



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 08.06.2021. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ненада Циглића под насловом „Практична имплементација LoRaWAN мреже коришћењем самосталних *gateway* уређаја“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Ненад Циглић је рођен 29.06.1995. године у Београду. Завршио је основну школу "Кнез Лазар" у Лазаревцу као носилац дипломе „Вук Карацић“ и ђак генерације, а потом је 2010. године уписао Математичку гимназију. Током школовања освајао је награде на такмичењима из математике и физике. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2014. године. Дипломирао је на Одсеку за телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство са просечном оценом 7,74. Дипломски рад под називом „Упоредна анализа времена конвергенције у зависности од коришћеног протокола рутирања“ одбранио је у септембру 2019. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу системско инжењерство и радио комуникације уписао је у октобру 2019. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,2. Од новембра 2019. године запослен је у фирми *Unicom Telecom* у Београду.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 50 страна, са укупно 65 слика и 3 табеле. Рад садржи увод, 7 поглавља и закључак, као и списак слика, табела и коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Истакнут је значај Интернета као и његова стална експанзија.

Друго поглавље кратко описује основне принципе *Internet of Things* (IoT) који представља основну базу из које су се развијале нове технологије, као и његове примене у модерном друштву.

У трећем поглављу се говори о модерној WAN (*Wide Area Network*) технологији - LPWAN (*Low Power Wide Area Network*), новој мрежи широког покривања и мале потрошње.

Четврто поглавље залази дубље у суштину овог рада, дато је теоријско објашњење LoRaWAN технологије, најпопуларније из категорије LPWAN мрежа. Детаљно је описан LoRa физички слој, коришћене модулације, категорије крајњих уређаја као и опис LoRaWAN MAC слоја.

Пето поглавље приказује значај сигурности приликом имплементације LoRaWAN мреже, описана су два нивоа безбедности, као и два начина на која се крајњи уређаји додају на мрежу.

Шесто поглавље даје упоредни приказ тренутно водећих LPWAN технологија, LoRaWAN, Sigfox и NB-IoT.

У седмом поглављу је приказана архитектура једне LoRaWAN мреже, описане су њене компоненте, као и улога сваке од њих.

Осмо поглавље се односи на практични део рада. У првом делу је дат детаљан опис коришћених уређаја, док су у наставку приложене конфигурације које су постављене на уређаје приликом имплементације мреже.

У оквиру последњег поглавља изведен је закључак, у оквиру кога је описан значај добијених резултата и дате смернице за могућа даља истраживања.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ненада Циглића се бави практичном имплементацијом LoRaWAN мреже коришћењем самосталних *gateway* уређаја. Као самостални *gateway* уређај коришћен је Cisco LoRaWAN *gateway* (IXM-LPWA-800-16-K9). За интеграцију *gateway*-а са NS-ом (*Network Server*) коришћена је нова *open-source* варијанта која је подржана на новијим верзијама *software*-а, *Common Packet Forwarder* (CPF). *Network* и *Application* сервер су подигнути на *Windows* лаптопу. Сервер се налази на *Ubuntu* рачунару који је подгнут на *VMware Workstation* хипервизору. Као крајњи уређај који шаље податке од интереса преко *gateway*-а до сервера, коришћен је *Raspberry Pi* LoRa/GPS HAT сензор.

Основни допринос рада је практична имплементације мреже која може да има конкретне примене у реалном животу, а такође постоји могућност наставка рада на проширењу мреже и модификацији корисних података који се шаљу са крајњих сензора.

### 4. Закључак и предлог

Кандидат Ненад Циглић је у свом мастер раду успешно спровео практичну имплементацију LoRaWAN мреже коришћењем самосталних *gateway* уређаја. За потребе реализације мреже користио је Cisco LoRaWAN *gateway* са *Common Packet Forwarder* (CPF) софтвером и *open-source Chirpstack Network* и *Application* сервер.


Приликом израде мастер рада кандидат је исказао самосталност и систематичност у раду, као и способност за практичан рад спровођењем практичне имплементације LoRaWAN мреже.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Ненада Циглића под насловом „Практична имплементација LoRaWAN мреже коришћењем самосталних *gateway* уређаја“ прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 17.09.2021. године

Чланови комисије:

  
Др Младен Копривица, доцент

  
Др Горан Марковић, доцент