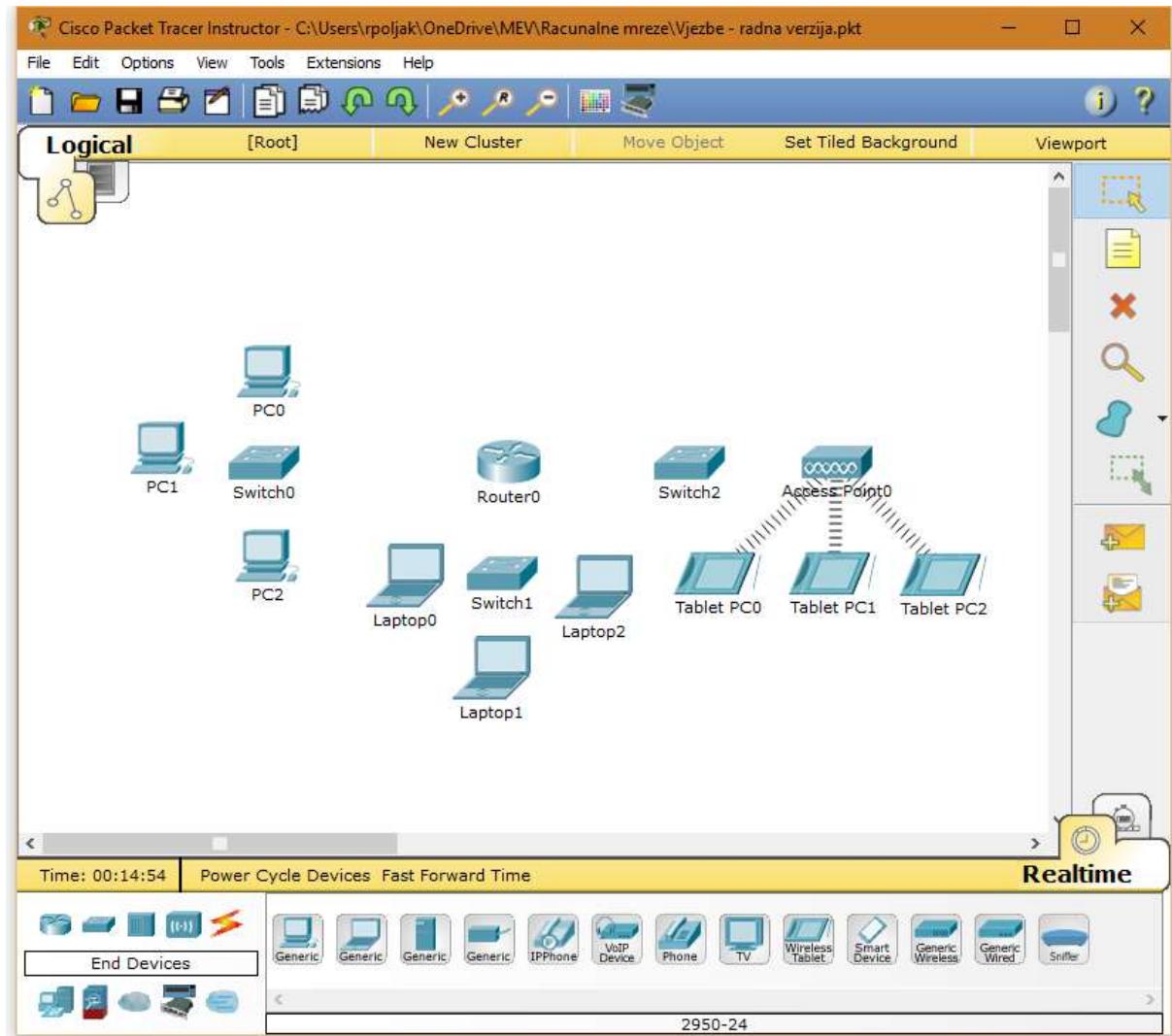
I za kraj trebaju nam 3 bežična uređaja. Iz grupe uređaja „End Devices“ dodajemo 3 uređaja „TabletPC-PT“ na radnu površinu.

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 pretvorи natrag u strelicu znači da smo izašli iz alata za brisanje.

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



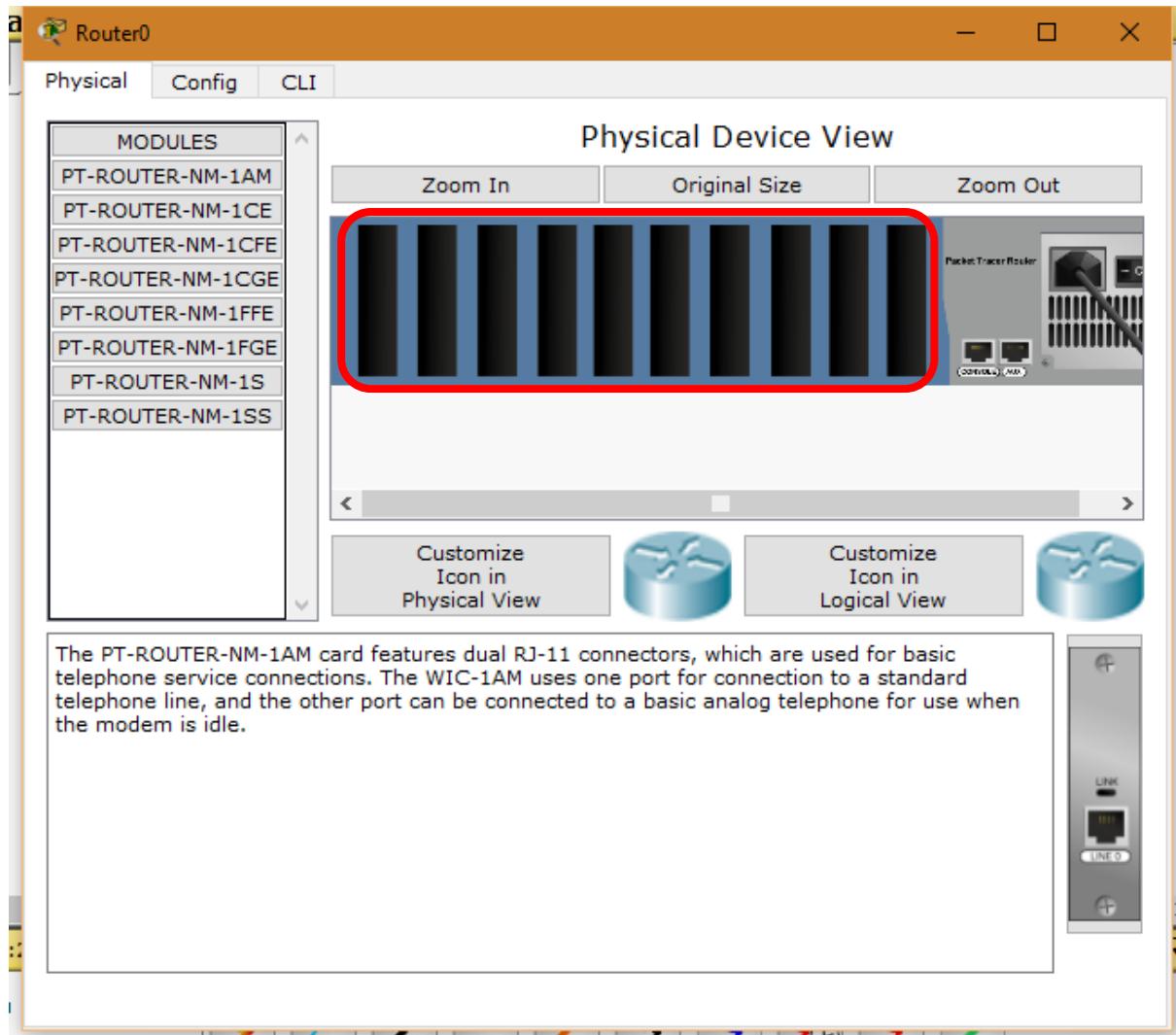
Nakon dodavanja svih uređaja na radnu površinu, navedene moramo povezati mrežnom vezom. Osim uređaja Access Point koji s tabletima komunicira bežičnom mrežom (na standardu IEEE 802.11) ostale uređaje međusobno moramo povezati kablovima. Kablovi se nalaze u grupi uređaja „Connections“ označenoj ikonom 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 „Router0“).

Otvara nam se sljedeći prozor:



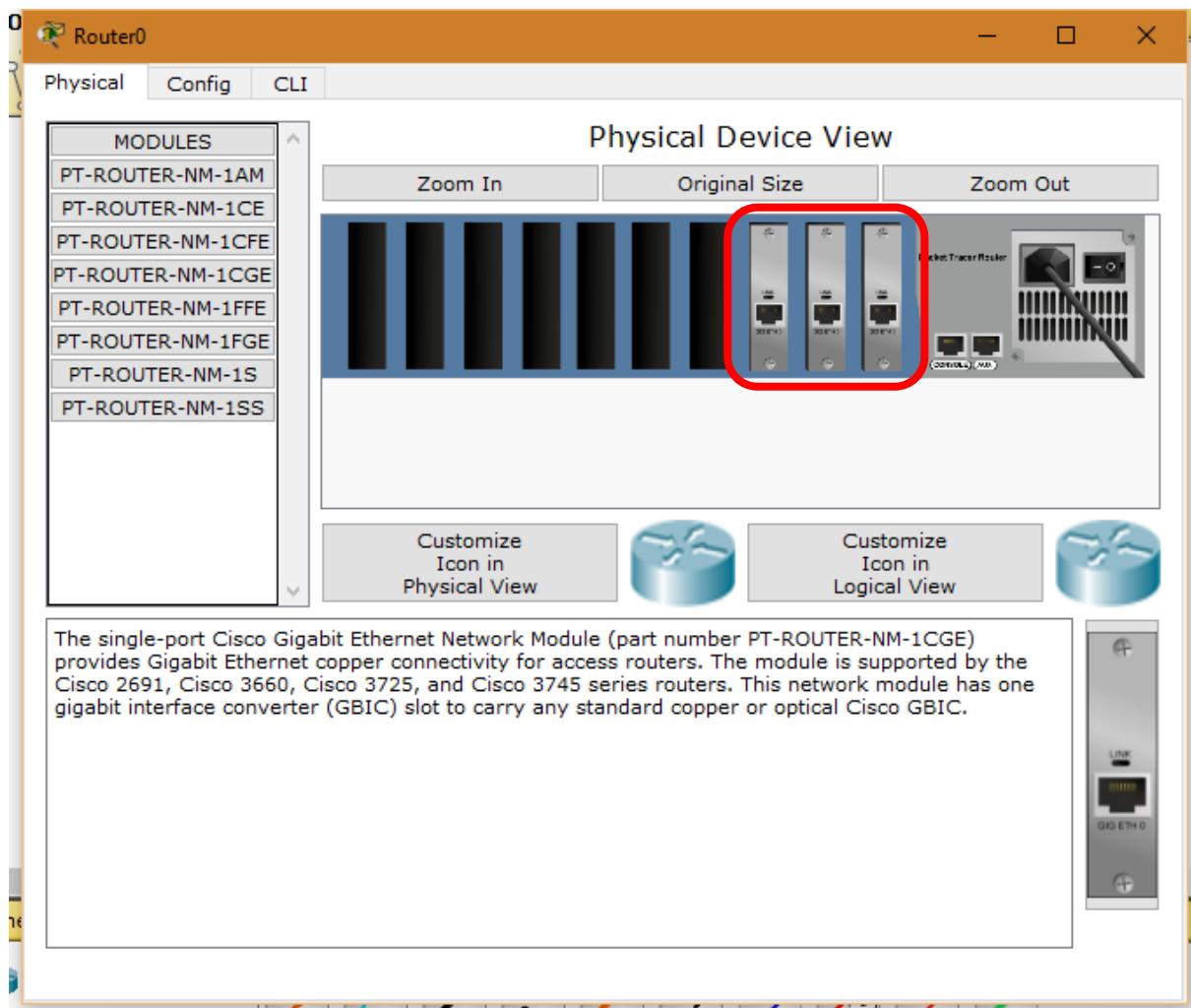
Crvenom bojom označen je prostor za dodavanje interfecea (tzv. slotovi). Router koji smo dodali ima ukupno 10 slotova što znači da u njega možemo dodati ukupno 10 interfacea. Slotovi su numerirani počevši od desne strane.

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 „PC0“ i zatim na uređaj „Switch0“. 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“.

