

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

01.03.2022. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. Драгана Стевановића под насловом „Одређивање преосталог животног века и стратегије замене малоуљних прекидача на основу динамичке анализе ризика“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **31.03.2022. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан

Проф. др Драган Манчић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Стевановић, Адам, Драган	ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ Испитано 01.03.2022 Број 07/03-007/22-001
Датум и место рођења	03.02.1985. Сокобања	
Основне студије		
Универзитет	Универзитет у Нишу	
Факултет	Електронски факултет у Нишу	
Студијски програм	Електроенергетика	
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике за електроенергетику	
Година уписа	2004.	
Година завршетка	2009.	
Просечна оцена	7,74	

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	-
Факултет	-
Студијски програм	-
Звање	-
Година уписа	-
Година завршетка	-
Просечна оцена	-
Научна област	-
Наслов завршног рада	-

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електроенергетика
Година уписа	2013
Остварен број ЕСПБ бодова	150
Просечна оцена	10

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Одређивање преосталог животног века и стратегије замене малоуљних прекидача на основу динамичке анализе ризика
Име и презиме ментора, звање	др Драган Тасић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-005/20-024, Датум 10.07.2020. год.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	197
Број поглавља	18
Број слика (шема, графикана)	120
Број табела	26
Број прилога	6

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, Dragan Tasić, "Replacement strategy of medium-voltage circuit breakers based on the segmented risk estimation", Electrical Engineering (Archiv für Elektrotechnik), ISSN 0948-7921, Vol. 101. No, 2, pp. 527-536, 2019.,</p> <p>У раду је представљена стратегија замене малоуљних прекидача која се базира на процени ризика њиховог држања у погону у будућем периоду. Методологија се заснива на мерењу стања прекидача (пад напона) и вођењу евиденције о броју кварова на датом изводу. Ризик је подељен у зависности од радних услова (нормални и екстремни услови). Ризик при нормалним условима експлоатације представља вероватноћу достизања максималног пада напона на прекидачу (одређен помоћу Вејбулове расподеле), док се ризик при екстремним условима одређује као вероватноћа достизања максималног броја искључених струја кратког споја у наредном периоду (помоћу Пуасонове расподеле).</p>	M23
2	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, "Influence of circuit breaker replacement on power station reliability", FACTA UNIVERSITATIS, Series: Electronics and Energetics Vol. 32, No 3, September 2019, pp. 331-344, doi.org/10.2298/FUEE1903331S</p> <p>У овом раду је представљена нова методологија за замену прекидача у трансформаторској станици (ТС). Методологија се заснива на статистичкој анализи података из експлоатације прекидача и утицаја замене прекидача на поузданост ТС. Представљена је економска исплативост замене прекидача у ТС. Поузданост ТС је одређена методама минималних путева и минималних пресека, помоћу чега је могуће сагледати утицај замене појединих група прекидача на поузданост целе ТС. Пример употребе методологије је представљен на реалном случају једне ТС 35/10kV. На крају су приказани дисконттовани трошкови сваке инвестиције за период од 5 година.</p>	M24
3	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, Dragan Tasić, "Metodologija za određivanje vremena zamene prekidača na bazi pouzdanosti i integrisanog faktora rizika", Tehnika, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, br. 5, str. 687- 693, ISSN 0040-2176, 2019 god.</p> <p>У овом раду је анализирана економска исплативост замене малоуљних прекидача у трансформаторским (ТС) станицама на основу повећања поузданости ТС. Економска анализа је извршена кроз 5 различитих акција, као што су замена прекидача на: ТС пољу, 35 kV доводу, 10 kV изводима, сви прекидачи, без замене прекидача. Економској анализи је претходило одређивање вероватноће отказа свих прекидача у ТС, на основу података из његове експлоатације.</p>	M52
4	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, "Microgrids in Power Industry of Serbia: possibilities and challenges", 1st Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy, eNergetics 2015, 02-03 Juli 2015, Niš, Serbia, Proceedings pp.70-74.</p> <p>У раду је приказана могућност употребе микро мрежа у једном енергетском систему, при чему би део мреже могао да ради у острвском режиму рада или да ради на енергетској мрежи. Приказан је основни приказ техничких карактеристика микро мреже. Могућност функционисања 10kV извода као микро мреже представљено је на конкретном примеру ТС 35/10kV „Сокобања“ и 10kV извода „Западна села“.</p>	M33
5	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, "Circuit Breaker Voltage Drop Analysis", 2nd Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy, eNergetics 2016, 22-23 September 2016, Niš, Serbia, Proceedings pp.9-12.</p> <p>У раду су анализирани малоуљни прекидачи на основу вредности падова напона на њиховим контактима. Подаци обухватају 42 трансформаторске станице (ТС) 35/10kV, са укупно 426 прекидача (109 прекидача 35kV и 317 прекидача 10kV). Мерење падова напона је вршено сваке друге године. Циљ анализе је одређивање очекиваног животног века прекидача у зависности од његовог пада напона.</p>	M33

