

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији Мр Ненада Крајновића, дипломираног инжењера електротехнике.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, бр. 864/3 од 06.11.2014. године именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцелу докторске дисертације кандидата мр Ненада Крајновића, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом

„Процена максималне расположивости сложених телекомуникационих мрежа методом линеарне сегментне апроксимације”

После прегледа достављене дисертације и других пратећих матерјала, комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Магистарски рад под насловом „Мерење и анализа саобраћаја у локалним рачунарским мрежама” кандидат је одбранио 14.06.1997. године на Електротехничком факултету у Београду.

Докторску дисертацију под насловом „Процена максималне расположивости сложених телекомуникационих мрежа методом линеарне сегментне апроксимације” кандидат је пријавио 10.4.2011. године.

На седници Комисије за студије трећег степена Електротехничког факултета, одржаној 12.04.2011. године, дата је сагласност на предлог теме за израду докторске дисертације и у складу са Правилником о докторским студијама, Наставно-научном већу предложена је Комисија за оцелу услова и прихватање теме у саставу: др Александар Нешковић (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Зоран Јовановић (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Влаланка Аћимовић-Распоповић (редовни проф. Саобраћајног факултета у Београду). За ментора дисертације предложен је др Александар Нешковић.

На 731. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета, одржаној 19.04.2011. године прихваћен је предлог Комисије за студије трећег степена и Комисија је допуњена професорима др Ирине Рељин (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Наташом Нешковић (доцент Електротехничког факултета у Београду). Наставно-научно веће потврдило је предложену Комисију за оцену услова и прихватање теме, као и предложеног ментора. На основу извештаја Комисије и пратеће документације, предложена тема је прихваћена на 734. седници Наставно-научног већа, одржаној 05.07.2011. године, а 26.09.2011. године прихваћена је и на Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду (број одлуке 06-7092/9-11 од 26.09.2011. године).

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 30.09.2014. године. На седници Комисије за трећи степен, одржаној 07.10.2014. године, констатовано је да је кандидат предао урађену дисертацију, па је на основу увида у дисертацију и пратећих докумената, а у складу са Правилником о докторским студијама, Комисија за трећи степен студија потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену дисертације у саставу: др Александар Нешковић (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Зоран Јовановић (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Ђурађ Будимир (*reader, University of Westminster, London, UK*). На 779. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета, одржаној 28.10.2014. године прихваћен је предлог Комисије за трећи степен студија и Комисија је допуњена професорима др Ирине Рељин (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Наташом Нешковић (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду), (број одлуке 864/3 од 06.11.2014. године).

Након прегледа докторске дисертације комисија је изнела предлоге за унапређење исте на основу којих је кандидат допунио своју докторску дисертацију. С обзиром да је истекао рок од три месеца за подношење Реферата о прегледу и оцени докторске дисертације, ментор др Александар Нешковић поднео је молбу Комисији за трећи степен да комисији у истом саставу продужи рок за подношење Реферата. Комисија за трећи степен студија на својој седници одржаној 04.06.2015. године размотрила је молбу и предложила Наставно-научном већу Електротехничког факултета да продужи рок за подношење реферата о урађеној докторској дисертацији за 30 дана. На 787. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета, одржаној 23.06.2015. године прихваћен је предлог Комисије за трећи степен студија и Комисији у саставу др Александар Нешковић (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Зоран Јовановић (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду), др Ђурађ Будимир (*reader, University of Westminster, London, UK*), др Ирине Рељин (редовни проф. Електротехничког факултета у Београду) и др Наташа Нешковић (ванредни проф. Електротехничког факултета у Београду) продужен је рок за предају реферата (број одлуке 864/4 од 30.06.2015. године).

1.2 Научна област дисертације

Дисертација „Процена максималне расположивости сложених телекомуникационих мрежа методом линеарне сегментне апроксимације” припада научној области Техничке

науке - електротехника, ужој научној области Телекомуникације, за коју је матични факултет Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

За ментора докторске дисертације одређен је др Александар Нешковић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду који се више година бави научноистраживачким и наставним радом у области телекомуникација и публиковао је већи број радова из ове области у часописима са SCI листе.