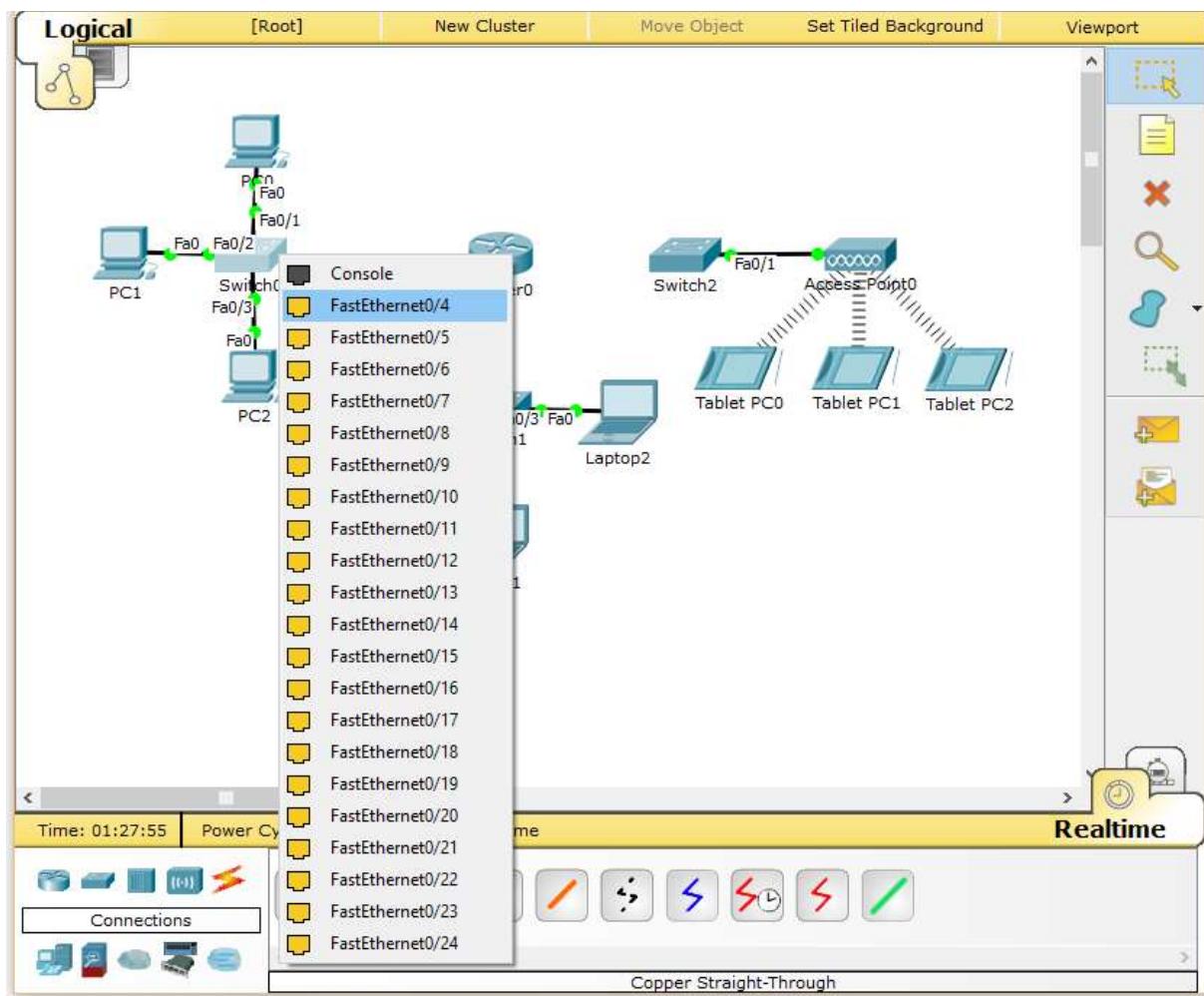
Nakon povezivanja računala, prelazimo na povezivanje laptopa. Na isti način povežimo redom „Laptop0“, „Laptop1“ i „Laptop2“ sa „Switch1“.

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.

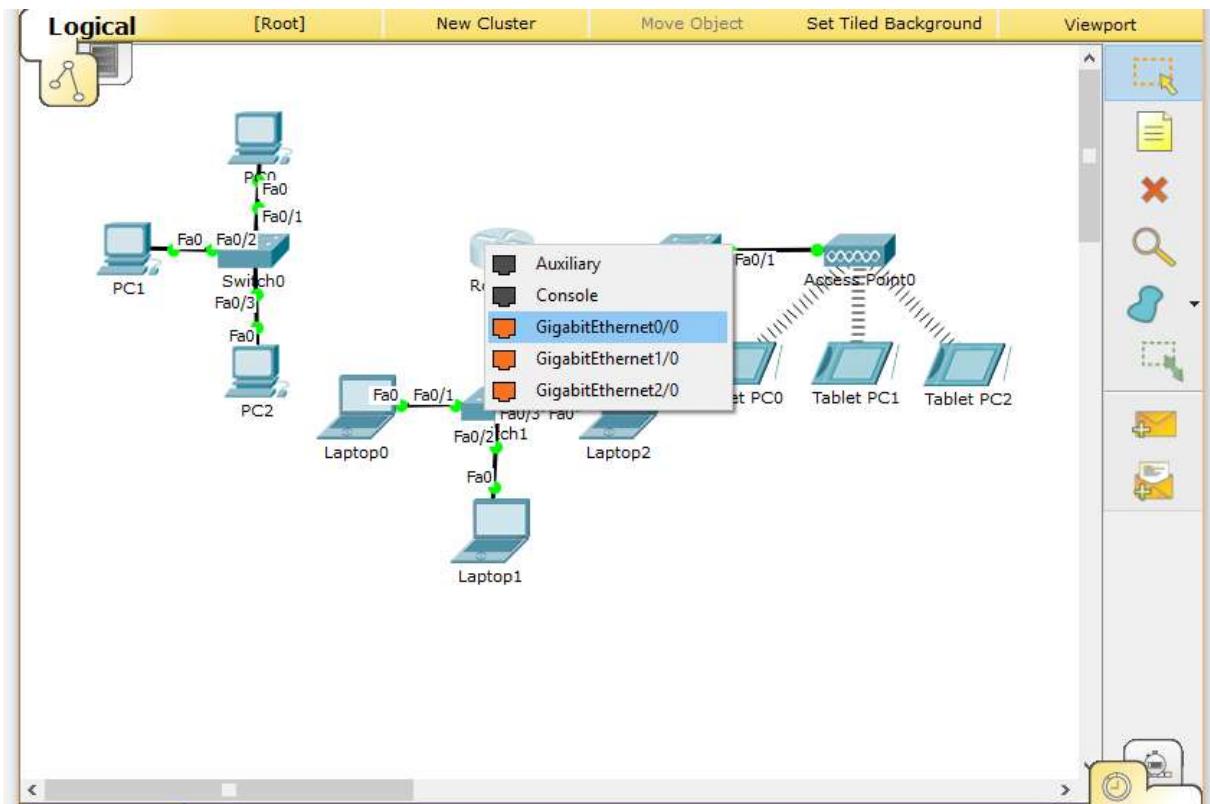
Za razliku od vrste veze „Automatically Choose Connection Type“ kod koje softver sam odlučuje koji mrežni port odabrati, kod ostalih vrste softver traže od nas da sami odaberemo port (drugim riječima, mrežno sučelje / interface). Odabir porta kod spajanja uređaja je važan, tako da moramo dobro paziti 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 „Switch0“. Nakon klika na uređaj „Switch0“ 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 „FastEthernet0/4“.

Nakon odabira porta na prvom uređaju softver od nas traži da odaberemo drugi uređaj kojeg povezujemo. Kliknimo na „Router0“ da bi dobili izbornik portova na routeru kao na sljedećoj slici:



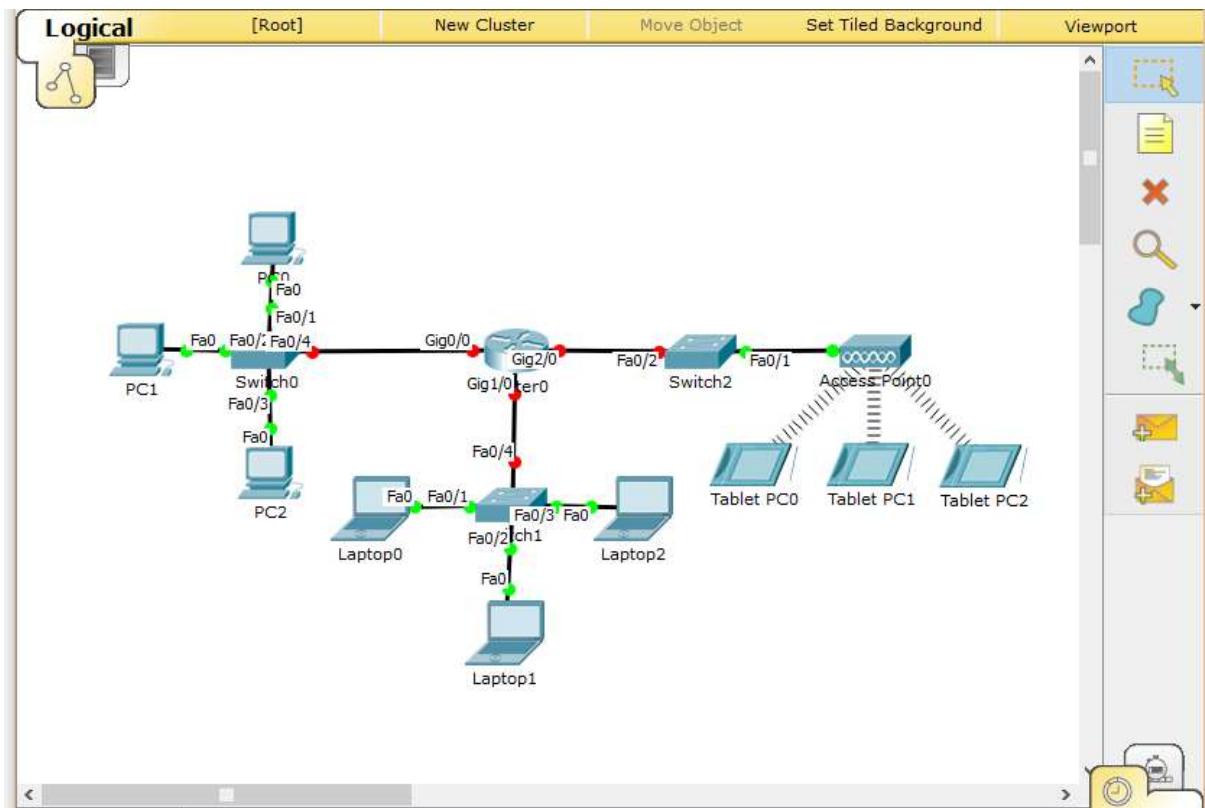
Kod routera je iznimno važno da odaberemo ispravan port. Kod spajanja switcha „Switch0“ (to je switch kojeg sad spajamo) odaberimo port „GigabitEthernet0/0“.

Za spajanje switcha „Switch1“ i routeru 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.

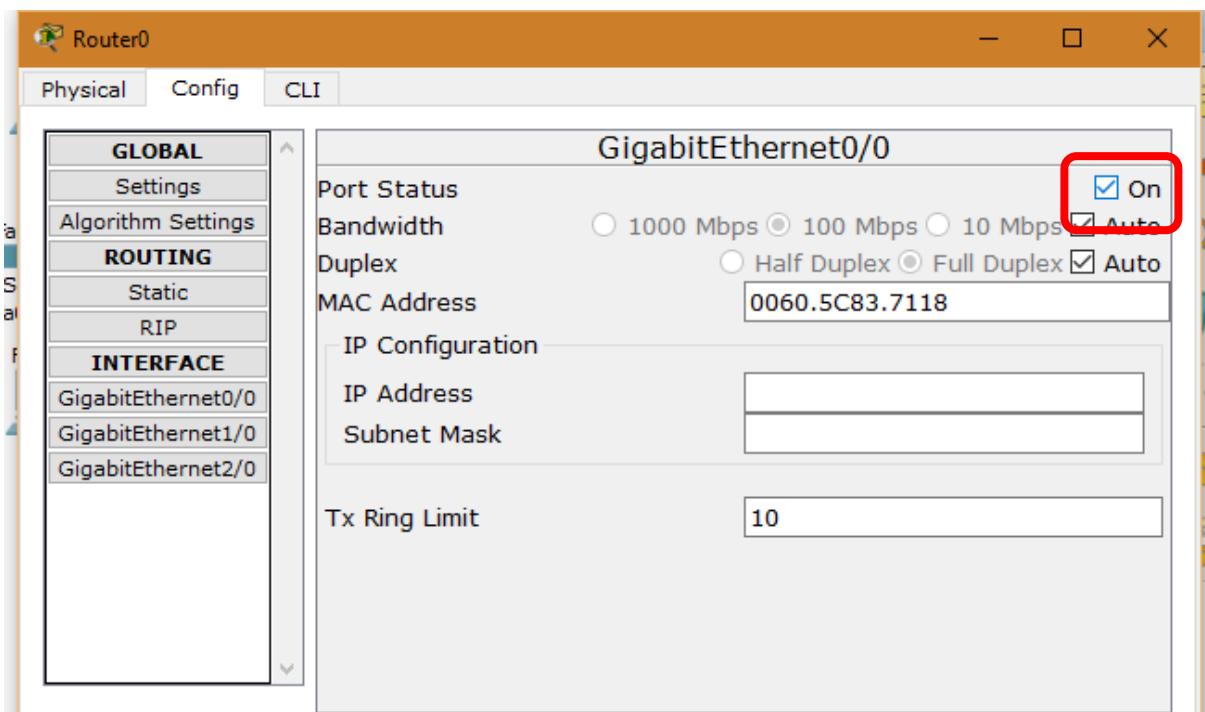
Ako smo sve ispravno napravili, mreža bi trebala izgledati ovako:



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.

