

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду именовало нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Марије Костић под насловом „Технике за проширење радио покривености 5G мреже“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Марија Костић је рођена 09.02.1997. године у Гњилану. Завршила је основну школу „Алекса Шантић“ у Београду и природно-математички смер Шесте београдске гимназије са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2016. године. Дипломирала је на Смеру за системско инжењерство Одсека за телекомуникације и информационе технологије, одбраном дипломског рада „Анализа преноса пакета у мрежи коришћењем симулатора мрежног окружења“. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за информационо комуникационе технологије уписала је у октобру 2020. године. Положила је све испите са просечном оценом 8,80.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Марија Костић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области покривености радио приступне 5G мреже. Истраживањем области утврђено је да постоје следећа решења која се користе за решење проблема ограничене покривености радио приступне 5G мреже: технике за проширење покривености радио приступне 5G мреже. Анализом решења је утврђено да DC (*Dual Connectivity*), CA (*Carrier Aggregation*) и DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*) технике представљају перспективно решење.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 72 стране, са укупно 47 слика, 18 табела и 18 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, као и списак скраћеница, слика и табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ овог рада, разлог за увођење 5G технологије и предности њеног коришћења, као и важност прорачуна *link budget*-а у радио мрежама.

У другом поглављу је дат преглед 5G радио приступне технологије, као и нови примери употребе, затим дефиниција фреквенцијских опсега који се користе, промена на физичком нивоу у поређењу са 4G технологијом и дефиниције канала који могу да ограниче покривеност, затим разлика између NSA (*Non-standalone*) и SA (*Standalone*) конфигурација, као и опис значајних карактеристика 5G технологије које обухватају технике којима се може проширити покривеност.

У трећем поглављу дато је објашњење *link budget*-а, затим параметара којима се дефинише покривеност, као и основног алгорита на основу кога се рачуна покривеност.

У четвртм поглављу узети су у обзир сви релевантни параметри за прорачун покривености, почевши од одабира антенске конфигурације на страни базне станице или BS

(*Base Station*) и корисничког уређаја или UE (*User Equipment*), затим одабира пропационог модела, дефиниције губитка на путањи или *pathloss*, до различитих губитака на путањи између BS и UE.

Поглавље пет подељено је на три дела. У првом делу, приказане су могућности проширења радио покривености 5G мреже кроз NSA и SA конфигурације у случају конвенционалног MBW (*Mobile Broadband*) типа употребе, али и FWA (*Fixed Wireless Access*) типа употребе, као и утицај промена вредности различитих параметара на покривеност. На основу тих закључака је рађена даља анализа у другом делу овог поглавља, у којем су упоређивани различити антенски системи у зависности од конфигурације, NSA и SA, и окружења. У трећем делу овог поглавља дат је прорачун броја базних станица (BS) које су неопходне за покривање површине једног града, у случају коришћења само средњег NR TDD бенда, али и у случају NSA и SA конфигурација у одређеном окружењу (*Urban*).

Шесто поглавље представља закључаке овог рада у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Марије Костић се бави проблематиком ограничене радио покривености 5G мреже. C бенд или средњи NR (*New Radio*) TDD (*Time Division Duplex*) бенд (3,5GHz) је основни фреквенцијски опсег који се користи приликом имплементације 5G мреже. Коришћењем овог фреквенцијског опсега остварује се велики капацитет у мрежи, али као такав, овај бенд има ограничену покривеност у односу на друге, ниже и средње FDD (*Frequency Division Duplex*) фреквенцијске опсеге. Из тог разлога, примењују се технике за проширење покривености, као што су DSS, DC и CA, које представљају важне функционалности дефинисане 5G стандардима. Коришћењем ових техника, у зависности од одабране конфигурације, NSA или SA, могуће је повећати покривеност C бенда, што се остварује премештањем различитих канала на UL-у (*Uplink*) или DL-у (*Downlink*) са средњег NR TDD бенда на ниже или средње FDD бендове.

Циљ овог рада усмерен је ка примени DSS, DC или CA техника уз помоћ којих је могуће проширити покривеност средњег NR TDD бенда, као и значај коришћења нижих и средњих FDD бендова приликом имплементације 5G мреже. На основу прорачуна који је рађен у зависности од окружења, дата је упоредна анализа различитих антенских система, као и број базних станица (BS) који је потребан за покривање одређене области у зависности од конфигурације мреже.

Основни доприноси рада су: 1) приказ могућности проширења покривености средњег NR TDD бенда коришћењем техника за проширење покривености (DSS, DC и CA) у зависности од конфигурације 5G мреже (NSA и SA); 2) анализа различитих антенских система у различитим окружењима, такође у NSA и SA конфигурацијама; 3) утицај различитих параметара на радио покривеност 5G мреже; 4) прорачун потребног броја базних станица (BS) у случају коришћења само средњег NR TDD бенда у поређењу са потребним бројем базних станица (BS) у случају NSA и SA конфигурација у одређеном окружењу (*Urban*).

5. Закључак и предлог

Кандидат Марија Костић је у свом мастер раду успешно решила проблем ограничене радио покривености 5G мреже, коришћењем различитих техника за проширење покривености. Кандидат Марија Костић је исказала самосталност и систематичност у својем поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

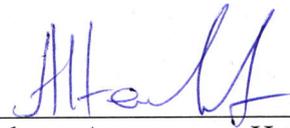
Најважнији доприноси мастер рада су следећи:

- Могућност проширења покривености средњег NR TDD бенда (3.5GHz) или С бенда на ивици ћелије коришћењем техника за проширење покривености, као што су DSS, DC и CA у различитим окружењима и различитим конфигурацијама мреже, NSA и SA, а користећи различите антенске системе.
- Квантификација добитка који се остварује коришћењем специфичног антенског система у одређеном окружењу, односно добитка који се остварује у основним случајевима применом DSS, DC и CA техника у NSA конфигурацији или применом CA технике у SA конфигурацији.
- Квантификација добитака који се остварују повећањем броја антенских елемената и излазне снаге антене у одређеном окружењу и конфигурацији.
- Квантификација потребног броја базних станица (BS) у случају коришћења само средњег NR TDD бенда у одабраном окружењу (*Urban*) у поређењу са потребним бројем базних станица (BS) у случају NSA и SA конфигурација са циљем да се покрије површина одређеног града.

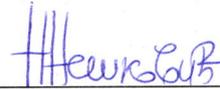
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Марија Костић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 09.04.2023. године

Чланови комисије:



проф. др Александар Нешковић



проф. др Наташа Нешковић