1.3 Биографски подаци о кандидату

Мр Ненад Крајновић рођен је 17.11.1968. године у Београду. Завршио је Огледну основну школу „Владислав Рибникар” у Београду и Математичку гимназију „Вељко Влаховић” у Београду. Уписао је Електротехнички факултет 1987. године, а затим отишао на одслужење војног рока. Дипломирао је 18.06.1993. године на профилу Електроника и Телекомуникације са просечном оценом 8,17 и оценом на дипломском 10 (тема дипломског рада: „Рачунарски управљан радио-систем за мерење интензитета електричног поља у ВХФ и УХФ опсегу”). Магистрирао је 14.06.1997. године на смеру Телекомуникације са просечном оценом 10 (тема магистарског рада: „Мерење и анализа саобраћаја у локалним рачунарским мрежама”).

Од 01.12.1993. до 16.11.1994. године радио је као стручни сарадник Лабораторије за Телекомуникације Института Михајло Пупин у Београду. Од 17.11.1994. до 20.11.1998. године радио је као стручни сарадник на Катедри за Телекомуникације Електротехничког факултета у Београду. Од 20.11.1998. године до 07.07.2011. године радио је као асистент на Катедри за Телекомуникације Електротехничког факултета у Београду. Од 08.07.2011. године ради као виши лабораторијски инжењер на Катедри за Телекомуникације Електротехничког факултета у Београду.

Од 1999. године активно учествује у раду југословенског регистра за .yu Интернет домен. Гашењем .yu домена и формирањем .rs и .srb Интернет домена наставља са активним радом на одржавању ових Интернет домена у оквиру РИИДС-а (Регистар Националног Интернет Домена Србије). Активно учествује у реализацији и одржавању јединог Интернет *Exchange*-а у Србији (SOX - *Serbian Open eXchange*).

Као одговорни пројектант или као члан пројектног тима учествовао је у пројектовању више телекомуникационих мрежа магистралног нивоа попут Пројекта рачунарске мреже Војске Србије, Главног пројекта обода IP/MPLS мреже Телекома Србија, Идејног пројекта СМИН мреже Телекома Србија, Идејног пројекта телекомуникационе мреже преноса ЕПС-а и Идејног пројекта IP/MPLS мреже за потребе повезивања дела локација *Qatar Petroleum*-а. Учествовао је у изради великог броја идејних и главних пројеката локалних и кампус рачунарско-комуникационих мрежа. Као консултант био је ангажован на реализацији већег броја телекомуникационих мрежа и система.

Члан је Друштва за телекомуникације у оквиру кога активно ради на организацији стручног скупа ТЕЛФОР као члан Програмског одбора. Од формирања Инжењерске коморе Србије ангажован је као испитивач/ментор за полагање стручног испита у оквиру Комисије за електронику и телекомуникације, област рачунарска техника и информатика и пренос података. Био је рецензент *IEEE Communication Magazine*-а (M21) и *IEEE Communication Letters*-а (M21). Члан је *IEEE* организације од 1995. године. До сада је

објавио један рад у часопису са SCI листе, три рада на међународним конференцијама и велики број радова на домаћим конференцијама и у домаћим часописима.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Дисертација је написана на 176 страна текста куцаног латиничним писмом и садржи 65 слика, 32 табеле и 91 библиографску референцу. Такође, дисертација садржи насловну страну, кратак резиме дисертације на српском и енглеском језику, садржај и шест тематских поглавља, која су насловљена: 1. Увод; 2. Распољивост сложених мрежа; 3. Преглед радова из распољивости мрежа; 4. Функција апроксимације максималне распољивости; 5. Практична употреба добијених резултата; 6. Закључак. У седмом поглављу дат је преглед коришћене литературе. У прилогу 1 графички су представљени сви нумерички резултати добијени у оквиру докторске дисертације. У прилогу 2 добијени нумерички резултати су дати табеларно. Прилог 3 садржи функцију апроксимације која је предложена у дисертацији. Прилог 4 садржи обавезну изјаву о ауторству. Прилог 5 садржи изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације, док Прилог 6 садржи изјаву о коришћењу.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу описују се предмет и циљ истраживања и наводе се полазне хипотезе. Поред сажетог приказа добијених резултата, наведени су и основни доприноси дисертације.

У другом поглављу дат је кратак преглед теорије распољивости сложених телекомуникационих мрежа. Наведене су методе за тачно рачунање распољивости мрежа (које су процесорски захтевне и чије извршавање траје јако дуго за велике мреже) које су у оквиру дисертације биле полазна основа за формирање апроксимативних израза.

