

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Владана Ристића, мастер инж. ел., за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5002/17-1 од 24.12.2021. године, а на основу закључака и записника са 868. седнице Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду која је одржана 14.12.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Владана Ристића мастер инж. ел. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом: **„Методе оптималног планирања развоја преносних мрежа уз употребу геореференцирања”**.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Владан Ристић је рођен 05.10.1993. године у Крушевцу, у Републици Србији. Гимназију у Крушевцу (природно-математички смер) завршио је 2012. године са просечном оценом 5,00, као ученик генерације и прималац дипломе „Вук Караџић”, уз запажене успехе на такмичењима из области математике. Исте године уписао је основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Енергетика, које је завршио 2016. године са просечном оценом на испитима од 9,96. Током основних студија је награђиван као најбољи студент модула Енергетика од 2013. до 2016. године, при чему је 2016. године добио награду међународне компаније „Сименс д.о.о.”, као најбољи студент завршне године овог модула. Дипломски рад на тему „Савремене методе пројектовања заштите ветрогенератора од атмосферских пражњења”, израђен под менторством проф. др Златана Стојковића, одбранио је у јуну 2016. године са оценом 10 (десет).

На јесен 2016. године је уписао и мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроенергетски системи, на којима је положио све испите са просечном оценом 10,00. Мастер рад под називом „Утицај динамичког одређивања преносног капацитета далеководна на интеграцију обновљивих извора енергије у електроенергетски систем”, израђен под менторством проф. др Николе Рајаковића, одбранио је у септембру 2017. године са оценом 10 (десет).

Докторске академске студије је уписао у октобру 2017. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроенергетске мреже и системи. Све испите предвиђене одговарајућим планом студирања је положио са просечном оценом 10,00.

Од августа 2016. године је запослен у АД „Електромержа Србије”, у Служби за планирање развоја преносног система, при чему је у августу 2021. године унапређен на позицију шефа те службе. У оквиру својих радних задужења, интензивно сарађује са стручњацима из читаве Европе кроз групе оформљене под надлежношћу Европске асоцијације оператора преносних система (ENTSO-E). У октобру 2020. године је изгласан за председавајућег Регионалне групе за развој Југоисточне Европе те асоцијације, да би, од фебруара 2021. године, постао члан Управне групе Пан-Европског десетогодишњег плана развоја преносних система 2022 (TYNDP 2022).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Владан Ристић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, уписао је докторске академске студије на Електротехничком факултету 2017. године на модулу Електроенергетске мреже и системи.

У току докторских академских студија, до подношења захтева за одобрење теме докторске дисертације, Владан Ристић је испунио све обавезе предвиђене Студијским планом и програмом, чиме је остварио укупно 120 ЕСПБ бодова. Положио је следеће испите:

1. Планирање рада електроенергетских система у интерконекцији (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
2. Поузданост електроенергетских система (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
3. Дистрибутивни системи - оптимално планирање и експлоатација (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
4. Методе оптимизације у електроенергетским системима (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
5. Фактор снаге и методе за поправку фактора снаге у присуству виших хармоника (оцена: 10, ЕСПБ: 9)
6. Интеграција обновљивих извора у дистрибутивни систем (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
7. Високотопонска расклопна опрема (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
8. Мерне спреге и мерни трансформатори (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
9. Примена информационих технологија у електроенергетици (оцена: 10, ЕСПБ: 9),
10. Увод у научни рад (оцена: 10, ЕСПБ: 6).

Испунио је следеће научне и истраживачке обавезе:

1. Научно стручни рад (ЕСПБ: 3),
2. Студијски истраживачки рад I (ЕСПБ: 15),
3. Студијски истраживачки рад II (ЕСПБ: 15),

Кандидат Владан Ристић је објавио рад у научном часопису међународног значаја са SCI листе, категорије M21. Такође, аутор је четири научна рада у часопису националног значаја категорије M53. Аутор је девет радова у зборницима регионалних научних скупова и скупова националног значаја.

1.3. Публиковани radovi:

M20

- 1) [M21] **V. Ristić**, D. Šošić. "Multicriteria transmission expansion planning based on differential evolution and georeferencing – Case study Serbia", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 135, 2022. doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107593.

M50

- 2) [M53] **V. Ristić**, N. Rajaković. „Uticaj dinamičkog prilagođenja prenosnog kapaciteta dalekovoda na integraciju obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sistem”, *Energija, ekonomija, ekologija*, ISSN: 03540-8651, UDC: 620.9, br. 1-2, 2018. pp. 404-410.
- 3) [M53] **V. Ristić**, A. Savić. „Optimizacija rasporeda vetroelektrana na teritoriji Srbije korišćenjem genetskog algoritma”, *Energija, ekonomija, ekologija*, ISSN: 03540-8651, UDC: 620.9, br. 1-2, 2018. pp. 522-527.
- 4) [M53] **V. Ristić**, N. Rajaković. „Primena Lagranžove optimizacije na problematiku proizvodnje energije iz obnovljivih izvora”, *Energija, ekonomija, ekologija*, ISSN: 0354-8651, br. 1-2, 2020. pp. 145-152.
- 5) [M53] **V. Ristić**, D. Šošić. „Primena diferencijalne evolucije pri definisanju optimalnog ojačanja mreže na primeru test-sistema”, *Tehnika*, vol. 75, br. 5, 2020. pp. 611-618. doi: 10.5937/tehnika2005611R.

M60

- 6) [M63] **V. Ristić**, N. Rajaković. „Ispitivanje uticaja dinamičkog prilagođenja prenosnog kapaciteta dalekovoda na vrednosti NTC”, *Energy and Ecology Industry – EEI2018*, Beograd, Srbija, oktobar 2018.
- 7) [M63] M. Žikić, N. Vučinić, I. Trkulja, S. Bošković, **V. Ristić**. „Srednjeročna analiza adekvatnosti proizvodnih kapaciteta u sistemu Kontinentalne Evrope – MAF 2018”, *CIGRE Srbija 2019*, Vrnjačka Banja, Srbija, jun 2019.
- 8) [M63] S. Despotović, **V. Ristić**. „Analiza magnetnog polja u blizini kablovskog voda 110 kV”, *CIGRE Srbija 2019*, Vrnjačka Banja, Srbija, jun 2019.
- 9) [M63] **V. Ristić**, N. Vučinić, I. Trkulja, M. Žikić, B. Peruničić, V. Simović. „Analiza uticaja integracije vetroelektrana na nivo viših harmonika u prenosnom sistemu na primeru regiona Južnog Banata”, *CIGRE Srbija 2019*, Vrnjačka Banja, Srbija, jun 2019.
- 10) [M63] M. Žikić, **V. Ristić**, V. Simović. „Metodologija za prioritizaciju investicionih projekata”, *Energetika 2021*, Zlatibor, Srbija, jun 2021.
- 11) [M63] **V. Ristić**, N. Rajaković, D. Vujanović. „Izračunavanje kapaciteta skladišta energije potrebnog za ostrvski rad mikromreže”, *Energetika 2021*, Zlatibor, Srbija, jun 2021.
- 12) [M63] M. Žikić, N. Vučinić, I. Trkulja, B. Peruničić, **V. Ristić**. „Primena Smart Valve uređaja za otklanjanje zagušenja u prenosnom sistemu”, *CIGRE Srbija 2021*, Zlatibor, Srbija, oktobar 2021.
- 13) [M63] M. Žikić, **V. Ristić**. „Primena metodologije za prioritizaciju investicionih projekata sa praktičnim primerima”, *CIGRE Srbija 2021*, Zlatibor, Srbija, oktobar 2021.

- 14) [M63] V. Ristić, M. Žikić, I. Trkulja. „Analiza isplativosti primene softverskog ograničenja snage prilikom priključenja vetroelektrane na distributivni sistem”, *CIGRE Srbija 2021*, Zlatibor, Srbija, oktobar 2021.

Кандидат Владан Ристић је 29. децембра 2021. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду јавно усмено бранио предложену тему докторске дисертације, при чему је комисија у саставу:

1. др Александар Савић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
2. др Предраг Видовић, ванредни професор, Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука,
3. др Драган Олћан, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
4. др Жељко Ђуришић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
5. др Јелисавета Крстивојевић, доцент, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,

закључила да је кандидат Владан Ристић на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену **задовољно** и да задовољава потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

1.4. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

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

- Кандидат је сакупио сто двадесет (120) ЕСПБ (полагањем испита на докторским студијама и обављањем научно-истраживачких обавеза),
- Дана 29. децембра 2021. године је јавно одбранио тему докторске дисертације пред Комисијом (проф. др Александар Савић, проф. др Предраг Видовић, проф. др Драган Олћан, проф. др Жељко Ђуришић, доцент др Јелисавета Крстивојевић) формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду на својој седници број 868. од дана 14.12.2021. године,
- Публиковање девет радова у зборницима регионалних научних скупова и скупова националног значаја, четири научна рада у часописима националног значаја и једаног рада публикованог у међународном часопису.
- Остварено практично искуство у области коју покрива предложена тема докторске дисертације које је стекао кроз пет година рада у Служби за планирање развоја преносног систем у АД „Електроурежа Србије”

можемо закључити да кандидат Владан Ристић у сваком погледу испуњава услове који га квалификују да приступи изради докторске дисертације са предложеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

Планирање развоја електроенергетских система представља проблем који се може сагледати са више гледишта, при чему би свака од њих, било да се ради о произвођачима енергије, операторима преносних и дистрибутивних система или потрошачима, имала своју

визију оптималног развоја система. У складу са тиме баланс између наведених ставки најчешће је налажен емпиријским путем, на основу претходних искустава. Ипак, енергетска транзиција и последично окретање према децентрализованим производњи су овај вид сагледавања предметне тематике учинили не само непрактичним, већ, у великом броју случајева, и нетачним. Због тога не чуди што је ова проблематика данас актуелнија него икад, о чему сведоче и радови који се баве планирањем развоја система у условима диктираним брзом интеграцијом обновљивих извора енергије у системе [1–3]. Референцирани радови су фокусирани на планирање развоја преносних система.

У присуству нових услова који владају у електроенергетским системима за решавање проблема планирања развоја преносне мреже потребно је урадити одговарајућа прилагођавања постојећих алата. Адекватно формулисање и ефикасно решавање оваквих проблема представљају изазов са којим се у коштац, током година, хватао велики број експерата са дуготрајним искуством у планирању развоја система. Потребно је нагласити да су у скороје време све више заступљени радови који разматрају најбољи сценарио развоја преносног система уз присуство нових производних капацитета [4–6]. Због тога, предложена тема дисертације обухвата управо адаптацију изабраних метода оптимизације ради планирања развоја преносног система у условима интензивне интеграције обновљивих извора енергије. При овој ће бити уважена два временска хоризонта, од којих ће један представљати дугорочно планирање, то јест, сагледавање развоја у периоду дужем од десет година, а други средњорочно планирање, одликовано већом поузданошћу улазних података.

Што се тиче дугорочног планирања преносних система, један од највећих изазова у вези са њим јесте немогућност да се прибаве прецизни подаци на основу којих би се могао сагледати улазак у погон производних капацитета, посебно након почетног десетогодишњег периода. Да би се и овај проблем решио на задовољавајући начин, у дисертацији ће се предложити методологија намењена процени како инсталисаног капацитета обновљивих извора енергије чија се изградња може очекивати у разматраном региону, тако и локација на којима је вероватноћа за појаву таквих извора највећа. У дисертацији ће се разматрати искључиво ветроелектране, при чему ће бити наведени и кораци чије би предузимање довело до адаптације методологије за прикључење соларних генератора. Пошто оваква методологија захтева темељно познавање рељефа терена на подручју које се анализира, демонстрација применљивости исте ће бити обављена на практичном примеру 110 kV преносног система у региону Средњег Баната и Бачке, који представља један од најперспективнијих делова територије Србије за интеграцију ветрогенераторских капацитета. Производни капацитет електрана чија ће се изградња вршити у скорој будућности ће бити процењен на основу тенденција раста у државама у којима је процес њихове интеграције одмакао далеко даље него у Србији. Области у којима би се нове електране могле појавити ће бити дефинисане на основу вишекритеријумске анализе, засноване на раду [7], у коме су аутори анализирали потенцијал којим располаже шпанска покрајина Андалузија. У раду су за критеријуме узети енергија ветра, преклапање са заштићеним зонама, близина електроенергетске инфраструктуре, близина саобраћајних праваца и нагиб терена. По адаптацији ове методе, на основу технике геореференцирања ће бити извршено и сагледавање потенцијалних начина прикључења ветроелектрана. Принцип геореференцирања, по дефиницији, представља постављање одабране области у прецизирани координатни систем одабиром тачке која се тада сматра координатним почетком, након чега се позиције свих осталих тачака у разматраној области могу утврдити према њиховој удаљености од тог координатног почетка. У складу са тиме, примена ове методе дозвољава да се, осим стандарних техничких параметара који утичу на процес планирања развоја, у обзир узму и географске карактеристике области у којој се разматрани део система налази. Геореференцирани подаци

ће потом представљати улазни податак за поступак дугорочног планирања развоја система на одабраном подручју.

Проблем дугорочног планирања преносног система ће бити формулисан на одговарајући начин и решен помоћу технике мешовитог целобројног линеарног програмирања (MILP), при чему ће као критеријумска функција бити коришћена максимизација производње енергије из ветроелектрана дефинисаних поступком описаним у претходном пасусу. Ради оптималног коришћења доступних рачунарских ресурса, анализа ће бити спроведена употребом DC прорачуна, где се оправдање за овакво поједностављење може пронаћи у томе што, услед количине претпоставки које се морају начинити пре почетка дугорочног планирања развоја, резултате тог процеса треба схватати индикативно, као назнаку проблема до којих у систему може доћи. Стога ће се сматрати и да наведено упрошћење не нарушава валидност приказаног процеса у значајнијој мери. Поменути техника је одабрана на основу великог броја радова у којима је описана њена успешна примена на решавању проблема овог типа [6, 8, 9]. Као што је и напоменуто, практична употребљивост развијене методологије ће бити представљена на реалном примеру 110 kV преносног система дела Војводине, погодног за имплементацију ветроелектрана.

Са друге стране, проблем средњорочног планирања система, окарактерисан већом доступношћу прецизних података у вези уласка у погон нових производних капацитета на анализираном подручју, биће решаван коришћењем диференцијалне еволуције. Ова оптимизациона техника се изворно користи за минимизацију потенцијално нелинеарних и недиференцијабилних континуалних функција [10]. Од свог настанка, ова техника је показивала завидне резултате при примени за оптимизацију различитих аспеката рада у области енергетике, попут рачунања оптималних токова снага [11] или процену роторских параметара асинхронног мотора са дубоким жлебовима [12], да би се, између осталог, у међувремену наметнула и као једна од најзахвалнијих техника за извођење процеса на тему оптималног планирања развоја система [13]. Управо у оваквој разноврсности примене и лежи разлог због ког је баш ова техника одабрана за решавање задатака који ће бити обухваћени дисертацијом. Треба нагласити да је проблем планирања система дискретан, јер се као решење очекују идентификатори чворова између којих би требало ојачати систем, док је диференцијална еволуција, као што је већ наведено, метода за решавање континуалних проблема. Отклањањем ове недоследности бавио се немали број радова, при чему је сваки од њих, попут [14], предлагао неку од техника мапирања намењену конверзији између континуалних и дискретних променљивих.

Како би се ова недоследност уклонила и у проблемима обрађеним у дисертацији, у истој ће, ради мапирања, диференцијална еволуција бити упарена са принципом геореференцирања. Одличним примером адаптације ове технике како би се одговорило на захтеве постављене од стране потребе за развојем система може се сматрати рад [15], у коме су аутори комбиновали принцип геореференцирања са различитим оптимизационим техникама у циљу одређивања оптималних локација за изградњу тих електрана. Ипак, коришћење принципа геореференцирања за мапирање домена претраживања диференцијалне еволуције ради развоја преносног система је идеја која није разматрана пре објављивања радова [16, 17], који су израђени од стране кандидата. Основни постулати ове иновације су постављени у раду [16], да би рад [17] потом унапредио ову технику ради њене практичне примене на реалном систему, то јест, на 110 kV систему Средњег Баната и Бачке, што је и пример одабран и за вршење дела анализа које ће бити укључене у дисертацију. Коришћење те технике за мапирање области у којој се налази предметни део преносног система омогућава оператору једноставну примену развијене методе на готово сваком делу система о коме постоји основни скуп техничких и географских података, што су информације које се

обично могу пронаћи у одговарајућим базама података. С обзиром на доступност улазних података, као и на лакоћу модификације рачунарског кода на основу кога се спроводе прорачуни, може се доћи и до тога да би предложено решење за кратко време могло бити прерађено тако да одговори захтевима различитих корисника, то јест, оператора система.

Први део прорачуна који ће бити вршен у дисертацији односиће се на различите тест-примере, попут стандардног IEEE система од 24 чвора (уз засебно разматрање његове модификоване верзије, описане у [18], у којој се у овом систему појављује и одређени број ветроелектрана) или система од 30 чворова. Како су ово тест-примери који у потпуности не одговарају ниједном реалном случају, биће начињен извештај о броју претпоставки неопходних да би се ови системи пројектовали на фиктивно географско подручје. Да би се показала практична употребљивост развијене методе за анализу ће се користити и пример једног дела преносне мреже Војводине. Предвиђене анализе ће се базирати на АС прорачуну токова снага, при чему ће се анализирати како опција једностепеног развоја, односно, изградње само једног додатног елемента мреже, тако и опција вишестепеног развоја, то јест, изградње већег броја елемената. Друга опција ће даље бити подељена у две варијанте, при чему ће се једна од њих бавити симултаном изградњом нових елемената, док ће друга обрађивати sukcesивно додавање елемената систему, уз уважавање буџетских ограничења и евентуалних тешкоћа узрокованих самим карактеристикама рељефа.

Пошто би се крајњим циљем развијене технике могла сматрати њена имплементација у процесе планирања реалних система, свака оптимизациона процедура краткорочног развоја ће бити реализована као вишекритеријумска, при чему ће се критеријуми одредити на основу анкете која ће бити спроведена међу запосленима оператора преносног система Републике Србије. Анкетираним инжењерима ће тада бити понуђена листа критеријума (примера ради, то може бити повећање производње енергије из обновљивих извора, смањење системских губитака или редукција неопходних инвестиција), од којих ће они, према свом искуству, одабирати жељене. Ток сагледаних прорачуна ће, стога, зависити искључиво од њиховог избора, чиме ће се још више истаћи аспект практичне применљивости креиране методе.

Релевантни библиографски извори:

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

- [1] M. Jadidoleslam, A. Ebrahimi, M.A. Latifi, "Probabilistic transmission expansion planning to maximize the integration of wind power". *Renew Energy*, vol. 114, part B. December 2017. pp. 866-878, doi: 10.1016/j.renene.2017.07.063.
- [2] T. Haripriya, B. Devulal, M. Nagajothi, "Optimal Design of Transmission System Expansion Planning in Deregulated Environment". 2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems, Thoothukudi, India. December 2020. pp. 1404-1407, doi: 10.1109/ICISS49785.2020.9316107.
- [3] Z. Zhuo, E. Du, N. Zhang, C. Kang, Q. Xia, Z. Wang, "Incorporating massive scenarios in transmission expansion planning with high renewable energy penetration". *IEEE Trans Power Syst*, vol. 35, issue 2. March 2020. pp. 1061-1074, doi: 10.1109/TPWRS.2019.2938618.
- [4] N. Olfatinezhad, V. Vahidinasab, M. Ahmadian, H. Arasteh, J. Aghaei, K. Mehran, "Flexible two-stage robust model for moving the transmission and reactive power infrastructures expansion planning towards power system integration of renewables". *IET Renew Power Gener*, vol. 14, issue 11. August 2020. pp. 1921-1932, doi: 10.1049/iet-rpg.2019.0287.

- [5] P. Suriya, S. Subramanian, S. Ganesan, M. Abirami, "Generation and transmission expansion management using grasshopper optimization algorithm". *Int J Eng Bus*, vol. 11. January 2019. pp. 1-9, doi: 10.1177/1847979018818320.
- [6] S. You, S.W. Hadley, M. Shankar, Y. Liu, "Co-optimizing generation and transmission expansion with wind power in large-scale power grids—Implementation in the US Eastern Interconnection". *Electr Power Syst Res*, vol. 133. April 2016. pp. 209-218, doi: 10.1016/j.epsr.2015.12.023.
- [7] P. Diaz-Cuevas, "GIS-Based Methodology for Evaluating the Wind-Energy Potential of Territories: A Case Study from Andalusia (Spain)". *Energies*, vol. 11, issue 10. October 2018. pp. 1-16, doi: 10.3390/en11102789.
- [8] C. Li, A.J. Conejo, P. Liu, B.P. Omell, J.D. Siirola, I.E. Grossmann, "Mixed-integer linear programming models and algorithms for generation and transmission expansion planning of power systems". *Eur J Oper Res*, in press (online since July 2021). doi: 10.1016/j.ejor.2021.06.024.
- [9] M. Moradi-Seraphvand, T. Amraee, "Hybrid AC/DC Transmission Expansion Planning Considering HVAC to HVDC Conversion Under Renewable Penetration". *IEEE Trans Power Syst*, vol. 36, no. 1. January 2021. pp. 579-591, doi: 10.1109/TPWRS.2020.2988195.
- [10] R. Storn, K. Price, "Differential evolution – A simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces". *J Glob Optim*, vol. 11. December 2021. pp. 341-359, doi: 10.1023/A:1008202821328.
- [11] S. Li, W. Gong, L. Wang, X. Yan, C. Hu, "Optimal power flow by means of improved adaptive differential evolution". *Energy*, vol. 198. May 2020. pp. 1-21, doi: 10.1016/j.energy.2020.117314.
- [12] M. Ječmenica, D. Šošić, M. Terzić, "Estimation of deep-bar induction motor rotor parameters using heuristic methods of optimization". *MedPower 2016*, Belgrade, Serbia, 6–9 Nov. 2019., doi: 10.1049/cp.2016.1111.
- [13] T. Sum-Im, W. Ongsakul, "A self-adaptive differential evolution algorithm for transmission network expansion planning with system losses consideration". *2012 IEEE International Conference on Power and Energy*, Kota Kinabalu, Malaysia. December 2012. pp. 151-156, doi: 10.1109/PECon.2012.6450196.
- [14] I.M. Ali, D. Essam, K. Kasmarik, "A novel differential evolution mapping technique for generic combinatorial optimization problems". *Appl Soft Comput*, vol. 80. July 2019. pp. 297-309, doi: 10.1016/j.asoc.2019.04.017.
- [15] A.A. Ali Mohamed, S.M. Ali, A.M. Hemeida, A.A. Ibrahim, "Optimal placement of distributed energy resources including different load models using different optimization techniques". *2019 International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering*, Aswan, Egypt. February 2019. pp. 389-395, doi: 10.1109/ITCE.2019.8646608.
- [16] V. Ristić, D. Šošić, „Primena diferencijalne evolucije pri definisanju optimalnog ojačanja mreže na primeru test-sistema”. *Tehnika*, vol. 75, br. 5. Oktobar 2020. pp. 611-618, doi: 10.5937/tehnika2005611R.
- [17] V. Ristić, D. Šošić, "Multicriteria transmission expansion planning based on differential evolution and georeferencing – Case study Serbia". *Int J Electr Power Energy Syst*, vol. 135, in press. February 2022. doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107593.
- [18] C. Ordoudis, P. Pinson, J.M. Morales Gonzalez, M. Zugno, "An Updated Version of the IEEE RTS 24-Bus System for Electricity Market and Power System Operation Studies". 2016. Technical University of Denmark.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе за истраживање у склопу предложене докторске дисертације су:

- Интензивна интеграција обновљивих извора енергије уноси значајну дозу неизвесности у процес планирања развоја преносних система.
- Проблем постаје још израженији ако се узме у обзир то да емпиријске методе планирања не дају најбоља решења и нису увек применљиве у оваквом окружењу.
- Методе оптимизације могу пружити одговор на питање квалитетног планирања развоја преносних система под описаним околностима.
- Број критеријума који могу бити уважени при планирању система је велики, при чему су неки од значајнијих цена инвестиције, смањење губитака активне снаге и максимизација производње из обновљивих извора.
- Принцип геореференцирања би могао представљати мост ка омогућавању шире примене неких техника оптимизације при решавању проблема у вези развоја преносног система.
- Планирање развоја преносног система се, у зависности од временског хоризонта који је обухваћен, може посматрати као средњорочно или као дугорочно.
- Резултати процеса дугорочног планирања се могу сматрати индикаторима акција које ће бити неопходно предузети у наредном периоду, без улажења у детаљне описе тих акција.
- Резултати процеса средњорочног планирања морају пружити прецизан увид у сваки од предложених пројеката који би требало реализовати у разматраном систему.

4. Научне методе истраживања

Прорачуни чији ће резултати бити приказани у докторској дисертацији кандидата биће извршени помоћу посебно развијених алата. За сваки проблем који ће се разматрати у овој дисертацији биће развијен посебан рачунарски код. Ово ће бити урађено са циљем да се, у зависности од изабраног временског хоризонта, постигне довољан ниво тачности симулационих модела, уз уважавање потреба за економичним коришћењем рачунарских ресурса.

У софтверском алату GAMS ће се вршити све анализе које се заснивају на употреби линеарних метода оптимизације и DC прорачуна токова снага. Овај софтверски алат је одабран на основу великог броја опција које нуди за описане прорачуне. Са друге стране, за анализе које се заснивају на употреби диференцијалне еволуције и AC прорачуну токова снага користиће се софтверски алат MATLAB.

Поред тога, кандидат намерава да, за неке од описаних аспеката рада, анкетира стручњаке из области планирања развоја преносних система како би се стекао утисак који се критеријуми сматрају значајним за планирање система. На основу резултата анкете биће извршени одговарајући прорачуни применом развијених метода.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације су следећи:

- Развој техника намењених како дугорочном, тако и средњорочном планирању развоја преносног система;

- Флексибилност развијених метода, тако да могу одговорити на захтеве великог броја корисника, то јест, оператора преносних система;
- Анализа потенцијала за изградњу ветроелектрана у региону Средњег Баната и Бачке, базирана на географским и на демографским карактеристикама тих области;
- Примена принципа геореференцирања за предикцију начина прикључења потенцијалних ветроелектрана, предложених у оквиру претходне тачке;
- Примена принципа геореференцирања за дискретизацију континуалног домена претраге при коришћењу диференцијалне еволуције за средњорочно планирање преносног система;
- Детаљан опис позитивних ефеката примене геореференцирања током планирања развоја, попут могућег уважавања препрека и потешкоћа насталих, пре свега, због одлика рељефа;
- Демонстрација применљивости развијених техника намењених планирању развоја система на практичном примеру преносне мреже Бачке и Средњег Баната;
- Сагледавање корака које би требало предузети како би алгоритми развијени у дисертацији могли да буду употребљени у свакодневној инжењерској пракси.

6. План истраживања и структура рада

Истраживања ће бити обављена у неколико корака:

1. Преглед најновијих истраживања на тему планирања развоја електроенергетских система, посебно оних које укључују примену оптимизационих техника у ове сврхе;
2. Одабир адекватног скупа тест-примера на којима би се применљивост развијених метода могла демонстрирати пре њиховог коришћења на реалном примеру;
3. Обрада и верификација прикупљеног скупа улазних података у вези како изабраних тест-примера, тако и реалног примера;
4. Предвиђање потенцијала за интеграцију ветроелектрана у регији Бачке и Средњег Баната, праћено географском расподелом нових капацитета у овој области;
5. Спровођење анкете међу инжењерима који се баве планирањем развоја система на тему критеријума које би требало уважити приликом вишекритеријумске оптимизације;
6. Формирање модела за решавање проблема дугорочног развоја система у софтверском пакету GAMS, те њихово решавање методом линеарног програмирања;
7. Формирање модела за решавање проблема средњорочног развоја система у софтверском пакету MATLAB, те њихово решавање методом диференцијалне еволуције;
8. Обрада резултата добијених помоћу извршених прорачуна и извлачење одговарајућих закључака на тему могућности примене развијених метода у инжењерској пракси.

Текст докторске дисертације кандидата Владана Ристића биће написан на српском језику.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научни рад кандидата Владана Ристића, мастер инж. ел., Комисија је закључила да:

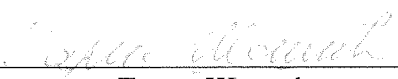
1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду за одобрење теме за израду докторске дисертације;
2. Предложена тема је научно заснована, а резултати до којих ће се доћи израдом ове дисертације представљаће 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 се кандидату Владану Ристићу одобри израду докторске дисертације под насловом „Методе оптималног планирања развоја преносних мрежа уз употребу геореференцирања”. За ментора израде докторске дисертације предлаже се др Дарко Шошић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Уз овај извештај се прилаже и списак радова предложеног ментора на одговарајућем формулару Универзитета.

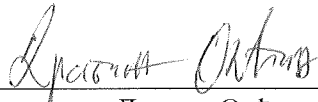
У Београду, 17. јануар 2022. године

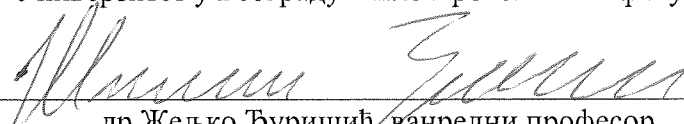
Чланови комисије

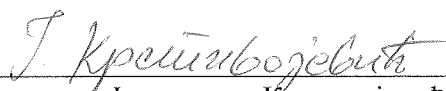

др Дарко Шошић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Александар Савић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Предраг Видовић, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука


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


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


др Јелисавета Крстивојевић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет