

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **мр Александре Грујић** за израду докторске дисертације

На 760. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду, одржаној 12.03.2013. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата магистра електротехнике Александре Грујић за израду докторске дисертације под насловом „**Моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења**“.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александра Грујић рођена је 07.03.1975. године у Зајечару. Основну школу, средњу школу и Електротехнички факултет завршила је у Београду. Дипломирала је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на смеру Електроенергетски системи 14.07.2000. године. Последипломске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Електроенергетска постројења и опрема, уписала је 2000. године. Магистарску тезу на тему "Анализа метода прорачуна зоне заштите громобранске инсталације објекта опште и посебне намене" одбранила је 23.06.2006. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор при изради магистарске тезе био је проф. др Златан Стојковић.

Запослила се 2000. године на Вишој електротехничкој школи у Београду као стручни сарадник на предметима: Апликативни софтвер, Електричне машине 1 и 2, Електромоторни погони, Електране и разводна постројења, Основи електротехнике 1 и 2, Увод у оперативне системе. Учествовала је и као предавач на информатичкој обуци незапослених са тржишта рада. Учествовала је у изради задатака за општинска и републичка такмичења средњошколаца из Основа електротехнике. Звање предавача Више електротехничке школе у Београду стекла је 2006. године. У звању предавача Високе школе електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду ангажована је од 2007. године на предметима основних струковних студија: Нове енергетске технологије, Дистрибуција и тржиште електричне енергије, Техника високог напона и Обновљиви извори енергије. Од 2012. године ангажована је као предавач на предметима специјалистичких струковних студија: Квалитет електричне енергије и Информационе технологије у електроенергетици. Ментор је преко 40 дипломских радова на Високој школи електротехнике и

рачунарства у Београду. У периоду од 2003 до 2005. године обављала је функцију секретара смера Енергетика. Од 2012. године обавља функцију руководиоца студијског програма Нове енергетске технологије.

Мр Александра Грујић је коаутор једног рада публикованог у научном часопису међународног значаја са SCI листе, седам радова публикованих у зборницима међународних и регионалних научних скупова, два рада публикована у научним часописима националног значаја и два рада публикована у зборницима скупова националног значаја.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Магистарска теза кандидата Александре Грујић, дипл. инж. електротехнике под називом "Анализа метода прорачуна зоне заштите громобранске инсталације објеката опште и посебне намене" припада области Електроенергетски системи и одбрањена је 23.06.2006. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор при изради магистарске тезе био је проф. др Златан Стојковић.

Магистарска теза садржи 152 стране, са укупно 122 слике и 30 табела. Подељена је у 6 поглавља, укључујући Увод и Закључак. Списак литературе садржи 30 референци. У првом, уводном, поглављу укратко је описан предмет магистарске тезе који се односи на анализу метода прорачуна зоне заштите громобранске инсталације објеката опште и посебне намене. У другом поглављу дефинисани су појам, улога и саставни делови громобранске заштите. Прихватни систем, спусни проводници и систем уземљења су, као саставни делови спољашње громобранске инсталације, детаљно описани у складу са важећом регулативом. У трећем поглављу дат је осврт на постојеће прописе и стандарде, који се односе на објекте опште и специјалне намене, а којима су утврђени општи услови за пројектовање, извођење, верификацију и одржавање громобранских инсталација, као и технички услови за штапне хватаљке различитог типа.

У четвртом поглављу дате су теоријске поставке прорачуна штићеног простора од атмосферског пражњења. Детаљно је приказан дијаграм тока поступка одређивања нивоа заштите громобранске инсталације. У петом поглављу извршена је анализа зоне заштите објеката опште намене, надземних водова и електроенергетских постројења у функцији примењеног метода прорачуна. Детаљно је описан развијен програмски алат за пројектовање громобранске заштите наведених објеката. Приказани су резултати прорачуна зоне заштите стамбеног објекта, као типичног објекта опште намене. Зона заштите остварена је применом различитих типова штапних хватаљки. Дати су и одговарајући прорачуни зоне заштите за надземне водове различитог напонског нивоа. У последњем, шестом, поглављу дати су експлицитни закључци о могућностима примене појединих метода прорачуна зоне заштите громобранске инсталације у зависности од намене разматраног објекта и типа штапне хватаљке.

Списак објављених радова мр Александре Грујић

Научни часописи међународног значаја - M20

- 1.1 **Grujić A.**, Stojković Z.: *Software Tool for Estimating the 3D Lightning Protection Zone of High Voltage Substations*; International Journal of Electrical Engineering Education (IJEED) – Special Issue: Technology transfer – new perspectives on delivering electrical and electronics engineering education, Vol 48, No 3, July 2011, pp. 307-322, IF(2011) = 0.119, ISSN: 0020-7209, M23.

Зборници међународних и регионалних научних скупова - M30

- 2.1 **Grujić A.**, Savić A., Lazarević N.: *Povećanje stepena zaštite vazduha korišćenjem solarnih kolektora u zdravstvenom centru Pirot*, Šesta regionalna konferencija o sistemu upravljanja zaštitom životne sredine u elektroprivredi, ELECTRA VI, Zlatibor, 6-10. decembar 2010, Zbornik radova u elektronskom izdanju, Ref. 7-2, str. 369-375, M33.
- 2.2 **Grujić A.**, Beljić D.: *Dimenzionisanje solarnih kolektora pomoću programa Solarberater*, Treća regionalna konferencija, Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama Jugoistočne Evrope, Kopaonik, jun 2011, Ref. 6-3, Zbornik radova u elektronskom izdanju, M33.
- 2.3 Savić A., **Grujić A.**: *Učenje na daljinu kao podrška tradicionalnom obrazovnom procesu predmeta distribucija i tržište električne energije*, Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA, Vol. 10, Ref. E-V-19, March 2011, str. 275-280, ISBN: 978-99938-624-6-8, M33.
- 2.4 **Grujić A.**: *Modelovanje atmosferskih pražnjenja u nadzemne vodove*, Međunarodna konferencija, Matematičke i informacione tehnologije, MIT 2011, Vrnjačka Banja, avgust 2011, Zbornik radova sa konferencije, str. 134-137, ISBN: 978-86-83237-90-6, M33.
- 2.5 **Grujić A.**, Bogojević B., Petrović S.: *Određivanje vršne snage konzumnih područja*, Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2012, Vol. 11, Ref. ENS-2-4, March 2012, str. 133-138, ISBN: 978-99938-624-8-2, M33.
- 2.6 Ivezić M., **Grujić A.**, Petrović S., Velenderić N., Vrtunić S.: *The Future of Interactive Engineering Education*, Information systems and technology innovation, Proceeding book of the International Conference ISTI-2012, Tirana, June 8-9, 2012, pp. 9-10, ISBN: 978-9995-6377-8-1, M33.
- 2.7 Petrović S., **Grujić A.**, Ivezić M.: *Solving Optimal Dispatching Problem on Linear Test Electrical Power System Network*, Information systems and technology innovation, Proceeding book of the International Conference ISTI-2012, Tirana, June 8-9, 2012, pp. 16-17, ISBN: 978-9995-6377-8-1, M33.

Часописи националног значаја – M50

- 3.1 Alaković S., **Grujić A.**, Vlajić-Naumovska I., Mijalković M.: *Gorivne ćelije, čista energija budućnosti*, Ecologica 2009, Vol 16, No 54, str. 128-134, ISSN: 0354 – 3285, M52.
- 3.2 **Grujić A.**, Stojković Z.: *Procena rizika kvara visokonaponskih postrojenja od atmosferskog pražnjenja*, Tehnika 2013, Vol 68, No 1, str. 95-102, ISSN: 0013-5836, M51.

Зборници скупова националног значаја - M60

- 4.1 Stojković Z., **Grujić A.**, Tenbohlen S.: *Projektovanje gromobranske zaštite razvodnih postrojenja i nadzemnih vodova*, 28. Savetovanje JUKO-CIGRE, Ref. C4-01, Vrnjačka Banja, 30. septembar – 05. oktobar 2007, Zbornik radova sa konferencije, str. 167-172, ISBN: 978-86-82317-60-9, M63.
- 4.2 Stojković Z., **Grujić A.**: *Programski alat za projektovanje gromobranske zaštite razvodnih postrojenja*, 30. Savetovanje CIGRE Srbija, Ref. C4-03, Zlatibor, 29. maj – 03. Jun 2011, Zbornik radova u elektronskom izdanju, str. 1-12, ISBN: 978-86-82317-69-2, M63.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Својим досадашњим активностима мр Александра Грујић, дипл. инж. електротехнике испољила је квалитет, заинтересованост и смисао за научноистраживачки рад. Објављени радови 1.1, 2.4, 3.2, 4.1 и 4.4 су директно повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације. На основу биографских података, научних и стручних активности, као и објављених радова, Комисија сматра да постигнути резултати квалификују кандидата за успешан и ефикасан научноистраживачки рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Поуздано и квалитетно снабдевање електричном енергијом представља основни захтев који пред електроенергетски систем (ЕЕС) постављају потрошачи електричне енергије. Овај захтев ЕЕС мора испунити по свим функционалним нивоима производње, преноса и дистрибуције електричне енергије. На поузданост рада ЕЕС-а у знатној мери утиче поузданост рада високонапонских постројења која су у пракси изложена директним атмосферским пражњењима. При пројектовању високонапонских постројења неопходно је формирати одговарајућу громобранску заштиту која представља комплекс заштитних мера против директног удара грома и његовог секундарног дејства, чиме се обезбеђује сигурност погонског особља, опреме и материјала од кварова, експлозије, пожара и рушења. У циљу заштите високонапонских постројења од атмосферских пражњења пројектује се и изводи одговарајућа спољашња и унутрашња громобранска инсталација. Саставни део спољашње громобранске инсталације је прихватни систем, који се дефинише као систем проводника чија је улога да на себе прихвати директно атмосферско пражњење, и на тај начин спречи оштећење објеката.

При пројектовању прихватног система неопходно је моделовати зону заштите, која представља простор у којем се са малом вероватноћом може догодити директно атмосферско пражњење. Прорачун зоне заштите представља важан корак у анализи угрожености високонапонских постројења од директног атмосферског пражњења. Овај прорачун се заснива на коришћењу различитих емпиријских или физичких модела. Геометријски модел и електрогеометријски модел заснивају се на примени теорије ударног растојања. Први модел претпоставља да је ударно растојање независно од амплитуде струје атмосферског

пражњења и локалне геометрије разматраног објекта. Према електрогеометријском моделу, ударно растојање приказано је као функција само амплитуде струје атмосферског пражњења а не и локалне геометрије објекта.

Основни недостатак поменутих модела односи се на неуважавање једног утицаја (електрогеометријски модел) или оба утицаја (геометријски модел). У литератури публикованој последњих година приказан је нови, генерички модел, који је базиран на значајном проширењу знања о физичком моделу прескока на дугим растојањима. Према овом моделу ударно растојање представља функцију и амплитуде струје атмосферског пражњења и локалне геометрије објекта. На основу прегледа литературе закључено је да примена генеричког модела није довољно заступљена у одређивању зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења.

Циљ истраживања је моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења. Целокупна анализа осетљивости зоне заштите биће спроведена у зависности од диспозиције високонапонског постројења, метода прорачуна и примењеног типа заштитног уређаја. Посебан значај биће дат примени генеричког метода, као и коришћењу заштитних ужади, као честих заштитних уређаја у високонапонским постројењима сложене геометрије. На тај начин, биће омогућено сагледавање свих утицајних фактора које је потребно уважити у моделовању зоне заштите и пројектовању оптималног решења заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења. Методологија и алгоритам за прорачун ризика квара високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења биће имплементирани у програмски алат чија примена ће омогућити формирање одговарајуће мапе ризика. На основу мапе ризика кварова високонапонских постројења од директног атмосферског пражњења корисницима ће бити омогућено постизање правовремених и одговарајућих одлука у вези мера, обима и средстава за громобранску заштиту високонапонских постројења.

Остварење наведених циљева биће приказано на примерима значајних високонапонских постројења при хидроелектранама и термоелектранама Електропривредног система Србије односно значајних високонапонских постројења која припадају преносном систему Електромреже Србије.

Осврт на релевантне библиографске изворе

Област заштите електроенергетских објеката од атмосферског пражњења је била предмет проучавања више аутора. Најзначајније референце, релевантне за предложено истраживање, дате су у наставку.

- [1] Hileman A.R.: *Insulation Coordination for Power Systems*, Marcel Decker, Inc., New York-Basel, 1999.
- [2] Haddad A., Warne D.F.: *Advances in High Voltage Engineering*, IEE Power and Energy Series 40, IEE Publishing London, 2004.
- [3] Wenyan L.: *Probabilistic Transmission System Planning: Substation Planning*, John Wiley & Sons, 2011, pp. 259-281.

- [4] Vahidi B., Damaki Aliabada A. A.: *Software Based on MATLAB for Teaching Substation Lightning Protection Design to Undergraduate Students With Emphasize on Different Striking Distance Models*, Computer Application in Engineering Education, Vol. 19, 2011, pp. 256-267.
- [5] Shimizu K., Motoyam H.: *Substation Outage Rate Prediction Method Based on Lightning Characteristics*, Electrical Engineering in Japan, Vol. 48, 2004, pp. 64-75.
- [6] Sakis Meliopoulos A. P., Cokkinides G. J.: *Substation Lightning Shielding and Risk Assessment*, European Transactions on Electrical Power, Vol. 13, 2003, pp. 407-412.
- [7] Savić M.S., Stojković Z.: *An Expert System for High-Voltage Substations Lightning Performance Estimation*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 3, July 1992, pp. 1223-1230.
- [8] Stojković Z.: *An Improved Method for HV Substation Lightning Performance Estimation*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, No. 3, July 1999, pp. 917-922.
- [9] Yamamoto H., Minejima T., Sumitani I., Kojima S., Fukano T., Tada T.: *Prospective Method of Lightning Protection Schemes in Distribution System*, Electrical Engineering in Japan, Vol. 127, 1999, pp. 1-10.
- [10] Flisowski Z., Mazzetti C., Włodek R.: *New Approach to the Selection of Effective Measures for Lightning Protection of Structures Containing Sensitive Equipment*, Journal of Electrostatics, Vol. 60, 2004, pp. 287-295.
- [11] Horváth T.: *Standardization of Lightning Protection Based on the Physics or on the Tradition?*, Journal of Electrostatics, Vol. 60, 2004, pp. 265-275.
- [12] Bouquegneau C.: *A Critical View on the Lightning Protection International Standard*, Journal of Electrostatics, Vol. 65, 2007, pp. 395-399.
- [13] CEI EN 62305-2, Protection against lightning, Part 2: Risk management, 2006.
- [14] Arevalo L., Cooray V.: *The Mesh Method in Lightning Protection Standards – Revisited*, Journal of Electrostatics, Vol. 68, 2010, pp. 311-314.
- [15] Németh B., Kiss I. : *Application of Fuzzy Logic Based Expert System in Preventive Lightning Protection*, Journal of Electrostatics, Vol. 67, 2009, pp. 477-481.
- [16] Yokoyama S.: *Lightning Protection of Overhead Power Distribution Lines*, IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol. 2, 2007, pp. 491-496.
- [17] Nguyen, T.T., Holt, R.: *Lightning Protection of Overhead Power Distribution Lines*, IEE Proceedings-Generation Transmission and Distribution, Vol. 150, 2003, pp. 659-667.
- [18] Tobias J.M.: *The Basis of Conventional Lightning Protection Systems*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 40, No. 4, 2004, pp. 958-962.
- [19] Rakov V., Rachidi F.: *Overview of Recent Progress in Lightning Research and Lightning Protection*, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol. 51, No. 3, 2009, pp. 428-442.
- [20] Parise G., Martirano L., Lucheroni M.: *Level, Class, and Prospected Safety Performance of a Lightning Protection System for a Complex of Structures (LPCS)*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 46, No. 5, 2011, pp. 2106-2110.
- [21] Chun Z., Jiahong C., Shanqiang G., Jiangjun R., Xiaolan L., Xuefang T., Wen H.: *Research on Differentiated Lightning Protection Comprehensive Management for*

- the 500-kV Power Network in the Area Near the Three Gorges Project*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 27, No. 1, 2012, pp. 337-352.
- [22] Zhao H., Bai R., Liu G.: *3D Modeling of Open Pit Based on AutoCAD and Application*, Procedia Earth and Planetary Science, Vol. 3, 2011, pp. 258–265.
- [23] Stojković Z., Stankić Ž.: *AutoCAD-Based Concept for Estimating Lightning Protection Zone of Transmission Lines and Structures*; International Journal of Electrical Engineering Education (IJEEE), Vol. 43, No. 4, Oct 2006, pp. 299-317.
- [24] Stojković Z. : *Computer-Aided Design in Power Engineering – Application of Software Tools*, Springer Berlin Heidelberg, Academic Mind, Belgrade, 2012, p. 436, DOI:10.1007/978-3-642-30206-0, Print ISBN 978-3-642-30205-3, e ISBN 978-3-642-30206-0.

Референца [1] је једна од најпознатијих општих књига о заштити електроенергетских објеката од атмосферског пражњења. Теорија ударног растојања при визуелизацији зоне заштите методом котрљајуће сфере приказана је у [2]. Показатељи поузданости рада високонапонских постројења и одговарајући инвестициони трошкови дати су у [3]. Референца [4] садржи едукативан поступак формирања дводимензионалног приказа зоне заштите високонапонског постројења од атмосферског пражњења. Коришћени су изрази предложени у [1] и програм који је формиран применом програмског алата MATLAB. Приказ упоредне анализе детерминистичког и статистичког приступа одређивању зоне заштите високонапонског постројења дат је у [5].

У [6-8] представљени су пробабилистички методи за процену ризика квара високонапонске опреме, изазваних атмосферским пражњењем у високонапонско постројење произвољног облика. Значај и улога заштитног ужета у заштити дистрибутивних система од атмосферског пражњења јесу предмет истраживања датог у [9]. Пробабилистички поступак прорачуна ризика од атмосферског пражњења (ризик по жива бића, ризик од експлозије и пожара, ризик квара опреме од директног и индиректног атмосферског пражњења), предмет су истраживања датог у [10]. Недостаци метода котрљајуће сфере, метода заштитног угла и метода мреже проводника, као најчешће коришћених метода у пројектовању громобранске заштите објеката опште намене, дискутовани су у [11]. Референца [12] садржи опис стандарда за анализу громобранске заштите објеката опште и посебне намене [13]. Прихватни систем, формиран применом мреже проводника у складу са [13], описан је у [14].

У циљу процене времена потребног за елиминисање квара изазваног директним атмосферским пражњењем формиран је експертски систем базиран на fuzzy логици [15]. Упоредна анализа ефикасности уређаја за заштиту надземних водова од директног атмосферског пражњења спроведена је на примерима примене заштитног ужета и линијског одводника пренапона [16, 17]. У [18] дат је преглед карактеристика и примене конвенционалних заштитних уређаја од атмосферског пражњења. Референца [19] представља прегледни рад из области громобранске заштите објеката опште и посебне намене. Посебан осврт урађен је на громобранску заштиту надземних водова и високонапонских постројења с обзиром на значај њиховог поузданог рада у ЕЕС-у. У [20] описан је прихватни систем громобранске инсталације за комплексне објекте окружене другим објектима. Зона

заштите је формирана применом метода котрљајуће сфере сходно стандарду приказаном у [13]. У [21] описане су техничке и економске мере за спровођење громобранске заштите надземних водова који припадају високонапонском постројењу највеће хидроелектране на свету “Three Gorges”. Указано је на специфичности конструкције прихватног система 500 kV водова услед планинског окружења, врло високих локација и изразите грмљавинске активности. Технике просторног (тродимензионалног) моделовања и реализација одговарајућих програмских алата разматране су у [22-24].

3. Полазне хипотезе

Моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења биће спроведено на основу следећих претпоставки (хипотеза):

- 1) Примена генеричког модела допринеће тачнијем одређивању зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења. Ова претпоставка заснива се на суштини генеричког модела, базираног на значајном проширењу знања о физичком моделу прескока на дугим растојањима. Према овом моделу ударно растојање представља функцију и амплитуде струје атмосферског пражњења и диспозиције високонапонског постројења.
- 2) При пројектовању громобранске заштите високонапонских постројења у односу на надземне водове потребно је користити значајно измењене релације за прорачун ударног растојања. За надземне водове висине заштитног ужета и фазних проводника се не разликују битно, што омогућава претпоставку о једнаким вредностима ударних растојања за заштитно уже и фазне проводнике. Међутим, код високонапонских постројења висина објекта који се штити варира од врло малих вредности (близу нивоа земље) до вредности блиских висини заштитног ужета. Из овог разлога, ударно растојање за објекат који се штити једнако је ударном растојању према земљи за ниске објекте, односно ударном растојању за заштитно уже за објекте приближно високе као заштитно уже. Из наведених разлога користе се три различита ударна растојања: за заштитно уже или штапну хватаљку, за штићени објекат и за тло.
- 3) Претпоставља се да је могуће, на основу методологије и алгоритма за прорачун ризика квара високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења и развоја програмског алата, формирати одговарајуће мапе ризика. Предложене мапе ризика могу имати практичну примену у постизању правовремених и одговарајућих одлука у вези мера, обима и средстава за заштиту високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења.

4. Научне методе истраживања

У овом истраживању биће коришћене опште и посебне методе које би требало да допринесу моделовању зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења. У раду ће бити спроведена прегледна критичка анализа досадашњих теоријских сазнања, модела заснованих на теорији ударног растојања и најновијих резултата везаних за предмет дисертације. Посебна пажња

биће посвећена уочавању недостатака често примењиваних геометријских и електрогеометријских модела и могућностима за њихово побољшање. У раду ће бити предложен нови, генерички модел, који је базиран на значајном проширењу знања о физичком моделу прескока на дугим растојањима. На основу предложеног модела биће формирани алгоритам и програмски алат за моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења. За значајна високонапонска постројења која припадају хидроелектранама и термоелектранама Електропривредног система Србије и преносном систему Електромреже Србије биће прикупљени, обрађени и анализирани подаци који су важни за верификацију предложеног метода за моделовање зоне заштите. Применом метода анализе осетљивости зоне заштите биће проучени утицаји метода прорачуна, типа заштитног уређаја и диспозиције високонапонског постројења.

На основу формирање зоне заштите и примене пробационског метода биће одређен ризик квара високонапонске опреме услед атмосферског пражњења у високонапонско постројење произвољног облика. Применом наведеног метода биће уважена стохастичка природа параметара атмосферског пражњења (амплитуда, стрмина, поларитет, место удара). Предложена методологија прорачуна ризика квара високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења биће спроведена на низу реалних примера са циљем формирања мапе ризика. Компаративном методом биће обављено поређење добијених резултата са резултатима из литературе. На крају ће бити донети закључци и дате идеје за даљи рад.

5. Очекивани научни допринос

Очекују се следећи резултати и оригинални научни доприноси:

- 1) Нови приступ у моделовању зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења на основу примене генеричког модела уз уважавање свих заштитних уређаја и диспозиције високонапонског постројења.
- 2) Имплементација методологије и алгоритма за прорачун ризика квара високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења са циљем формирања одговарајућих мапа ризика.
- 3) Постизање правовремених и одговарајућих одлука у вези мера, обима и средстава за громобранску заштиту високонапонског постројења.

6. План истраживања и структура рада

У првој фази рада биће проучена одговарајућа литература из области заштите електроенергетских објеката од атмосферског пражњења. У наредној фази ће бити анализирани модели за формирање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења, који су засновани на теорији ударног растојања. Затим ће бити предложен нови, генерички модел, који је базиран на значајном проширењу знања о физичком моделу прескока на дугим растојањима. Следи формирање алгоритма и програмског алата за моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења.

Модел, алгоритам и програмски алат ће бити тестирани на реалним примерима високонапонских постројења Електропривредног система Србије и преносног система Електромреже Србије. Детаљно ће бити анализирана промена зоне заштите у зависности од метода прорачуна, типа заштитног уређаја и диспозиције високонапонског постројења. У наставку ће поступак моделовања зоне заштите бити инкорпориран у пробабилистички метод за одређивање ризика квара високонапонске опреме услед атмосферског пражњења у високонапонско постројење произвољног облика. Применом предложеног метода биће добијени резултати на основу којих ће бити формиране мапе ризика. На крају ће бити донети закључци и могући правци даљег истраживања у овој области.

Оквирна структура рада садржаваће следеће делове:

- Увод (преглед модела заснованих на теорији ударног растојања и одговарајућих метода за прорачун)
- Предлог новог, генеричког модела, који је базиран на значајном проширењу знања о физичком моделу прескока на дугим растојањима
- Алгоритам и програмски алат за моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења
- Пробабилистички метод за одређивање ризика квара високонапонске опреме услед атмосферског пражњења у високонапонско постројење произвољног облика
- Нумерички резултати и дискусија
- Литература
- Прилози.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног, Комисија констатује да магистар електротехнике **Александра Грујић** испуњава све потребне услове да може приступити изради докторске дисертације под насловом **„Моделовање зоне заштите високонапонског постројења од директног атмосферског пражњења“**. Осим испуњавања формалних услова, кандидат је у свом досадашњем раду показао квалитете пресудне за научноистраживачки рад, као што су: схватање и проширење теоријских концепата, оригиналност, способност да теоријске методе преточи у алгоритме и програмске алате и да критички анализира добијене резултате. Предложена тема је научно заснована и припада ужој научној области Електроенергетски системи за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Стога Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да одобри Александри Грујић израду докторске дисертације под руководством др Златана Стојковића, редовног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 28.03.2013. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Златан Стојковић, редовни професор
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Др Јован Микуловић, доцент
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Др Милан Савић, редовни професор у пензији
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Др Драгутин Саламон, ванредни професор
Електротехнички факултет Универзитета у Београду