Треће поглавље садржи преглед репрезентативне литературе класификоване према специфичним начинима бављења проблематиком распољивости сложених телекомуникационих мрежа. Поред тога, објашњене су предности приступа проблему израчунавања распољивости сложених мрежа, предложеног у дисертацији, у односу на приступе који су познати у литератури.

У четвртном поглављу описана је метода синтезе мреже која је коришћена за добијање полазних података за формирање функције апроксимације максималне распољивости сложене телекомуникационе мреже. У циљу добијања опште применљивих резултата, код примене методе синтезе почетни услов је био да сви линкови у мрежи имају исту распољивост. Овакав приступ решавању проблема је уобичајен у стручној литератури. На основу добијених резултата, дефинисан је појам преломних тачака на графику промене распољивости телекомуникационе мреже у зависности од броја линкова у мрежи. Поред тога, показано је да се распољивост сложене мреже може апроксимирати скупом сегмената са линеарном променом распољивости у зависности од броја линкова у

мрежи. На основу добијених података формирања је функција апроксимације максималне расположивости сложене телекомуникационе мреже у зависности од броја чворова у мрежи, броја линкова у мрежи и расположивости линкова у мрежи. Анализом понашања функције расположивости уочено је да чворови у мрежи треба да имају равномерну повезаност да би расположивост целе мреже била максимална. На основу овог правила, модификован је и алгоритам за синтезу мреже, тако да нису посматрана сва могућа проширења топологије мреже већ само она која су у складу са овим правилом, што је довело до значајног убрзања методе синтезе мреже. На крају је урађена анализа тачности предложене функције апроксимације која је показала оправданост њеног увођења. У следећем кораку, софтвер за синтезу мрежа допуњен је на тај начин да се у обзир узимају реалне расположивости линкова. Као услов за проширење мреже и у овом случају је коришћен критеријум максималног прираштаја укупне расположивости мреже. Добијени резултати потврдили су применљивост правила равномерне повезаност чворова у мрежи као предуслов за добијање високих расположивости. У последњем кораку, поред реалне расположивости линкова, у разматрање је укључена и цена реализације сваког појединачног линка. Као критеријумска функција за проширење мреже, код примене методе синтезе мреже, коришћен је однос релативног повећања расположивост и релативног повећања цене реализације мреже. У циљу потврде добијених резултата, софтвер за синтезу мреже који у обзир узима расположивост и цену реализације сваког појединачног линка примењен је на две типичне мрежне топологије.

У петом поглављу показани су начини примене предложене функције апроксимације у процесу пројектовања сложених телекомуникационих мрежа. Резултати добијени применом предложене функције апроксимације упоређени су са стварном расположивошћу мреже која је пројектована и израђена применом резултата из ове дисертације. Добијени резултати су показали валидност предложене функције апроксимације.

У шестом поглављу изложена су закључна разматрања и коначна анализа истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Докторска дисертација бави се врло актуелном проблематиком расположивости сложених телекомуникационих мрежа. Како се модерно друштво у великој мери ослања на телекомуникационе мреже, од примарног је значаја да телекомуникациона мрежа ради са високом расположивошћу (реда 99,999% времена). У прошлости је окосницу телекомуникационе мреже чинило неколико чворова, док се данас ради о мрежама са више десетина и стотина чворова који формирају њену окосницу (тзв. „велике” мреже). У случају пројектовања великих мрежа, једно од кључних питања које се поставља јесте како израчунати њихову расположивост.

Посебан проблем у процесу пројектовања модерних телекомуникационих мрежа је ситуација у којој је потребно разматрати велики број различитих топологија у циљу добијања оптималног решења са становишта расположивости. Пошто је тачно рачунање

расположивости велике мреже процесорски веома захтевно, за решавање овог проблема користе се разне апроксимативне методе.