6	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, "Circuit Breaker Replacement Strategy Based on the Substation Risk Assessment", 4th Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy, eNergetics 2018, October 25-26, Niš, Serbia, Proceedings pp.235-240.</p> <p>У раду је представљена методологија помоћу које се може одредити најисплативија варијанта замене прекидача у једној трансформаторској станици (ТС). Коришћени су стварни подаци који се редовно прикупљају на терену приликом ревизије ТС. Методологија се састоји и од економске анализе замене прекидача, са циљем одређивања најоптималнијег решења за инвеститора, тј. одређивање ситуације при којој се поузданост ТС значајно повећава при што нижим улагањима.</p>	М33
7	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, Dragan Tasić, "Statistical Analysis of Minimum Oil Breaker Failures", 14th International Conference on Applied Electromagnetics, Niš, August 26-28, 2019., CD Proceedings Paper O2-3, ISBN 978-86-6125-212-9.</p> <p>У раду је анализиран преостали животни век малоуљних прекидача на основу резултата добијених статистичком анализом података о његовом одржавању. Користећи податке 427 прекидача из претходних 10 година, одређена је Вејбулова расподела отпора контакта прекидача кабловских и надземних извода и напонског нивоа 10kV и 35kV.</p> <p>Стање прекидача на овај начин може бити сагледано и праћено током његове даље експлоатације, како би се на време могла извршити његова замена или поправка пре него што наступи његов непланирани отказ. Коришћени подаци су прикупљени у редовном радном процесу, тако да за примену методологије није потребна додатна радна снага или додатна опрема.</p>	М33
8	<p>Dragan Stevanović, Aleksandar Janjić, "Mikro mreže u energetskom sistemu Srbije: mogućnosti i izazovi", X savetovanje o elektrodistributivnim mrežama, 26-30. septembar 2016., Vrnjačka Banja, R-5.10.</p> <p>У раду је представљена могућност искоришћавања потенцијала микро мреже у енергетском систему Србије, као на пример у руралним подручјима где постоје могућности изградње мини хидро електрана. У анализи су коришћени само обновљиви извори енергије, као што су: хидро електране, ветро генератори и соларни панели. За обезбеђење сигурности напајања предвиђена је уградња батерија које би покривале врхове оптерећења.</p>	М33
9	<p>Dragan Stevanović, „Analysis of Weibull and Poisson Distribution use in Medium Voltage Circuit Breakers RUL Assessment“, Global Journal of Researches in Engineering: Electrical and Electronics Engineering, Vol. 20, Issue 2, 2020.</p> <p>У овом раду представљена је анализа оправданости употребе Вејбулове и Пуасонове расподеле приликом одређивања преосталог животног века прекидача на средњем напону. Приказани су резултати који показују да Вејбулова расподела одговара отказу прекидача услед прекорачене вредности падова напона на његовим половима. Анализа обухвата два временска периода и подаци показују повећање блискости Вејбуловој расподели како се број отказалих прекидача повећава.</p> <p>Са друге стране Пуасонова расподела одговара отказу прекидача услед прекораченог броја искључених струја кратког споја. Резултати показују да 89% анализираних прекидача задовољава поменуто расподелу.</p>	

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, бр. 07/03-026/21-001 од 17.12.2021. год., установљено је да кандидат дипл. инж. Драган Стевановић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Драган Стевановић доставио је Факултету доказ да је првотписани аутор једног рада из области од интереса за тему дисертације објављеног у часопису са

SCIe листе, као и доказ да је првопотписани аутор једног рада публикованог у часопису који издаје Универзитет у Нишу. Сходно томе, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Докторска дисертација дипл. инж. Драгана Стевановића изложена је на 197 страница текста формата А4 и укључује 120 слика и 26 табела. Организована је у 18 поглавља (укључујући Прилоге и Литературу), уз логичан ток излагања који пружа могућност једноставног праћења текста. Језички је коректно реализована. Коришћене референце наведене су на крају текста дисертације, по редоследу цитирања.

У првом поглављу „Увод“ образложен је предмет докторске дисертације, наведени су тренутни изазови у дистрибутивном електроенергетском систему (ДЕЕС) у погледу експлоатације малоуљних прекидача на средњем напону, као и структура саме дисертације.

Друго поглавље садржи преглед литературе који се односи на до сада коришћене приступе приликом анализе преосталог животног века и поузданости опреме у ДЕЕС, а нарочито на прекидаче. Набројане су коришћене методе за одређивање поузданости и преосталог животног века. На крају поглавља наведени су недостаци досадашњих истраживања и наведен је начин на који предложена дисертација отклања уочене недостатке.

Треће поглавље „Прекидачи“ посвећено је опису развоја технологије прекидача, тренутне праксе одржавања, испитивања, експлоатације и њихове замене. Посебно су објашњени начини добијања података који су коришћени у дисертацији.

У четвртом поглављу „Ризик“ дефинисан је појам ризика, наведени су стандарди који дефинишу процену ризика, начин његовог прорачуна, као и опис одржавања заснованог на процени ризика.

У петом поглављу „Анализи животног века уређаја“ дефинисан је преостали животно век уређаја, показатељи поузданости и набројане су континуалне расподеле животног века које се употребљавају у пракси приликом анализе животног века. Затим, наведене су дискретне расподеле помоћу којих се процењује вероватноћа отказа услед прекораченог броја прекида струје кратког споја.

Математички модел процене утицаја замене прекидача на расположивост трансформаторске станице (ТС) дат је у шестом поглављу. Модел обухвата методу минималних путева и методу минималних пресека које су коришћене за прорачун поузданости постројења у овој дисертацији.

Нови приступ одређивању ризика прекидача, који је предложен у овој дисертацији, изложен је у седмом поглављу. Детаљно су обрађени сви неопходни кораци на којима се базира овај приступ, почевши од идентификације извора ризика, начина прикупљања и обраде података, процене стања и одређивања преосталог животног века анализираних прекидача, вероватноће њиховог отказа и прорачуна ризика.

„Верификација предложеног приступа“ изложена у осмом поглављу приказује резултате који су добијени спровођењем новог приступа представљеног у седмомом поглављу. Анализа је вршена на основу 13-годишњег испитивања 427 малоуљних прекидача из 42 трансформаторске станице. Статистичком обрадом ових података одређена је расподела вероватноће отказа прекидача и израчунат ризик њиховог задржавања у погону. Представљени су резултати потврђивања одабраних расподела, као и табеларни преглед 25 прекидача са највећим ризиком.

Девето поглавље „Утицај стања прекидача на расположивост ТС“ се бави анализом исплативошћу замене ризичних прекидача у ТС. Анализа се спроводи прорачуном утицаја замене одређене групе прекидача на расположивост ТС са новчаним трошковима спроведене акције. Трошкови се касније свде на садашњу вредност, након чега је олакшано доношење одлуке о предузимању одређене акције.

У десетом поглављу „Софтвер за прорачун ризика прекидача“ приказан је софтвер развијен за потребе анализе резултата ове дисертације, у коме је могуће спровести прорачун који је предложен у дисертацији.

Закључак представља једанаесто поглавље и приказује резултате спроведеног истраживања и научни допринос дисертације.

У „Литератури“, која представља дванаесто поглавље наведена је сва литература која је коришћена у изради дисертације.

Прилог 1 садржи графике Вејбулове расподеле за различите критеријуме (напонски ниво, тип вода, сви

изводи, упоредни приказ кабловских и надземних водова и упоредни приказ 10 kV и 35 kV водова). Приказани су графици непоузданости, поузданости, густине расподеле вероватноће, интензитета отказа и график Вејбулових параметара.

Прилог 2 садржи Вејбулову расподелу са израчунатим вредностима параметара и коефицијента корелације за сваки критеријум (тип вода, напонски ниво, сви изводи) и за две вредности дозвољеног пада напона (дозвољена вредност и 25% већа дозвољена вредност).

Прилог 3 садржи табелу вероватноће достизања шест искључења струје кратког споја, табелу вероватноће достизања 20 искључења струје кратког споја и табелу усклађености анализираних података (број струја кратког споја) са Пуасоновом расподелом.

У прилогу 4 налази се детаљан прорачун показатеља поузданости ТС.

У прилогу 5 приказана је табела ризика отказа свих прекидача који још увек нису отказали.

Прилог 6 приказује развијено софтверско решење, које користећи математички модел који је предложен у дисертацији врши прорачун вероватноће отказа прекидача, трошкове и ризик.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Увидом у одељак „Очекивани резултати, научна заснованост и допринос истраживања“ из Извештаја о научној заснованости теме докторске дисертације, може се закључити да су остварени циљеви постављени у пријави дисертације.

Развијен је поступак за одређивање стања прекидача на основу податка доступних из експлоатације. Анализирани су вероватноће отказа прекидача и предложен нови приступ за одређивање ризика отказа прекидача, уз уважавање осталих компоненти трансформаторске станице. Код одређивања интензитета отказа прекидача уважаване су и карактеристике вода на којем се он налази.

Указано је како се на основу израчунатих ризика отказа формирају релевантне листе прекидача на које треба обратити пажњу у експлоатацији или их предвидети за замену. Одређивање прекидача за замену спроводи се помоћу анализе утицаја његове замене на повећање поузданости ТС. Затим се врше економски прорачуни којима се одређује економски најповољније решење.

Предложено је пет стратегија замене прекидача. За сваку стратегију се прорачунава поузданост ТС, трошкови замене и рачунају сведени трошкови инвестиција.

Урађен је софтвер за прорачуне вршене у дисертацији. Софтвер омогућава формирање базе података, помоћу које би се током сваког новог уноса података вршио целокупан прорачун и обавештавао корисник у случају да је ризик отказа знатно повећан.

Дат је пример комплетног прорачуна ризика и замене прекидача у једној ТС 35/10 kV/kV.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Према оцени Комисије, најзначајнији доприноси докторске дисертације су следећи:

- одређене су математичке расподеле које описују вероватноћу отказа прекидача,
- дефинисан је приступ за процену старења прекидача, односно преосталог животног века на основу података који су већ доступни из његове експлоатације,
- одређен је утицај показатеља поузданости прекидача на расположивост трансформаторске станице,
- развијен је нови приступ за процену ризика отказа прекидача,
- дефинисан је поступак за формирање релевантних листи за замену прекидача на основу израчунатих ризика отказа,
- извршена је анализа економске исплативости замене прекидача на основу њиховог ризика отказа,
- развијен је софтвер за прорачун ризика отказа прекидача.

Све изложено у дисертацији представља солидну основу за даља истраживања, која могу обухватити додатне податке који дају увид у стање прекидача: број купаца на 10 kV изводима, дужине извода 10 kV и 35 kV напонског нивоа, тип терена на коме се извод простире, утицај загађивача у средини где је

прекидач у експлоатацији, вођење детаљне евиденције о свим акцијама које се спроводе над прекидачем, вођење предложеног софтвера у постојеће информационе системе.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат дипл. инж. Драган Стевановић, исказао је изузетну мотивисаност, висок степен самосталности и самоиницијативе како током докторских студија у оквиру научно-истраживачког рада и истраживања које је резултовало формирањем теме дисертације, тако и током самог поступка израде докторске дисертације. У прилог томе говори девет објављених радова у научним часописима и зборницима радова са научних конференција, као и вишегодишње професионално искуство кандидата у области везаној за тему дисертације.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Увидом у приложени рукопис докторске дисертације дипл. инж. Драгана Стевановића, може се закључити да она садржи низ оригиналних научних доприноса из области експлоатације прекидача и електроенергетских постројења. Основни доприноси дисертације доступни су стручној јавности кроз радове публиковане у домаћим и међународним часописима и зборницима радова са научних скупова.

Имајући у виду значај обрађене теме и изложене резултате, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да докторску дисертацију кандидата дипл. инж. Драгана Стевановића, под насловом "Одређивање преосталог животног века и стратегије замене малоуљних прекидача на основу динамичке анализе ризика" прихвати и одобри њену усмену одбрану.




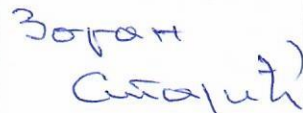

КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану
Комисије

8/20-01-001/22-025

Датум именовања Комисије

19.01.2022.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Др Александар Јањић, ванредни професор Електроенергетика (Научна област)	председник 
	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Драган Тасић, редовни професор Електроенергетика (Научна област)	ментор, члан 
	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Лидија Коруновић, редовни професор Електроенергетика (Научна област)	члан 
	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Зоран Стајић, редовни професор Електроенергетика (Научна област)	члан 
	Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Дардан Климента, редовни професор Електроенергетика (Научна област)	члан 
	Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

1.3.2022.год., Ниш