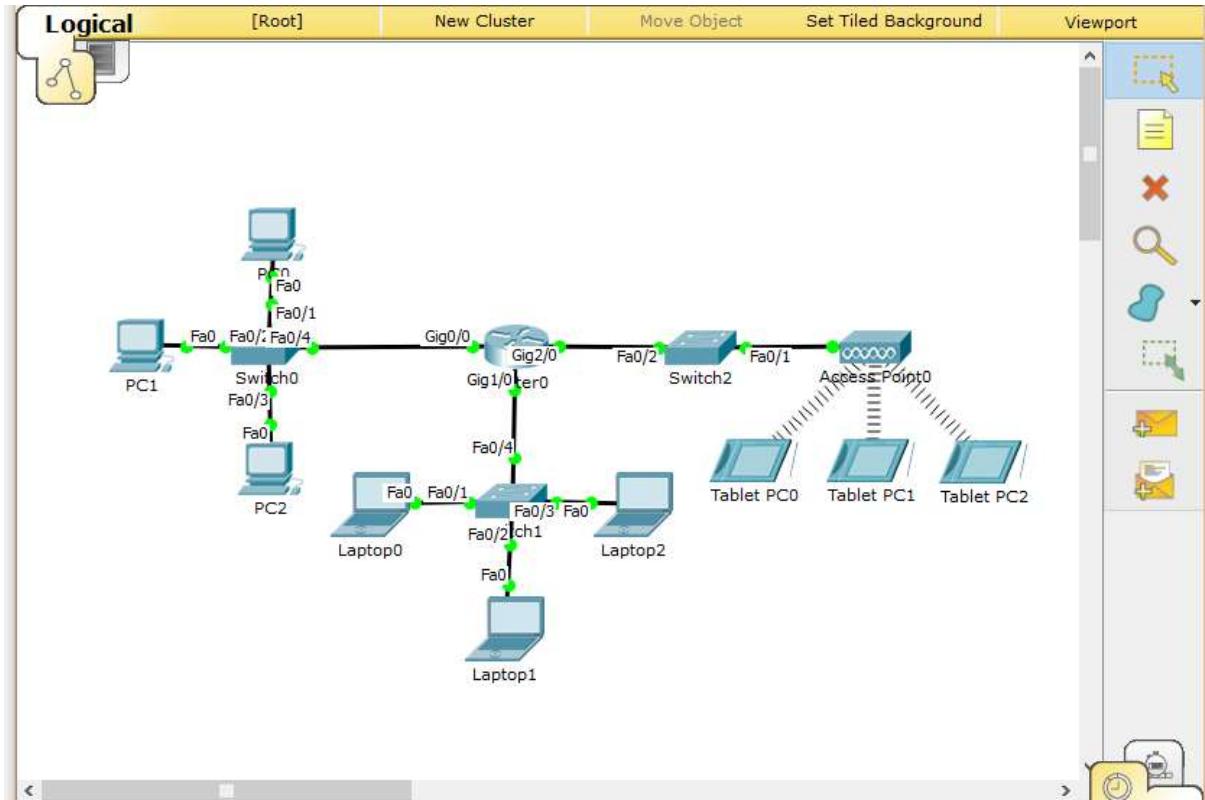
Da bi aktivirali neaktivne interface na routeru moramo otvoriti konfiguraciju routera (tako da kliknemo na njega), te u prozoru koji se otvara kliknemo na Config i pod „INTERFACE“ na „GigabitInterface0/0“ (ili neki drugi „GigabitInterface“ koji je prvi na popisu ukoliko ste zadnji slot ostavili praznim 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:



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. Vjerovatno 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:

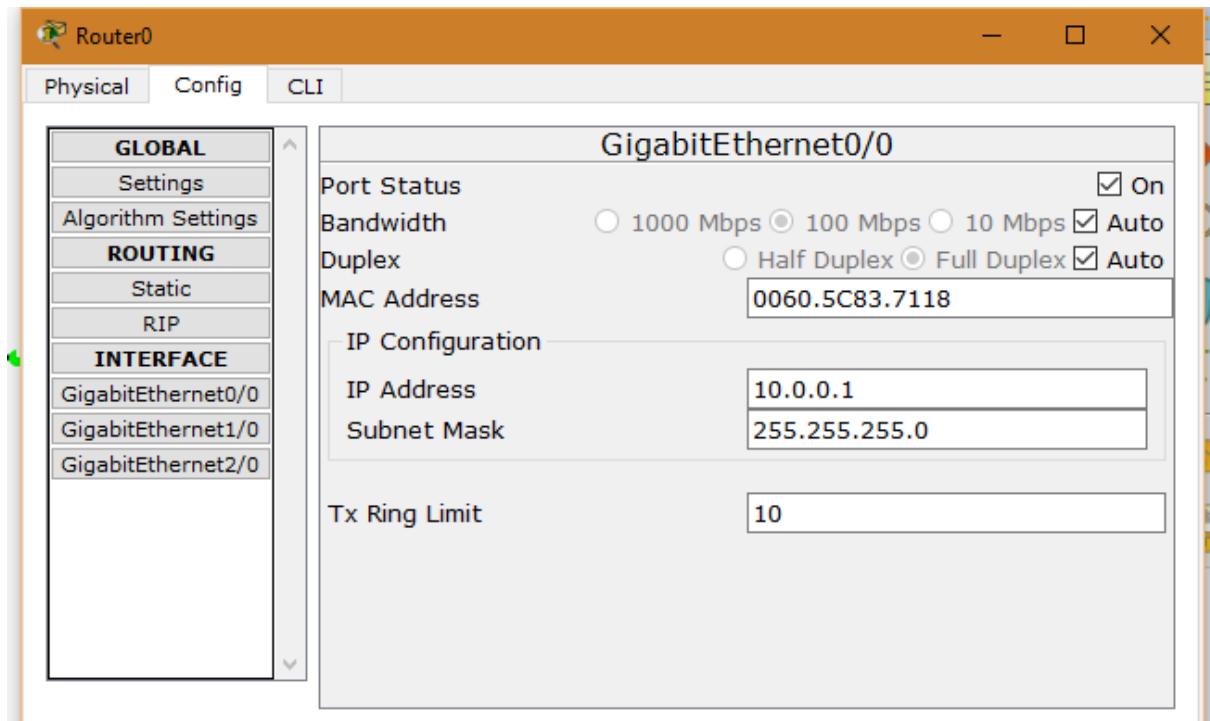


Sljedeći korak je dodjeljivanje adresa uređajima. Kod dodjele adresa koristit ćemo tablicu koja je zadana gore u opisu zadatka.

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“ – „GigabitEthernet0/0“ 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:



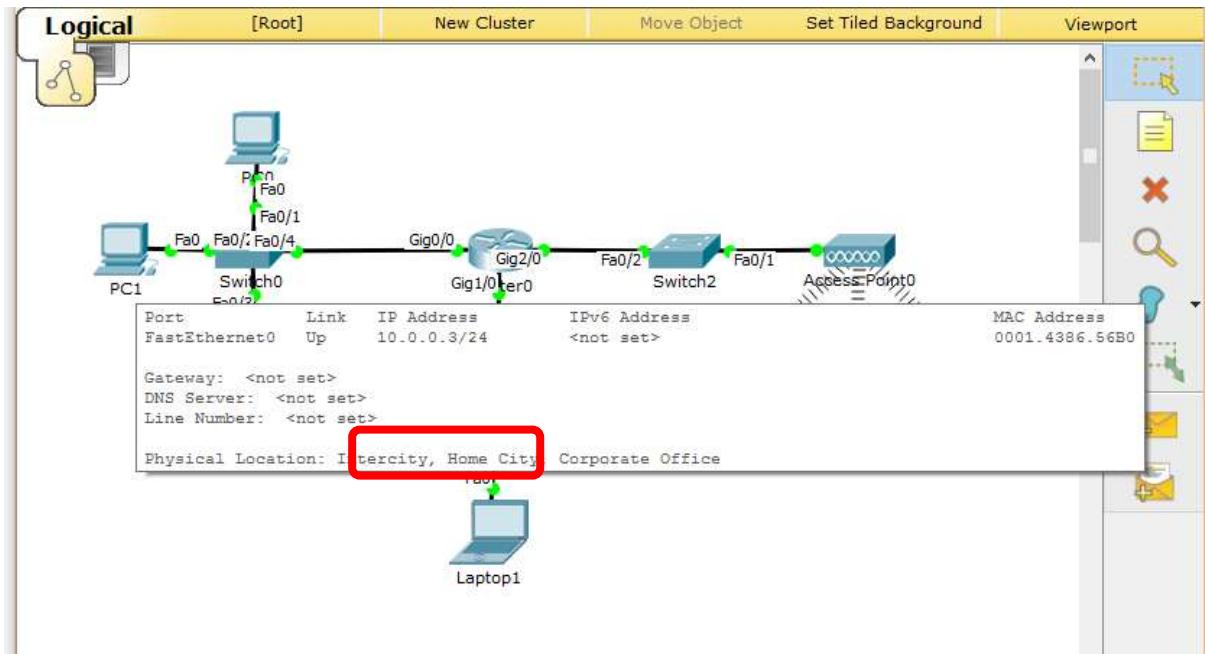
Moguće da će se vrijednost „MAC Address“ kod vas razlikovati, i to je u redu.

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 „PC0“ i pod „Config“ – „INTERFACE“ – „FastEthernet0“ upišemo podatke „IP Address“ i „Subnet Mask“ iz tablice u opisu zadatka.

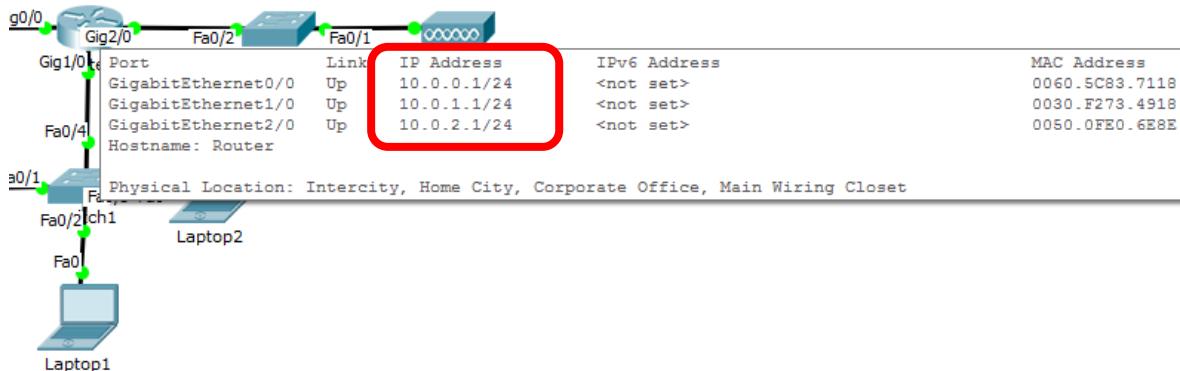
Na isti način upišemo podatke o IP adresi i subnet maski ostalim računalima, laptopima i tabletima. Primijetite da tableti nemaju interface FastEthernet0 nego umjesto njega imaju „Wireless0“ i „3G/4G Cell1“ interface. Kod njih moramo unijeti zadane podatke u „Wireless0“ interface i to tako da nakon odabira „Wireless0“ 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.