У докторској дисертацији представљен је оригиналан приступ овом проблему. Дефинисана је метода синтезе мреже која је омогућила одређивање тачних максималних граничних вредности расположивости мреже. У свом основном облику метода синтезе мреже процесорски је веома захтевна. Полазећи од правила о равномерној повезаности чворова у мрежи, софтвер за синтезу мреже значајно је убрзан, јер нису разматрана сва могућа проширења топологије мреже већ само она која су у складу са овим правилом. На основу вредности добијених применом методе синтезе мреже, дефинисана је функција апроксимације за прорачун расположивости мреже на основу које се веома брзо одређује граничну вредност расположивости мреже за различите вредности улазних параметара (број чворова, број линкова и расположивост линкова). Поред тога, применом ове функције апроксимације могуће је одредити се и минимални број линкова у мрежи које је потребно реализовати да би се добила тражена расположивост мреже. Познавајући минимално потребан број линкова у мрежи за добијање захтеване расположивости, као и правила о топологији мреже која обезбеђују високу расположивост, приликом иницијалног пројектовања телекомуникационе мреже може се у кратком року сагледати оптимална топологија мреже.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература коришћена у дисертацији пажљиво је одабрана и садржи најважније радове који покривају посматрану научну област. Велики број радова новијег је датума што указује на актуелност одабране проблематике. На основу обима коришћене литературе може се закључити да је кандидат имао темељан увид у досадашње доприносе у овој и блиским научним областима. Наведена је укупно 91 библиографска референца. Листа укључује и рад који је Кандидат објавио током израде докторске дисертација, а односи се на примену резултата добијених током израде дисертације.

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру приложене докторске дисертације састоји се у следећем:

- Детаљно је проучена релевантна литература, како у погледу метода за тачно израчунавање расположивости, тако и са становишта коришћења апроксимативних метода. Дат је преглед различитих приступа у решавању проблема израчунавања тачних и апроксимативних вредности расположивости сложене телекомуникационе мреже. Анализирани су и алтернативни начини дефинисања појма расположивости сложене телекомуникационе мреже.
- На основу систематизованог прегледа литературе и критичке анализе, одређен је простор који је отворен за даље истраживање. Показано је да питање израчунавања вредности расположивости сложених телекомуникационих мрежа још увек није решено на задовољавајући начин.

- На основу претходно анализираних литературе, издвојен је проблем израчунавања *all-terminal* расположивости мреже (вероватноћа да сваки чвор у мрежи може да комуницира са сваким чвором у мрежи) као проблем који је релевантан код пројектовања окоснице сложене телекомуникационе мреже. Почетни корак код пројектовања окоснице сложене телекомуникационе мреже представља избор топологије мреже, која је дефинисана бројем чворова, бројем линкова и начином њиховог међусобног повезивања. Један од основних захтева код пројектовања телекомуникационих мрежа је расположивост коју треба да има новопроектована мрежа. Имајући то у виду, дефинисан је проблем брзог израчунавања апроксимативне вредности *all-terminal* расположивости сложене телекомуникационе мреже у зависности од броја чворова, броја линкова и расположивости линкова као важан процес у оптимизацији процеса пројектовања мрежа.
- Дефинисана је метода синтезе мреже, и развијен софтвер, чијом применом је добијен скуп тачних вредности расположивости сложених мрежа за различите вредности броја чворова, броја линкова и расположивости линкова. Метода синтезе мреже је дефинисана како за случај исте расположивости свих линкова у мрежи тако и за случај када се расположивости линкова у мрежи разликују и када критеријумска функција за проширење топологије мреже узима у обзир и цену реализације линка.
- Извршена је детаљна анализа добијених резултата и дефинисане су опште законитости промене расположивости мреже у зависности од броја чворова, броја линкова и расположивости линкова.
- На основу анализе улазних података, дефинисана је функција апроксимације максималне *all-terminal* расположивости мреже.
- Извршена је провера валидности функције апроксимације расположивости мреже поређењем са израчунатим тачним вредностима (за оне топологије мреже за које је било могуће урадити прорачун у разумном временском периоду), као и са подацима који су доступни у релевантној литератури. На основу ових резултата дефинисане су области примене функције апроксимације расположивости мреже.
- Примениљивост уведене функције апроксимације и правила о равномерној повезаности чворова у мрежи је показана на примеру једне комплексне мреже (оптичка телекомуникациона мрежа Електропривреде Србије).

