

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Лазар Бељић под насловом „Анализа и класификација проблема Legacy и VoLTE успоставе позива". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Лазар Бељић је рођен 06.04.2001. године у Београду. Завршио је основну школу „Милован Глишић" у Ваљеву са одличним успехом. Уписао је Гимназију у Ваљеву и завршио је са одличним успехом. Електротехнички факултет уписао је 2020. године, а дипломирао на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије 2024. године са просечном оценом 8.07. Дипломски рад на тему “Преглед могућности LFTP команде за трансфер фајлова” одбранио је у септембру 2024. године са оценом 10. У току студија био је члан Студентског парламента, као и члан Наставно-научног већа. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Информационо комуникационе технологије уписао је у октобру 2024. године. У марту 2025. године запослио се у Accenture на позицији „Mobile Network E2E Performance Analyst". Континуирано усавршава своје знање у области телекомуникација и мобилних мрежа.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Лазар Бељић је као припрему за израду мастер рада искористио реално окружење и мерења спроведена возним испитивањем у мрежама више оператера, у више градова. Прикупљени материјал обухвата записе размене сигнализационих порука на страни терминала, као и збирну статистику времена успоставе позива, и то како за позиве реализоване у домену комутације кола применом CSFB механизма, тако и за VoLTE позиве.

Истраживањем је утврђено да се, поред разлике у трајању успоставе позива између посматраних технологија, битно разликује и природа узрока због којих позиви не успевају, као и начин на који се ти узроци уопште могу уочити. Показано је да у VoLTE окружењу постоје облици отказа којих у домену комутације кола није било, пре свега позив који је по сигнализацији успешан, а за корисника неупотребљив. Овакав рад даје оператеру употребљив оквир за разврставање узрока неуспешних позива и указује на ограничења показатеља заснованих искључиво на сигнализацији.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 70 страна, са укупно 24 слике, 10 табела и 9 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља).

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет, циљ и метод рада, као и мотивација која произлази из чињенице да се мреже старијих генерација постепено гасе, чиме VoLTE постаје једини начин да се позив оствари.

У поглављу 2 дат је преглед архитектуре legacy мрежа, GSM и UMTS, са описом основних принципа рада домена комутације кола, сигнализационих протокола који при томе учествују, потпуних сигнализационих токова успоставе и раскида позива на страни позивајућег и позваног корисника, утицаја handover процедуре, као и преглед говорних кодека који се у тим мрежама користе.

У поглављу 3 обрађена је IMS архитектура и VoLTE сигнализација.

У поглављу 4 спроведена је компаративна анализа времена успоставе позива заснована на сопственим мерењима. Најпре је прецизно одређена мерена величина и тачке почетка и краја мерења, потом су разматрани чиниоци који на њу утичу, а затим су одвојено приказани резултати за домен комутације кола и за VoLTE окружење.

Пето поглавље представља тежиште рада. У њему је изведена класификација узрока неуспешних позива према месту настанка дуж путање позива, при чему су разматране четири категорије: RF проблеми, RAN проблеми, проблеми у језгру мреже и узроци карактеристични за VoLTE окружење. Свака категорија поткрепљена је илустративним примерима из спроведених мерења, са приказом записа сигнализације, утврђеним узроком и предложеном оптимизацијом.

У поглављу 6. разматран је утицај мрежа пете генерације на говорне сервисе, у несамосталној и самосталној конфигурацији, укључујући механизам EPS Fallback и решење VoNR.

Седмо поглавље представља закључак датог мастер рада, у коме је дата синтеза добијених резултата, наведена ограничења спроведене анализе и предложен правац даљег истраживања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад се бави анализом поступака успоставе и раскида говорног позива у legacy и у VoLTE мрежама. У раду је показано да измерена вредност времена успоставе није упоредива уколико није познато полазно стање терминала, будући да позив покренут из неактивног стања траје знатно дуже, при чему највећи део тог продужења не потиче од саме размене порука, већ од времена потребног да се терминал дозове. Просечно време успоставе у домену комутације кола износило је 4,86 s и 5,79 s код два посматрана оператора, док се у VoLTE окружењу кретало између 1,23 s и 1,69 s. Показано је при томе да предност пакетског приступа не потиче од тога што су legacy позиви мерени уз прелазак домена, будући да однос и након издвајања трајања самог преласка остаје између приближно двоструког и три и по пута.

Класификација узрока изведена је према месту настанка дуж путање позива, а њена употребљивост проверена је на примерима из мерења. Анализом тих примера дошло се до неколико налаза. Прекид радио везе може бити последица, а не узрок отказа, због чега је сврставање таквог случаја међу RF проблеме погрешно. Затим, одзивни код означава исход, али не нужно и његов корен, због чега разврставање засновано искључиво на кодовима може погрешно одредити узрок. Најзад, позив прекинут у језгру мреже мерна опрема може забележити као уредно окончан.

Основни доприноси рада су:

- Систематско поређење сигнализационих поступака успоставе и раскида позива у домену комутације кола и у VoLTE окружењу, изведено до нивоа појединачних порука,
- Квантитативно поређење времена успоставе позива између посматраних технологија, засновано на сопственим мерењима, уз разлагање укупног трајања по фазама,
- Класификација узрока неуспешних позива према месту настанка, употребљива у дијагностици, поткрепљена примерима из мерења,
- Указивање на ограничења показатеља заснованих искључиво на сигнализацији и на потребу да се оцена квалитета VoLTE сервиса допуни увидом у сам ток говора.

5. Закључак и предлог

Кандидат Лазар Бељић је у свом мастер раду успешно повезао теоријску анализу релевантних стандарда са анализом записа прикупљених у мрежама, и на тој основи извео класификацију узрока неуспешних позива употребљиву у пракси. Кандидат Лазар Бељић је исказао самосталност и систематичност у своме поступку при изради рада.

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

Београд, 28.08.2026. године

Чланови комисије:

др Александар Нешковић Редовни
професор
сагласан, 28.08.2026.

др Наташа Нешковић Редовни професор
сагласан, 28.08.2026.