

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 30.09.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Александра Лутовац под насловом „Експериментална анализа алгоритама за балансирање саобраћаја у виртуелизованој мрежи“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Александра Лутовац је рођена 07.11.2000. године у Подгорици. Завршила је основну школу „Штампар Макарије“ у Подгорици као носилац дипломе „Луча“ (са просјечном оцјеном 5,00). Уписала је Гимназију „Слободан Шкеровић“ у Подгорици коју је такође завршила као носилац дипломе „Луча“. Завршила је и нижу музичку школу, као и први разред средње музичке школе „Васа Павић“ у Подгорици на одсеку за флауту. Електротехнички факултет уписала је 2019. године. Дипломирала је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смјер Системско инжењерство 2023. године са просјечном оценом 9,17. Дипломски рад одбранила је у септембру 2023. године са оцјеном 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Информационо комуникационе технологије уписала је у октобру 2023. године. Положила је све испите са просјечном оцјеном 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Александра Лутовац је као припрему за израду мастер рада урадила истраживања релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализиран је концепт виртуелизације, виртуелизационих платформи, балансирања саобраћаја у виртуелизованим окружењима, уређаја, као и самих алгоритама за балансирање саобраћаја (Round Robin, Least Connections и методе заснована на хешу IP адреса). Истраживањем области утврђена је логика за имплементацију тестне виртуелизоване мреже. Полазна тачка била је идентификација кључних компоненти неопходних за реализацију тестног окружења – хипервизор (vCenter/ESXi) за креирање виртуелних машина, рутери (Cisco CSR) за обезбеђивање мрежне повезаности, као и апликациони контролери (F5 BIG-IP VE и Citrix NetScaler VPX) као централни елементи за балансирање саобраћаја. Након тога је дефинисано логичко повезивање ових компоненти у оквиру мини дата центра, тако да се клијентски захтеви могу генерисати и усмеравати ка више серверских чворова. На овај начин омогућено је контролисано тестно окружење у коме се могу мерити перформансе, поредити методе балансирања саобраћаја и уочити предности и ограничења сваког решења.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 67 страна, са укупно 81 сликом и 23 референце. Рад садржи увод, 10 поглавља и закључак (укупно 12 поглавља), као и списак коришћене литературе, списак скраћеница, слика и табела. На почетку рада, у уводном поглављу представљени су основни појмови и циљеви истраживања. У другом поглављу описан је концепт виртуелизације, њених компоненти и одређене предности и мане. Дат је теоријски преглед софтверски дефинисаних дата центара, опис њихове архитектуре и разлике у односу на традиционалне дата центре. Треће поглавље садржи теоријски осврт на значај балансирања саобраћаја у виртуелизованим окружењима. Објашњен је и терминолошки оквир везан за различите балансере саобраћаја, а на крају поглавља објашњен је и принцип њиховог рада. У четвртном поглављу рада дат је увид у тестно окружење, односно топологију виртуелизоване мреже, као и опис елемената које је сачињавају. Пето поглавље описује мрежну конфигурацију окружења, укључујући доделу IP адреса виртуелним машинама и подешавање интерфејса и VLAN-ова (VLAN – Virtual Local Area Network). Шесто поглавље тиче се конфигурације крајњих серверских чворова који одговарају на захтеве послате у тестовима. Описан је процес подизања различитих апликација на серверима у циљу веродостојног тестирања алгоритама за балансирање саобраћаја. У седмом поглављу фокус је на сервисну конфигурацију уређаја за балансирање саобраћаја, односно креирање и повезивање њихових основних елемената. Осмо поглавље посвећено је софтверу Apache JMeter који омогућава креирање тестова који симулирају долазни саобраћај ка серверима, што омогућава тестирање и упоређивање алгоритама за балансирање. Девето поглавље бави се покретањем

тестова, анализом резултата за методе балансирања Round Robin и Least Connections и њиховим поређењем. У последњем поглављу разматра се метода балансирања саобраћаја на основу хеш вредности добијене од изворишне и одредишне IP адресе пакета. На крају је изведен закључак и дати су предлози за будућа истраживања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Александре Лутовац бави се проблемом пројектовања и имплементације виртуелизованог тестног окружења за анализу метода балансирања саобраћаја. У оквиру рада реализовано је мини дата центар окружење засновано на VMware платформи, у коме су интегрисани клијентски чворови, сервери апликативног нивоа и апликациони контролери за балансирање саобраћаја. Као решења за Application Delivery Controller (ADC) коришћени су виртуелни уређаји F5 BIG-IP VE и Citrix NetScaler VPX, који омогућавају примену и поређење различитих метода балансирања (Round Robin, Least Connections и методе заснована на хешу IP адреса).

За потребе тестирања развијена је једноставна веб апликација и конфигурисан је генератор HTTP саобраћаја који омогућава мерење перформанси и анализу понашања система под оптерећењем. Реализована је и интеграција Cisco CSR рутера ради обезбеђивања мрежне повезаности унутар виртуелизованог окружења. Основни доприноси рада су:

- 1) приказ и методологија пројектовања сопственог виртуелизованог тестног окружења за анализу балансирања саобраћаја
- 2) практична реализација и конфигурација F5 BIG-IP VE и Citrix NetScaler VPX решења у истим условима
- 3) експериментална анализа и поређење метода балансирања на два различита комерцијална решења
- 4) могућност даљег проширења рада у правцу напреднијих сценарија тестирања и интеграције додатних технологија.

5. Закључак и предлог

Кандидат Александра Лутовац је у свом мастер раду успешно реализовала тестно окружење које омогућава експерименталну анализу метода балансирања саобраћаја. Извршена је интеграција више компоненти – VMware платформе, Cisco CSR рутера, апликативних сервера, као и два комерцијална решења апликационих контролера (F5 BIG-IP VE и Citrix NetScaler VPX). На овим решењима спроведена су практична тестирања са различитим методама балансирања оптерећења, уз примену алата за генерисање оптерећења и мерење перформанси.

Рад јасно показује кандидатово разумевање архитектуре виртуелизованих мрежа, логике повезивања компоненти, као и значаја избора одговарајуће методе балансирања у циљу постизања оптималних перформанси система. Кандидат је исказао висок степен самосталности, аналитичности и практичне усмерености кроз комплетну реализацију и тестирање система.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Александра Лутовац прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 04.10.2025. године

Чланови комисије:

др Младен Копривица Доцент
сагласан, 04.10.2025.

др Зоран Чича Редовни професор
сагласан, 04.10.2025.