3.4 Примениљивост остварених резултата

Докторска дисертација иницирана је практичним и теоријским потребама анализе расположивости сложених телекомуникационих мрежа. Њени резултати могу имати веома значајну примену у процесу пројектовања сложених телекомуникационих мрежа. Применом добијене функције апроксимације на примеру једне реалне телекомуникационе мреже (оптичка телекомуникациона мрежа Електропривреде Србије) показана је њена

применљивост. Коришћењем резултата представљених у овој докторској дисертацији, процес пројектовања мрежа могуће је значајно убрзати у делу избора топологије мреже, јер се њиховом применом брже долази до оптималног броја линкова у мрежи за захтевану расположивост мреже. Развијен је софтвер за синтезу мреже са различитим критеријумима раста мреже који омогућава оптимизацију топологије мреже у зависности од различитих параметара.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане дисертације Комисија процењује да је кандидат показао способност за самостални научни рад, почевши од систематизације и критичког осврта на постојеће методе за израчунавање тачних и апроксимативних вредности расположивости сложених телекомуникационих мрежа, па до развоја оригиналне функције апроксимације вредности расположивости сложених телекомуникационих мрежа.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Основни научни доприноси који су остварени у оквиру ове докторске дисертације огледају се у следећем:

- Урађена је анализа и дат је критички осврт на методе и алгоритме за израчунавање тачних и апроксимативних вредности расположивости сложених телекомуникационих мрежа.
- Развијена је метода синтезе мреже која омогућава одређивање максималних вредности расположивости сложених телекомуникационих мрежа у зависности од броја чворова, броја линкова у мрежи и расположивости линкова. Метода синтезе мреже је значајно убрзана (у односу на теоријску основну дефиницију) применом правила о равномерној повезаности чворова у мрежи. Метода синтезе мреже је проширена увођењем критеријумске функције за раст мреже која узима у обзир и реалну расположивост појединих линкова и цену реализације линкова. На основу овако дефинисане методе синтезе мреже написан је одговарајући софтвер за синтезу мреже који је коришћен у оквиру ове докторске дисертације.
- Урађена је детаљна анализа добијених резултата која је дала опште смернице за пројектовање мрежа високе расположивости. Показано је да је за постизање високих *all-terminal* расположивости у мрежи веома важна што равномернија повезаност свих чворова у мрежи (под појмом равномерне повезаности чворова сматра се таква топологија мреже где се приближно исти број линкова завршава у сваком од чворова мреже). С друге стране, парцијално развијање само једног дела мреже ће веома мало допринети побољшању расположивости целокупне мреже.

- Развијена је функција апроксимације за максималну *all-terminal* расположивост сложене телекомуникационе мреже. Функција апроксимације даје приближне вредности расположивости мреже за задати број чворова, линкова и расположивост линкова у мрежи.
- Анализирана је валидност предложене функције апроксимације у односу на тачне вредности које су добијене применом методе синтезе мреже. Показано је да развијена функција апроксимације има задовољавајућу тачност која оправдава њено коришћење у пракси.
- Разматрана је примена предложене функције апроксимације за добијање полазних параметара за пројектовање мрежа попут потребног броја линкова у мрежи да би се остварила захтевана расположивост мреже.
- Предложена функција апроксимације расположивости верификована је на примеру једне реалне телекомуникационе мреже.
- Верификовано је правило о потребној равномерној повезаности чворова у мрежи применом синтезе мреже где је критеријумска функција у обзир узимала различите расположивости и цене реализације линкова у мрежи.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Сagleдавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно решио предвиђени задатак. Систематичан и детаљан приказ предложене функције апроксимације, развијен софтвер за методе синтезе мреже са различитим критеријумским функцијама, темељна анализа резултата, као и поређење са постојећим резултатима и алгоритмима за тачно и апроксимативно рачунање расположивости сложених мрежа, по питању брзине и тачности израчунавања расположивости, представљају значајан научни допринос у области телекомуникација и информационих технологија, што је и верификовано објављивањем резултата у часопису од међународног значаја, као и на признатим конференцијама од међународног и националног значаја.

4.3 Верификација научних доприноса

Кандидат мр Ненад Крајновић аутор је једног рада у часопису од међународног значаја (категорија M21, област телекомуникације), једног рада у научном часопису (категорија M53), као и више радова на конференцијама од међународног (1) и националног значаја (3). Радови који су у вези са темом докторске дисертације, односно резултати објављени у оквиру њих проистекли су из истраживања сprovedених у оквиру дисертације, су:

Категорија M21:

1. **N. Krajnović:** *"The Design of a Highly Available Enterprise IP Telephony Network for the Power Utility of Serbia Company"*, IEEE Communication Magazine, April 2009, страна 118-122 (IF=2,446 за 2009. годину) ISSN: 0163-6804, DOI: 10.1109/MCOM.2009.4907417.

Категорија M53:

1. M.Čabarkapa, Đ.Mijatović, **N.Krajnović:** *"Network topology availability analysis"*, Telfor Journal, Vol.3 No. 1, Novembar 2011, Beograd; ISSN 1821-3251.

Категорија M33:

1. **N. Krajnović:** *"Recommended Solutions for Service Wholesale in Triple Play Networks"*, EUROCON, novembar 2005. godine, Beograd.

Категорија M63:

1. **N.Krajnović:** *"Jedno viđenje arhitekture telekomunikacionih mreža budućnosti"*, Telfor, novembar 2004, Beograd.
2. **N.Krajnović, Z.Perović:** *"Realizacija SOX exchange-a"*, Telfor, novembar 2010, Beograd.
3. M.Čabarkapa, Đ.Mijatović, **N.Krajnović:** *"Analiza raspoloživosti mrežne topologije i česte zablude"*, Telfor, novembar 2010, Beograd.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Крајновића, под насловом „Процена максималне расположивости сложених телекомуникационих мрежа методом линеарне сегментне апроксимације” у целини је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све битне елементе који се захтевају Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У дисертацији је предложена нова функција апроксимације расположивости сложене телекомуникационе мреже у зависности од броја чворова, броја линкова и расположивости линкова. Предложен је и метод синтезе мреже са различитим критеријумским функцијама које одсликавају реалне услове код изградње телекомуникационих мрежа. Применом предложене функције апроксимације може се врло брзо, у границама грешке уведене апроксимације, израчунати апроксимативна вредност максимално могуће вредности расположивости сложене телекомуникационе мреже за познати број чворова, број линкова и расположивост линкова. Развијен је софтвер за синтезу телекомуникационе мреже на бази метода из ове докторске дисертације. На основу добијених резултата и коришћењем правила о синтези мреже за добијање максималне расположивост, значајно се убрзава процес избора иницијалне топологије телекомуникационе мреже током пројектовања. Резултате проистекле из истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације кандидат је објавио у водсћем међународном часопису у овој области и презентовао стручној јавности на конференцијама од међународног и националног значаја. На основу

увида у докторску дисертацију и објављене радове кандидата, Комисија констатује да дисертација представља оригиналан и савремен научни допринос у домену Телекомуникација и информационих технологија.

На основу наведеног, Комисија констатује да је кандидат Ненад Крајновић, магистар електротехнике, испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду, те, са задовољством, предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду, да се докторска дисертација под називом „Процена максималне расположивости сложених телекомуникационих мрежа методом линеарне сегментне апроксимације” кандидата мр Ненада Крајновића прихвати, и у складу са законском процедуром, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и давање одобрења кандидату да приступи усменој одбрани.

У Београду, 01. јул 2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Александар Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Зоран Јовановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Будимир Бурађ, reader
University of Westminster, London, UK

др Ирине Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Наташа Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

Nastavno-Naučno veće, ETF u Beogradu
Prof. dr Branko Kovačević, Dekan

Komisija za treći stepen studija, ETF u Beogradu
Prof. dr Petar Matavulj, predsednik komisije

Predmet: Doktorska disertacija mr N. Krajnovića

Poštovani,

Na sajtu ETF, počevši od 13.7.2015. godine, nalaze se na uvidu javnosti doktorska disertacija mr N. Krajnovića pod naslovom **Procena raspoloživosti složenih komunikacionih mreža metodom linearne segmentne aproksimacije**, kao i referat o pregledu i oceni ove disertacije. Nakon pregleda ovih materijala, smatram da referat kao i doktorsku disertaciju ne treba prihvatiti.