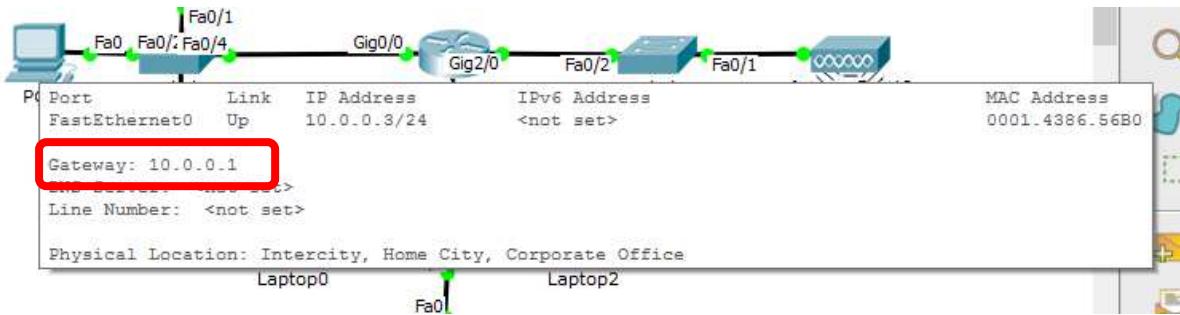


Korisno je napomenuti da prozor programa Packet Tracer mora biti u fokusu da bi se info prozor prikazao (dakle mora biti trenutno aktivan prozor u Windowsima).

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, laptote i tablete.

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



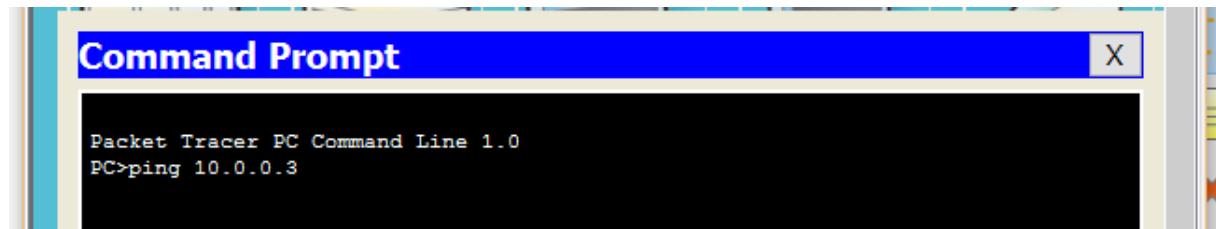
Pošto su sve IP adrese i Gateway adrese vrlo slične, dobro pazite da negdje ne pogriješite u upisivanju brojeva jer vam u tom slučaju neće raditi sljedeći dio zadatka.

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 potvrđan 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 „PC0“ želimo pingati „PC1“ na računalu „PC0“ 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 („PC0“ pinga „PC1“) trebali bi dobiti ovakav odgovor:

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 10.0.0.3

Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=0ms TTL=128

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 = 5ms, Average = 1ms

PC>
```

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:

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 10.0.0.3

Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 10.0.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
    PC>
```

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 „PC0“ 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.

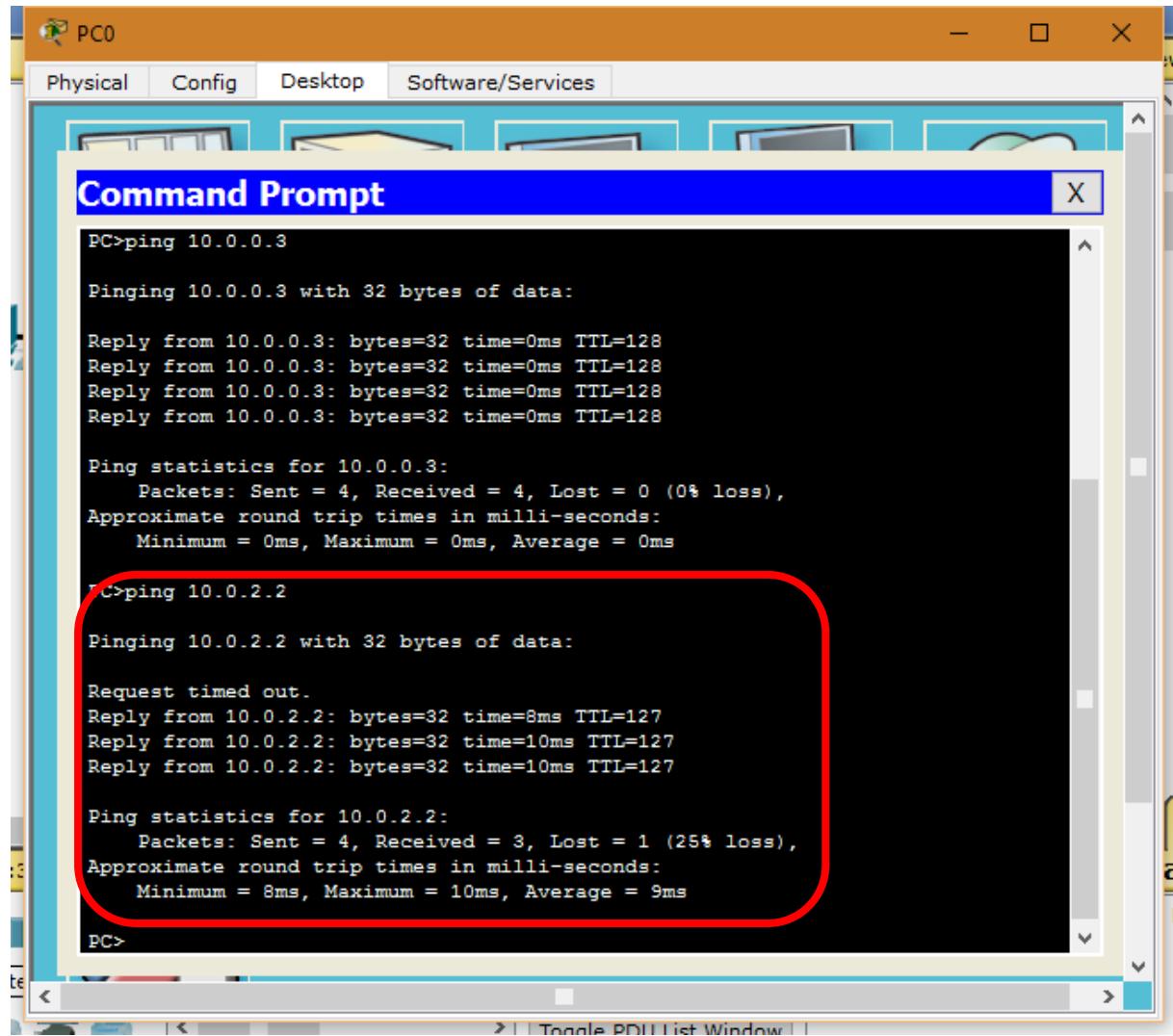
Ako je pinganje s računala „PC0“ na računalo „PC1“ uspjelo, možete napraviti sljedeća pinganja:

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

- PC0 -> Router0 (interface GigabitEthernet1/0)
- PC0 -> Laptop0
- 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 će ste dobiti ovakav rezultat (pogotovo kod prvog pinganja uređaja iza routera):



```

PC>ping 10.0.0.3
Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=0ms TTL=128

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

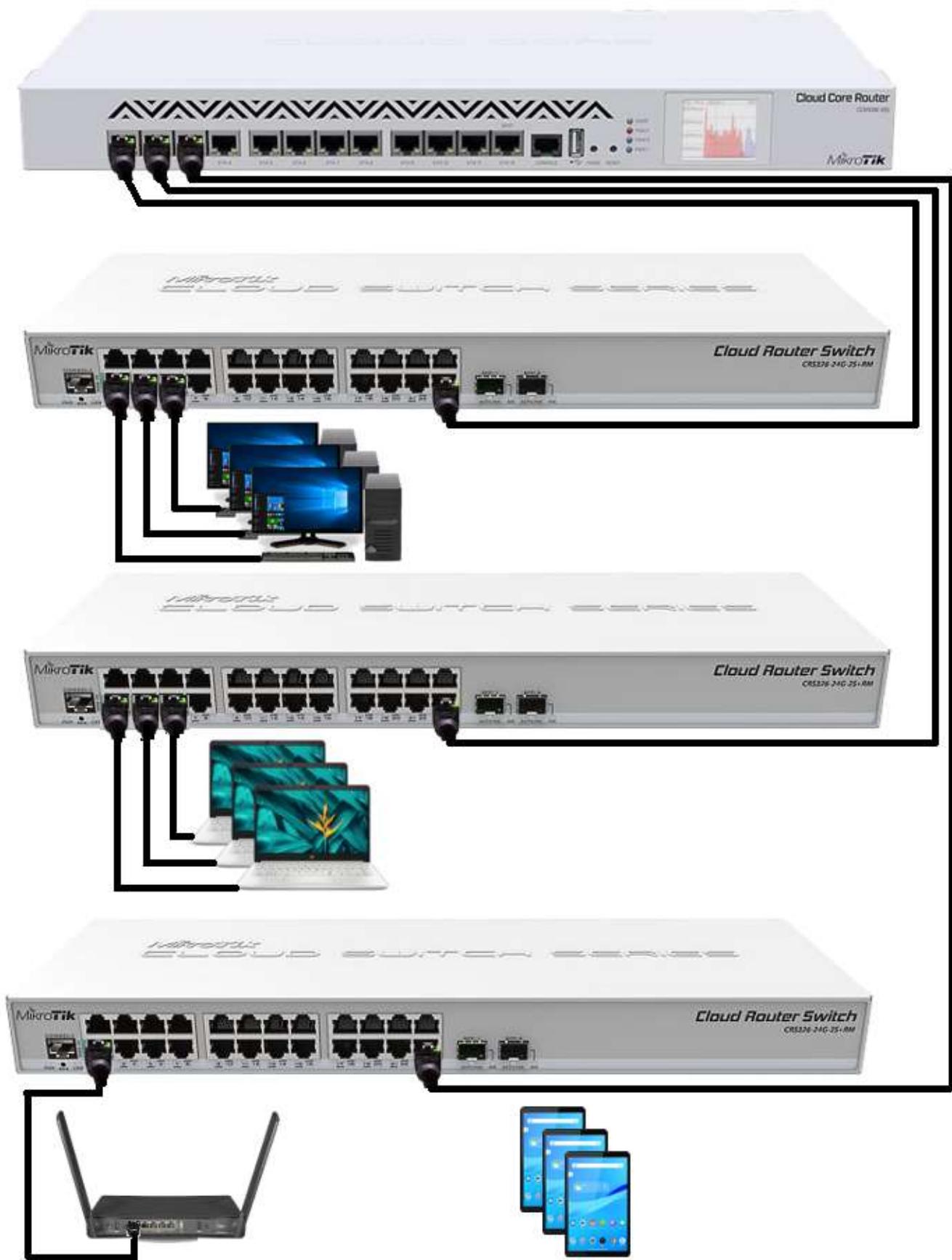
PC>ping 10.0.2.2
Pinging 10.0.2.2 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Reply from 10.0.2.2: bytes=32 time=8ms TTL=127
Reply from 10.0.2.2: bytes=32 time=10ms TTL=127
Reply from 10.0.2.2: bytes=32 time=10ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 8ms, Maximum = 10ms, Average = 9ms

```

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) primjetit 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.

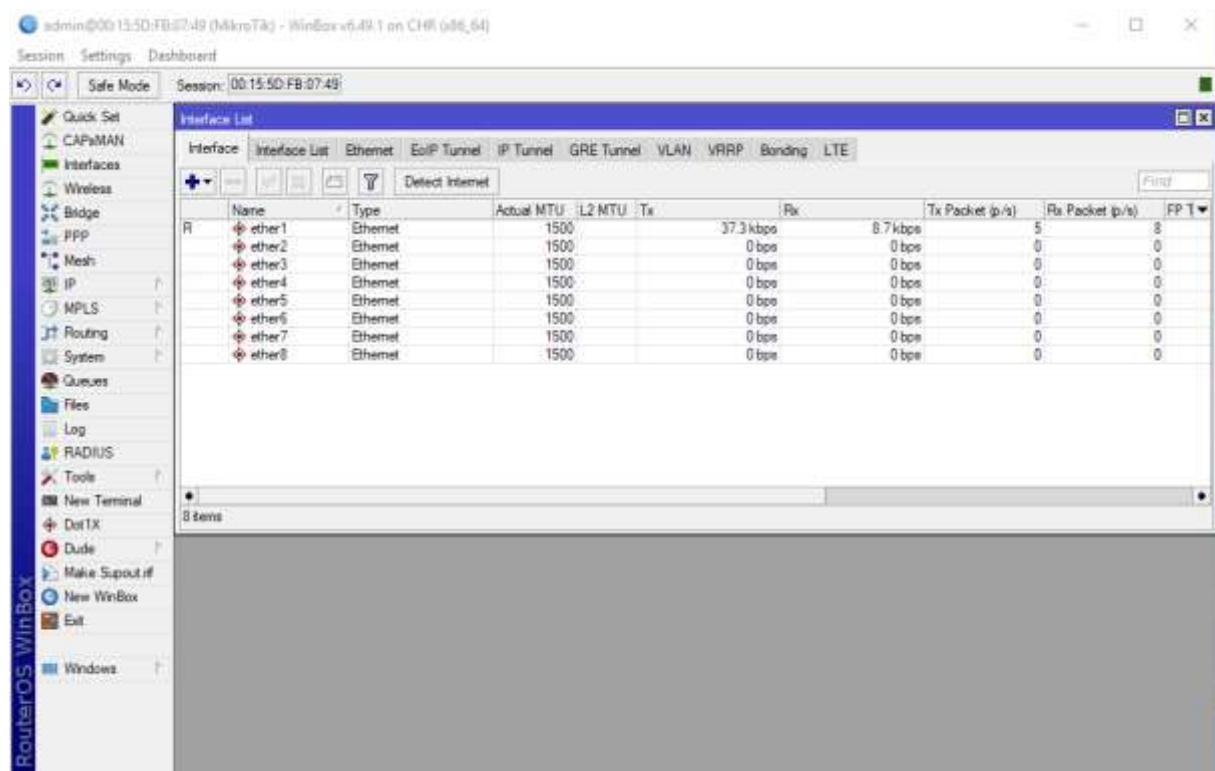
4. Rješavanje vježbe korištenjem Mikrotik mrežne opreme



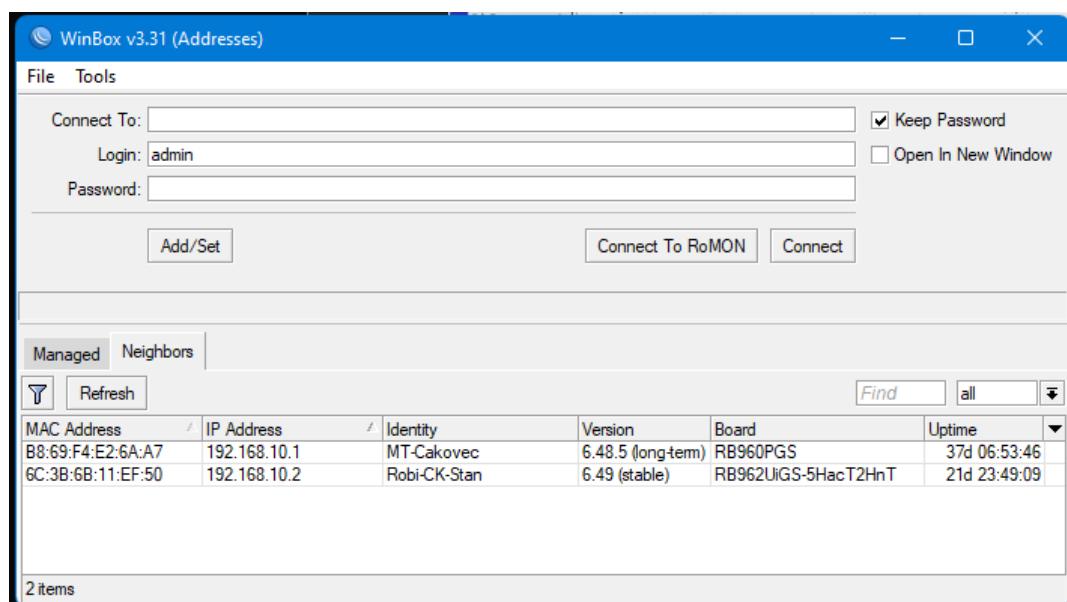
Drugi dio ovog priručnika prikazuje kako istu mrežu postaviti sa stvarnom mrežnom opremom, na primjeru opreme proizvođača Mikrotik. U vježbi ćemo koristiti router CCR1016-12G, switcheve CRS326-24G-2S+RM, Wireless Access Point RBD53iG-5HacD2HnD i standardna stola računala, notebooke i tablete. Uređaje 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 koji se koristi i na routeru CCR1016-12G.

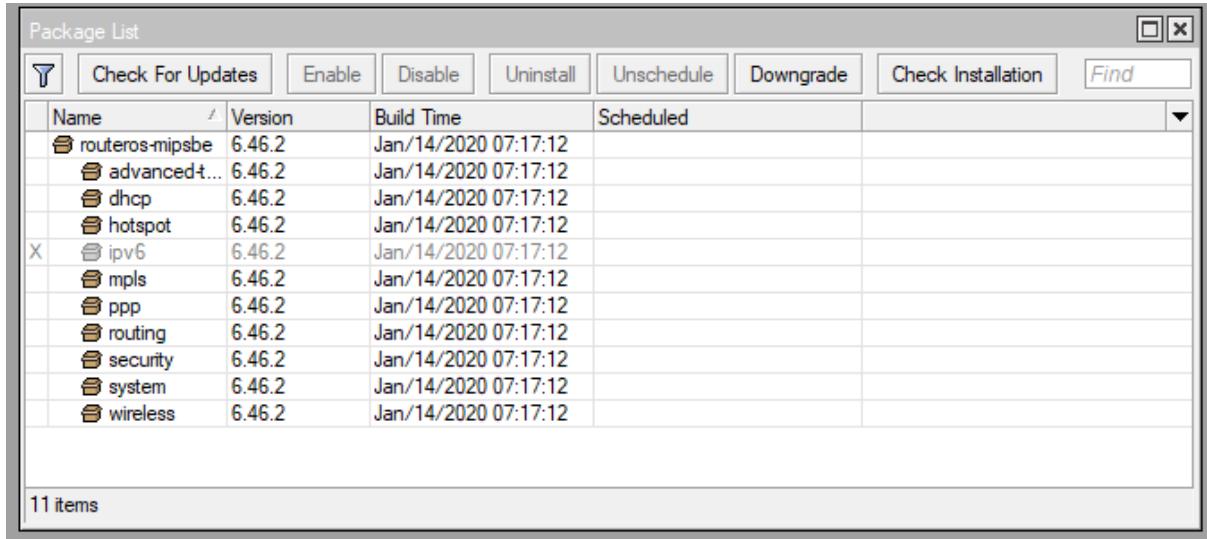
Za konfiguraciju routera i switcheva koristiti ćemo softver WinBox. Radi se o besplatnom alatu kojeg Mikrotik nudi za preuzimanje s njihovih stranica, te koji se može koristiti za konfiguriranje Mikrotik uređaja kroz grafičko sučelje. Sljedeća slika prikazuje izgled WinBox sučelja za konfiguraciju:



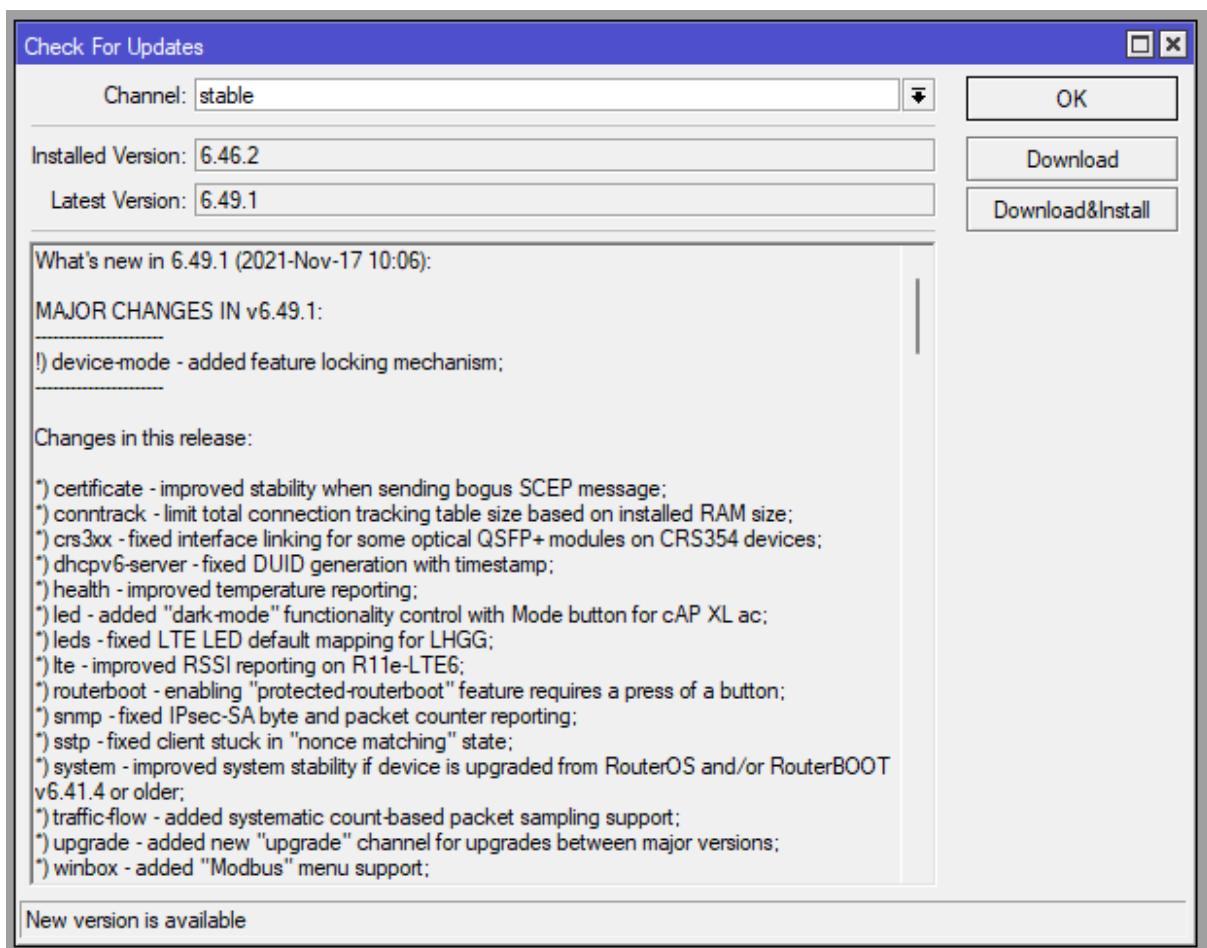
Nakon pokretanja WinBox programa, odaberemo karticu Neighbors, te odaberemo Mikrotik uređaj kojeg želimo konfigurirati sa popisa:



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:

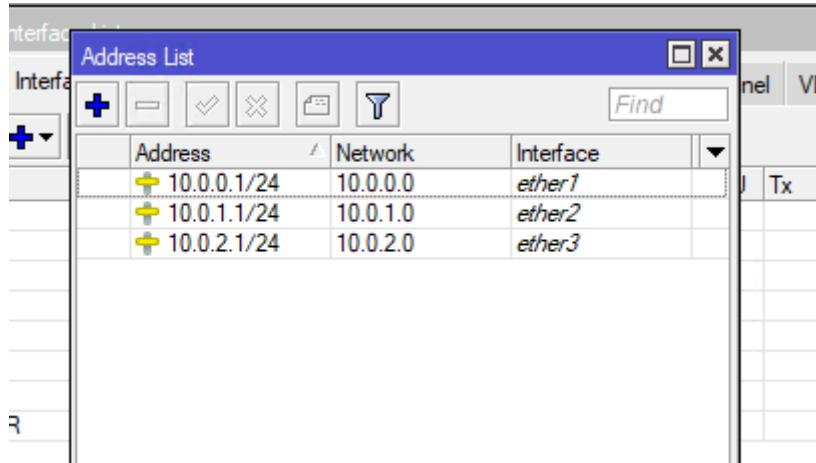


Verziju nadograđujemo pritiskom na tipku „Check For Updates“, te zatim na tipku „Download&Install“ na sljedećem prozoru:



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

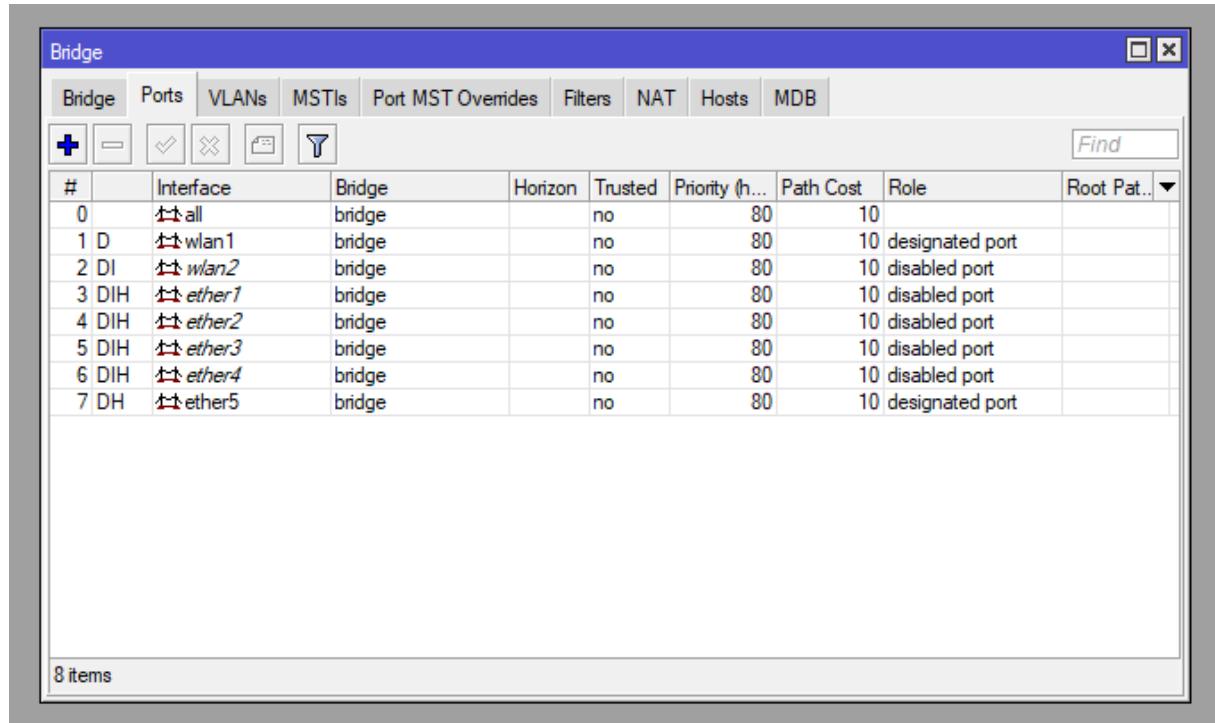
Rješavanje vježbe ćemo započeti konfiguracijom routera. Povezati ćemo se WinBox softverom na router te ćemo u izborniku odabrati stavku IP – Addresses. U prozoru koji se pojavljuje dodati ćemo 3 stavke pritiskom na tipku sa plavim znakom „+“. Svakoj stavci ćemo definirati IP adresu, subnet masku te sučelje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



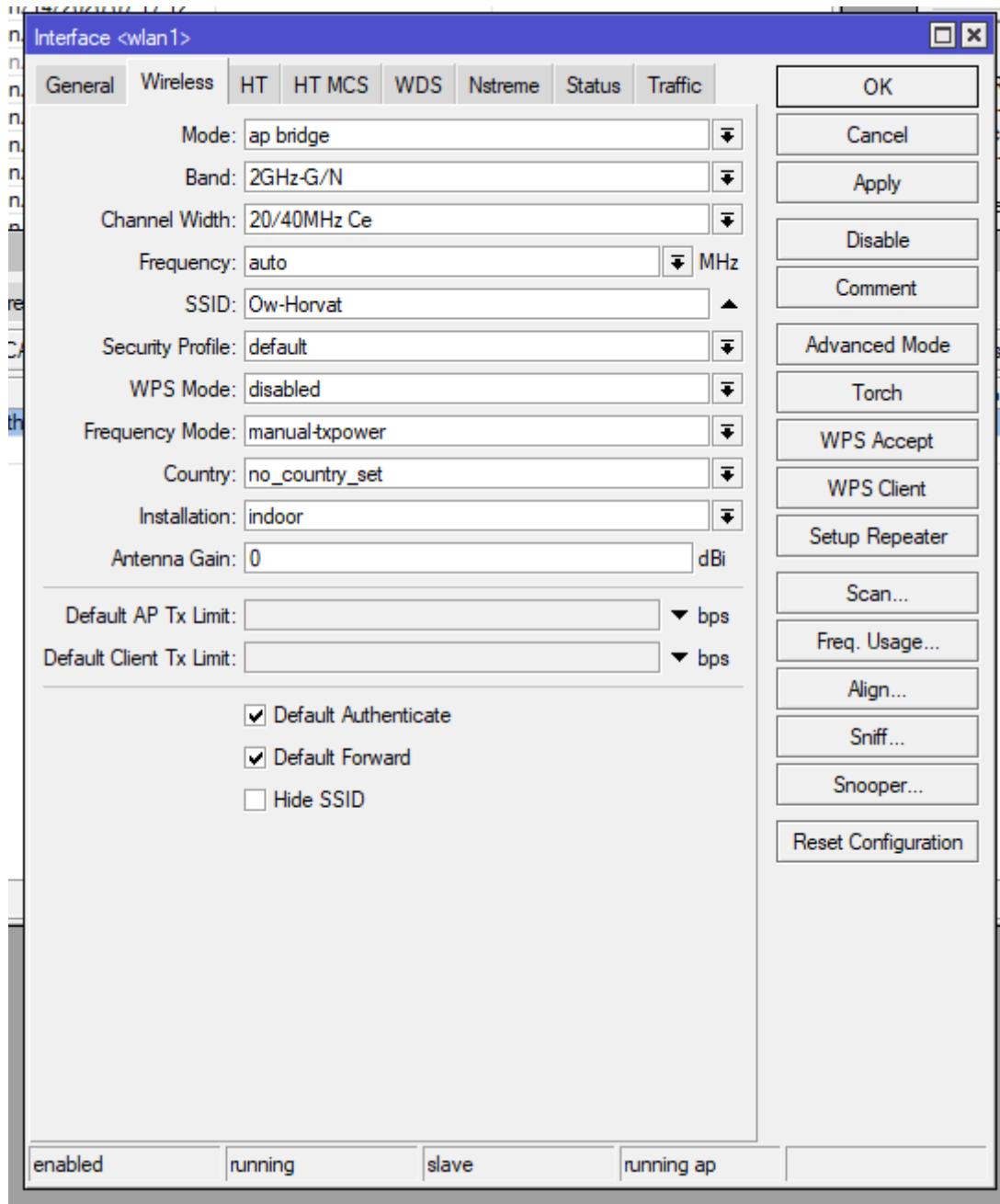
Primijetite da Mikrotik RouterOS koristi drukčiju shemu imenovanja mrežnih sučelja, te umjesto *GigabitEthernet 0/0* imamo *ether1*, umjesto *GigabitEthernet 1/0* imamo *ether2* itd.

Nakon završetka konfiguracije routera krenuti ćemo sa konfiguracijom switcheva. Po defaultu su svi portovi na switchu konfiguirani 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:



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



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 vježbe koristiti ćemo SSID „MEV-RM“ a pod Security profil ćemo ostaviti *default* (bez zaštite), kao na slici:

Interface <wlan1>

General Wireless HT HT MCS WDS Nstreme Status Traffic

Mode: ap bridge
Band: 2GHz-G/N
Channel Width: 20/40MHz Ce
Frequency: auto MHz
SSID: MEV-RM
Security Profile: default
WPS Mode: disabled
Frequency Mode: manual-txpower
Country: no_country_set
Installation: indoor
Antenna Gain: 0 dBi
Default AP Tx Limit: bps
Default Client Tx Limit: bps

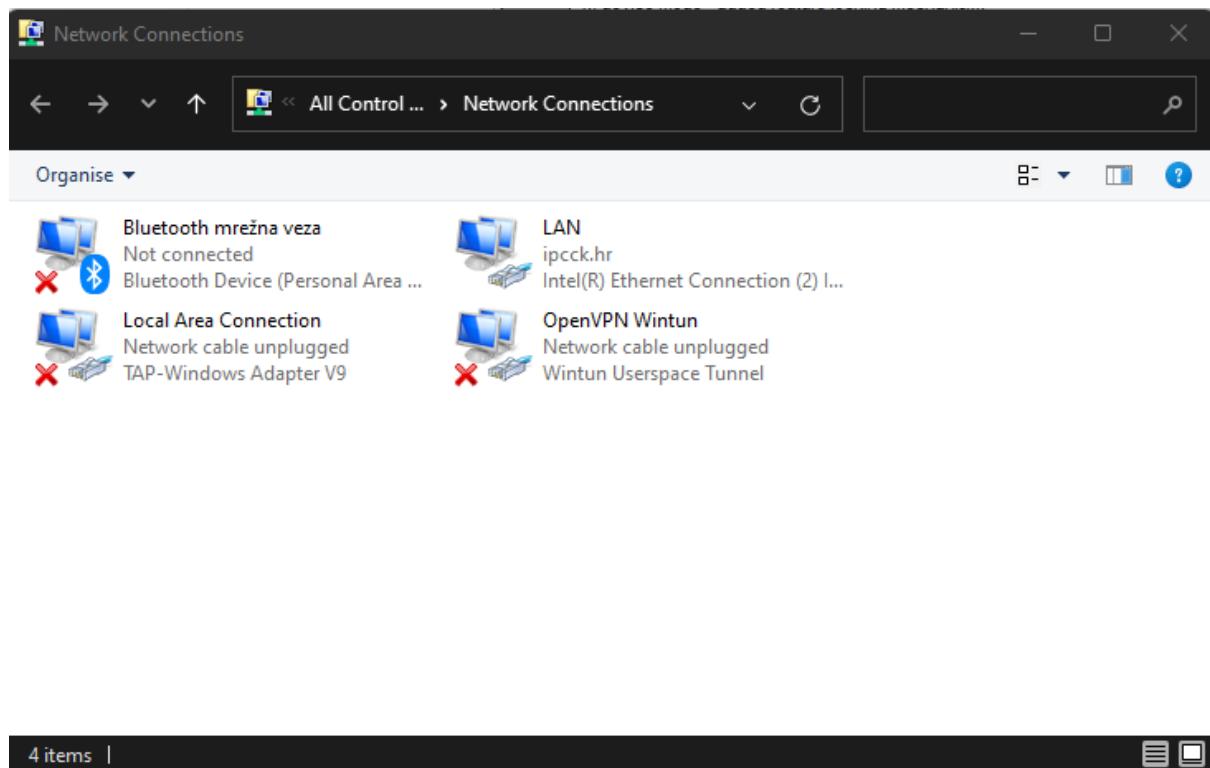
Default Authenticate
 Default Forward
 Hide SSID

enabled running slave running ap

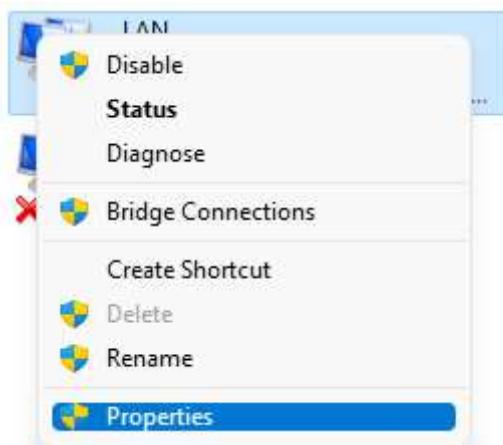
OK Cancel Apply Disable Comment Advanced Mode Torch WPS Accept WPS Client Setup Repeater Scan... Freq. Usage... Align... Sniff... Snooper... Reset Configuration

Nakon toga čemo 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 čemo prikazati kako odraditi tražene promjene postavki na operativnom sustavu Windows 11.

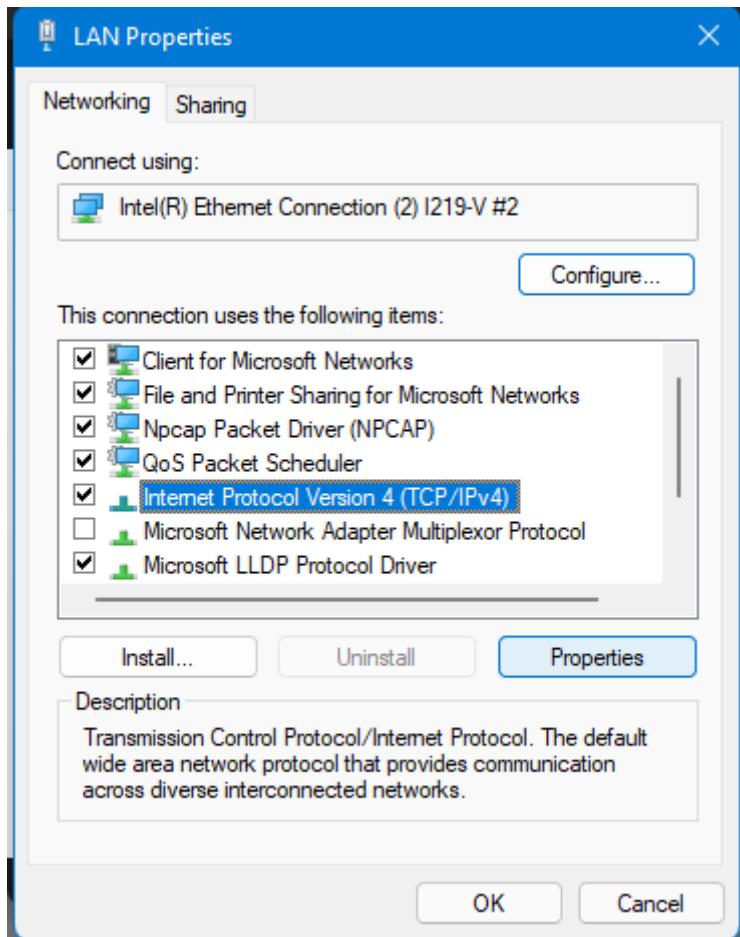
Postupak čemo započeti desnim klikom na Start te odabirom opcije Run. U prozor koji se otvorio upisati čemo naredbu *ncpa.cpl* koja će otvoriti prozor Network Connections, kao na slici:



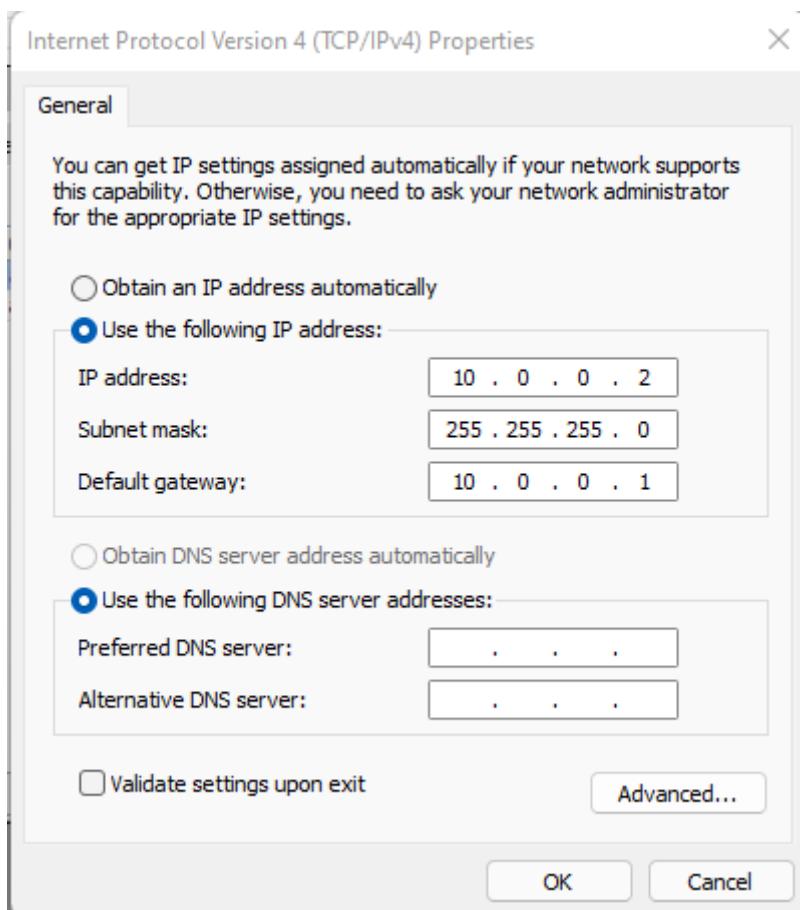
Iz popisa ponuđenih mrežnih sučelja odabrati čemo Ethernet sučelje, te desnim klikom odabrati opciju Properties:



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



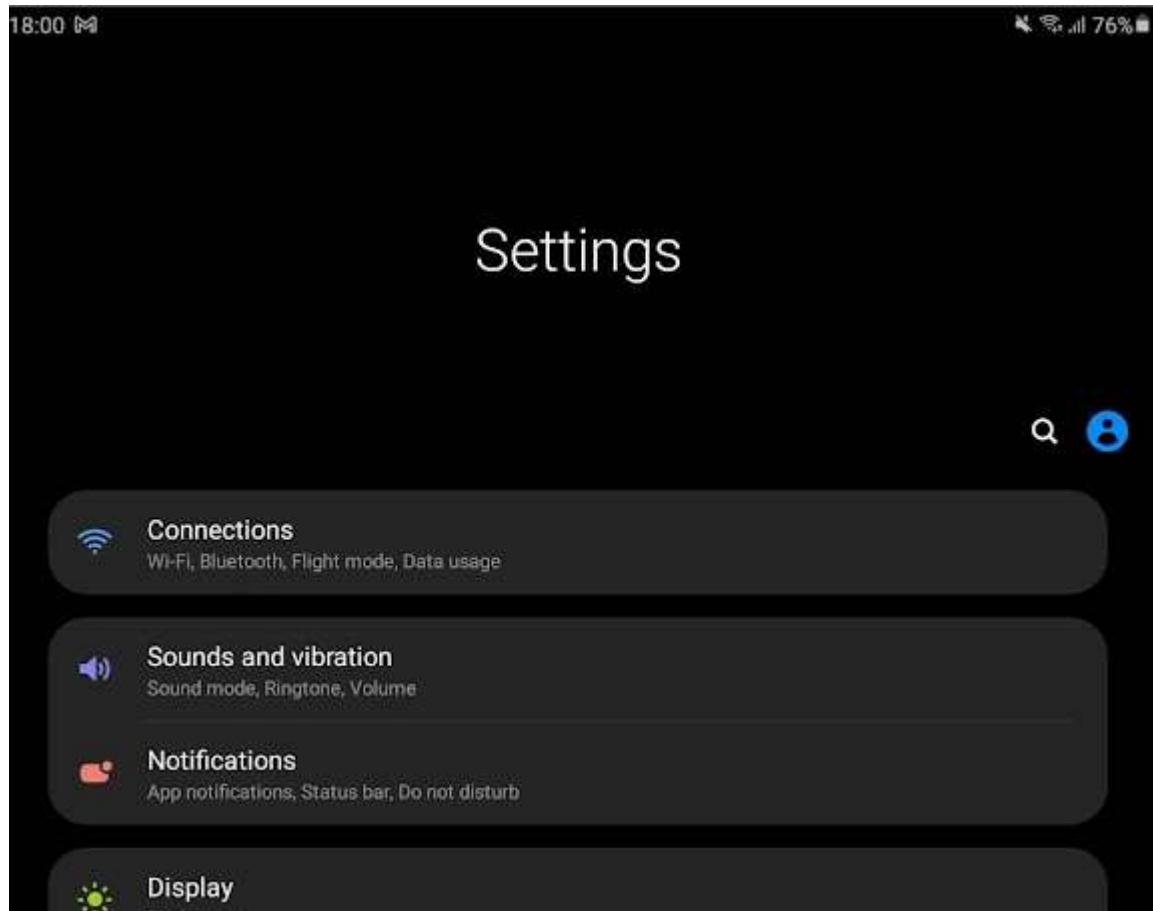
Prozor koji se sljedeći otvara nudi nam opciju da upišemo podatke poput IP adresu, subnet maske, default gateway adresu te ostalih parametara mreže. Za potrebe rješavanja ove vježbe upisati ćemo podatke iz tablice na početku ove vježbe, kao na slici:



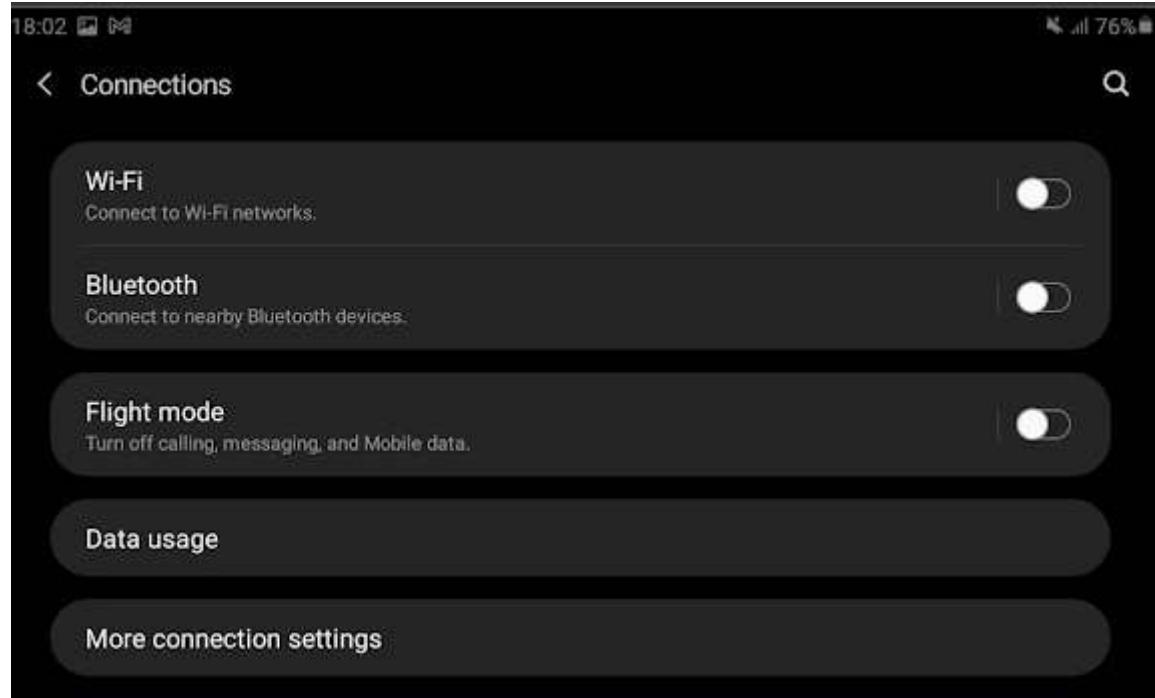
Nakon toga čemo tipkom OK zatvoriti prozore koje smo otvorili te će upisana IP adresa postati aktivna na Ethernet mrežnom sučelju.

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

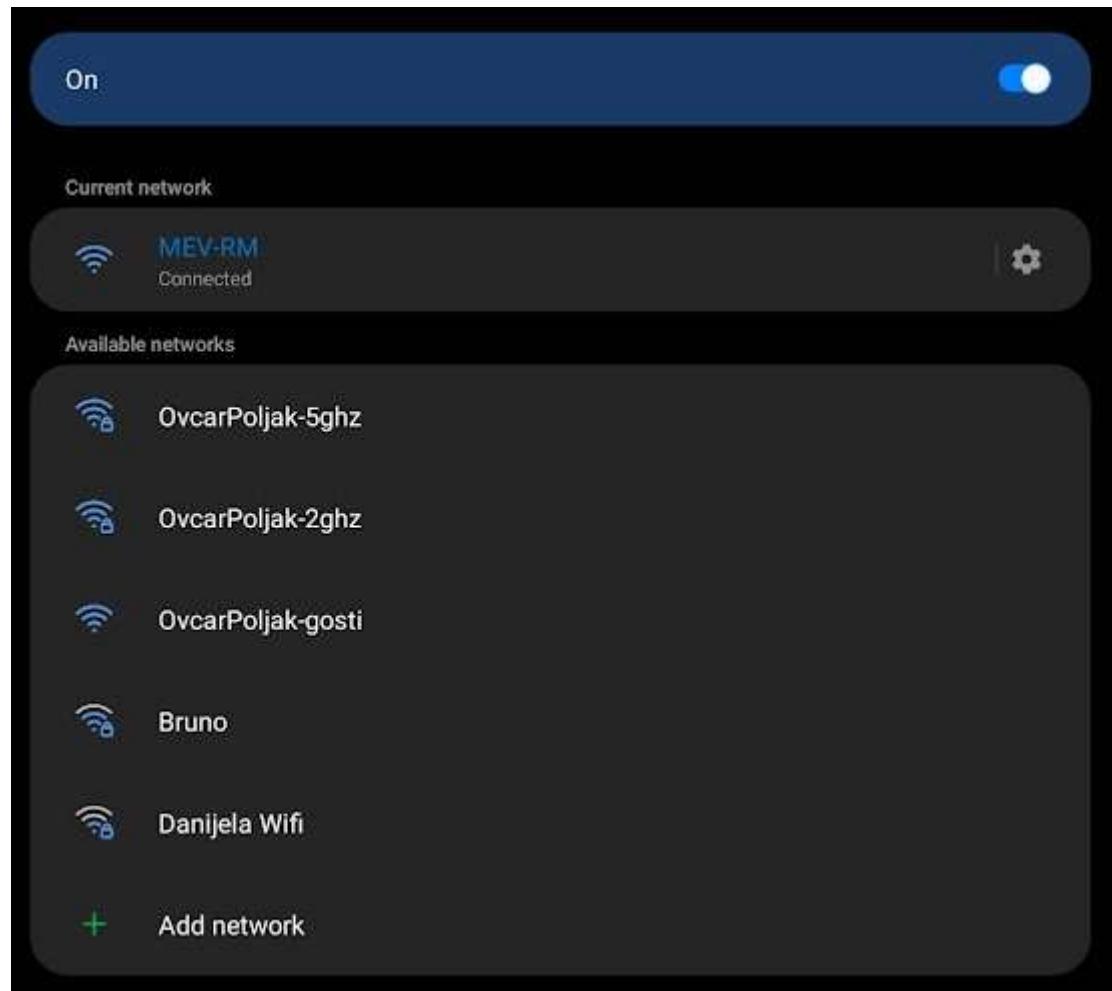
Postupak čemo započeti povezivanjem uređaja na WiFi mrežu koju smo kreirali na Access Point uređaju. Uči čemo u sistemske postavke:



Odabrat Conenctions:

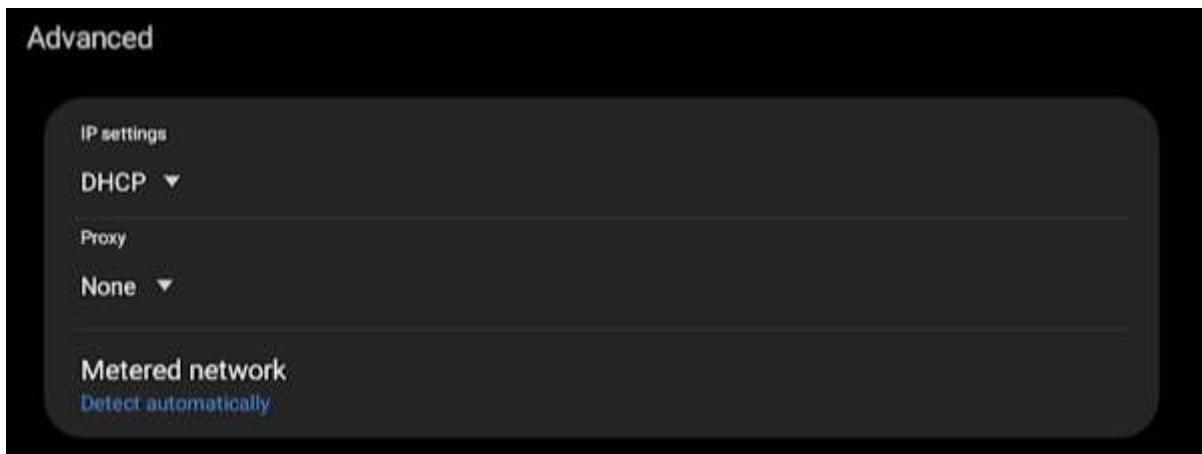


Te aktivirati WiFi pritiskom na tipku za uključivanje WiFi-ja desno od oznake WiFi. Nakon toga pritisnuti ćemo na oznaku WiFi kako bi nam uređaj prikazao popis bežičnih mreža u dometu:

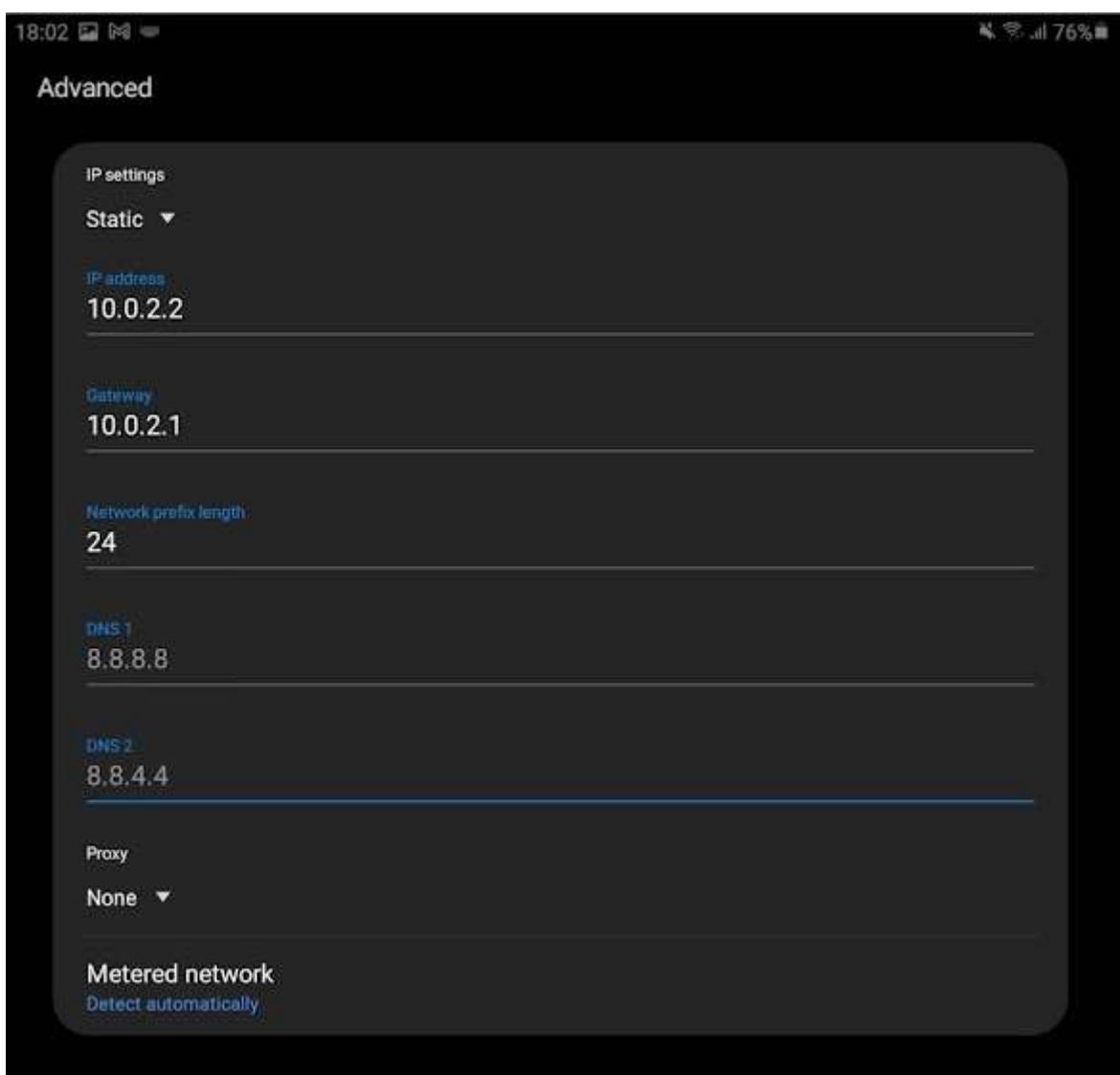


S popisa ćemo odabratiti mrežu MEV-RM te će se uređaj spojiti na istu. Ovisno o verziji operativnog sustava na uređaju, možda će trebati prethodno isključiti opciju da uređaj odbije povezivanje na WiFi mreže koje ne nude izlaz na Internet.

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:

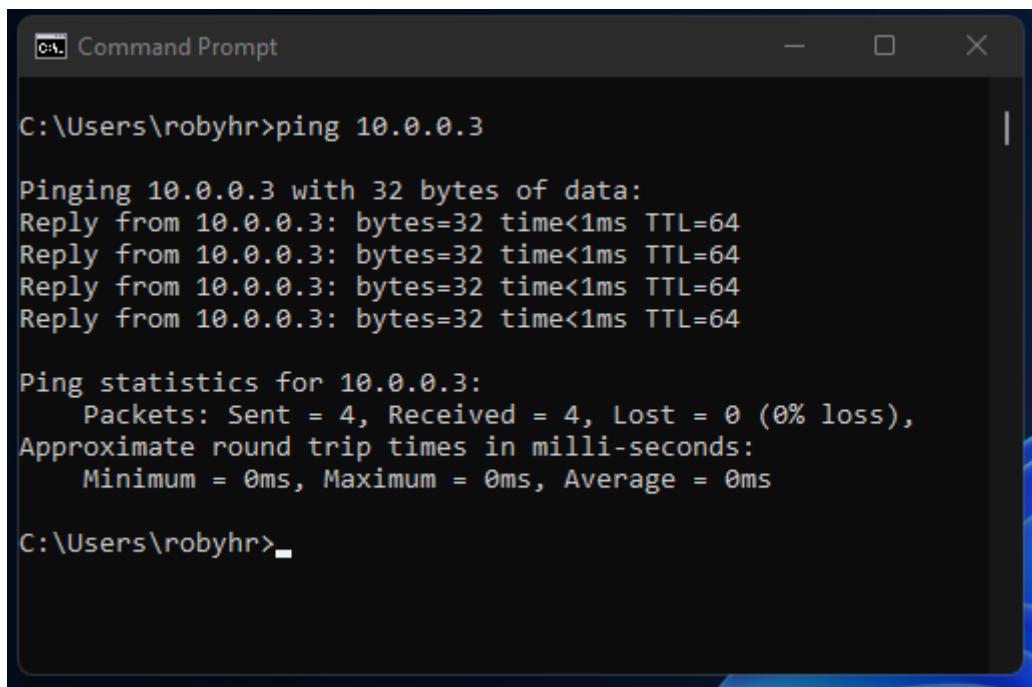


te zatim ručno unijeti mrežne postavke (IP adresa, subnet maska i default gateway), kao na sljedećoj slici, a prema rasporedu iz tablice na početku ovih vježbi:



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

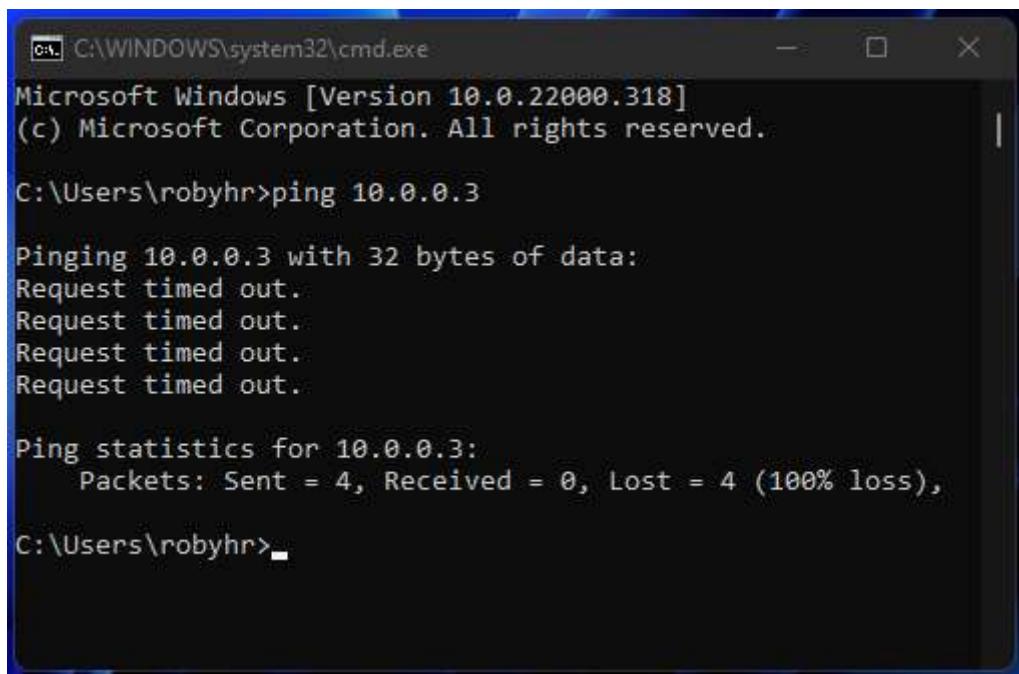
Na Windows 11 računalu ćemo pokrenuti naredbeni redak (Start – Run – „cmd“) te u njemu upisati naredbu ping, te zatim IP adresu na mreži prema kojoj želimo testirati mrežnu povezivost, kao na sljedećoj slici:



```
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  
  
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:\WINDOWS\system32\cmd.exe  
Microsoft Windows [Version 10.0.22000.318]  
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.  
  
C:\Users\robyhr>ping 10.0.0.3  
  
Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:  
Request timed out.  
Request timed out.  
Request timed out.  
Request timed out.  
  
Ping statistics for 10.0.0.3:  
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),  
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
- Laptop0
- Laptop1
- Laptop2
- Tablet PC0
- Tablet PC1
- Tablet PC2
- Router0 (na svim interfaceima)

6. Literatura

Popis literatury:

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