

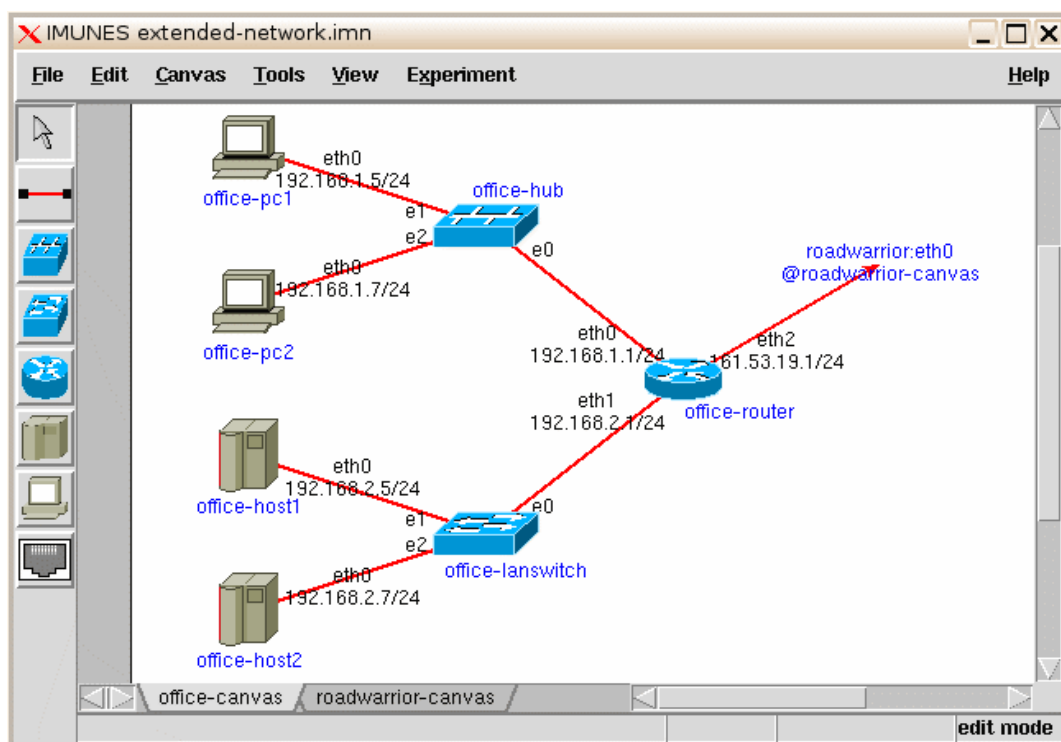


FER

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET
ELEKTROTEHNIKE
I RAČUNARSTVA
ZAVOD ZA TELEKOMUNIKACIJE

IMUNES

Vodič za korisnike



Zagreb, 2008

Sadržaj

1. IMUNES	1
1.1 Pregled dokumenta.....	1
2. Pokretanje IMUNES-a.....	2
3. Primjer s jednostavnom mrežom	3
3.1 Izgradnja jednostavne mreže.....	3
3.1.1 Izgled grafičkog sučelja.....	3
3.1.2 Dodavanje i brisanje mrežnih elemenata.....	4
3.1.3 Premještanje mrežnih elemenata	6
3.1.4 Konfiguriranje jednostavne mreže	7
3.1.5 Konfiguriranje koncentratora i LAN komutatora.....	8
3.1.6 Konfiguriranje PC-a/Hosta.....	8
3.1.7 Statičke rute	9
3.1.8 Konfiguriranje usmjerivača	10
3.1.9 Modeli usmjeravanja	10
3.1.10 Konfiguriranje linka	10
3.2 Simulacija jednostavne mreže.....	12
3.2.1 Pokretanje eksperimenta.....	12
3.2.2 Opcije mrežnih elemenata tokom simulacije	12
3.3 Zaustavljanje eksperimenta.....	14
4. Primjer s proširenom mrežom.....	15
4.1 Izgradnja proširene mrežne topologije.....	15
4.2 Upravljanje radnim ploham.....	16
4.3 Dodavanje i konfiguriranje dodatnog mrežnog sučelja	18
5. Dodatne mogućnosti konfiguriranja	20
5.1 Custom konfiguracija	20
5.2 Dodatne mogućnosti podešavanja virtualnog čvora	20
6. Upravljanje s konfiguracijskim datotekama	22
6.1 Spremanje i otvaranje virtualne mrežne topologije	22
6.2 Pokretanje i zaustavljanje simulacije iz naredbene linije.....	22
Dodatak: VMware player i VMware image	23

1. IMUNES

IMUNES je višeprotokolni mrežni emulator i simulator IP mreža (Integrated Multiprotocol Network Emulator / Simulator). Virtualni čvorovi u IMUNES-u zapravo su preslike mrežnog stoga iz jezgre operacijskog sustava napravljene modifikacijom jezgre operacijskog sustava FreeBSD. Pojedini virtualni čvor može se povezati s drugim virtualnim čvorovima ili s fizičkim mrežnim sučeljem simuliranim linkovima. Svi virtualni čvorovi koriste isti prostor za aplikacije i biblioteke, što IMUNES čini vrlo skalabilnim i jednostavno nadogradivim alatom.

1.1 Pregled dokumenta

Ovaj je vodič namijenjen početnicima, kako u korištenju alata IMUNES tako i u korištenju operacijskog sustava FreeBSD u mrežnom okruženju. Korisnicima omogućuje pripremanje mrežnih simulacija u kratkom vremenu. Zbog toga ne objašnjava sve detalje o korištenju IMUNES-a, nego samo upućuje na osnove korištenja IMUNES-a koje korisnik jednostavno može proširiti i primijeniti na složenije mrežne simulacije.

Dokument je podijeljen u četiri dijela. U prvom dijelu vodiča opisan je sadržaj CD-a koji je potreban za praćenje tečaja, instalacija VMware Playera te pokretanje IMUNES-a u opisanom okruženju. Drugi dio započinje zadanom mrežom, a zatim slijedi detaljno objašnjenje kako zadanu mrežu izgraditi u IMUNES-u, konfigurirati njezine pojedine dijelove i na kraju kako simulirati mrežu. Slično, u trećem dijelu vodiča zadana je nešto složenija mrežna topologija, a zatim su objašnjene dodatne mogućnosti izgradnje i konfiguriranja mreže. U posljednjem dijelu vodiča objašnjene su konfiguracijske datoteke IMUNES-a te pokretanje i zaustavljanje IMUNES-a iz naredbenog retka.

2. Pokretanje IMUNES-a

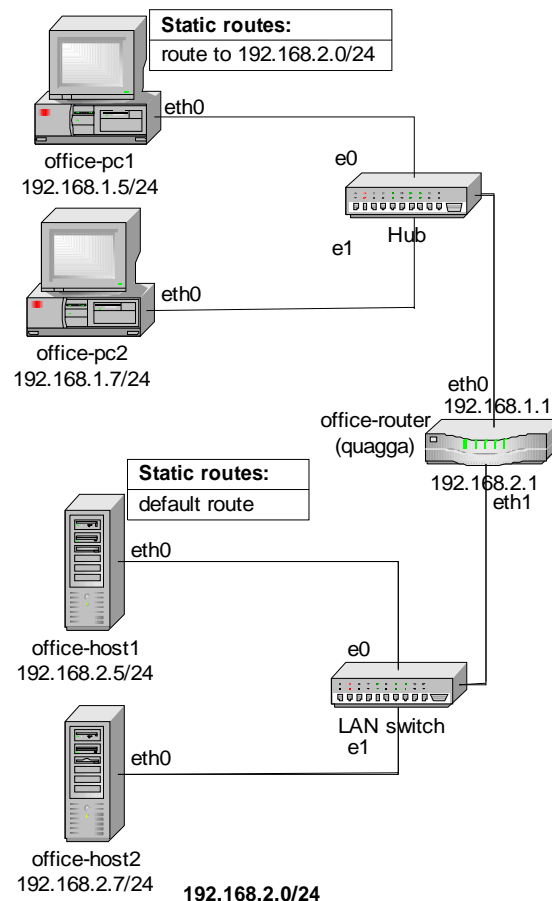
Postoji više mogućnosti za pokretanje IMUNES-a:

- računalo s instaliranim operacijskim sustavom FreeBSD 7.0 i alatom IMUNES,
- butabilni CD s operacijskim sustavom FreeBSD 7.0 i alatom IMUNES,
- VMware Player za pokretanje pripremljenog VMware imageom IMUNES-a.

Upute za instalaciju VMware Playera nalaze i učitavanje VMware imagea nalaze se u dodatku VMware Player i VMware image na kraju vodiča.

3. Primjer s jednostavnom mrežom

U ovom ćemo poglavlju pokazati kako izgraditi, konfigurirati i simulirati mrežnu topologiju sa slike:



Primjer s jednostavnom mrežom

Osobna računala iz mreže 192.168.1.0/24 i poslužitelji iz mreže 192.168.2.0/24 koriste statičke rute. Osobna računala iz prve mreže (192.168.1.0/24) imaju postavljenu samo rutu prema drugoj mreži (192.168.2.0/24). Poslužitelji iz druge mreže (192.168.2.0/24) imaju samo postavljenu podrazumijevanu (default) rutu. Središnji poslužitelj obavlja dinamičko usmjeravanje (posluživanje i primanje ruta) s pomoću programa Quagga.

3.1 Izgradnja jednostavne mreže

IMUNES se može koristiti s pomoću grafičkog sučelja izrađenog u programskog jeziku Tcl/Tk ili iz naredbenog retka. U ovom poglavlju pokazati ćemo korištenje IMUNES-a s pomoću grafičkog sučelja.

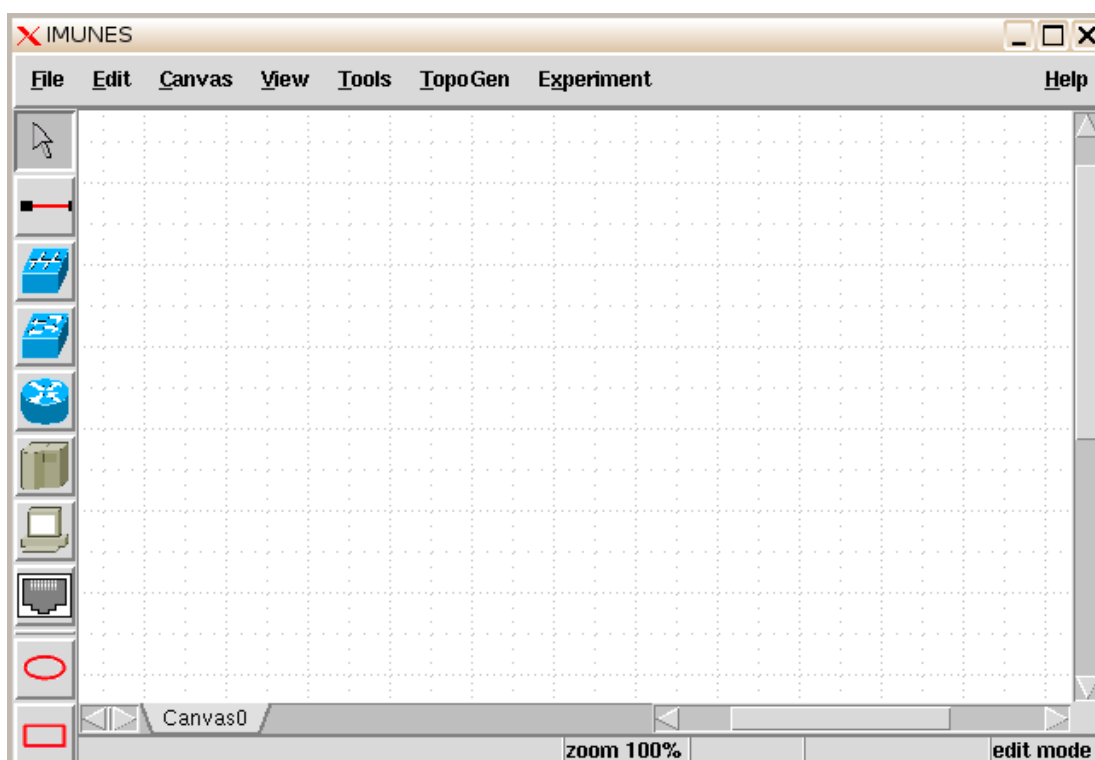
3.1.1 Izgled grafičkog sučelja

Nakon podizanja operacijskog sustava, automatski se pokreće IMUNES tj. otvara njegovo

grafičko sučelje i konzola operacijskog sustava virtualnog računala. Ako IMUNES nije pokrenut, moguće ga je pokrenuti iz izbornika na desktopu virtualnog računala ili iz naredbenog retka (konzole). Pritisnite desnom tipkom miša na desktop virtualnog računala i u otvorenom izborniku odaberite labelu IMUNES. Za pokretanje iz naredbenog retka, upišite naredbu:

```
# imunes &
```

Nakon pokretanja IMUNES-a automatski se otvara grafičko sučelje s glavnim padajućim izbornikom na vrhu, alatnom trakom s lijeve strane i statusnom linijom na dnu. U sredini grafičkog sučelja nalazi se radni prostor Canvas0. Desna strana statusne linije upućuje nas da se nalazimo u načinu rada *Edit*, što je ujedno i podrazumijevana postavka nakon inicijalnog pokretanja alata IMUNES ili nakon stvaranja nove mrežne topologije pomoću *File*→*New* iz glavnog padajućeg izbornika. U spomenutom načinu rada (*Edit*) obavlja se izgradnja i konfiguriranje mrežne topologije. Drugi mogući način rada je *Execute* i u njemu se obavlja simulacije mrežne topologije. Objašnjenje o tome kako se obavlja simulacija mrežne topologije objašnjeno je u poglavlju Izvršavanje jednostavne mreže.



Izgled praznog grafičkog sučelja

3.1.2 Dodavanje i brisanje mrežnih elemenata

Mrežni elementi (čvorovi i linkovi) za izgradnju mrežne topologije nalaze se u alatnoj traci:



PC



*Poslužitelj
(Host)*



*Usmjerivač
(router)*



*Komutator
(LAN switch)*



*Koncentrator
(hub)*

Postoji 5 različitih vrsta čvorova koje na temelju njihovih konfiguracijskih parametara svrstavamo u dvije grupe:

- elementi sloja podatkovnog linka (LAN komutator i koncentrator) i
- elementi mrežnog sloja (PC, Host, usmjerivač).

Kako biste neki mrežni element smjestili na radnu podlogu, pritisnite na taj element u alatnoj traci i zatim ponovo pritisnite na radnu plohu.

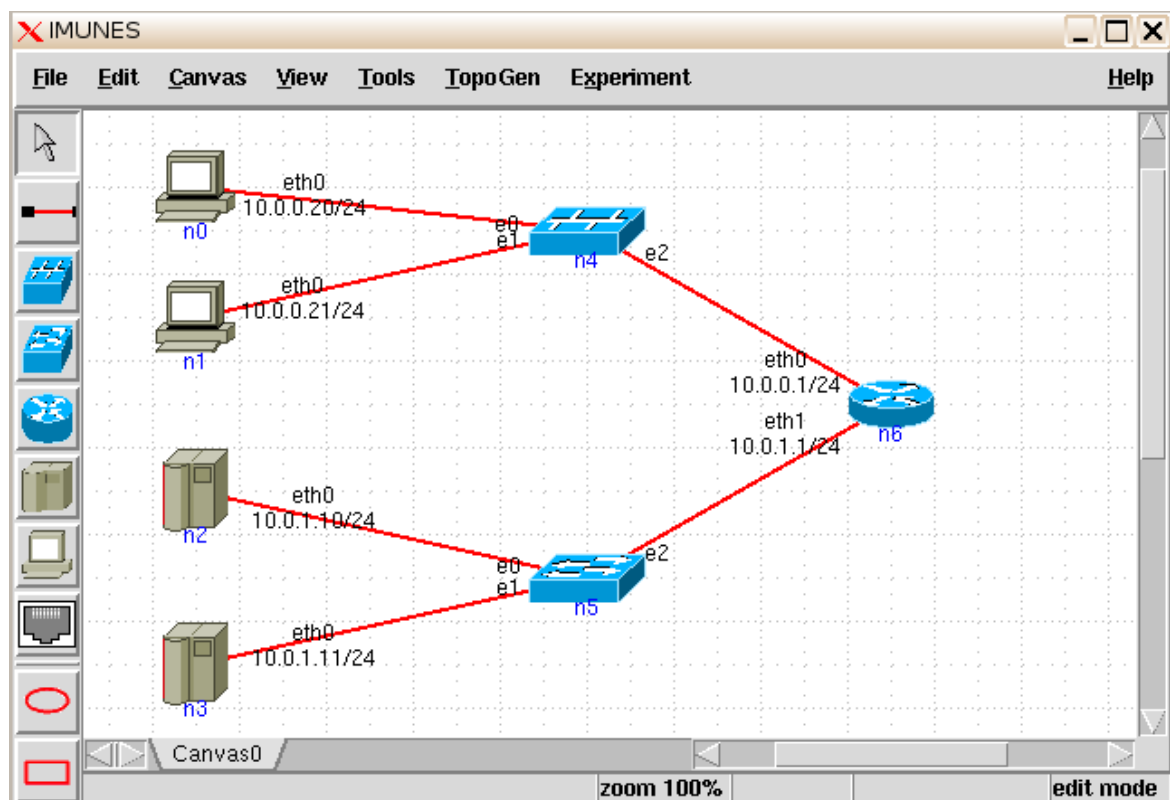
U alatnoj traci nalazi se i link za povezivanje mrežnih elemenata:



Link

Pritisnite na link u alatnoj traci, zatim pritisnite na izvorišni čvor (nemojte otpuštati tipku miša) i povucite link do odredišnog čvora. Sustav automatski dodjeljuje IP adrese svim sučeljima.

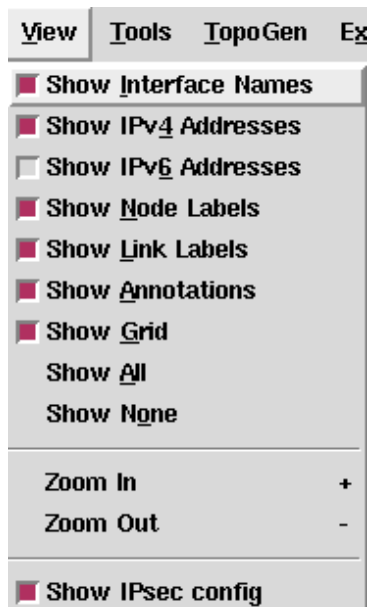
Izgrađena mrežna topologija trebala bi izgledati ovako:



Jednostavna mrežna topologija

Nakon spajanja čvorova linkom, i na izvorišnom i na odredišnom čvoru automatski se postavljaju konfiguracijski parametri. Neki od automatski postavljenih konfiguracijskih parametara vidljivi su na radnoj plohi: nazivi mrežnih sučelja mrežnih elemenata podatkovnog sloja (e0, e1, e2) i mrežnog sloja (eth0, eth1), nazivi čvorova (n0, n1, n2, itd), IPv4/IPv6 adrese mrežnih elemenata (PC, Host, router) i parametri linkova.

Korisnik može sam odabrati koje konfiguracijske parametre želi imati prikazane na radnoj plohi. Primjerice, u ovom jednostavnom scenariju nisu nam potrebne IPv6 adrese i propusnost linkova prikazani na podlozi te ćemo ih isključiti u glavnom padajućem izborniku *View*→*Show IPv6 Addresses* and *View*→*Show Link Labels*.



Padajući izbornik View

Ako se mišem pozicioniramo na čvor ili link, neki od konfiguriranih parametara ispisuju se s lijeve strane statusne linije:

```
{n6} router6 (quagga): eth0:10.0.0.1/24 eth1:10.0.1.1/24
```

Konfiguracijski parametri središnjeg usmjeritelja prikazani u statusnoj liniji

Kako biste obrisali željeni čvor, odaberite čvor pomoću alata *Select* (iz alatne trake na lijevoj strani) tj. pritisnite na alat *Select* (ili pritisnite tipku *Esc* na tipkovnici), zatim na željeni čvor i na kraju pritisnite tipku *Delete* na tipkovnici. Druga mogućnost za brisanje čvora je pritisak desnom tipkom miša na čvor, držite pritisnutu tipku miša i pozicionirajte se na labelu *Delete* u otvorenom izborniku virtualnog čvora. Brisanje čvora povlači za sobom brisanje pridruženog linka.

3.1.3 Premještanje mrežnih elemenata

Nakon što je čvor postavljen na radnu plogu, pomoću alata *Select* čvor (zajedno s nazivom ili bez naziva) možemo premjestiti na neku drugu poziciju.



Alat Select



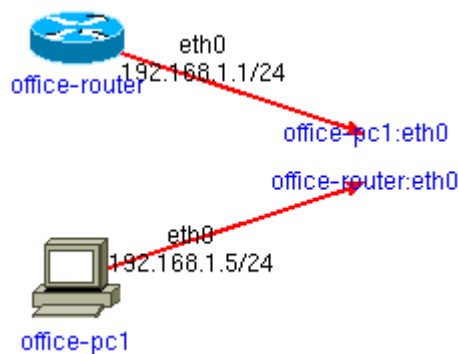
router6

Alatom Select moguće je premjestiti čvor i njegov naziv

Slično kao što možemo premjestiti čvor zajedno s njegovim nazivom, tako možemo premjestiti i skupinu čvorova odjednom (pomoću alata **Select**). Prvo treba odabrati grupu čvorova (s pomoću tipku **Ctrl** na tipkovnici i lijeve tipke miša ili tako da mišem zaokružimo željenu grupu čvorova), zatim lijevom tipkom miša pritisnuti na odabrane čvorove, nastaviti držati lijevu tipku miša te miš odvući na željenu poziciju.

Interesantna je također i opcija **Edit→Select All** iz glavnog padajućeg izbornika koja omogućuje odabiranje premještanje cijele mrežne topologije, kao i opcije **Tools→Rearrange** i **Tools→Rearrange All** koje omogućavaju automatsko preslagivanje svih mrežnih elemenata na radnoj plohi ili preslagivanje skupine elemenata. Preslagivanja mrežnih elemenata zaustavlja se pritiskom lijeve tipke miša (s odabranim alatom **Select**) na radnu plohu.

Linkovi se mogu razlomiti u dva dijela pri čemu pojedini dio možemo pomicati nakon što ga označimo alatom **Select**. Pritisnite desnom tipkom miša na link kako biste otvorili padajući izbornik linka, nastavite držati tipku miša pritisnutom i odvedite strelicu miša na labelu **Split** kako biste razlomili link na dva dijela.



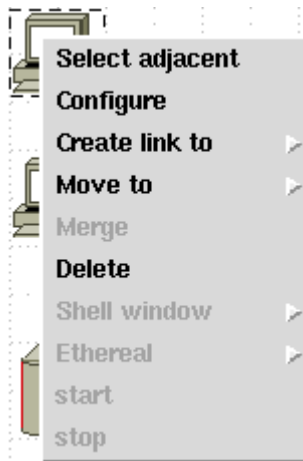
Link se može razdvojiti u dva dijela

Pojedini dijelovi linka mogu se ponovo sastaviti u jedinstveni link s pomoću opcije **Merge** u padajućem izborniku linka ili se razlomljeni linkovi mogu sakriti s pomoću kombinacije tipki **Control-I** na tipkovnici.

3.1.4 Konfiguriranje jednostavne mreže

Automatski konfigurirani parametri mrežnih elemenata dovoljni se za pokretanje simulacije (IPv4/IPv6 adrese, podrazumijevana statička ruta na čvorovima tipa PC i Host i parametri potrebni za dinamičko usmjeravanja na usmjerivaču). No, u ovom primjeru pokazat ćemo kako konfigurirati nove parametre, zadane mrežnom topologijom na početku poglavlja.

Kako biste otvorili konfiguracijski prozor virtualnog čvora, pritisnite dva puta mišem na čvor ili pritisnite desnom tipkom miša na čvor, nastavite držati tipku miša pritisnutu i odvedite strelicu miša na labelu **Configure**.



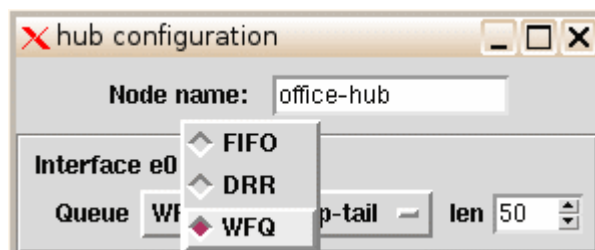
Izbornik čvora u načinu rada edit

Postoje četiri vrste konfiguracijskih prozora (ovisno o vrsti mrežnog elementa):

- konfiguracijski prozor koncentratora i LAN komutatora,
- PC/Host konfiguracijski prozor,
- konfiguracijski prozor usmjerivača,
- konfiguracijski prozor linka.

3.1.5 Konfiguriranje koncentratora i LAN komutatora

Koncentratoru i LAN komutatoru promijenit ćemo naziv i konfigurirati ih tako da koriste WFQ (Weighted Fair Queuing) tehniku raspoređivanja paketa, a ne tehniku FIFO što je podrazumijevana postavka. Pritisnite lijevom tipkom miša na opciju Queue u konfiguracijskom prozoru i odvućte miš do labela WFQ.



Parametri sloja podatkovnog linka u konfiguracijskom prozoru koncentratora

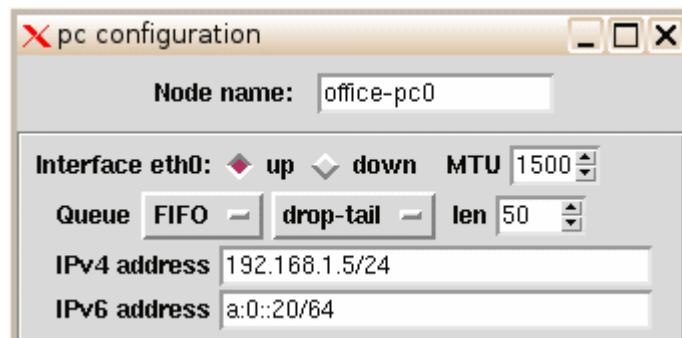
Promijenjene postavke primijenite pomoću tipke Apply na dnu konfiguracijskog prozora.

3.1.6 Konfiguriranje PC-a/Hosta

Konfiguracijski prozor računala sadrži polje u koje se upisuje naziv čvora i konfiguracijske parametre podatkovnog sloja koje smo već vidjeli u konfiguracijskom prozoru koncentratora i LAN komutatora. Dodatno, sadrži i konfiguracijske parametre za mrežno sučelje i usmjeravanje. U polje u koje se upisuje naziv čvora upisat ćemo nove nazive za sve čvorove na temelju slike mrežne topologije s početka poglavlja (office-pc1, office-pc2, office-host1 i office-host2).

Također, promijenit ćemo i IP adrese kako bismo računala smjestili u mrežu

192.168.1.0/24 ili 192.168.2.0/24. IP adrese u pripadajuća polja upisuju se isključivo u obliku CIDR što znači da nakon 32-bitne IPv4 adrese slijedi kosa crta i duljina mrežne maske.



Parametri mrežnog sloja u konfiguracijskom prozoru PC-a

3.1.7 Statičke rute

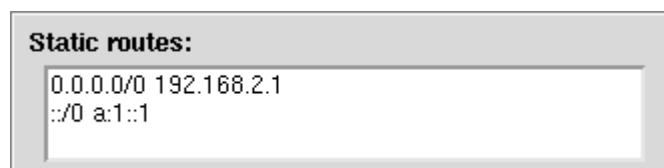
Čvorovi tipa PC i Host koriste statičke tablice usmjeravanja. Automatski konfigurirane tablice sadrže samo podrazumijevanu rutu. Svaka ruta, uključujući podrazumijevanu sastoji se od dva stupca:

1. odredišna mreža: IP adresa u CIDR obliku (IP adresa, kosa crta, duljina mrežne maske),
2. sučelje koje predstavlja sljedeći skok na putu pakete prema odredištu: IP adresa bez kose crte i duljine mrežne maske.

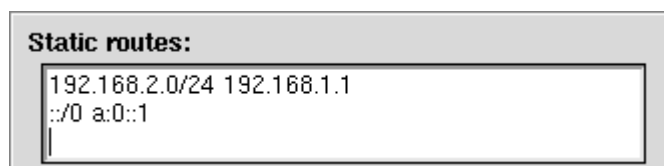
Bilo koja drugačija sintaksa statičkih ruta prouzrokovat će grešku kod učitavanja tablice usmjeravanja te će takva ruta biti ignorirana.

Dodati ćemo statičku rutu na računala *office-pc1* i *office-pc2* prema odredišnoj mreži 192.168.2.0/24 preko prilaza (gateway) s adresom 192.168.1.1. Na računalima *office-host1* i *office-host2* ostavit ćemo podrazumijevanu rutu, ali ćemo promijeniti adresu prilaza u 192.168.2.1.

Promijenjene konfiguracijske parametre pohranit ćemo pritiskom na tipku Apply.



Podrazumijevana ruta na računalima office-host1 i office-host



Nova statička ruta na računalima office-pc1 i office-pc2

3.1.8 Konfiguriranje usmjerivača

U konfiguracijskom prozoru usmjerivača promijenit ćemo naziv usmjerivača u `office-router` i IP adrese na oba mrežna sučelja: `192.168.1.1/24` na mrežnom sučelju `eth0` i `192.168.2.1` na mrežnom sučelju `eth1`.

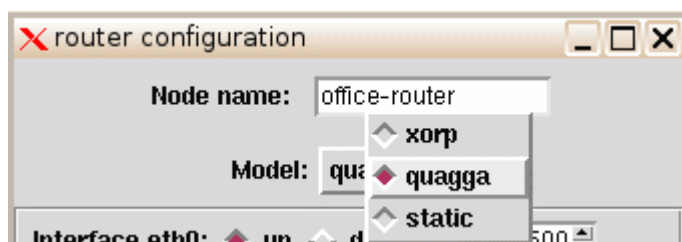
3.1.9 Modeli usmjeravanja

Konfiguracijski prozor usmjerivača sadrži polja koja smo već vidjeli u konfiguracijskom prozoru PC-a i Hosta, uz dodatak izbornika u kojem se odabire model usmjeravanja.

Postoje tri modela usmjeravanja:

1. xorp (eXtensible Open Router Platform),
2. quagga, koja podržava veći broj protokola dinamičkog usmjeravanja: RIP, RIPng, OSPF, BGP),
3. statičko usmjeravanja s tablicom statičkih ruta kakve smo već vidjeli kod običnih računala (PC, Host).

Ostaviti ćemo podrazumijevano postavljen model usmjeravanja – quaggu s protokolom RIP.



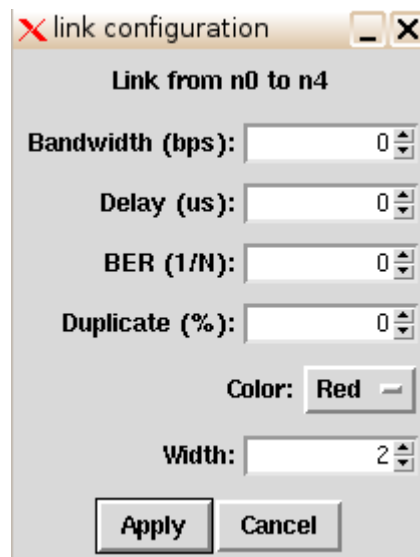
Modeli usmjeravanja u konfiguraciji usmjerivača

3.1.10 Konfiguriranje linka

Konfiguracijski prozor linka omogućuje konfiguriranje propusnosti linka (između 100 i 10^9 bitova u sekundi), propagacijsko kašnjenje (između 0 i 10^7 us), BER (između 0 i $1/10^{12}$) te vjerojatnost dupliciranja paketa (između 0 i 50%). Dodatno, moguće je postaviti boju i debljinu linije linka.

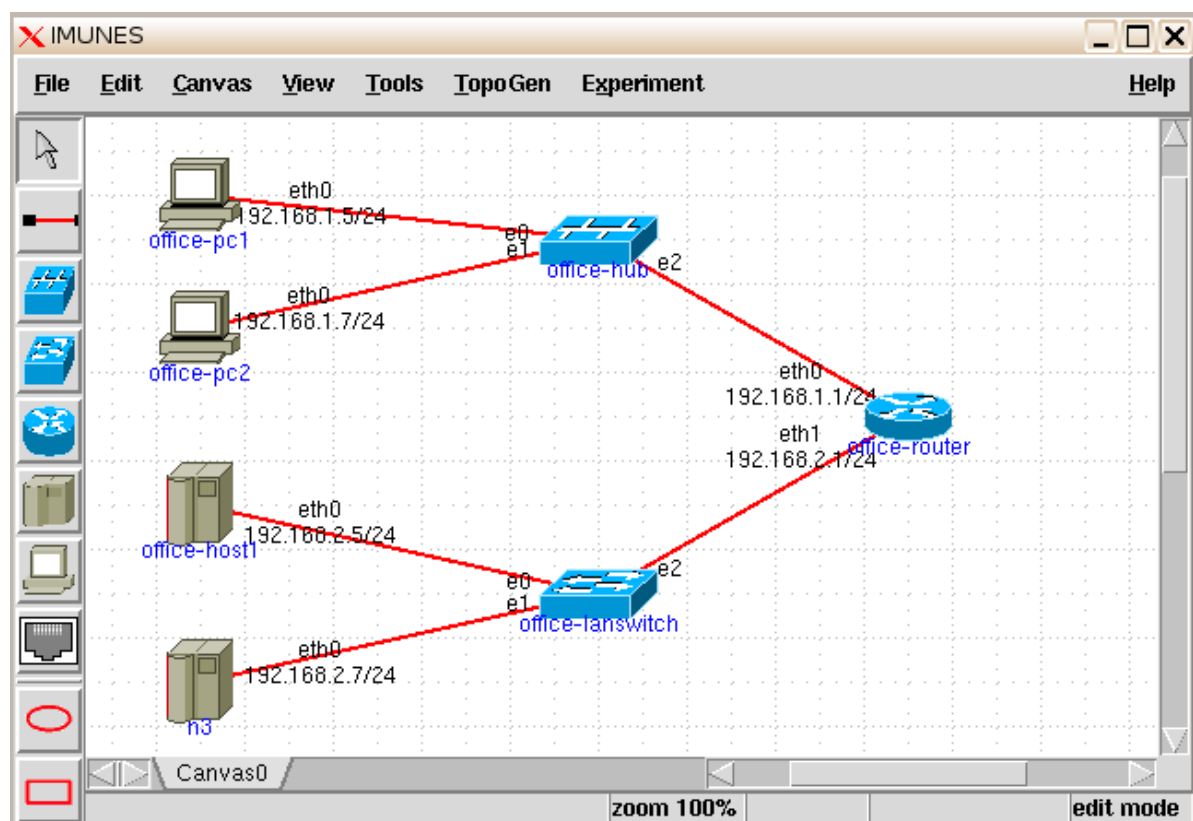
Ostaviti ćemo podrazumijevane postavke na svim linkovima osim na linku između koncentratora `office-hub` i usmjerivača `office-router`. Podrazumijevane postavke su sljedeće: link koji prenosi pakete bez grešaka i s 0 vjerojatnosti za udvostručenje paketa, s propusnošću 10^8 i bez propagacijskog kašnjenja.

Na linku između koncentratora `office-hub` i usmjerivača `office-router` postaviti ćemo kašnjenje od $30\mu s$ koje ćemo ispitati pomoću alata `traceroute` kod simulacije.



Konfiguracijski prozor linka

Sada bi vaša konfigurirana topologija trebala izgledati ovako:



Dodatno konfigurirana jednostavna mreža

3.2 Simulacija jednostavne mreže

3.2.1 Pokretanje eksperimenta

Nakon izgradnje i konfiguracije mrežne topologije u načinu rada *Edit*, za simulaciju takve mrežne topologije potrebno je način rada promijeniti u *Execute* s pomoću opcije *Experiment*→*Execute* u glavnom padajućem izborniku. Nakon pokretanja eksperimenta, IMUNES stvara konfiguriranu virtualnu mrežnu topologiju u jezgri operacijskog sustava za što je potrebno nekoliko sekundi. Za to vrijeme, svi događaji koji se odvijaju prikazuju se na lijevoj strani statusne linije na dnu prozora.

Uz to što se na svakom stvorenom čvoru postavljaju konfiguracijski parametri podešeni u pripadajućem konfiguracijskom prozoru, svaki čvor dobiva sučelje *loop back*, na usmjerivaču se omogućava prosljeđivanje paketa u jezgri, a na poslužiteljima se pokreću servisi *portmap*, *inetd* i *netserver*.

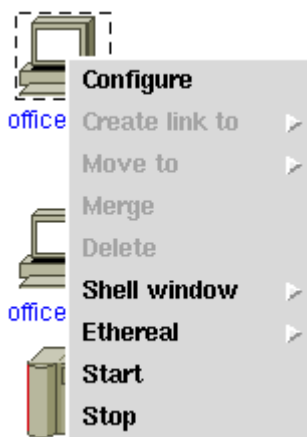
Network topology instantiated in 19 seconds (7 nodes and 6 CPU 9% mbuf/clus 0%/0% exec mode

Poruka o uspješnom instanciranju mrežne topologije

Mreža je spremna za simulaciju nakon što se u statusnoj liniji pojavi poruka o uspješnom instanciranju mrežne topologije i vremenu utrošenom za taj proces.

3.2.2 Opcije mrežnih elemenata tokom simulacije

Otvaranje konfiguracijskog prozora mrežnog elementa u načinu rada *Execute* potpuno je jednako kao i u načinu rada *Edit*. Pritisnite desnom tipkom miša na čvor ili link i odvedite kursor do tražene labele. Otvoreni padajući izbornik u načinu rada *Execute* sličan je onome u načinu rada *Edit*, ali ima manji broj labela. No, ima i dvije nove labele koja omogućavaju otvaranje *shell* prozora i pokretanja alata *Ethereal* za analiziranje prometa.



Konfiguracijski prozor mrežnog elementa u načinu rada Execute

Labela *Configure* postoji i na čvorovima i na linkovima. U načinu rada *Execute* nije moguće mijenjati *runtime* konfiguracijske parametre kao što su parametri mrežnog sučelja, parametri sučelja podatkovnog sloja, parametri za usmjeravanje ili parametri linka. Takvi parametri se tokom simulacije mogu mijenjati jedino iz *shell* prozora na pojedinom čvoru. Drugim riječima, glavna namjera opcije *Configure* tijekom simulacije je pregled konfiguracijskih parametara.

Iz shell prozora možemo provjeriti konfiguracijske parametre:

```
IMUNES: office-pc1 (console)
# ifconfig eth0
eth0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.1.5 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.1.255
    inet6 fe80::4200:aaff:feaa:0%eth0 prefixlen 64 scopeid 0x2
    inet6 a::20 prefixlen 64
    ether 40:00:aa:aa:00:00
#
```

Shell prozor na računalu office-pc1: parametri mrežnog sučelja

```
IMUNES: pc0 (console)
# traceroute 192.168.1.1
traceroute to 192.168.1.1 (192.168.1.1), 64 hops max, 44 byte packets
 1 192.168.1.1 (192.168.1.1) 409.566 ms 203.242 ms 204.943 ms
#
```

Traceroute iz prve mreže prema usmjerivaču office-router (s 30us kašnjenja na linku između koncentratora office-hub i usmjeravača office-router)

```
IMUNES: office-pc1 (console)
# netstat -rf inet
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags    Refs      Use  Netif  Expire
localhost        localhost        UH        0         0    lo0
192.168.1         link#2           UC        1         0    eth0
192.168.1.1       40:00:aa:aa:00:04 UHLW      1         0    eth0    736
192.168.2         192.168.1.1     UGSc      0         0    eth0
#
```

Shell prozor na računalu office-pc1, statičke rute

```
IMUNES: host3 (console)
# traceroute 192.168.2.1
traceroute to 192.168.2.1 (192.168.2.1), 64 hops max, 44 byte packets
 1 192.168.2.1 (192.168.2.1) 0.275 ms 0.244 ms 0.273 ms
#
```

Traceroute iz druge mreže prema usmjerivaču office-router (bez kašnjenja na linku između LAN komutatora office-lanswitch i usmjerivača office-router)

3.3 Zaustavljanje eksperimenta

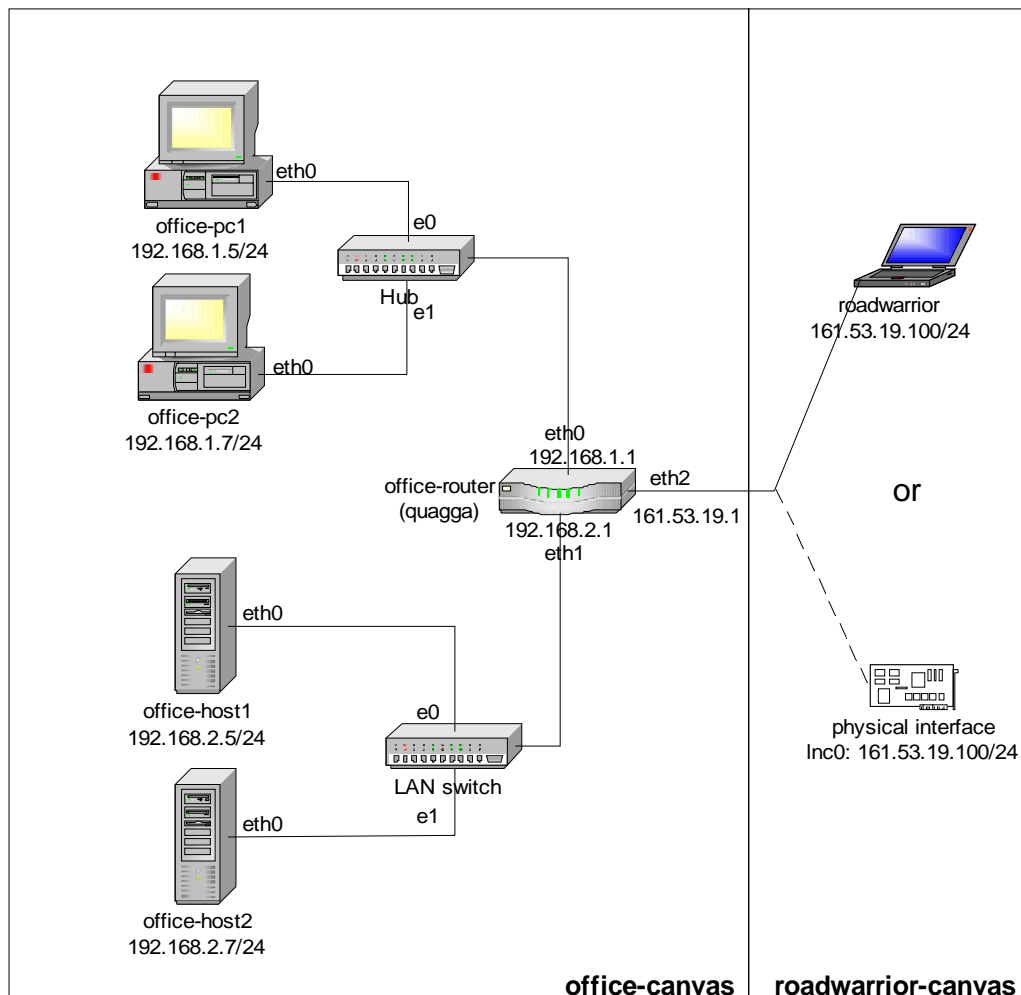
Cleanup completed in 4 seconds.		edit mode
---------------------------------	--	-----------

Poruka o uspješnom “čišćenju” mrežne topologije u statusnoj liniji

Alat `Select` je jedini alat koji je dostupan tijekom simulacije tj. u načinu rada *Execute*. Slično, ni neke od opcija iz padajućeg izbornika čvora ili glavnog padajućeg izbornika ne mogu se koristiti u tom načinu rada. Prije njihova korištenja treba prijeći u način rada *edit* pomoću opcije *Experiment→Terminate*. Prijelaz u način rada *edit* gotov je nakon što se u statusnoj liniji ispiše poruka o uspješnom čišćenju simulirane mrežne topologije.

4. Primjer s proširenom mrežom

U ovom su poglavlju objašnjene dodatne mogućnosti izgradnje i konfiguriranja mrežne topologije kroz topologiju koja je u odnosu na topologiju iz prethodnog poglavlja ponešto promijenjena i proširena:



Proširena mrežna topologija

4.1 Izgradnja proširene mrežne topologije

Jednostavnu mrežnu topologiju iz prethodnog poglavlja proširit ćemo dodavanjem pokretnog (**roadwarrior**) klijenta i fizičkog sučelja koje ćemo postaviti na novu radnu plohu (**canvas**). Postojeća konfiguracijska datoteka **IMUNES-a** u kojoj je opisana jednostavna mrežna topologija izgrađena i konfigurirana u prethodnom poglavlju otvara se pomoću opcije **File→Open** iz glavnog padajućeg izbornika. Alternativno, moguće je pokrenuti **IMUNES** tako da navedenu konfiguracijsku datoteku s **imn** ekstenzijom definiramo kao argument u pozivu alata:

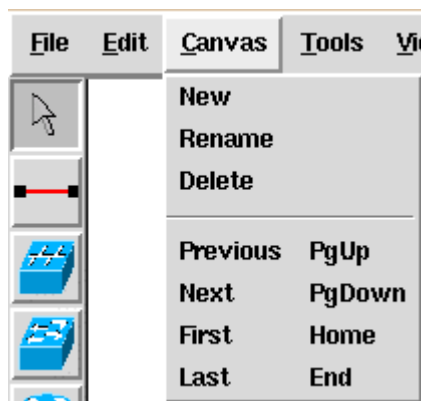
```
# imunes simple-network.imn.
```

Prethodno provjerite nalazite li se u načinu rada **Edit** te se prema potrebi prebacite u taj

način rada s pomoću opcije *Experiment→Terminate*.

4.2 Upravljanje radnim ploham

Nova radna ploha (tzv. Canvas) dodaje se pomoću opcije *Canvas→New* iz glavnog padajućeg izbornika. Tako stvorena nova radna ploha dobiva unaprijed dodijeljen naziv CanvasX pri čemu je X redni broj radne plohe.

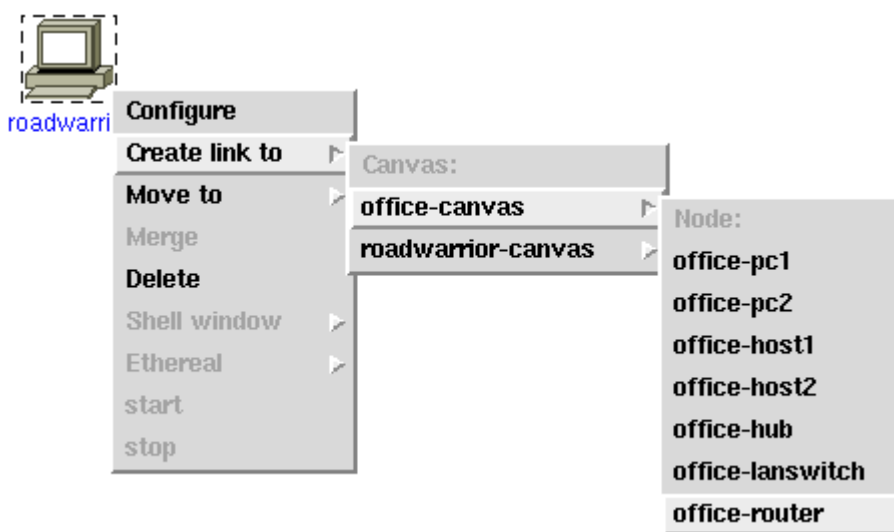


Izbornik Canvas u glavnom padajućem izborniku

Promjena naziva radne plohe Canvas0 u office-canvas i radne plohe Canvas1 u roadwarrior-canvas obavlja se s pomoću opcije *Canvas→Rename* iz glavnog padajućeg izbornika. Navedena opcija mijenja naziv trenutno aktivne radne plohe.

Slično, opcija *Canvas→Delete* briše aktivnu radnu plohu, dok su druge opcije iz glavnog padajućeg izbornika *Canvas* namijenjene odabiru radne plohe (*Previous*, *Next*, *First*, *Last*). Odabir radne plohe moguće je napraviti tabovima (office-canvas tab i roadwarrior-canvas tab) koji se nalaze neposredno iznad statusne linije.

S pomoću alata PC iz alatne trake smjestite novo računalo na radnu plohu roadwarrior-canvas. Otvorite konfiguracijski prozor novog računala dvostrukim pritiskom na računalo i promijenite naziv računala u roadwarrior. Primijetite da konfiguracijski prozor ne sadrži parametre mrežnog sučelja. Oni će biti vidljivi tek nakon spajanja računala linkom s nekim drugim virtualnim čvorom ili fizičkim sučeljem.



Opcija 'Create link to' u izborniku mrežnog elementa

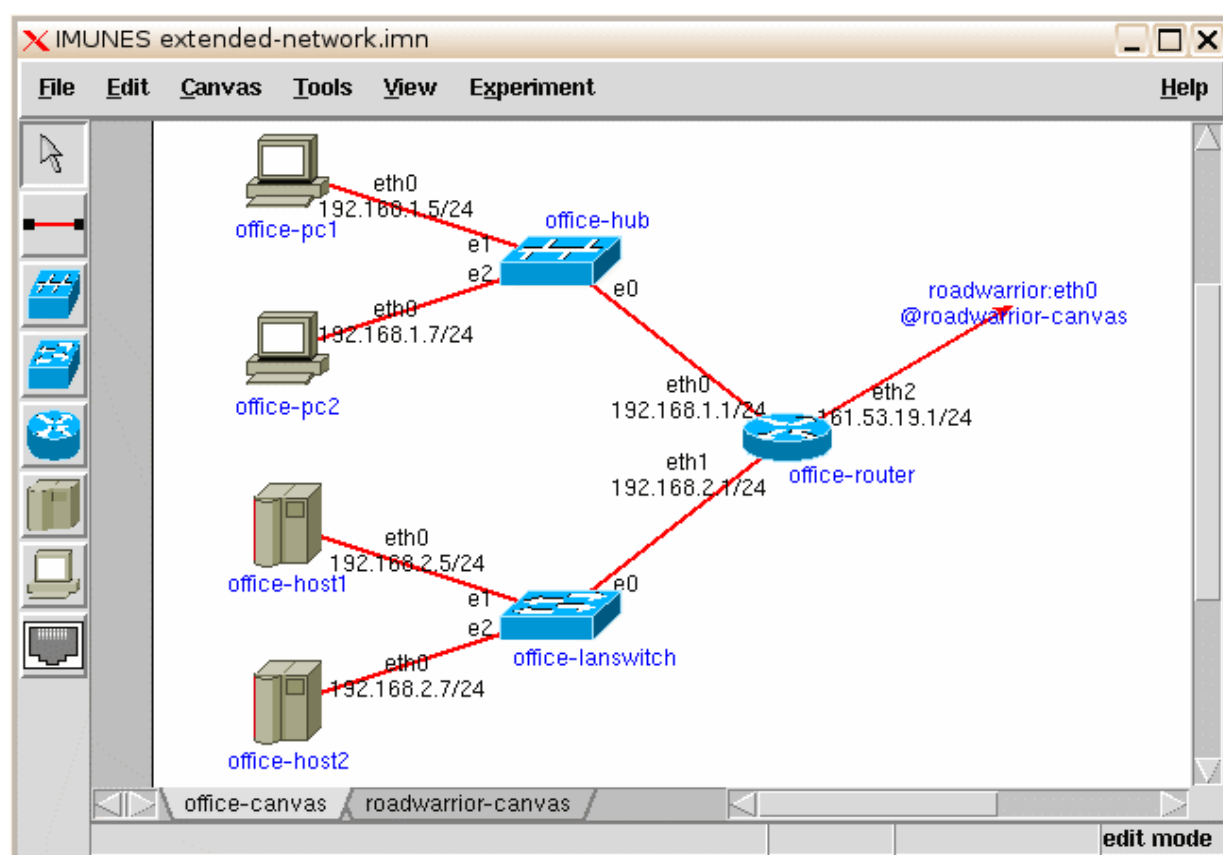
```

office-router:eth2      eth0
@office-canvas         161.53.19.100/24
                        roadwarrior

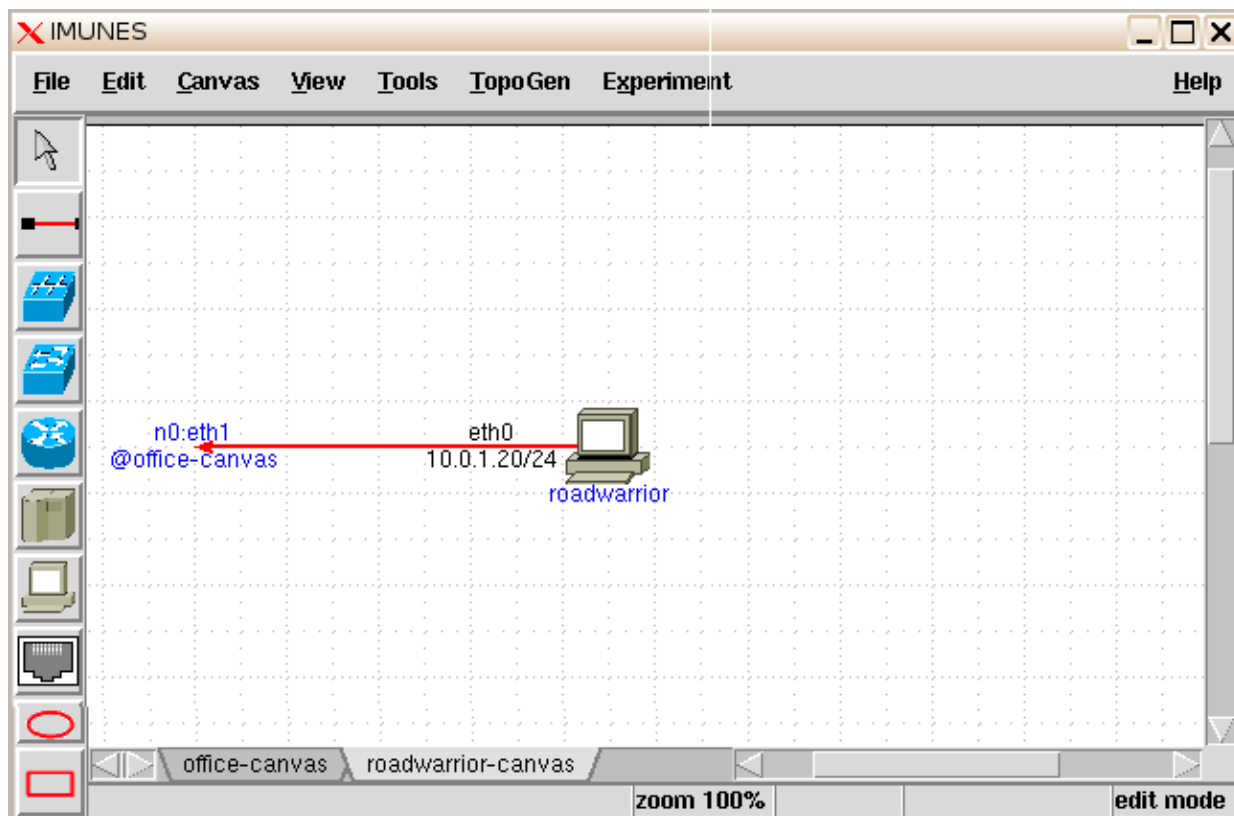
```

Usmjerivač office-router koristi dinamičko usmjeravanje pomoću programa Quagga zbog čega na usmjerivaču nisu potrebna nikakva daljnja podešavanja. Računalo roadwarrior koristi statičko usmjeravanje zbog čega moramo njegovu statičku tablicu usmjeravanja prilagoditi novoj adresi na mrežnom sučelju usmjerivača tj. prilaza. Podrazumijevanu rutu na računalu roadwarrior u konfiguracijskom prozoru koji se otvara desnim klikom na računalo i odabirom opcije **Configure** mijenjamo u:

Na kraju, konfigurirana mrežna topologija trebala bi izgledati ovako:



17



Radna ploha roadwarrior-canvas u proširenoj mrežnoj topologiji

Računalo roadwarrior moguće je premjestiti iz radne plohe roadwarrior-canvas na radnu plohu office-canvas pomoću opcije *Move To* → *office-canvas*. Navedena opcija nalazi se u glavnom padajućem izborniku računala koji se otvara desnim pritiskom miša na računalo. Link između računala roadwarrior i usmjerivača office-router, kao i bilo koji drugi link, može se obrisati pomoću opcije *Delete* iz padajućeg izbornika linka koji se otvara desnim pritiskom miša na link.

Nakon konfiguracije mrežne topologije, a prije simulacije treba se prebaciti iz načina rada *Edit* u način rada *Execute* s pomoću opcije *Experiment* → *Execute* iz glavnog padajućeg izbornika. Tijekom simulacije provjerite je li mrežna topologija ispravno konfigurirana (prema slici s početka poglavlja) pri čemu je potrebno provjeriti da računala iz mreže 192.168.1.0/24 nemaju pristup do računala roadwarrior, ali imaju pristup do druge mreže, i dodatno, da računalo roadwarrior ima pristup do obje mreže.

4.3 Dodavanje i konfiguriranje dodatnog mrežnog sučelja

U alatnoj traci nalazi se alat koji označava fizičko mrežno sučelje koje omogućava povezivanje virtualnog čvora sa stvarnim fizičkim sučeljem. Tako je virtualnoj mreži omogućena komunikacija s vanjskom mrežom (Internetom).



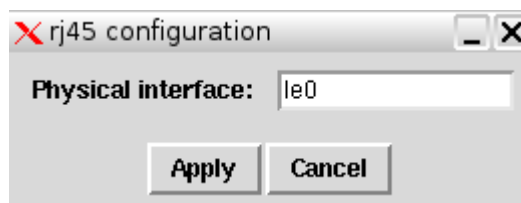
Alat s fizičkim sučeljem

Smjestite fizičko sučelje na radnu plohu s pomoću navedenog alata na radnu plohu

roadwarrior-canvas (pritisak mišem na alat i zatim na radnu plohu). Ako slučajno sučelje smjestite na radnu plohu office-canvas, premjestite ga na radnu plohu roadwarrior-canvas s pomoću opcije *Move To*→*roadwarrior-canvas* iz padajućeg izbornika čvora.

Fizičko sučelje može se povezati ili s LAN komutatorom ili s usmjerivačem. Povežite novo stvoreno fizičko sučelje s virtualnim čvorom office-router6 koristeći ili alat Link iz alatne trake ili opciju Create link to iz padajućeg izbornika čvora.

Novo fizičko sučelje je tipa *unassigned* i u polju u koje je potrebno napisati naziv fizičkog sučelja nalazi se riječ UNASSIGNED. Otvorite konfiguracijski prozor sučelja dvostrukim pritiskom miša na sučelje ili desnim pritiskom miša na sučelje pa na labelu Configure. Naziv fizičkog sučelja promijenite iz UNASSIGNED u naziv fizičkog sučelja vašeg računala (npr. 1e0).



Rj45 konfiguracijski prozor

Provjerite ima li usmjerivač office-router ima ispravno konfiguriranu IP adresu na mrežnom sučelju koje je povezano s fizičkim sučeljem. Također, provjerite jesu li rute koje usmjeravaju pakete između fizičke i virtualne mreže ispravno podešene (i u fizičkog i u virtualnoj mreži).

5. Dodatne mogućnosti konfiguriranja

5.1 Custom konfiguracija

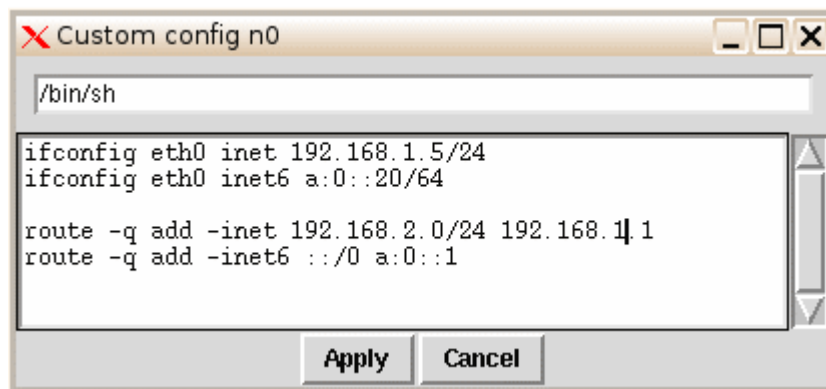
Konfiguracijski prozor svakog mrežnog čvora (PC, Host i usmjerivač) sadrži polje koje se zove Custom konfiguracija.



Custom configuration polje mrežnog čvora

Custom konfiguracija generira se na temelju podataka iz konfiguracijskog prozora nakon pritiska na tipku Generate. Nakon pokretanja simulacije, navedena konfiguracija će biti primijenjena samo ako je uključena opcija Custom startup config. U tom slučaju ne učitavaju se ostali parametri postavljeni u izborniku.

Kako biste pregledali ili promijenili generiranu custom konfiguraciju, pritisnite tipku Edit. U slučaju običnog računala (PC), poslužitelja (Host) i usmjerivača (router) sa statičkim modelom usmjeravanja, custom konfiguracija sadrži naredbu `ifconfig` i `route`, dok u slučaju usmjerivača s dinamičkim modelom usmjeravanja (quagga ili xorp) sadrži pripadajuću konfiguracijsku datoteku, npr. konfiguracijsku datoteku za RIP daemon.



Pritisnite tipku Edit za otvaranje Custom configuration prozora

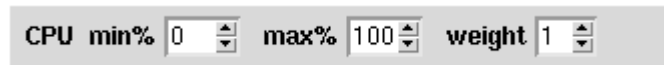
Osim custom konfiguracije, konfiguracijski prozor sadrži i tzv. pokretačku (startup) naredbu koja je obično podešena na `/bin/sh`.

Nakon promjena custom konfiguracije pritisnite tipku Apply.

5.2 Dodatne mogućnosti podešavanja virtualnog čvora

Konfiguracijski prozor mrežnih čvorova (PC, Host, router) sadrže polje s dodatnim konfiguracijskim parametrima za virtualni čvor:

- raspon CPU opterećenja (najmanja i najveća vrijednost),
- CPU time compete parameter (težina).



CPU min% 0 max% 100 weight 1

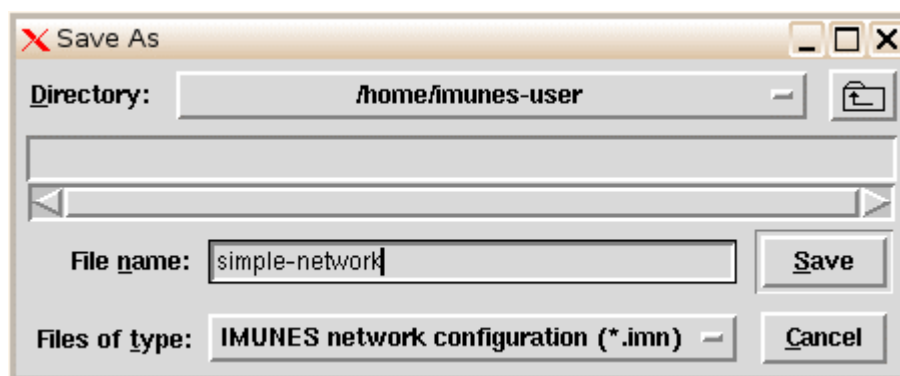
Dodatne mogućnosti konfiguriranja virtualnih čvorova (CPU opterećenje i težina)

Navedeni parametri su korisni kod simuliranja određenog opterećenja poslužitelja.

6. Upravljanje s konfiguracijskim datotekama

6.1 Spremanje i otvaranje virtualne mrežne topologije

Nakon uspješne izgradnje, konfiguriranja i testiranja mrežne topologije, prikladno je takvu mrežnu topologiju pohraniti pomoću opcije *File→Save* ili *File→Save As* iz glavnog padajućeg izbornika. Podrazumijevana ekstenzija konfiguracijske datoteke za IMUNES je `.imn`.



Spremanje virtualne mrežne topologije

Konfiguracijska datoteka ima jednostavnu strukturu prikladnu za mijenjanje s uređivačem teksta.

Za otvaranje konfiguracijske datoteke IMUNES-a koristite opciju *File→Open* ukoliko se nalazite u grafičkom sučelju IMUNES-a ili pokrenite IMUNES na slijedeći način:

```
# imunes simple-network.imn.
```

6.2 Pokretanje i zaustavljanje simulacije iz naredbene linije

Osim što je konfiguracijsku datoteku IMUNES-a moguće otvoriti pomoću opcije *File→Open* iz glavnog padajućeg izbornika i zatim pokrenuti simulaciju pomoću opcije *Experiment→Execute* iz GUI-a, simulaciju je moguće pokrenuti i iz naredbene linije (konzole operacijskog sustava FreeBSD):

```
# imunes -b simple-network.imn
```

Slično, opcija *Experiment→Terminate* koristi se za zaustavljanje simulacije iz GUI-a nakon čega slijedi brisanje virtualne mrežne topologije iz jezgre operacijskog sustava. Iz naredbene linije ovo ćemo obaviti sa slijedećom naredbom:

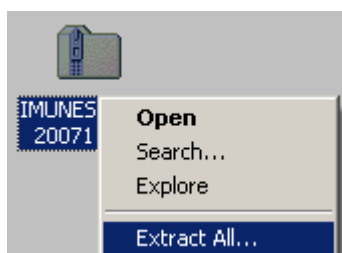
```
# imunes -b
```


Dodatak: VMware player i VMware image

Za pokretanje IMUNES-a koristit ćemo VMware Player koji je javno dostupan i besplatan (<http://www.vmware.com/download/player>), te VMWare image operacijskog sustava FreeBSD 7.0 i alata IMUNES koji se kao i upute za korištenje nalazi na pripremljenom CD-u.

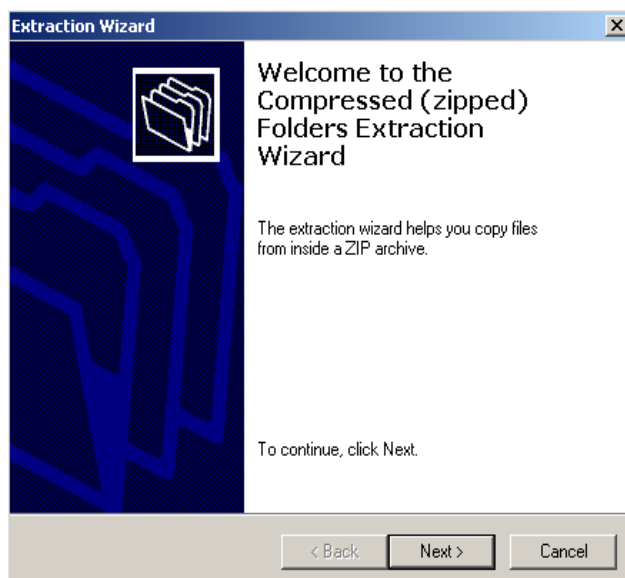
VMware Player omogućuje jednostavno pokretanje virtualnog računala s operacijskim sustavom FreeBSD i alatom IMUNES na Windowsima.

Potrebno je otpakirati IMUNES image iz pripadajuće zip datoteke. Pritisnite desnom tipkom miša na zip datoteku i odaberite opciju Extract All:



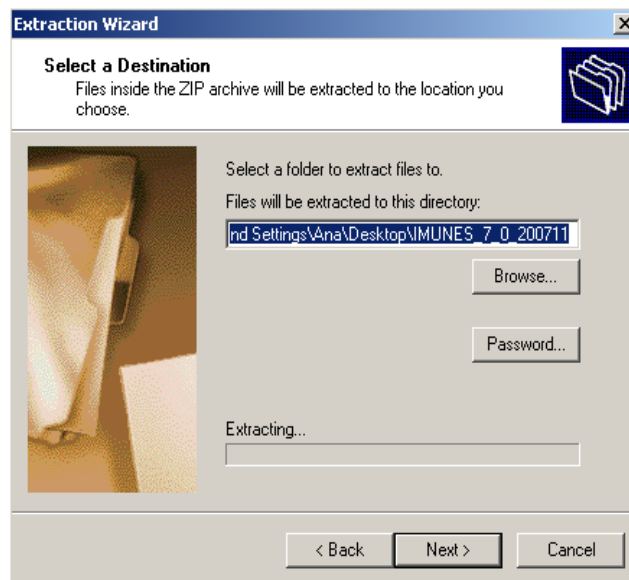
Raspakiravanje zip datoteke s imageom IMUNES-a

U novo otvorenom prozoru koji ispisuje poruku dobrodošlice pritisnite tipku Next:



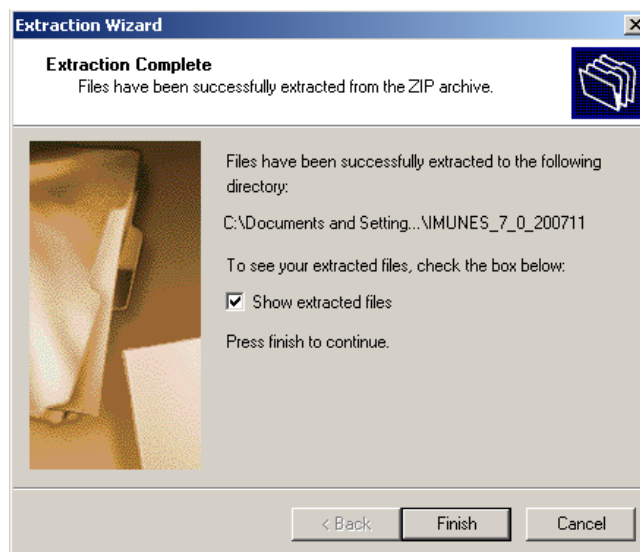
Prozor s porukom dobrodošlice alata za raspakiravanje zip arhive

U slijedećem prozoru odaberite lokaciju na koju će biti smještena raspakirana mapa s imageom IMUNES-a:



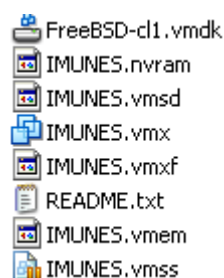
Odaberite lokaciju za otpakiranu mapu

Nakon raspakiravanja, otvara se prozor koji obavještava o uspješnom raspakiravanju datoteke u kojem je potrebno pritisnuti tipku **Finish**:



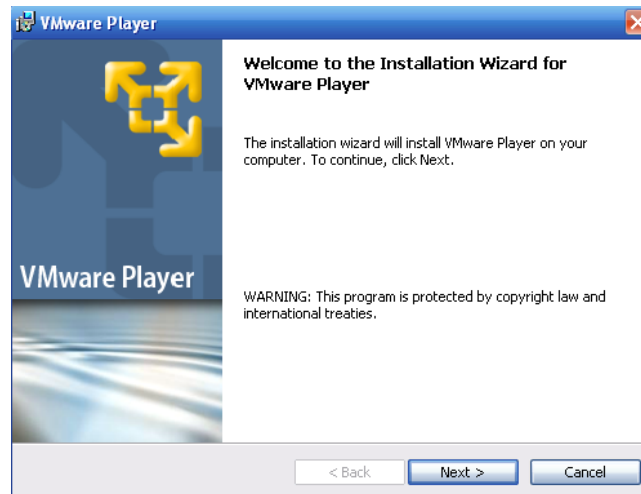
*Pritiskom na tipku **Finish** otvara se otpakirana mapa s datotekama*

U raspakiranoj mapi potražite datoteku s ekstenzijom `vmx` (`IMUNES.vmx`) potrebnu za pokretanje operacijskog sustava FreeBSD s IMUNES-om:

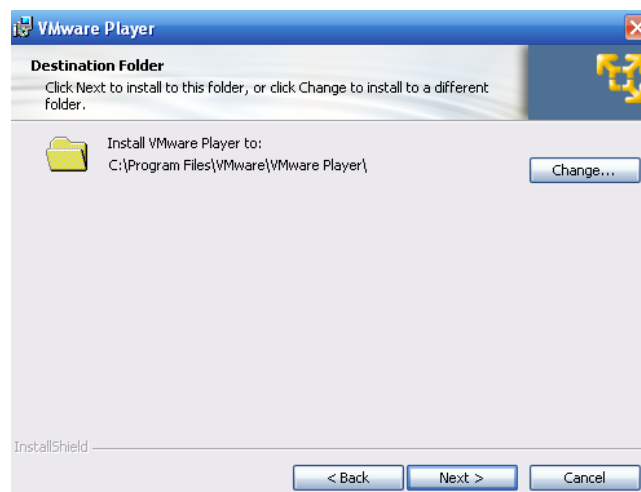


Otpakirana mapa s datotekama image-a IMUNES-a

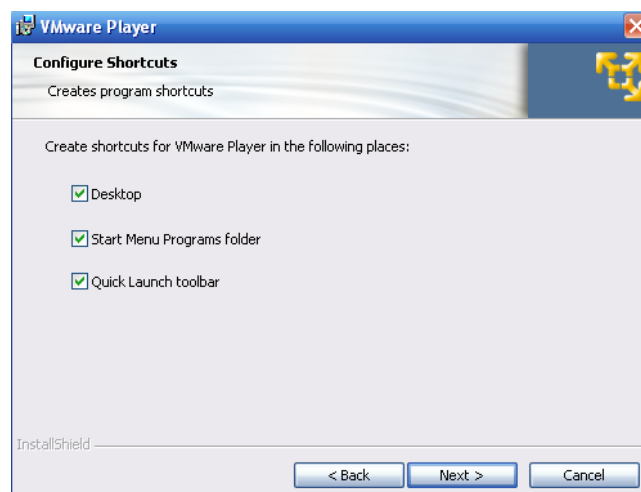
Preostaje još instalirati VMware Player. Pritisnite dva puta mišem na datoteku Vmware-player-2.0.3-80004.exe kako biste započeli instalaciju. U prvih nekoliko prozora dovoljno je pritisnuti tipku Next, zatim Install te na kraju Finish kako to prikazuju slike:



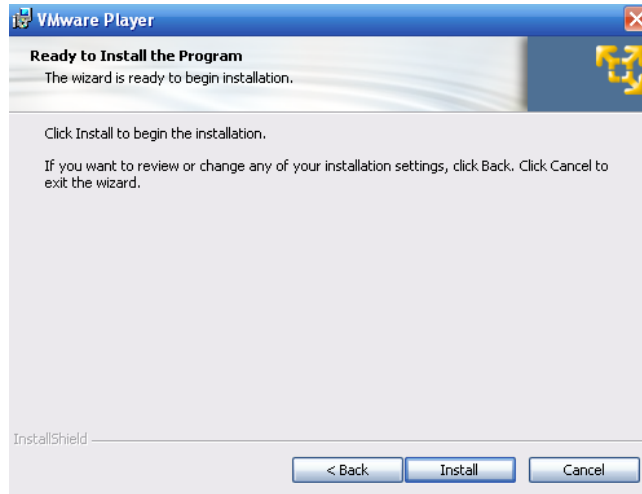
Prozor kojim započinje instalacija VMware Playera u kojem je potrebno pritisnuti tipku Next



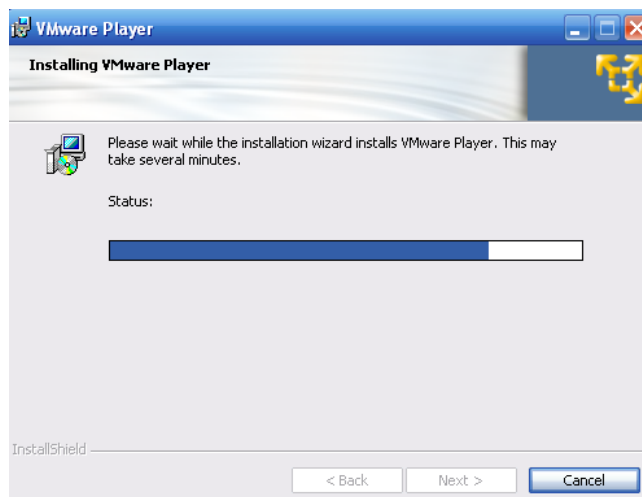
Odaberite lokaciju na koju će biti instaliran VMware Player i pritisnite tipku Next



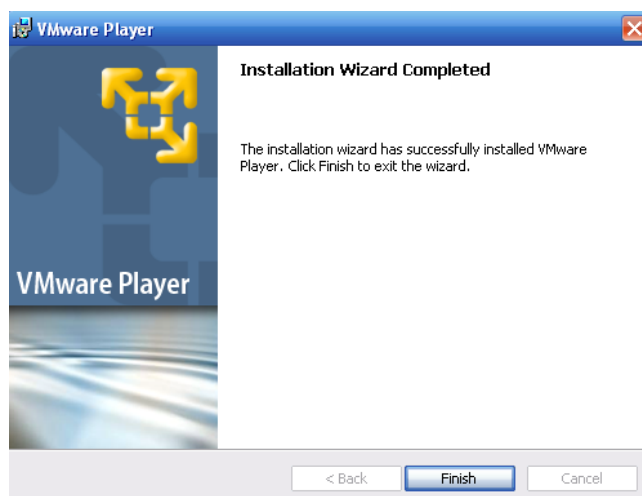
Odaberite koje prečace želite za instalirani VMware Player i pritisnite tipku Next



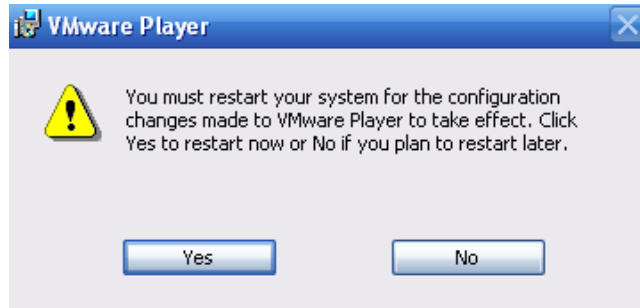
Pritisnite tipku Install kako bi započeli instalaciju



Pričekaj par sekundi do završetka instalacije



Prozor koji obavještava o završetku instalacije, pritisnite tipku Finish



Nakon instalacije ponovno pokrenute računalo

Nakon uspješne instalacije VMware Player-a i raspakiravanja zip datoteke s image-om IMUNES-a, pritisnite na ikonicu Open (gore, lijevo) u VMware Playeru i otvorite VMware image odabirom datoteke IMUNES.vmx. Nakon uspješnog butanja operacijskog sustava FreeBSD, automatski se otvara prozor s grafičkim sučeljem IMUNES-a u jednom prozoru i konzola operacijskog sustava FreeBSD u drugom prozoru. Slično konzoli operacijskog sustava FreeBSD, svako virtualno računalo unutar grafičkog sučelja IMUNES-a imati će svoju konzolu.