Razlozi su sledeći:

- Saglasno Pravilniku o doktorskim studijama ETF (sednica NNV, 03.10.2012., član 41.), kao i Pravilniku Univerziteta u Beogradu o doktorskim studijama (Gl. Univerziteta u Beogradu, 155/10, član 20.), doktorska disertacija mora biti rezultat originalnog naučnoistraživačkog rada kandidata iz oblasti elektrotehnike i računarstva. Kandidat mora imati objavljen, ili bezuslovno prihvaćen za objavljivanje, bar jedan rad u vezi sa disertacijom u vodećem međunarodnom časopisu sa ISI lista, a na kome je kandidat prvi autor. *Pod vodećim međunarodnim časopisima se podrazumevaju časopisi prema ISI publikacijama Journal Citation reports SCI, SSCI (ISI liste).*
- Kandidat ima samo jedan rad u časopisu sa ISI liste: N. Krajnović: "The Design of a Highly Available Enterprise IP Telephony Network for the Power Utility of Serbia Company", *IEEE Communication Magazine*, April 2009, pp.118-122. DOI: 10.1109/MCOM.2009.4907417.

Pri tome, **prema referatu** u ovom radu predstavljeno je tehničko rešenje mreže EPSa zasnovano na rezultatima iz doktorske disertacije.

Nažalost, koncepcija i sadržaj ovoga rada ne odnose se na doktorsku disertaciju kandidata. Naime, ovaj rad ne pripada kategoriji originalnih naučnoistraživačkih radova. Kandidat je ovaj rad kvalifikovao kao rad koji predstavlja tehničko rešenje tj. ... *This article presents technical solutions to these major issues that can benefit similar TDM-to-IP migration and hybridization projects* (poslednja rečenica abstrakta), čime se kvalifikuje kao stručni a ne naučnoistraživački rad sa prikazom novih naučnih dostignuća kandidata.

U radu je prikazano tehničko rešenje telekomunikacione mreže EPSa koje se ogleda u migraciji postojeće TDM tehnologije u tada relativno novu IP tehnologiju. Osnovni elementi predloženog rešenja su izgradnja nove VoIP infrastrukture, zamena 1/3 infrastrukture postojećih kućnih telefonskih centrala baziranih na TDM tehnologiji (TDM-PBXs) sa novim kućnim telefonskim centralama baziranim na IP tehnologiji (VoIP-PBXs), korišćenje softswitch tehnologije, kao i uvođenje SIP interkonekcije.

U prikazano tehničkom rešenju visoka raspoloživost mreže realizovana je predefinisanim hardverskim rešenjem, na taj način što je svaki čvor mreže povezan sa dva linka sa ostatkom mreže. Ovakvo rešenje ne može se smatrati naučnim doprinosom jer svaki komercijalni proizvođač opreme nudi opremu koju je moguće konfigurisati na pomenuti način. Primera radi, nova telefonska mreža koristi optičku infrastrukturu i SDH, pri čemu je primenjen Internet protokol u jezgru multiservisne mreže.

Kako se navodi, robusna IP infrastruktura predstavlja osnovu za izgradnju visoko raspoložive telefonske mreže. U kasnijem redizajnu mreže korišćen je jedan ruter sa potpuno redundantnim elementima rutera (single fully redundant router) po sajtu, umesto dva rutera po sajtu. Na

pristupnom nivou nalaze se 24 sajta sa 2 rutera po lokaciji. Takodje, zamena 2 rutera jednim redundantnim ne predstavlja naučni doprinos jer su takva rešenja poznata u praksi dugi niz godina. Ideja zamena dva uređaja jednim sa punom redundansom nije originalna ideja kandidata i ne predstavlja naučni doprinos.

Dakle, u ovom dizajnu mreže EPSa ni na koji način nisu korišćeni algoritmi iz doktorske disertacije. Čak ni sama provera algoritama na postojećoj mreži EPSa ne predstavlja naučni doprinos već eventualnu potvrdu kvaliteta algoritama. Pri tome, navedeni rad ni u jednom svom delu ne navodi algoritme koji su suština doktorske disertacije, ne spominje njihovu primenu na mreži, ne predstavlja i ne tumači rezultate primene algoritama (ako su uopšte primenjeni) i ne tretira temu doktorske disertacije.

- Detaljnom analizom doktorske disertacije lako je utvrditi da ne postoji bilo kakva korelacija sa materijom datom u radu N. Krajnović: *"The Design of a Highly Available Enterprise IP Telephony Network for the Power Utility of Serbia Company"*, IEEE Communication Magazine, April 2009, pp.118-122. DOI: 10.1109/MCOM.2009.4907417.

Drugim rečima, uslov da kandidat mora imati objavljen, ili bezuslovno prihvaćen za objavljivanje, bar jedan rad u vezi sa disertacijom u vodećem međunarodnom časopisu sa ISI lista, a na kome je kandidat prvi autor nije ispunjen.

- Rezultate istraživanja iz doktorske disertacije kandidat je primenio na konkretnoj operativnoj mreži EPSa, što je opisano u 5. glavi disertacije.

Pri tome kandidat tvrdi sledeće: *Dobijeni rezultati su aktivno korišćeni prilikom izrade telekomunikacione mreže EPS ... U jednoj od sledećih faza u projektovanju TK mreže EPS-a, urađen je i projekat telefonske mreže EPS-a. ... Rezultati rada na projektovanju telefonske mreže EPS-a publikovani su i u radu sa ISI liste.*

Kao što je već istaknuto, tehničko rešenje mreže EPSa koje je kandidat izložio u radu sa ISA liste nije zasnovano na rezultatima prikazanim u doktorskoj disertaciji, kako to kandidat tvrdi. Ukoliko su zaključci disertacije i korišćeni u kasnijoj evaluaciji mreže EPSa, kandidat je trebao da navede odgovarajuće reference.

Treba, takodje, istaći da ovi rezultati nisu publikovani u časopisu sa ISI liste.

- U referatu o pregledu i oceni doktorske disertacije, u poglavljima 2.2, 3.2 i 4.3 kao i u zaključku stoji opšti stav *...Rezultate proistekle iz istraživanja sprovedenog u okviru doktorske disertacije kandidat je objavio u vodećem međunarodnom časopisu u ovoj oblasti i prezentovao stručnoj javnosti na konferenciama od međunarodnog i nacionalnog značaja* stav *... Rezultati dobijeni primenom predložene funkcije aproksimacije upoređeni su sa stvarnom raspoloživošću mreže koja je projektovana i izgrađena primenom rezultata iz ove disertacije.*

Uzimajući u obzir prethodne činjenice ova konstatacija nije tačna.

Projektovanje mreže EPSa, čije je rezultate autor objavio u pomenutom radu sa ISI liste nisu obavljani metodologijom koja je predložena u doktorskoj disertaciji. Naime prvi rad autora u kome se govori o problemima raspoloživosti mreže potiče iz 2010. godine, objavljen na konferenciji TELFOR 2010.

Na osnovu napred iznetih činjenica, smatram da referat o pregledu i oceni doktorske disertacije mr N. Krajnovića pod naslovom **Procena raspoloživosti složenih komunikacionih mreža metodom linearne segmentne aproksimacije**, kao i samu disertaciju ne treba prihvatiti, jer ne ispunjava minimalne uslove definisane odgovarajućim pravilnicima o doktorskim studijama ETF i Univerziteta u Beogradu

Sa poštovanjem,



M.L. Dukić

 Комисија за студије трећег степена, ЕТФ у Београду

 Наставно-научно веће, ЕТФ у Београд

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ			
БЕОГРАД			
ПРИМЉЕНО: 08 OCT 2015			
Орг. јед.	Беој	Приват	Врста
	1911		

Предмет: Докторска дисертација мр Ненада Крајновића
(одговор на примедбе проф. М.Л. Дукића)

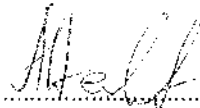
Комисија за студије трећег степена, својим дописом 1509/2 од 10.09.2015. год., сугерисала је члановима Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата мр Ненада Крајновића да одговоре писменим путем на примедбе поднете од стране проф. М.Л. Дукића на Реферат о прегледу и оцени докторске дисертације, као и на саму дисертацију кандидата.

Комисија за преглед и оцену докторске дисертације кандидата пажљиво је проучила примедбе достављене од стране проф. М.Л. Дукића и након тога констатује следеће:

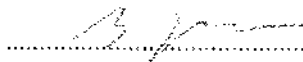
Комисија за преглед и оцену докторске дисертације кандидата мр Ненада Крајновића остаје у потпуности при својим закључцима наведеним у Реферату о прегледу и оцени докторске дисертације кандидата.

У Београду, 01. октобар 2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



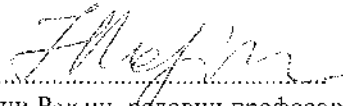
др Александар Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



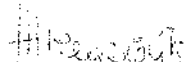
др Зоран Јовановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Владимир Бураћ, reader
University of Westminster, London, UK



др Ирина Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Наташа Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет