

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Владана Ристића

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 490/5 од 12. марта 2024. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владана Ристића под насловом

„Методe оптималног планирања развоја преносне мреже уз употребу геореференцирања”

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

11.10.2017. године Владан Ристић је уписао докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу Електроенергетске мреже и системи. Све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија положио је са просечном оценом 10.

01.12.2021. године Владан Ристић је пријавио тему за израду докторске дисертације под радним називом „Методe оптималног планирања развоја преносног система уз употребу геореференцирања” (енг. *Methods of Optimal Transmission System Development with the Application of Georeferencing*).

07.12.2021. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме упутила Научно-наставном већу на усвајање.

14.12.2021. године Научно-наставно веће, на седници бр. 868, именовало је Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата у саставу:

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

За ментора докторске дисертације је на истој седници предложен др Дарко Шошић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду.

29.12.2021. године обављена је усмена одбрана теме докторске дисертације на Електротехничког факултета Универзитета у Београду пред Комисијом у саставу:

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

На одбрани су били присутни сви чланови Комисије. Комисија је оценила усмену одбрану предложене теме као успешну (оцена „задовољно“).

23.02.2022. године Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање предложене теме докторске дисертације.

14.03.2022. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Владана Ристића под насловом „Методе оптималног планирања развоја преносних мрежа уз употребу геореференцирања“ (одлука бр. 61206-932/2-22 од 14.03.2022. године). Истом одлуком дата је сагласност и на одабир др Дарка Шошића као ментора ове докторске дисертације.

19.10.2023. године Владан Ристић је, при обављању уписа, поднео и Молбу за продужење рока за завршетак студија до истека рока у троструком броју школских година за реализацију студијског програма.

04.03.2024. године Владан Ристић предао је на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом „Методе оптималног планирања развоја преносне мреже уз употребу геореференцирања“ (енг. *Methods of Optimal Transmission Grid Development with the Application of Georeferencing*).

05.03.2024. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

12.03.2024. године на 895. седници, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је (одлука бр. 490/05 од 12.03.2024. године) Комисију за преглед и оцену докторске дисертације:

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

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Владана Ристића припада научној области Електротехничко и рачунарско инжењерство, ужа научна област Електроенергетски системи, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. За ментора дисертације одређен је др Дарко Шошић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, због истакнутих доприноса у ужој области електроенергетски системи, а посебно у домену примене метода оптимизације у тој области, чиме се бави и предметна дисертација.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Владан Ристић је рођен 5. октобра 1993. године у Крушевцу, у Републици Србији. Гимназију у Крушевцу завршио је 2012. године са просечном оценом 5,00, као ученик генерације и прималац дипломе „Вук Караџић”, уз запажене успехе на такмичењима из математике. Те године уписао је основне студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Основне студије је завршио 2016. године са просечном оценом 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 под називом „Савремене методе пројектовања заштите ветрогенератора од атмосферских пражњења”, под менторством проф. др Златана Стојковића, одбранио је у јуну 2016. године.

Уписао је мастер студије на истом факултету 2016. године. Испите је положио са просечном оценом 10,00. Мастер рад „Утицај динамичког одређивања преносног капацитета далековода на интеграцију обновљивих извора енергије у електроенергетски систем”, под менторством проф. др Николе Рајаковића, одбранио је у септембру 2017. године. Докторске студије је уписао 2017. године. Испите је положио са просечном оценом 10,00.

Од августа 2016. године је запослен у АД „Електромрежа Србије”, у Дирекцији за развој, при чему је током година променио већи број позиција уско везаних за израду планова развоја преносног система Републике Србије. Почевши од марта 2024. године, налази се на позицији Руководиоца сектора за планирање развоја преносног система. Већ годинама интензивно сарађује са стручњацима из целе Европе кроз групе оформљене под надлежношћу Европске асоцијације оператора преносних система. Од 2020. године председава Регионалном групом за развој Југоисточне Европе под окриљем Комитета за развој исте асоцијације.

Области његових истраживања су уско везане са унапређењима у области планирања развоја електроенергетских система. Ту треба истаћи примену оптимizacionих техника у ове сврхе, олакшавање интеграције обновљивих извора енергије и аутоматизовану приоритизацију инфраструктурних пројеката која би дозволила да се систем надогради на оптималан начин, уз поштовање буџетских и других унапред дефинисаних ограничења. Аутор је више радова публикованих у међународним и домаћим часописима, као и у зборницима на међународним и домаћим конференцијама.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Владана Ристића је по форми и структури у потпуности усклађена са Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду. Ова докторска дисертација је написана на српском, ћириличним писмом и има укупно 150 страна. Предметна докторска дисертација садржи 6 поглавља, 85 слика, 13 табела, 42 нумерисаних једначина, 186 библиографских референци. Делови дисертације су:

- Насловна страна на српском језику;
- Насловна страна на енглеском језику;
- Страна са подацима о ментору и члановима комисије;
- Страна са наведеном захвалницом;
- Резиме докторске дисертације на српском језику;
- Резиме докторске дисертације на енглеском језику;

- Садржај докторске дисертације;
- Списак слика;
- Списак табела;
- Текст рада по поглављима:
 1. Увод;
 2. Мотивација за истраживање;
 3. Метода за дугорочно планирање развоја;
 4. Метода за средњорочно планирање развоја;
 5. Практична имплементација развијених метода;
 6. Закључак;
- Списак коришћене литературе;
- Прилози основном тексту докторске дисертације;
- Биографија аутора;
- Изјава о ауторству;
- Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада;
- Изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу су наведени основни циљеви и значај предметног истраживања.

Друго поглавље је посвећено појашњавању мотивације кандидата да се посвети истраживању коришћења техника оптимизације у процесу планирања развоја преносних мрежа. Такође се елаборира и жеља да се у истраживање што више укључи и проблематика брзе интеграције обновљивих извора енергије у производни портфел, независно од напонског нивоа. Поред прегледа тренутног стања интеграције ових извора у системе, уз посебно обраћање пажње на ветроелектране, поглавље пружа увид и у степен интеграције обновљивих извора у Србији. Пред крај је дата и прогноза интеграције обновљивих извора у догледној будућности.

Фокус трећег поглавља се налази на дугорочном планирању развоја преносних система. Како би се та проблематика представила на одговарајући начин, поглавље укључује и опис дела 110 kV преносне мреже Војводине на коме су вршене неопходне анализе. Дат је приказ методологије по којој је извршена процена потенцијала за подизање ветроелектрана којим област у којој се овај део мреже налази располаже. Појашњен је одабир мешовитог целобројног линеарног програмирања као технике за спровођење потребних анализа. Затим је дат приказ резултата добијених за посматрани случај, уз нарочито наглашавање тога да резултате процеса дугорочног развоја не треба узимати дословце, већ индикативно.

У четвртом поглављу је обрађено планирање развоја преносног система на средњорочном временском хоризонту. Описани су употребљени тест примери на којима су извршене демонстрације рада развијене методологије пре него што се прешло на тестирање њене применљивости на практичном примеру. Посебан део поглавља је посвећен описивању извршене модификације ширинске претраге. Овом модификацијом је ширинској претрази омогућен рад у тродимензионалном простору у циљу налажења оптималне трасе далековода. Појашњен је и начин на који је геореференцирање упарено са диференцијалном еволуцијом да би се простор претраге дискретизовао и омогућила њена примена на планирање система. Завршни део поглавља посвећен је приказивању добијених резултата и верификацији тачности истих преко поређења са резултатима добијеним тестирањем сваке могуће опције.

Пето поглавље појашњава начине на које се планирање развоја тренутно обавља како на нивоу једног система, тако и на европском нивоу. Као пример за планирање развоја појединачног система је усвојен процес израде Плана развоја преносног система Републике Србије. Са друге стране, као основа за анализу планерског процеса на европском нивоу су послужиле методологије према којима се креира Пан-европски десетогодишњи план развоја. Поред тога, ово поглавље наводи и кораке који би могли да доведу до укључивања техника, описаних у дисертацији, у пословне процедуре инжењера задужених за планирање развоја.

У шестом поглављу дат је закључак дисертације и даљи правци истраживања. Сажето су наведени резултати истраживања и истакнути су основни доприноси докторске дисертације.

Прилози који прате текст пружају увид у додатне материјале који олакшавају разумевање неких од закључака дисертације. Примера ради, у прилозима се може наћи типично платно пословног модела на коме је заснован значајан део разматрања из петог поглавља, као и поређење диференцијалне еволуције са другим оптимizacionим техникама. Управо је то поређење потпора избору ове методе за анализе приказане у четвртном поглављу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под називом „Методe оптималног планирања развоја преносне мреже уз употребу геореференцирања” представља оригиналан научно-истраживачки рад кандидата који је настао као резултат његових вишегодишњих истраживања у области развоја преносне мреже и могућности унапређивања техника које се тренутно користе у те сврхе интеграцијом оптимizacionих процедура и аутоматизацијом што већег броја корака у овом процесу. Томе је допринело и то што се кандидат већ скоро деценију бави израдом Плана развоја преносног система у АД „Електромержа Србије”. Кандидат је у међувремену унапређен у руководиоца сектора чија је основна сврха израда овог документа. Овиме је осигурано то да је кандидат у току са предвиђеним искорацима у енергетском сектору Србије у наступајућем периоду, као и са начином на који се процес планирања развоја преносне мреже тренутно одвија у пракси. Управо је то знање довело до жеље кандидата да се овом темом детаљно бави у дисертацији.

Што се тиче актуелности теме разматране дисертације, ту је пре свега потребно нагласити да је енергетска транзиција тренутно у пуном јеку у електроенергетском сектору Србије. Ово се одражава како кроз све већи број захтева за прикључење нових обновљивих извора енергије на систем, тако и кроз планове за постепено смањење учешћа термогенераторских јединица у производном портфелу. То доводи до потпуног заокрета у концепцији система која је раније била на снази. Наиме, системи су до почетка овог века конципирани тако да се обезбеди што поузданији и ефикаснији пренос енергије из великих централизованих извора (то су, зависно од потенцијала различитих регија, могле бити или термоелектране, или хидроелектране). Ово је довело до тога да се у системима креирају природна производна чворишта (примера ради, у систему Србије, то су косточачка и колубарска област, као и области око већих река), те су и преносни правци углавном повезивали та чворишта са већим градовима или индустријским потрошачима. Интеграција обновљивих извора доводи до измештања тих чворишта у регије богате или потенцијалом ветра, или соларном енергијом. Ово мења већ успостављене токове снага и доводи до потребе за другачијим сагледавањем развоја мреже у наредним годинама.

Наиме, први већи проблем до кога доводи прелазак на обновљиве изворе енергије је то што региони у којима долази до њихове градње углавном нису раније посматрани као кључни за функционисање система. Стога ова подручја често нису довољно добро повезана са остатком система, тако да је потребно планирати веома значајне инвестиције да би се омогућио развој мреже која може поуздано да евакуише енергију из њих према потрошачима.

Са друге стране, одлука о томе да ли ће неке електране базирани на обновљивим изворима бити или не је врло често одлука приватног инвеститора, тако да сваки овакав пројекат собом уноси додатан вид неизвесности у планерске процесе. Конкретно, у теорији се може догодити да клијент најави пројекат изградње нове електране, што даље може довести до тога да оператор система крене у реализацију инфраструктурног ојачања које би допринело пласману енергије произведене у овој електрани. Уколико клијент одустане од свог пројекта, улагања оператора система не би више била сврсисходна, те би се могла протумачити као неоптимално трошење ресурса.

Потреба за брзим доношењем одлука и уважавањем великог броја променљивих доводи до тога да се оператори све мање могу ослањати на раније коришћене методе за развој система, базирани на искуству инжењера задужених за планерске делатности. Уместо тога, све је већа потреба за аутоматизацијом процеса и применом метода које могу упоредо да испитају већи број потенцијалних решења. Управо су овакве методе предложене у докторској дисертацији кандидата, тако да се може тврдити да се дисертација бави веома актуелном проблематиком и да технике које су предложене у њој одликује потенцијал за практичну имплементацију.

Значај и актуелност истраживања која су предмет докторске дисертације кандидата може се сагледати и кроз значајан број научно-истраживачких радова који су у последњих неколико година урађени на сличне теме и објављени у водећим међународним научним часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације, кандидат је детаљно истражио релевантну литературу из научне области којом се бави дисертација. Литература наведена у дисертацији броји 186 библиографских јединица, на основу чега се може закључити да је кандидат обавио темељан преглед резултата досадашњих истраживања у предметној научној области. Између осталог, у литератури наведеној на крају текста дисертације се налазе и радови кандидата, од којих су најзначајнији радови публиковани у међународним часописима са *Impact Factor*-ом. Ова два рада су проистекла из рада на докторској дисертацији. У овим радовима су, као и у другим радовима кандидата повезаним са темом, разматрани неки од аспеката обрађених у дисертацији. Тиме је потврђена како оригиналност изнетих идеја, тако и актуелност теме и применљивост описане методе на различитим примерима из праксе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања представљеног у дисертацији спроведена је у неколико фаза:

- Прва фаза истраживања обухватала је прикупљање и теоријску анализу постојећих резултата из научних часописа у којима се објављују радови у вези са развојем мрежа, као и са могућностима примене оптимизационих техника у ове сврхе. Током ове фазе, кандидат је стекао детаљан увид у тренутно стање у области истраживања, при чему је посебна пажња посвећена начинима на које су оптимизационе методе адаптиране и мењане како би се омогућила њихова примена на различите аспекте развоја мрежа.
- Друга фаза спроведеног истраживачког рада је укључивала идентификацију проблема са којима се инжењери који се баве планирањем развоја система тренутно суочавају, као и издвајање проблема који се могу приписати интеграцији обновљивих извора. За те проблеме је сматрано да ће добијати на значају у наступајућем периоду (како и број захтева за прикључење буде растао), тако да је сматрано да би дисертација требало да буде фокусирана на њих и предложи методе које би их могле решити или ублажити.

- Трећа фаза је укључивала прецизирање улазних претпоставки за анализе које је било потребно спровести у оквиру израде ове дисертације. Под овиме се подразумева одређивање временских хоризоната на којима ће се планерски процеси вршити, затим одабир мрежа на којима ће се демонстрирати применљивост развијених метода, избор радних режима система који могу бити сматрани релевантним са планерског аспекта и селекција оптимизационих метода које ће се користити за изабране случајеве.
- Четврта фаза истраживања била је заснована на развоју алгоритама уз помоћу којих је одабране оптимизационе методе било могуће преточити у практичан поступак помоћу кога се добијају конкретна решења за анализирани случајеви. Конкретно, за дугорочни развој мреже је одабрана техника мешовитог целобројног програмирања, при чему је код за обављање овог процеса писан у програму GAMS. За средњорочни развој мреже је одабрана диференцијална еволуција, уз коришћење програмског пакета MATLAB.
- Пета фаза рада на дисертацији подразумевала је вршење неопходних прорачуна, где је било потребно подесити параметре тако да се поузданост резултата не угрози, а да се ресурси на располагању ипак искористе на што бољи начин. Ово је, на пример, видљиво у избору броја елемената у популацији решења оптимизационог процеса за средњорочни развој. Још један пример тога се може пронаћи у одабирању броја итерација након ког је поступак диференцијалне еволуције сматран завршеним.
- Шеста фаза обухватала је анализу добијених резултата и, тамо где је ово било могуће, верификацију тачности ових резултата. Конкретно, провера је рађена за средњорочни развој мреже и то тако што су резултати добијени описаном оптимизационом методом упоређени са резултатима добијеним тако што је тестирано свако могуће решење овог проблема. Након што је утврђено да се резултати добијени помоћу ове две технике у потпуности поклапају, сматрано је да је тиме тачност развијене методе потврђена.
- Коначно, седма фаза истраживања подразумевала је дефинисање поступка који би било потребно развити и спровести како би се предложене технике што лакше интегрисале у већ устаљене планерске процедуре оператора система. Проблему је приступљено са више страна, при чему су посебно сагледане тачке гледишта запослених на којима би било да ове технике користе у пракси и руководећег кадра коме би било у интересу да процедуре модернизује ради повећане поузданости и ефикасности њиховог вршења.

На основу наведеног, може се закључити да методологија примењена од стране кандидата у потпуности одговара проблему који је решаван у докторској дисертацији, као и стандардима научно-истраживачког рада. Такође, методологија је адекватно изабрана и са аспекта циљева ове докторске дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Истраживања на тему коришћења оптимизационих техника за решавање проблема развоја преносних мрежа, изложена у докторској дисертацији кандидата, имају неоспоран практични значај. О томе сведочи актуелност теме коју је кандидат одабрао, посебно уколико се у обзир узме и чињеница да је као један од основних критеријума приликом решавања проблема овде узета могућност интеграције обновљивих извора енергије у производне потрфеље система и утицај који нова инфраструктура може имати на могућност пласмана енергије из тих извора.

Ова проблематика постаје све израженија како се повећава и број великих капацитета који су базирани на обновљивим изворима енергије, прикључених на преносни систем. По подацима изнетим у развојним плановима АД „Електромрежа Србије”, број таквих захтева се тренутно мери у десетинама, а укупни инсталирани капацитети ових извора у десетинама GW.

Сваки од таквих захтева значи не само потребу за даљим развојем инфраструктуре, већ у планерске процесе уноси и нову дозу неизвесности коју би било пожељно уважити приликом предлога пројеката које би требало реализовати. Методе изложене у дисертацији дају један од могућих одговора на ову проблематику. Треба напоменути да је приликом вршења оптимизационих процеса кандидат уважио мишљења стручњака из оператора преносног система Србије. Они су умногоме помогли у селекцији критеријумских функција за процес средњорочног развоја.

Како би се додатно истакао аспект практичне применљивости добијених резултата, кандидат је посветио и засебно поглавље дисертације идентификацији потенцијалних препрека које би се могле јавити при покушајима да се предложене методе уврсте у процедуре уз помоћ којих се у пракси врши процес планирања развоја. За сваку од ових препрека је идентификовано на који би је начин било оптимално превазићи. Притом је проблему приступљено како са тачке гледишта руководиоца у операторима система, тако и са позиције инжењера на кога би пао сав практични терет имплементације предложених иновација у већ установљене процедуре.

Коначно, резултати представљени у дисертацији могу бити посматрани и са истраживачког аспекта, те се могу прогласити и основом за нове стручне научне радове на тему оптималног планирања развоја преносних мрежа. Даљи кораци који би могли бити испитани укључују, на пример, покушај вршења оптимизационих процеса према већем броју критеријума од оног који је коришћен у дисертацији или повећавању броја карактеристичних радних режима за које се врше прорачуни, све до одређивања стања система за сваки сат у посматраној години.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Владан Ристић је током докторских студија, као и током досадашњег рада, демонстрирао све особине неопходне за самосталан научно-истраживачки рад. У прилог овој констатацији иде и чињеница да је до сада публиковао (као аутор или као коаутор) преко 20 научно-стручних радова. Од тога су два рада публикована у међународним часописима са *Impact Factor*-ом.

Начин на који је предложена докторска дисертација написана и научни доприноси који су у њој представљени потврђују спремност кандидата за самосталан научни рад. Истраживање које је кандидат спровео обухвата како темељну анализу постојећих извора ради утврђивања простора за даљи напредак, тако и развој алгоритама и модела ради унапређивања оних корака постојећих процедура за које је утврђено да могу бити даље усавршаване. Научни рад кандидата одликује темељан и систематичан приступ решавању научних проблема.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Назначајнији научни доприноси који су остварени у склопу докторске дисертације кандидата Владана Ристића огледају се у следећем:

- Развијене су иновативне методе намењене и дугорочном, и средњорочном планирању развоја преносних мрежа, при чему је за сваки од ових временских хоризоната изабрана и одговарајућа метода оптимизације;
- Принцип геореференцирања је примењен за корак дискретизације домена претраге при коришћењу диференцијалне еволуције за средњорочно планирање система;
- Спроведена је анкета у којој су се стручњаци за развој преносних мрежа изјаснили о приоритетима које треба узети у обзир у процесу планирања, након чега су резултати анкете уврштени у оптимизациони процес или кроз критеријумске функције, или кроз ограничења приликом решавања оптимизационих проблема;

- Техника ширинске претраге је искоришћена за дефинисање траса нових далековада у посматраној мрежи, при чему је ово допринело и порасту прецизности процене дужине тих водова за потребе анализа;
- Принцип геореференцирања је такође допустио прелазак из дводимензионалне равни у тродимензионални простор приликом дефинисања трасе нових далековада, чиме је омогућено уважавање практичних потешкоћа попут неповољног рељефа или урбаних средина преко којих нови далековод не би смео да прелази;
- Обављена је анализа потенцијала за градњу ветроелектрана у региону Средњег Баната и Бачке, базирана на географским и демографским карактеристикама тих области;
- Дат је опис позитивних ефеката примене геореференцирања током планирања развоја, попут могућег уважавања препрека и потешкоћа насталих због одлика рељефа;
- Сагледани су кораци које би требало предузети да би алгоритми који су предложени у дисертацији могли да буду имплементирани у свакодневну инжењерску праксу.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Методе оптимизације које је кандидат Владан Ристић модификовао и употребио у оквиру своје докторске дисертације представљају унапређење постојећег стања у области планирања развоја преносног система. Ово се односи како на теоретске предлоге изнете у великом броју стручних радова на ову тему, тако и на доста застареле емпиријске технике које се још увек користе код оператора преносних система. Кандидат је користио геореференцирање на већи број начина, где су од посебног значаја уважавање карактеристика рељефа при дефинисању траса нових водова у систему и дискретизација домена претраге диференцијалне еволуције у циљу њене примене на проблем средњорочног развоја система. Сваки од ових аспеката би се могао сматрати значајним искорак у односу на поступке који се данас широко примењују.

Уз то, кандидат је демонстрирао применљивост развијених метода и на тест примерима, али и на примеру дела 110 kV преносне мреже Војводине. Поузданост предложених алгоритама је тестирана тако што је, за пример средњорочног развоја дела 110 kV преносне мреже Војводине, рађено и испитивање сваког могућег решења. Тако добијено решење је упоређено са оним до кога се дошло применом диференцијалне еволуције. То што су се два решења потпуно покљапала је послужило као верификација поузданости и осталих резултата приказаних у дисертацији. За процес средњорочног развоја је избор критеријумских функција извршен уз консултације са стручњацима из српског оператора преносног система, при чему је јасно истакнуто да би се критеријумске функције, у случају потребе, лако могле изменити. То је знак флексибилности која би могла значајно поједноставити будућу практичну имплементацију развијених метода.

4.3. Верификација научних доприноса

Списак радова на којима је Владан Ристић наведен као аутор или коаутор дат је у наставку. Подвучени су радови који су уско везани са темом ове докторске дисертације кандидата или су директно проистекли из истраживања спроведених за потребе израде дисертације.

Категорија M20:

- 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 (IF=5,2) M21.

- V. Ristić, D. Šošić. "Novel DE-based optimization technique for the renewable sources' integration". *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, vol. 75, no. 11, pp. 1663-1671, 2022. doi: 10.7546/CRABS.2022.11.14 (IF= 0.378) M23.

Kategorija M50:

- 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, M51.
- 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, M51.
- 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, M51.
- 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, M52.

Kategorija M60:

- V. Ristić, N. Vučinić, S. Bošković, I. Trkulja, M. Žikić, D. Ristić. „Panonski koridor – od potrebe do projekta”, *CIGRE Srbija 2023*, Zlatibor, Srbija, maj 2023, M63.
- S. Bošković, N. Vučinić, I. Trkulja, V. Ristić. „Prezentacija studije ENTSO-E TYNDP 2020 sa osvrtom na projekte u Jugoistočnoj Evropi”, *CIGRE Srbija 2023*, Zlatibor, Srbija, maj 2023, M63.
- V. Ristić, D. Šošić, D. Ristić. „Primena širinske pretrage i georeferenciranja za određivanje optimalne trase dalekovoda”, *Energetika 2023*, Zlatibor, Srbija, septembar 2023, M63.
- V. Ristić, M. Žikić, D. Vujanović, N. Vučinić, O. Mijušković, S. Despotović. „Određivanje optimalnog proizvodnog miksa za napajanje potrošnje mikro-mreže”, *CIREC 2022*, Kopaonik, Srbija, septembar 2022, 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, M63.
- V. Ristić, N. Rajaković, D. Vujanović. „Izračunavanje kapaciteta skladišta energije potrebnog za ostrvski rad mikromreže”, *Energetika 2021*, Zlatibor, Srbija, jun 2021, M63.
- M. Žikić, V. Ristić, V. Simović. „Metodologija za prioritizaciju investicionih projekata”, *Energetika 2021*, Zlatibor, Srbija, jun 2021, M63.
- V. Ristić, N. Rajaković. „Primena Lagranžove optimizacije na problematiku proizvodnje energije iz obnovljivih izvora”, *Energetika 2020*, Zlatibor, Srbija, jun 2020, 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, M63.
- S. Despotović, V. Ristić. „Analiza magnetnog polja u blizini kablovskog voda 110 kV”, *CIGRE Srbija 2019*, Vrnjačka Banja, Srbija, jun 2019, 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, M63.
- V. Ristić, N. Rajaković. „Ispitivanje uticaja dinamičkog prilagođenja prenosnog kapaciteta dalekovoda na vrednosti NTC”, *Energy and Ecology Industry – EEI2018*, Beograd, Srbija, oktobar 2018, M63.
- V. Ristić, N. Rajaković. „Uticaj dinamičkog prilagođenja prenosnog kapaciteta dalekovoda na integraciju obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sistem”, *Energetika 2018*, Zlatibor, Srbija, mart 2018, M63.
- V. Ristić, A. Savić. „Optimizacija rasporeda vetroelektrana na teritoriji Srbije korišćenjem genetskog algoritma”, *Energetika 2018*, Zlatibor, Srbija, mart 2018, M63.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Владана Ристића под насловом „Методe оптималног планирања развоја преносне мреже уз употребу геореференцирања” у целини је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и испуњава све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, те прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Садржај дисертације је изнет на јасан и разумљив начин. Закључци су јасно наведени, уз посебно истицање значаја сваког од њих.

У предметној докторској дисертацији, кандидат се бавио развијањем иновативних техника за планирање преносних мрежа на различитим временским хоризонтима. Значај метода које су развијене у оквиру дисертације припада како теоријском, тако и практичном домену. Што се тиче теоријске стране, дисертација може бити посматрана као основа за даља истраживања на тему развоја преносних мрежа у условима диктираним интензивном декарбонизацијом и све израженијом интеграцијом обновљивих извора енергије у производне портфеле система. На основу наведеног у закључцима разматране докторске дисертације, може се очекивати и да ће сам кандидат наставити са истраживањима којима се бавио током докторских студија.

Са практичне стране, методе које су приказане у дисертације могу бити сматране основом за развој комерцијалних алата који би могли у планерске процесе унети степен аутоматизације и флексибилности који у већ описаним условима постаје све важнији. Кандидат је, у оквиру дисертације, посебну пажњу обратио на могућности практичне примене предложених метода и разрадио фундамент пословног модела према коме би се могла руководити компанија која би желела да развије софтверске алате на основу закључака дисертације и потом их понуди на слободном тржишту. Са те стране је потребно истаћи и то да је кандидат већ илустровао и могућност употребе креираних алгоритама за примену на реалном примеру, што даје додатан основ тврдњи да закључци докторске дисертације могу веома лако наћи практичну примену.

Докторска дисертација кандидата Владана Ристића представља резултат вишегодишњег рада у области планирања развоја преносних мрежа и тенденције за усавршавањем метода које се тренутно примењују у ове сврхе. Научне доприносе који представљају резултат истраживања током израде ове докторске дисертације кандидат је публиковао у већем броју међународних и домаћих часописа, као и у зборницима са домаћих конференција. Током израде дисертације и током целокупног трајања докторских академских студија, кандидат је показао склоност ка научно-истраживачком раду и испољио самосталност и креативност при решавању проблема којима се дисертација бавила. Сходно томе, Комисија констатује да је кандидат испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Имајући у виду све наведено, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација Владана Ристића под насловом „Методe оптималног планирања развоја преносне мреже уз употребу геореференцирања” изложи на увид јавности, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 26.04.2024. године

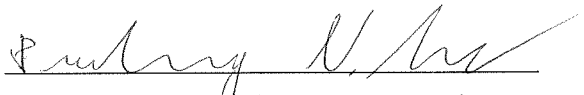
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:



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



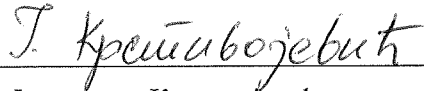
др Александар Савић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



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



др Јелисавета Крстивојевић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет