

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Маје Грбић, мастер инж. ел., за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5034/12-1 од 19.04.2019. године, а на основу закључака и записника са 838. седнице Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду која је одржана 09.04.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Маје Грбић мастер инж. ел. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом: **„Методологија за оцену изложености људи електричном и магнетском пољу надземних електроенергетских водова заснована на резултатима мерења и прорачуна”**.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидаткиње, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Маја Грбић је рођена 7. маја 1985. године у Београду, где је са одличним успехом завршила основну школу и средњу Електротехничку школу „Никола Тесла”. Носилац је дипломе „Вук Караџић”.

У јулу 2010. године дипломирала је на Електротехничком факултету у Београду, на Одсеку за енергетику, Смер за електроенергетске системе, са просечном оценом 9,28 и оценом 10 на дипломском раду. Током завршних година дипломских академских студија била је стипендиста Електротехничког института „Никола Тесла” из Београда, Привредног друштва Термоелектране „Никола Тесла” из Обреновца и Фонда за младе таленте Републике Србије.

У септембру 2012. завршила је мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на студијском програму Електротехника и рачунарство, на модулу Електроенергетски системи, са просечном оценом 9,83 и оценом 10 на мастер раду. Мастер рад под називом „Мерење и прорачун електричног и магнетског поља надземних водова у циљу процене изложености људи овим пољима” награђен је од стране Привредне коморе Београда као најбољи мастер рад одбрањен у Републици Србији током школске 2011/2012. године.

У новембру 2012. године уписала је докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду на модулу Електроенергетске мреже и системи. Током докторских студија остварила је просечну оцену 10,00.

Од октобра 2010. године запослена је у Електротехничком институту „Никола Тесла“, у Центру за електроенергетске објекте, тренутно у звању стручног сарадника. У јануару 2013. године изабрана је у звање истраживач сарадник. Током досадашњег рада у Институту примарно се бавила истраживањима у области електромагнетских поља, у чему је остварила значајне резултате. Учествовала је у изради 11 студија, од тога 4 пута у функцији руководиоца. Такође је учествовала у изради 17 стручних оцена оптерећења животне средине за нове или реконструисане изворе електромагнетских поља, примарно у функцији руководиоца, као и у изради 11 елабората и преко 650 извештаја о испитивањима, који се првенствено односе на испитивања електромагнетских поља. Од средине 2014. године до јуна 2018. године обављала је функцију заменика руководиоца Специјализоване лабораторије за испитивање уземљења, громобранских и електричних инсталација и електромагнетских поља, за област електромагнетских поља. Од јуна 2018. године обавља функцију руководиоца Специјализоване лабораторије за испитивање електромагнетских поља. Активно учествује у пословима из области система квалитета и акредитације Лабораторије за испитивање и еталонирање Института. Од новембра 2012. године чланица је Одбора за интегрисани систем менаџмента Института, а од децембра 2016. године обавља функцију заменика руководиоца квалитета Лабораторије за испитивање и еталонирање Института.

Почетком 2016. године боравила је на Политехничком универзитету у Торину у Италији, у оквиру тронедељног стручног усавршавања на тему прорачуна магнетске индукције трансформаторских станица 10(20)/0,4 kV и пројектовања система за заштиту од магнетске индукције.

Објавила је 50 радова, од којих 35 као првоименовани аутор, док је још неколико радова у процесу публиковања. Као првоименовани аутор публиковала је 2 рада у врхунским међународним часописима категорије M21 и 12 радова у зборницима међународних конференција. Такође је публиковала 13 радова у националним часописима и 23 рада у зборницима скупова националног значаја. Добитница је признања за најбољи рад представљен 2012. године на VIII Саветовању о електродистрибутивним мрежама у оквиру стручне комисије „Електродистрибутивна постројења и водови”.

Чланица је Међународног савета за велике електричне мреже *CIGRE*, Српског националног комитета *CIGRE* (Студијски комитет Ц4 – Техничке перформансе ЕЕС-а и Студијски комитет Ц3 – Перформансе система заштите животне средине), Српског националног комитета *CIREN* (Студијски комитет 1 – Компоненте мрежа), као и Организационог одбора саветовања „Заштита животне средине и одрживи развој”.

Течно говори енглески и шпански језик, има средњи ниво знања француског и почетни ниво знања немачког језика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидаткиња је уписана на докторске студије 14. новембра 2012. године на студијски програм Електроенергетске мреже и системи са бројем индекса 5034. Списак 10 испита положених са просечном оценом 10,00 дат је у табели 1. Списак научних и истраживачких обавеза које је кандидаткиња испунила дат је у табели 2.

У току свог истраживачког рада кандидаткиња је учествовала у изради 11 студија, 17 стручних оцена оптерећења животне средине, 11 елабората и преко 650 извештаја о испитивањима. Поменуте студије, елаборати и извештаји се у највећој мери односе на област електромагнетских поља која је предмет пријављене докторске дисертације. На основу рада на поменутим пројектима кандидаткиња је публиковала 50 научно-стручних радова, од којих се 47 односи на област електромагнетских поља и електромагнетске интерференције.

Табела 1. Списак положених испита

Назив	Оцена	ЕСПБ	Датум полагања	Потписао наставник
Уземљивачки системи	10	9	30.08.2013.	Драгутин Саламон
Одабрана поглавља из акустике просторија	10	9	11.09.2013.	Драгана Шумарац Павловић
Мерне спреге и мерни трансформатори	10	9	12.09.2013.	Драгутин Саламон
Методе моделовања звучног поља	10	9	13.09.2013.	Драгана Шумарац Павловић
Ветроенергетика и соларна енергетика	10	9	12.09.2013.	Јован Микуловић
Интеграција обновљивих извора у дистрибутивни систем	10	9	19.09.2014.	Жељко Ђуришић
Акустика просторија	10	9	17.09.2014.	Миомир Мијић
Фактор снаге и методе за поправку фактора снаге у присуству виших хармоника	10	9	19.09.2014.	Јован Микуловић
Увод у научни рад	10	6	15.09.2014.	Зоран Поповић
Обновљиви извори енергије и околина	10	9	16.09.2014.	Миодраг Златановић

Табела 2. Списак испуњених обавеза

Обавеза	ЕСПБ	Датум
Студијски истраживачки рад I	15	07.10.2013.
Студијски истраживачки рад II	15	07.10.2014.
Научно стручни рад	3	07.10.2014.

По истеку законског рока за завршетак докторских академских студија, на захтев кандидаткиње, одобрено је продужење рока за завршетак ових студија за још два семестра, сагласно члану 92. став 4 Статута Универзитета у Београду.

Публиковани радови:

Радови у врхунским међународним часописима (M21):

- [1] **Maja Grbić**, Jovan Mikulović, Dragutin Salamon: "Influence of Measurement Uncertainty of Overhead Power Line Conductor Heights on Electric and Magnetic Field Calculation Results", International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2017, Vol. 98 (2018), pp. 167–175, DOI: 10.1016/j.ijepes.2017.11.038.
- [2] **Maja Grbić**, Dragutin Salamon, Jovan Mikulović: "Analysis of Influence of Measuring Voltage Transformer Ratio Error on Single-Circuit Overhead Power Line Electric Field Calculation Results", Electric Power Systems Research, 2019, Vol. 166, pp. 232–240, DOI: 10.1016/j.eprsr.2018.10.001.

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33):

- [1] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Practical Implementation and Analysis of Measures for Reducing Electric Field Strength in the Vicinity of 400 kV Overhead Power Line", The 5th International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment, A.P.D.E.E., Porto, Portugal, April 24–26, 2014, Paper 133, ISBN: 978-972-8822-28-6.
- [2] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović, Branislav Vulević: "Interlaboratory Comparison of Measuring and Calculation Results of Electric Field Strength near 35 kV Overhead Power Line", The 2nd International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research "RAD", University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Republic of Serbia, May 27–30, 2014, pp. 255–258, ISBN 978-86-6125-101-6.
- [3] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Measurements and Calculations of Non-Ionizing Radiation Levels in the Vicinity of 35 kV Overhead Power Lines", The 23rd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – CIRED, Lyon, France, June 15–18, 2015, Paper No. 1540, ISSN: 2032-9644.
- [4] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Practical Application of Technique for Reducing Levels of Magnetic Field Emitted by 10/0.4 kV Substation", The 23rd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – CIRED, Lyon, France, June 15–18, 2015, Paper No. 1541, ISSN: 2032-9644.
- [5] **Maja Grbić**, Dragana Naumović-Vuković, Aleksandar Pavlović: "Calibration of Magnetic Field Analyzer", The 21st IMEKO World Congress "Measurement in Research and Industry", IMEKO, Prague, Czech Republic, August 30 – September 4, 2015, pp. 663–666, ISBN: 978-80-01-05793-3.
- [6] **Maja Grbić**, Dragutin Salamon, Aleksandar Pavlović: "Analysis of Induced Electromotive Force in Phase Conductors of 35 kV Line Caused by Phase-to-Ground Fault in 400 kV Overhead Power Line", The 46th CIGRE Session, International Council on Large Electric Systems – CIGRE, Paris, France, August 21–26, 2016, Proceedings, Paper No. C3-205.
- [7] **Maja Grbić**, Aldo Canova, Luca Giaccone: "Levels of Magnetic Field in an Apartment near 110/35 kV Substation and Proposal of Mitigation Techniques", The 10th Mediterranean Conference on Power Generation, Transmission, Distribution and Energy Conversion, Belgrade, Republic of Serbia, November 6–9, 2016, Proceedings, Paper No. 030, ISBN: 978-1-78561-406-4, DOI: 10.1049/cp.2016.1025.

- [8] **Maja Grbić**, Aldo Canova, Luca Giaccone: "Magnetic Field in an Apartment Located above 10/0.4 kV Substation: Levels and Mitigation Techniques", The 24th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – CIRED, Glasgow, Scotland, June 12–15, 2017, Paper No. 1230; CIRED – Open Access Proceedings Journal, 2017, Vol. 2017, Iss. 1, pp. 752–756, ISSN 2515-0855, DOI: 10.1049/oap-cired.2017.1230.
- [9] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović, Dejan Hrvic, Branislav Vulević: "Levels of Electric and Magnetic Fields inside 110/x kV Substations", The 24th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – CIRED, Glasgow, Scotland, June 12–15, 2017, Paper No. 1292; CIRED – Open Access Proceedings Journal, 2017, Vol. 2017, Iss. 1, pp. 747–751, ISSN 2515-0855, DOI: 10.1049/oap-cired.2017.1292.
- [10] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Determining the Zone of Influence of Transmission Overhead Power Lines from the Aspect of Non-Ionizing Radiation", The 6th International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research "RAD", University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia, June 18–22, 2018, ISSN 2466-4626 (online), DOI: 10.21175/RadProc.2018.281.
- [11] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Quantification of the Operator Proximity Effect on the Measurement Results of Electric Field Strength in the Vicinity of Overhead Power Lines", The 6th International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research "RAD", University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia, June 18–22, 2018, ISSN 2466-4626 (online), DOI: 10.21175/RadProc.2018.282.
- [12] **Maja Grbić**, Aleksandar Pavlović: "Zoning of Areas in the Vicinity of 110 kV, 220 kV and 400 kV Single-Circuit Overhead Power Lines from an Aspect of the Non-Ionizing Radiation", International Conference Energy and Ecology Industry, Academy of Engineering Sciences of Serbia (AEISS), Belgrade, Republic of Serbia, October, 10–13, 2018, Conference Proceedings, vol. 1, pp. 227–234, ISBN: 978-86-7466-751-4.

Радови у врхунским часописима националног значаја (M51):

- [1] Branislav Vulević, **Maja Grbić**, Predrag Osmokrović: "Survey of ELF Electric and Magnetic Field Levels – One Example for Determining of the Measurement Uncertainty", Journal of Radioprotection Research, June 2014, Vol. 2 Iss. 2, pp. 10–14, ISSN: 2333-9535, DOI: 10.12966/jrr.06.02.2014.
- [2] Бранислав Вулевић, **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Мониторинг електромагнетских поља у животној средини”, *Ecologica*, Научно-стручно Друштво за заштиту животне средине Србије *Ecologica*, Београд, 2016. година, годиште 23, бр. 84, стр. 877–881, ISSN: 0354-3285, УДК: 504.75:621.318.87/.88.

Радови у националном часопису (M53):

- [1] Александар Павловић, **Маја Грбић**: „Мерна несигурност при мерењу високофреквентног електромагнетног поља”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2010. година, књига 20, стр. 105–119, ISSN 0350-8528, УДК: 621.317.42: 621.317.32:528.06.
- [2] Јован Нахман, Драгутин Саламон, **Маја Грбић**: „Експериментална истраживања ефеката различитих екрана на смањење јачине електричног поља индустријске учестаности”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2012. година, књига 22, стр. 137–151, ISSN 0350-8528, УДК: 621.317.32, DOI: 10.5937/zeint22-2340.

- [3] Јован Нахман, Драгутин Саламон, **Маја Грбић**: „Експериментална истраживања ефеката различитих екрана на смањење магнетске индукције индустријске учестаности”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2012. година, књига 22, стр. 173–184, *ISSN* 0350-8528, УДК: 621.317.42:621.316.97, *DOI*: 10.5937/zeint22-2341.
- [4] **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Међулабораторијско поређење резултата мерења магнетске индукције надземног вода напонског нивоа 400 kV”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2012. година, књига 22, стр. 209–221, *ISSN* 0350-8528, УДК: 621.317.42, *DOI*: 10.5937/zeint22-2336.
- [5] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Бранислав Вулевић: „Међулабораторијско поређење резултата мерења и прорачуна јачине електричног поља надземног вода напонског нивоа 35 kV”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2013. година, књига 23, стр. 165–175, *ISSN* 0350-8528, УДК: 621.315:621.217.32, *DOI*: 10.5937/zeint23-4478.
- [6] **Маја Грбић**, Драгутин Саламон, Александар Павловић: „Интерпретација резултата геоелектричног сондирања заснована на математичком моделу двослојног тла”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2013. година, књига 23, стр. 189–198, *ISSN* 0350-8528, УДК: 621.316.99:537.311.3, *DOI*: 10.5937/zeint23-4544.
- [7] **Маја Грбић**, Радослав Антић, Јелена Поноћко, Јован Микуловић, Жељко Ђуришић: „Анализа техно-економских услова изградње соларне електране на крову пословне зграде Електротехничког института *Никола Тесла*”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2014. година, књига 24, стр. 41–56, *ISSN* 0350-8528 (штампано издање), *ISSN* 2406-1212 (*online*), УДК: 621.311.243, *DOI*: 10.5937/zeint24-4934.
- [8] Војин Костић, **Маја Грбић**, Предраг Бранисављевић, Жарко Јанда, Јован Мрвић: „Испитивање специфичне електричне отпорности густе хидромешавине пепела и повратне воде из ТЕ *Костолац А* у лабораторијским условима”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2015. година, књига 25, стр. 31–39, *ISSN* 0350-8528 (штампано издање), *ISSN* 2406-1212 (*online*), УДК: 621.311.22:662.613.11, *DOI*: 10.5937/zeint25-8524.
- [9] Бранислав Вулевић, **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Нивои електричних поља високих учестаности: један пример одређивања мерне несигурности код широкопојасних мерења”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2016. година, књига 26, стр. 141–150, *ISSN* 0350-8528 (штампано издање), *ISSN* 2406-1212 (*online*), УДК: 621.317.32:528.06, *DOI*: 10.5937/zeint26-12318.
- [10] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Дејан Хрвић, Бранислав Вулевић: „Испитивања електричних и магнетских поља у околини трансформаторских станица 110/x kV”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2016. година, књига 26, стр. 151–163, *ISSN* 0350-8528 (штампано издање), *ISSN* 2406-1212 (*online*), УДК: 621.317.42:621.317.32:621.311.42, *DOI*: 10.5937/zeint26-12319.
- [11] **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Испитивања електричних и магнетских поља у животној средини у околини трансформаторске станице 400/110 kV”, Зборник радова, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, 2018. година, књига 28, стр. 85–92, УДК: 621.317.42:621.317.32:621.311.42, *DOI*: 10.5937/zeint28-19622.

Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (M61):

- [1] **Маја Грбић:** „Нејонизујуће зрачење у околини надземних електроенергетских водова: прописи, начини испитивања, нивои и мере заштите”, „Заштита животне средине и одрживи развој – енергетика и рударство 2015”, 3. саветовање са међународним учешћем, Привредна комора Србије, Златибор, Република Србија, 02–05. 03. 2015. године, Зборник радова, стр. 86–94, ISBN: 978-86-80809-96-0.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини (M63):

- [1] Александар Павловић, Војин Костић, **Маја Грбић:** „Мере за смањење утицаја нејонизујућег зрачења на животну средину”, VI регионална научно-стручна конференција о систему управљања заштитом животне средине у Електропривреди – *Electra VI*, Форум квалитета, Златибор, Република Србија, 06–10. 12. 2010. године, Зборник радова, стр. 394–396.
- [2] **Маја Грбић,** Александар Павловић: „Мерна несигурност при мерењу електричног и магнетног поља индустријске учестаности”, 30. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 29. 05. – 03. 06. 2011. године, Зборник радова, Р Ц4 07, ISBN: 978-86-82317-69-2.
- [3] **Маја Грбић,** Александар Павловић, Милица Таушановић, Владимир Шиљкут: „Нивои нејонизујућих зрачења надземних и кабловских водова напонског нивоа 35 kV”, VIII саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 23–28. 09. 2012. године, Зборник радова, Р-1.13, ISBN: 978-86-83171-17-0.
(*Награђен као најбољи рад поднет на VIII саветовању о електродистрибутивним мрежама и представљен у оквиру стручне комисије „Електродистрибутивна постројења и водови”.*)
- [4] **Маја Грбић,** Александар Павловић, Бранислав Вулевић, Чедомир Белић: „Међулабораторијско поређење резултата мерења магнетске индукције дистрибутивног надземног вода”, VIII саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 23–28. 09. 2012. године, Зборник радова, Р-1.14, ISBN: 978-86-83171-17-0.
- [5] **Маја Грбић,** Александар Павловић, Дејан Хрвић, Милица Таушановић, Владимир Шиљкут, Слободан Максимовић: „Нивои нејонизујућих зрачења у пословно-енергетским објектима *Електродистрибуције Београд*”, VIII међународно саветовање „Ризик и безбедносни инжењеринг”, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду и Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Копаоник, Република Србија, 02–09. 02. 2013. године, Зборник радова – друга књига, стр. 1–7, ISBN: 978-86-62111-057-2.
- [6] **Маја Грбић,** Драгутин Саламон, Јован Микуловић: „Анализа утицаја геометрије надземног вода на расподелу јачине електричног поља”, 31. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 26–30. 05. 2013. године, Зборник радова, Р Ц4 08, ISBN: 978-86-82317-72-2.
- [7] **Маја Грбић,** Александар Павловић, Небојша Петровић: „Практична примена мера за смањење нивоа нејонизујућих зрачења надземног вода”, 31. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 26–30. 05. 2013. године, Зборник радова, Р Ц4 09, ISBN: 978-86-82317-72-2.

- [8] Александар Павловић, Немања Лештарић, **Маја Грбић**: „Утицај електромагнетског поља на металне структуре у околини надземног вода и оцена услова безбедности”, 31. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 26–30. 05. 2013. године, Зборник радова, Р Ц4 11, *ISBN*: 978-86-82317-72-2.
- [9] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Милица Таушановић, Владимир Шилјут: „Примена мера за смањење вредности магнетске индукције дистрибутивне трансформаторске станице 10/0,4 kV”, IX саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 22–26. 09. 2014. године, Зборник радова, Р-1.19, *ISBN*: 978-86-83171-18-7.
- [10] Милица Таушановић, Владимир Шилјут, **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Примена прописа и искуства *Електродистрибуције Београд* на заштити запослених и становништва од утицаја нејонизујућих зрачења”, IX саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 22–26. 09. 2014. године, Зборник радова, Р-1.22, *ISBN*: 978-86-83171-18-7.
- [11] **Маја Грбић**, Бранислав Јелкић: „Анализа нивоа нејонизујућих зрачења у околини надземних водова на различитим висинама изнад тла”, 32. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 17–21. 05. 2015. године, Зборник радова, Р Ц4 10, *ISBN*: 978-86-82317-77-7.
- [12] **Маја Грбић**, Драгутин Саламон: „Упоредна анализа нивоа нејонизујућих зрачења у околини два једнострука и једног двоструког 400 kV надземног вода и избор оптималног решења”, 32. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 17–21. 05. 2015. године, Зборник радова, Р Ц4 11, *ISBN*: 978-86-82317-77-7.
- [13] Александар Павловић, **Маја Грбић**, Дејан Хрвић, Момчило Петровић, Милица Јовановић, Бранислав Вулевић: „Одређивање зоне утицаја нејонизујућих зрачења у околини надземних електроенергетских водова”, „Заштита животне средине и одрживи развој – енергетика и рударство 2016”, 4. саветовање са међународним учешћем, Привредна комора Србије, Дрвенград, Република Србија, 01–03. 03. 2016. године, Зборник радова, стр. 136–140.
- [14] **Маја Грбић**, Дејан Хрвић, Александар Павловић, Момчило Петровић, Бранислав Вулевић: „Нивои нејонизујућих зрачења у околини трансформаторских станица 110/x kV”, X јубиларно саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 26–30. 09. 2016. године, Зборник радова, Р-1.22, *ISBN*: 978-86-83171-20-0.
- [15] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Драгутин Саламон: „Анализа индуковане електромоторне силе у фазним проводницима дистрибутивног надземног вода услед појаве једнофазног земљоспоја на високонапонском преносном воду”, X јубиларно саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 26–30. 09. 2016. године, Зборник радова, Р-2.08, *ISBN*: 978-86-83171-20-0.
- [16] Бранислав Вулевић, **Маја Грбић**: „Испитивање нивоа електричних и магнетских поља ниских учестаности: један пример одређивања мерне несигурности”, X јубиларно саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Врњачка Бања, Република Србија, 26–30. 09. 2016. године, Зборник радова, И-1.28, *ISBN*: 978-86-83171-20-0.

- [17] Александар Павловић, **Маја Грбић**, Милиша Јовановић, Сандра Петровић, Дејан Хрвић, Бранислав Вулевић: „Испитивања електричних и магнетских поља у околини надземних електроенергетских водова”, „Заштита животне средине и одрживи развој – енергетика и рударство 2017”, 5. саветовање са међународним учешћем, Привредна комора Србије, Тара, Република Србија, 15–17. 03. 2017. године, Зборник радова, стр. 81–87, *ISBN*: 978-86-80420-12-7.
- [18] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Бранислав Вулевић, Ненад Радосављевић: „Испитивања електричних и магнетских поља у околини трансформаторских станица 400/x kV”, 33. саветовање *CIGRE* Србија, Српски национални комитет Међународног савета за велике електричне мреже, Златибор, Република Србија, 05–08. 06. 2017. године, Зборник радова, Р Ц4 04, *ISBN*: 978-86-82317-81-4.
- [19] Александар Павловић, **Маја Грбић**, Милиша Јовановић, Сандра Петровић: „Поступак доказивања усаглашености са прописаним границама излагања становништва нејонизујућим зрачењима у околини преносних надземних електроенергетских водова”, „Заштита животне средине и одрживи развој – енергетика и рударство 2018”, 6. саветовање са међународним учешћем, Привредна комора Србије, Сремски Карловци, Република Србија, 28–30. 03. 2018. године, Зборник радова, стр. 64–67, *ISBN*: 978-86-80420-16-5.
- [20] **Маја Грбић**, Александар Павловић, Дејан Хрвић, Момчило Петровић: „Нивои магнетске индукције у зонама повећане осетљивости у околини трансформаторских станица напонског нивоа 10/0,4 kV и 20/0,4 kV”, XI саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Копаоник, Република Србија, 24–28. 09. 2018. године, Зборник радова, Р-1.26.
- [21] **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Анализа нивоа магнетске индукције у стану изнад дистрибутивне трансформаторске станице напонског нивоа 10/0,4 kV пре и после примене мера заштите”, XI саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Копаоник, Република Србија, 24–28. 09. 2018. године, Зборник радова, Р-1.27.
- [22] Милица Таушановић, Добривоје Станојевић, Дејан Хрвић, **Маја Грбић**, Александар Павловић: „Нивои нејонизујућих зрачења у околини трансформаторских станица 110/10 kV са постројењима изолованим гасом SF₆ у Дистрибутивном подручју Београд”, XI саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије са регионалним учешћем, Национални комитет *CIREД* Србија, Копаоник, Република Србија, 24–28. 09. 2018. године, Зборник радова, Р-1.28.

Кандидаткиња Маја Грбић је 10. маја 2019. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду јавно усмено бранила предложену тему докторске дисертације, при чему је комисија у саставу:

1. др Жељко Ђуришић, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду,
2. др Драган Ковачевић, научни саветник, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Универзитет у Београду,
3. др Драган Олћан, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

закључила да је кандидаткиња Маја Грбић на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добила оцену **задовољно** и да задовољава потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је кандидаткиња постигла у свом досадашњем стручном и научном раду, а од којих бисмо издвојили следеће:

- Кандидаткиња је сакупила сто двадесет (120) ЕСПБ (полагањем испита на докторским студијама и обављањем научно истраживачких обавеза),
- Дана 10. маја 2019. године је јавно одбранила тему докторске дисертације пред Комисијом (проф. др Жељко Ђуришић, др Драган Ковачевић, проф. др Драган Олћан) формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду на својој седници број 838. од дана 09.04.2019. године,
- Публиковање укупно 50 радова, од којих су 2 рада публикована у врхунским међународним часописима, 12 радова у зборницима међународних конференција, 13 радова у националним часописима и 23 рада у зборницима скупова националног значаја, што је квалификује за научни рад,
- Остварено практично искуство у области коју покрива предложена тема докторске дисертације,

можемо закључити да кандидаткиња Маја Грбић у сваком погледу испуњава услове који је квалификују да приступи изради докторске дисертације са предложеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

Прописи из области заштите људи од електромагнетских поља [1-9] захтевају, између осталог, оцењивање усаглашености нивоа поља са утврђеним референтним граничним нивоима. У поступку оцењивања усаглашености потребно је проверити да ли постоји могућност прекорачења референтних граничних нивоа, имајући у виду погонска стања извора која доводе до појаве највећих могућих нивоа поља.

Надземни електроенергетски водови представљају најзначајније изворе поља индустријске учестаности, имајући у виду њихову распрострањеност и нивое поља који се јављају у њиховој околини. Поред тога, у непосредној близини надземних водова постоји велики број стамбених и других објеката у којима људи бораве у дужем временском периоду, па је тачно одређивање нивоа поља од изузетног значаја.

Нивои електричних и магнетских поља ниских учестаности у околини надземних водова могу се одредити мерењем и/или прорачуном [10-17]. Резултати добијени мерењем, као и резултати добијени прорачуном, имају своју практичну примену, при чему обе методе имају своје предности и недостатке. Приступ проблему изложености људи електромагнетским пољима заснован на резултатима мерења и прорачуна је најсвеобухватнији и недвосмислено даје најпоузданије резултате јер користи предности обе поменуте методе [18].

Важећи технички стандарди из предметне области уопштено дефинишу методе мерења и прорачуна поља, при чему је акценат на методама заснованим на мерењима. Поред тога, у стандардима се наводи да је приликом давања изјаве о усаглашености нивоа електричног и магнетског поља са референтним вредностима потребно имати у виду променљиве карактеристике извора које доводе до највећих нивоа поља [10, 19]. Међутим, важећи стандарди не дају препоруке за уважавање ових променљивих карактеристика извора и не дају смернице за давање коначне изјаве о усаглашености. Из наведених разлога, у пракси је чест случај да се закључци о изложености људи доносе на бази тренутних вредности поља добијених мерењима, без процене максималне изложености. Покушај превазилажења недостатака оваквог приступа представља периодично понављање мерења, што је праћено значајним трошковима, али не доводи до коначног закључка о усаглашености.

Из поменутих разлога постоји потреба за развојем детаљне методологије за оцену изложености људи електричном и магнетском пољу у околини надземних електроенергетских водова, која дефинише услове за које се врши прорачун, као и начин

коришћења резултата мерења и прорачуна у циљу доношења поузданог и коначног закључка о изложености људи. Развој описане методологије на бази вишегодишњег искуства из праксе, представља предмет истраживања у докторској дисертацији.

Мерењем се добијају резултати електричног и магнетског поља у датом тренутку, који зависе од услова на терену у време мерења. Под овим условима подразумевају се тренутне висине проводника надземног вода, његово оптерећење, као и постојање објекта у близини мерних места који могу довести до пертурбације електричног поља. Приликом оцењивања усаглашености неопходно је имати у виду погонске услове вода који су најнеповољнији са аспекта нивоа поља који се јављају у његовој околини. Стога је, у циљу процене највећих могућих нивоа електричног и магнетског поља, потребно вршити прорачуне поља [20-39], при чему је неопходно моделовати најкритичнији случај у погледу изложености људи и на основу тако добијеног резултата оценити усаглашеност са референтним граничним нивоима. На тај начин је могуће израчунати јачину електричног поља за случај када би висина фазних проводника била мања од висине приликом мерења [40], као и за случај када не би постојали објекти који доводе до екранизације поља. Такође, може се израчунати магнетска индукција која би се јавила при мањим висинама фазних проводника, као и при максималном оптерећењу вода [41]. Осим за израчунавање највећих вредности поља, које се јављају у најнеповољнијем случају са аспекта изложености људи, прорачун јачине електричног поља и магнетске индукције се може вршити и за услове који су постојали у време мерења. У том случају се може вршити поређење резултата добијених путем мерења и путем прорачуна, што је веома значајно за обезбеђење поверења у квалитет резултата испитивања [19, 42].

Оцена усаглашености нивоа поља са прописаним референтним граничним нивоима заснована на истовременом коришћењу резултата мерења и прорачуна има одређену несигурност која зависи од мерне несигурности и несигурности резултата прорачуна [43-46]. У дисертацији ће бити идентификоване компоненте несигурности које доприносе проширеној несигурности мерења и прорачуна, као и несигурности оцене усаглашености нивоа поља са референтним нивоима. Компоненте које имају најзначајнији утицај на резултате мерења и прорачуна јачине електричног поља и магнетске индукције ће бити детаљно анализиране и квантификоване.

Компоненте које утичу на проширену несигурност мерења јачине електричног поља и магнетске индукције углавном потичу од опреме за мерење, мерне методе и амбијенталних услова. У дисертацији ће посебна пажња бити посвећена анализи грешке мерних уређаја и утицају присуства испитивача на резултате мерења електричног поља [47, 48], као најзначајнијим компонентама мерне несигурности.

На несигурност прорачуна јачине електричног поља и магнетске индукције утичу несигурност модела и несигурност познавања улазних података. Несигурност модела потиче од одређених упрошћења на којима је модел заснован. Модел надземног вода који ће бити коришћен за прорачуне је заснован на теорему ликова, при чему су проводници вода моделовани бесконачно дугим праволинијским проводницима који су међусобно паралелни и налазе се изнад равног тла [20-23]. Несигурност модела ће бити процењена на основу поређења са резултатима који се добијају коришћењем програма заснованих на другим моделима. Међутим, већи утицај од несигурности самог модела има несигурност познавања одређених величина које представљају улазне податке за прорачун. Најзначајнију компоненту несигурности представља несигурност познавања геометрије надземног вода и то првенствено несигурност познавања висина фазних проводника, пошто висине фазних проводника у великој мери утичу на вредности јачине електричног поља и магнетске индукције у околини надземног вода. Висине проводника на месту латералног профила дуж кога се врши мерење и прорачун могу се измерити ласерским даљиномером, при чему тако добијени резултат садржи одређену несигурност. Подаци о вредностима напона и струја надземног вода у време мерења такође садрже несигурност која примарно зависи од грешке напонских и струјних мерних трансформатора [49-52]. Компоненте несигурности које потичу од грешке мерења висине фазних проводника вода [53], као и од грешке мерења напона [54]

и струја ће у дисертацији бити детаљно анализирани и квантификовани. У методологији за прорачун електричног поља и процену одговарајуће несигурности биће обухваћени прорачуни падова напона између разводног постројења у којем се налазе референтни мерни трансформатори и локације мерења.

Израчунате вредности проширене несигурности мерења и прорачуна биће потврђене на реалном примеру из праксе.

С обзиром на чињеницу да се компоненте несигурности, а самим тим и укупна (проширена) несигурност, разликују од случаја до случаја, биће детаљно описан поступак прорачуна проширене несигурности и њених компонената који се може применити у конкретним ситуацијама. У раду ће такође бити разматрана могућност коришћења Монте Карло симулација у евалуацији проширене несигурности мерења и прорачуна јачине електричног и магнетског поља. На основу спроведених анализа биће дате препоруке за смањење компонената несигурности на најмању могућу меру. Примена датих препорука има за последицу тачније одређивање јачине електричног поља и магнетске индукције путем мерења и прорачуна. У дисертацији ће такође бити приказано како се резултати мерења и прорачуна са придруженим проширеним несигурностима могу користити за обезбеђење поверења у резултате испитивања нивоа електричног и магнетског поља.

Циљ дисертације је развој методе за тачну, поуздану и коначну оцену изложености људи електричном и магнетском пољу у околини надземних електроенергетских водова која је заснована на резултатима мерења и прорачуна поља и коришћењу предности оба приступа. Развој поменуте методе поред научног, има и велики практични значај, имајући у виду да у околини надземних електроенергетских водова постоји велики број објеката у којима људи бораве у дужем временском периоду, због чега је поуздана оцена њихове изложености од изузетне важности.

Релевантни библиографски извори:

Најзначајнији библиографски извори који се односе на истраживање из области теме докторске дисертације наведени су у следећој листи:

- [1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): "ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494–522, 1998.
- [2] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): "ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)", Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818–836, 2010.
- [3] 1999/519/EC: "Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)", Official Journal of the European Communities, 30 July 1999.
- [4] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (18th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), Official Journal of the European Union, 24 May 2004.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC, Official Journal of the European Union, 29 June 2013.
- [6] Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, Службени гласник Републике Србије бр. 36/09 од 15.05.2009.

- [7] Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, Службени гласник Републике Србије бр. 104/09 од 16.12.2009.
- [8] Правилник о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања, Службени гласник Републике Србије бр. 104/09 од 16.12.2009.
- [9] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању електромагнетском пољу, Службени гласник Републике Србије бр. 111/2015 од 29.12.2015.
- [10] *SRPS EN 50413:2010* „Основни стандард за процедуре мерења и израчунавања излагања људи електричним, магнетским и електромагнетским пољима (од 0 Hz до 300 GHz)” и измена *SRPS EN 50413:2010/A1:2014*.
- [11] *SRPS EN 61786-1:2014* „Мерење једносмерних магнетских, наизменичних магнетских и наизменичних електричних поља у опсегу од 1 Hz до 100 kHz у погледу изложености људи – Део 1: Захтеви за мерне инструменте”.
- [12] IEC 61786-2:2014 “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements”.
- [13] *SRPS EN 62110:2011* „Нивои електричних и магнетских поља која стварају системи за напајање наизменичном струјом – Поступци мерења у погледу опште изложености” и измена *SRPS EN 62110:2011/AC:2015*.
- [14] *SRPS EN 50499:2010* „Процедура за оцењивање излагања радника електромагнетским пољима”.
- [15] IEEE 644:1994 “IEEE standard procedures for measurement of power frequency electric and magnetic fields from AC power lines”.
- [16] CIGRE Working Group C4.203 “Technical guide for measurement of low frequency electric and magnetic fields near overhead power lines”, April 2009.
- [17] Electric Power Research Institute (EPRI), “Electric and magnetic fields”, in EPRI AC Transmission Line Reference Book – 200 kV and Above, Third Edition, Palo Alto, CA, USA, EPRI, 2005, pp. 7.1-7.118.
- [18] Маја Грбић: „Мерење и прорачун електричних и магнетских поља надземних водова у циљу процене изложености људи овим пољима”, мастер рад, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду, 2012. година.
- [19] *SRPS ISO/IEC 17025:2017* „Општи захтеви за компетентност лабораторија за испитивање и лабораторија за еталонирање”.
- [20] Јован Сурутка: „Електромагнетика”, Београд, 2006 година.
- [21] Бранко Поповић: „Електромагнетика”, Београд, 1989. година.
- [22] Антоније Ђорђевић: „Основи електротехнике 1. део – Електростатика”, Београд, 2006. година.
- [23] Антоније Ђорђевић: „Електромагнетика”, Београд, 2008. година.
- [24] Драган Пољак: „Изложеност људи неионизацијском зрачењу”, Загреб, 2006. година.
- [25] M. Grbić, A. Pavlović: “Measurements and calculations of non-ionizing radiation levels in the vicinity of 35 kV overhead power lines”, The 23rd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution – CIRED, Lyon, France, June 15–18, 2015, Paper No. 1540, ISSN: 2032-9644.
- [26] K. Hameyer, R. Meltens, R. Belmans: “Numerical methods to evaluate the electromagnetic fields below overhead transmission lines and their measurement”, Proceedings of First International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems, Caracas, Venezuela, 1995, pp. 32–36.

- [27] J. C. Salari, A. Mpalantinos, J. I. Silva: "Comparative analysis of 2- and 3-D methods for computing electric and magnetic fields generated by overhead transmission lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 24, Iss.1, pp. 338–344, 2009.
- [28] S. Vujević, D. Lovrić, P. Sarajčev: "Comparison of 2D algorithms for the computation of power line electric and magnetic fields", European Transactions on Electrical Power, Vol. 21, Iss. 1, pp. 505–521, 2011.
- [29] C. P. Nicolaou, A. P. Papadakis, P. A. Razis, G. A. Kyriacou, J. N. Sahalos: "Measurements and predictions of electric and magnetic fields from power lines", Electric Power Systems Research, Vol. 81, Iss. 5, pp. 1107–1116, 2011.
- [30] P. C. Thum, A. C. Liew, C. M. Wong: "Electrostatic field computation by an integral equation method", Electric Power Systems Research, Vol. 5, Iss. 4, pp. 259–275, 1982.
- [31] A. E. Tzinevrakis, D. K. Tsanakas, E. I. Mimos: "Analytical calculation of the electric field produced by single-circuit power lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 23, Iss. 3, pp. 1495–1505, 2008.
- [32] A. Z. El Dein, M. A. A. Wahab, M. M. Hamada, T. H. Emmery: "The effects of the span configurations and conductor sag on the electric-field distribution under overhead transmission lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 25, Iss. 4, pp. 2891–2902, 2010.
- [33] A. Z. El Dein: "Effect of the variation of the charge distribution along multi-overhead transmission lines' conductors on the calculation method of ground surface electric field", International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 51, pp. 255–264, 2013.
- [34] A. Z. El Dein: "Calculation of the electric field around the tower of the overhead transmission lines", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 29, Iss. 2, pp. 899–907, 2014.
- [35] I. N. Ztoupis, I. F. Gonos, I. A. Stathopoulos: "Measurement and calculation of power frequency electric fields generated by high voltage overhead power lines", 2014 ICHVE International Conference on High Voltage Engineering and Application, Poznan, Poland, 2014, pp. 1–4.
- [36] A. Z. El Dein: "Parameters affecting the charge distribution along overhead transmission lines' conductors and their resulting electric field", Electric Power Systems Research, Vol. 108, pp. 198–210, 2014.
- [37] A. V. Mamishev, R. D. Nevels, B. D. Russell: "Effects of conductor sag on spatial distribution of power line magnetic field", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 3, pp. 1571–1576, 1996.
- [38] F. Muñoz, J. A. Aguado, F. Martín, J. J. López, A. Rodríguez, J. B. García, A. R. Treitero, R. Molina: "An intelligent computing technique to estimate the magnetic field generated by overhead transmission lines using a hybrid GA-Sx algorithm", International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 53, pp. 43–53, 2013.
- [39] K. Budnik, W. Machczyński: "Contribution to studies on calculation of the magnetic field under power lines", European Transactions on Electrical Power, Vol. 16, Iss. 4, pp. 345–364, 2006.
- [40] Правилник о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1 kV до 400 kV, Службени лист СФРЈ бр. 65/88 и Службени лист СРЈ бр. 18/92.
- [41] ТУ-ДВ-04: „Дозвољене струје фазних проводника на далеководима ЈП ЕМС”, Техничко упутство, верзија 2 од 19.04.2011.
- [42] *SRPS ISO/IEC 17043:2011* „Оцењивање усаглашености - Општи захтеви за испитивање способности”.

- [43] Joint Committee for Guides in Metrology: "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008, 2008.
- [44] United Kingdom Accreditation Service: "The expression of uncertainty and confidence in measurement", M3003, Edition 2, January 2007.
- [45] Accredited Laboratory SAC-SINGLAS: "Guidelines on the evaluation and expression of measurement uncertainty for electrical testing field", Guidance Notes EL 001, Accreditation Scheme for Laboratories, 2002.
- [46] European co-operation for Accreditation: "Expression of the uncertainty of measurement in calibration", December, 1999.
- [47] J. Di Placido, C. H. Shih, B. J. Ware: "Analysis of the proximity effects in electric field measurements", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems., Vol. PAS-97, Iss. 6, pp. 2167-2177, 1978.
- [48] M. Grbić, A. Pavlović: "Quantification of the operator proximity effect on the measurement results of electric field strength in the vicinity of overhead power lines", The 6th International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research "RAD", University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia, June 18–22, 2018, ISSN 2466-4626 (online).
- [49] *SRPS EN 61869-1:2010* „Мерни трансформатори – Део 1: Општи захтеви”.
- [50] *SRPS EN 61869-3:2012* „Мерни трансформатори – Део 3: Додатни захтеви за индуктивне напонске трансформаторе”.
- [51] *SRPS EN 61869-5:2012* „Мерни трансформатори – Део 5: Додатни захтеви за капацитивне напонске трансформаторе”.
- [52] *SRPS EN 61869-2:2014* „Мерни трансформатори – Део 2: Додатни захтеви за струјне трансформаторе”.
- [53] M. Grbić, J. Mikulović, D. Salamon: "Influence of measurement uncertainty of overhead power line conductor heights on electric and magnetic field calculation results", International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2017, Vol. 98 (2018), pp. 167–175, DOI: 10.1016/j.ijepes.2017.11.038.
- [54] M. Grbić, D. Salamon, J. Mikulović: "Analysis of influence of measuring voltage transformer ratio error on single-circuit overhead power line electric field calculation results", Electric Power Systems Research, 2019, Vol. 166, pp. 232–240, DOI: 10.1016/j.epsr.2018.10.001.

3. Полазне хипотезе

Истраживање ће бити спроведено како би се провериле следеће полазне хипотезе:

- Оцена изложености људи електричном и магнетском пољу у околини надземних електроенергетских водова заснива се на резултатима мерења и/или прорачуна, при чему оба приступа имају своје предности и недостатке.
- Метода заснована на истовременом коришћењу резултата мерења и прорачуна даје најпоузданије резултате.
- Резултати мерења и прорачуна имају одређену несигурност, коју је потребно што тачније израчунати.
- Поређење резултата мерења и прорачуна може бити коришћено за обезбеђење поверења у квалитет резултата испитивања.
- Изјава о усаглашености нивоа поља са референтним граничним вредностима треба да уважи променљиве карактеристике вода и погонске услове који доводе до највеће изложености људи.

4. Научне методе истраживања

Истраживање ће бити засновано на теоријским и експерименталним методама које подразумевају мерења и прорачуне јачине електричног поља и магнетске индукције надземних електроенергетских водова. Методе мерења које ће бити коришћене дефинисане су у важећим техничким стандардима, док су прорачуни засновани на теорема ликова. Поређење резултата мерења и прорачуна ће бити спроведено на реалном примеру надземног вода, у циљу обезбеђења поверења у добијене резултате.

5. Очекивани научни допринос

Од предложене докторске дисертације очекују се следећи научни доприноси:

- анализа компонената несигурности резултата мерења јачине електричног поља и магнетске индукције у околини надземних електроенергетских водова, издвајање компонената које имају најзначајнији утицај на проширену несигурност мерења и израчунавање проширене несигурности;
- анализа компонената несигурности резултата прорачуна јачине електричног поља и магнетске индукције у околини надземних електроенергетских водова и издвајање компонената које имају најзначајнији утицај на проширену несигурност прорачуна;
- детаљна квантификација најзначајнијих компонената несигурности прорачуна, као што су компоненте које потичу од несигурности мерења висина фазних проводника, као и мерења струја и напона надземних водова;
- израчунавање проширене несигурности прорачуна, која узима у обзир све претходно дефинисане компоненте несигурности;
- развој методе за оцену изложености људи електричном и магнетском пољу у околини надземних електроенергетских водова засноване на истовременом коришћењу резултата мерења и прорачуна.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру предложене дисертације биће спроведено у неколико корака:

- преглед научно-стручне литературе ради анализе постојећих метода мерења и прорачуна електричног и магнетског поља у околини надземних водова и процене несигурности;
- израчунавање проширене мерне несигурности;
- квантификација компонената несигурности прорачуна за типичне конфигурације надземних водова различитих напонских нивоа и израчунавање проширене несигурности прорачуна;
- анализа начина коришћења резултата мерења и прорачуна за обезбеђење поверења у квалитет резултата испитивања;
- анализа предности и недостатака метода за оцену изложености људи заснованих на резултатима мерења, прорачуна и комбинацији оба приступа;
- развој методологије за оцену изложености људи електричном и магнетском пољу у околини надземних електроенергетских водова засноване на истовременом коришћењу резултата мерења и прорачуна;
- израчунавање несигурности мерења и прорачуна и примена претходно развијене методологије за оцену изложености на реалном примеру из праксе.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научни рад кандидаткиње Маје Грбић, мастер инж. ел., Комисија је закључила да:

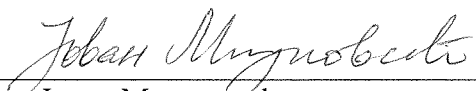
1. Кандидаткиња испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду за одобрење теме за израду докторске дисертације;
2. Предложена тема је научно заснована, а резултати до којих ће се доћи израдом ове дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос у предметној области истраживања.

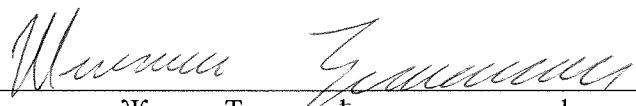
Ужа научна област теме су електроенергетске мреже и системи, за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан.

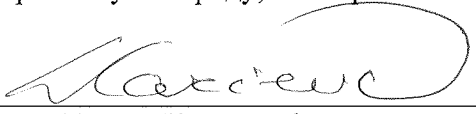
Узимајући у обзир све поменуте чињенице, комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидаткињи Маји Грбић одобри израду докторске дисертације под насловом „Методологија за оцену изложености људи електричном и магнетском пољу надземних електроенергетских водова заснована на резултатима мерења и прорачуна”. За ментора израде докторске дисертације предлаже се др Јован Микуловић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Уз овај извештај се прилаже и списак радова предложеног ментора на одговарајућем формулару Универзитета.

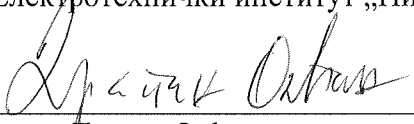
У Београду, 29. мај 2019. године

Чланови комисије


др Јован Микуловић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет


др Жељко Ђуришић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет


др Драган Ковачевић, научни саветник
Универзитет у Београду,
Електротехнички институт „Никола Тесла”


др Драган Олћан, ванредни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет