

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Дарка Шошића

Одлуком Научно-наставног већа Електротехничког факултета одржаног 23.12.2014. године (бр. одлуке 5001/09-3 од 14.01.2015. године), именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Дарка Шошића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства под насловом

„Методe одређивања расположивог преносног капацитета у високонапонским преносним мрежама електроенергетског система“

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

27.09.2013. године кандидат Дарко Шошић је пријавио тему под насловом „Методe одређивања расположивог преносног капацитета у високонапонским преносним мрежама електроенергетског система“ за израду докторске дисертације.

01.10.2013. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Електротехничког факултета на усвајање.

08.10.2013. године Наставно-научно веће на седници број 767 именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу: др Иван Шкоклџев, редовни професор (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет), др Никола Рајаковић, редовни професор (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет), др Нинел Чукалевски, научни саветник (Институт Михајло Пупин).

21.01.2014. године Наставно-научно веће на седници број 770 је усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

24.2.2014. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: „Методe одређивања расположивог преносног капацитета у високонапонским преносним мрежама електроенергетског система“ (61206-706/2-14 од 24.2.2014. године) и за ментора је одређен проф. др Иван Шкоклџев, редовни професор на Универзитету у Београду - Електротехнички факултет.

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 21.11.2014. године. Комисија за студије трећег степена је 16.12.2014. потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

23.12.2014. године Наставно-научно веће на седници број 781 (број одлуке 5001/09-3 од 14.01.20154. године) је именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Иван Шкокљев, редовни професор (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет), др Никола Рајковић, редовни професор (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет), др Нинел Чукалевски, научни саветник (Институт Михајло Пупин), др Дејан Тошић, редовни професор (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет), др Предраг Стефанов, доцент (Универзитет у Београду - Електротехнички факултет).

Кандидат је уписао докторске студије 24.11.2009. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Дисертација Дарка Шошића припада научној области Техничке науке - Електротехника, ужа научна област Електроенергетски системи. За ментора дисертације одређен је др Иван Шкокљев, редовни професор на Универзитету у Београду - Електротехнички факултет, због истакнутих доприноса у области електроенергетске мреже и системи.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Дарко З. Шошић је рођен 27.05.1984. године у Београду. Похађао је основну школу „Вељко Дугошевић“ у Београду. Средњу електротехничку школу “Раде Кончар” у Београду смер за електронику завршио је 2003. године. Електротехнички факултет Универзитета у Београду је уписао 2003. године. Дипломирао је 05.09.2007. године на истом факултету, на смеру Електроенергетски системи, са просечном оценом 9,30. Дипломски рад под менторством проф. др Николе Рајковића са темом: „Оптимална експлоатација изолованог хибридног електроенергетског система“ је одбранио са оценом 10 (десет). Одмах по завршетку редовних студија уписао је постдипломске мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду – смер Електроенергетски системи, које је завршио са просеком 10,00. Мастер рад под менторством доцента др Предрага Стефанова са темом: „Анализа простирања хармонијских изобличења у дистрибутивној мрежи“ је одбранио 20.10.2009. године са оценом 10 (десет). По завршетку мастер студија уписао је докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду – смер Електроенергетске мреже и системи. Положио је све испите на докторским студијама са просечном оценом 9,9.

Од стране Електротехничког факултета Универзитета у Београду проглашен је за најбољег студента у генерацији на Енергетском одсеку у трећој и четвртој години студирања, а по завршетку основних студија проглашен за најбољег дипломца у генерацији на Енергетском одсеку. Током четврте године студија постао је стипендиста Фонда за младе таленте Републике Србије.

Од 2008. године запослен је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду као сарадник у настави. У звање асистента је изабран 2010. године. На Основним студијама је ангажован у извођењу наставе из предмета Техника високог напона 1, Техника високог напона 2, Дистрибутивне и индустријске мреже, Тржиште електричне енергије и дерегулација, Аутоматизација дистрибутивних мрежа, Планирање електроенергетских система, Практикум из софтверских алата у електроенергетици, Пројектовање помоћу

рачунара у електроенергетици као и лабораторијских вежби из предмета Електрична мерења 1, Електрична мерења 2, Техника високог напона 1, Техника високог напона 2.

Учествовао је у изради једне студије, једног идејног пројекта, и три научна пројекта. Тренутно учествује у изради једног научног пројекта. Аутор је тринаест радова, од којих је четири публиковано у часопису међународног значаја, један на међународној конференцији, три у националном часопису и пет у зборницима домаћих конференција.

Области његовог интересовања су: тржиште електричне енергије, преносне и дистрибутивне мреже, развој нових метода оптимизације, планирање електроенергетских система, пројектовање помоћу рачунара и обновљиви извори енергије.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Методe одређивања расположивог преносног капацитета у високонапонским преносним мрежама електроенергетског система“ приказује оригинално решење за одређивање расположивог преносног капацитета свих врста трансакција. Дисертација на српском језику има 186 страна и укључује 51 слику, и 44 табеле. Дисертација је подељена на 7 поглавља (1. Увод; 2. Расположиви преносни капацитет; 3. Методе оптимизације; 4. Тржиште; 5. Методе одређивања расположивог преносног капацитета; 6. Структуре и начини коришћења развијене програмске подршке, и 7 Закључак), референце и има 3 прилога. Листа референци има 170 наслова који показују да је Дарко за разматрање проблема, дефинисање решења и реализацију детаљно проучио стање у области и могуће правце развоја нових техника од интереса у домену електроенергетских мрежа и система.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у дисертацију. У овом поглављу је најпре објашњена мотивација и потреба за израду ове докторске дисертације. Такође су дата објашњена основних појмова у области тржишта електричне енергије, односно појмова везаних за прекограничну трговину електричном енергијом. Дат је преглед постојећих метода за израчунавање расположивог преносног капацитета појединих видова трансакција. Постављени су основни задаци које треба да испуни алгоритам за израчунавање расположивог преносног капацитета.

У другом поглављу је дата дефиниција расположивог преносног капацитета. На два илустративна примера ова дефиниција је детаљно образложена.

Треће поглавље је посвећено новим (метахеуристичким) методама оптимизације. За разлику од конвенционалних метода које захтевају монотоност и непрекидност критеријумске функције, нове методе могу да раде са мноштвом различитих критеријумских функција. Свако ограничење које може математички да се опише могуће је једноставно уградити у било коју од описаних метода. Процес претраге код конвенционалних метода оптимизације се заснивао на налажењу извода како критеријумске функције тако и израза који дефинишу ограничења посматраног проблема. Са друге стране нове методе оптимизације користе стохастички начин претраге простора решења што за последицу има једноставнију примену ових метода. Нове методе оптимизације се разврставају у три групе према начину претраге простора решења и из сваке групе је описано по неколико метода. У оквиру овог поглавља се налазе и објашњења делова који нису опште познати и који не припадају конкретно ни једном алгоритму али су додавани приликом њихове модификације, као што је на пример

случајан избор бројева методом Левијевог лета. Уз опис класичног генетског алгоритма представљена је и модификована верзија која је коришћена за добијање дела резултата.

У четвртом поглављу су описани принципи рада тржишта електричне енергије као и појединости које су карактеристичне за домаће и водећа европска тржишта електричне енергије.

Пето поглавље садржи опис предложене методе за израчунавање расположивог преносног капацитета. Предложена метода је примњена на решавање два реална инжињерска проблема. Први и основни проблем је одређивање вредности расположивог преносног капацитета трансакција (билатералних и мултилатералних) у преносној мрежи уз задовољавање свих релевантних ограничења и $n-1$ критеријума сигурности. Са овим проблемом решавана су и зачушења која настају као последица рада тржишта електричне енергије. Прорачун је извршен на стандардној IEEE 30 сабирничкој мрежи која је доста коришћена у радовима који се баве овом тематиком. Прорачун је одрађен за једно базно стање. Разматрање једног базног стања је оправдано пошто се за одређивање расположивог преносног капацитета на водећим светским тржиштима (Nord Pool Spot) користи прогнозирана вредност за одређени сат. На преносној мрежи Србије и Црне Горе тестиран је предложени алгоритам за израчунавање расположивог преносног капацитета између ових области. Начин на који оператори преносног система одређују прекогранични капацитет је послужио за формирање критеријумске функције и управљачких променљивих оптимизационе методе. Други проблем који је разматран у овој дисертацији односи се на налажење величине и локације фотонапонске електране тако да вредност расположивог преносног капацитета из одабраног чвора ка осталим чворовима у мрежи буде максималан. Разлог за разматрање овог проблема лежи у чињеници да ће по истеку *feed-in* тарифе сви повлашћени произвођачи морати да изађу на тржиште. Пошто је животни век фотонапонских електрана око 30 година, а дужина транања *feed-in* тарифе око 10 година, инвеститори би требало да мисле да ли ће целокупну енергију произведену помоћу фотонапонских панела моћи да продају било ком купцу. Управо из тих разлога разматрана висина расположивог преносног капацитета према осталим чворовима је коришћена као један елемент критеријумске функције. Прорачун је извршен за три мреже различитих величина симулирајући при томе повезане интерконективне системе (IEEE 5 сабирнички систем), један електро енергетски систем (IEEE 30 сабирнички систем) и средњенапонску дистрибутивну мрежу (IEEE 33 сабирнички систем).

У шестом поглављу су приказане структуре развијених програма који су коришћени за добијање резултата.

У седмом поглављу је дат сумарни преглед доприноса докторске дисертације и показано је да је дисертација испунила постављене захтеве.

У Прилогу 1 је описана метода за израчунавање инверзне вредности ретке матрице која се користила за добијање дела резултата. Ова метода датира још из 70-тих година прошлог века када је налажење инверзне вредности велике матрице представљао прави изазов. Напретком рачунарске технике, како хардвера тако и софтвера, налажење инверзних вредности великих матрица више не претставља проблем када се ради са бројним вредностима. Са друге стране, ако се параметри система посматрају као симболи налажење вредности инверзне матрице помоћу расположивих програмских пакета чак и за тест системе који су коришћени у дисертацији представља нерешив проблем. У циљу превазилажења овог проблема коришћени су инверзни фактори ретких матрица, при чему су се међурезултати складиштили на унапред дефинисаном броју корака и мењали новим симболима. Овај поступак је омогућио налажење инверзне вредности симболичке матрице што је представљало кључ за израчунавање вредности расположивог преносног система применом DC модела преносног система и симболичког приступа.

У Прилогу 2 су дате функције помоћу којих су тестиране развијене методе оптимизације.

У Прилогу 3 је приказан детаљан ток израчунавања вредности расположивог преносног капацитета билатералних трансакција помоћу три различите методе (једнокорачна DC метода, метода понављајућих токова снага и предложена метода која оптимизациони проблем решава алгоритмом црне рупе).

На крају је приложена биографија кандидата.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације је значајан и актуелан јер многа тржишта електричне енергије у свету тек треба да буду отворена. Вредност расположивог преносног капацитета између суседних области на постојећим светским тржиштима се различито одређује. Поред различитих метода одређивања расположивог преносног капацитета на сваком тржишту владају и посебни услови пословања у зависности од врсте извора електричне енергије који учествују на том тржишту. Због непознавања стварног стања у преносном систему у тренутку објављивања вредности расположивог преносног капацитета између суседних области, све методе су давале само процену стварне вредности ове величине која је у многоме зависила од усвојеног модела преносног система. Због потребе за брзим израчунавањем углавном су коришћене методе које се заснивају на DC моделу мреже, који даје резултате са малом грешком само у специјалним сулчајевима. Са друге стране методе које се базирају на AC моделу мреже захтевају превише времена за израчунавање. Метода која је развијена у овој дисертацији се може применити у реалном времену због брзине израчунавања и тачности методе пошто је коришћен AC модел мреже. Предложена метода је због употребе нових метода оптимизације флексибилна у погледу додавања нових услова пословања и ограничења која владају на тржишту.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је истражио постојећу релевантну литературу и коректно навео 170 референци које су од значаја за тему дисертације. Литература обухвата широк опсег доступних публикација, од старијих до савремених. Наведена литература била је добра основа за рад на одабраној теми дисертације. Литература укључује и 7 публикација на којима је Дарко Шошић аутор/коаутор (2 рада су у часописима са СЦИ листе), а који су директно проистекли из рада на дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације може се сумирати кроз неколико активности.

1. Урађена је детаљна анализа нових метода оптимизација. Испитивањем разматраних метода оптимизације помоћу стандардних тест функција одабране су најбоље методе за решавање постављених проблема. Ради потреба ове дисертације извршена је модификација стандардног бинарно кодираног генетског алгоритма, која се огледа у:
 - Уведеној операцији елитизма,
 - Комбиновању врста селекције при избору учесника у операцијама генетског алгоритма,
 - Забрани мутирања битова са већим тежинским фактором на каснијим итерацијама алгоритма,

- Смањивањем броја мутираних елемената популације у свакој итерацији,
 - Уведена је ауто корекција ограничења ако у процесу оптимизације постоји само једна независна променљива.
2. Развијена је оригинална процедура за одређивање расположивог преносног капацитета између било које две тачке у електроенергетском систему, а која превазилази слабости које се могу срести у литератури.
 3. За потребу примене предложене процедуре развијен је софтверски алат у програмском пакету MATLAB. Развијени софтвер је омогућио ефикасно решавање постављеног оптимizacionог проблема одређивања вредности расположивог преносног капацитета.
 4. Развијена процедура тестирана је на два реална инжењерска проблема. Добијени резултати показали су ефикасност предложене методе.
 5. Развијен је софтверски алат за симболичко израчунавање вредности расположивог преносног система. Код овог приступа коришћен је DC модел мреже. Инверзна вредност матрице адмитански система је рачуната помоћу методе инверзних фактора ретких матрица.

Примењена методологија у потпуности одговара светским стандардима научно-истраживачког рада. Наведени поступци су у сагласности са постављеним циљевима дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Развијена процедура је довољно општа да се може веома једноставно прилагодити специфичним условима који владају на различитим тржиштима електричне енергије. Предложена процедура се може применити у реалном времену због своје брзине и тачности у израчунавању вредности расположивог преносног капацитета. Помоћу развијене процедуре могуће је одређивање расположивог преносног капацитета свих видова трансакција. Као споредни резултат истичу се елементи електроенергетских система који највише доприносе ограничењу максималног преноса трансакција. Ови резултати се могу искористити за побољшање карактеристика електроенергетског система у циљу унапређења рада тржишта електричне енергије и повећавање општег добра свих учесника на тржишту. Поред могућности израчунавања расположивог преносног капацитета предложена процедура се може применити и за решавање загушења која настају као последица рада тржишта електричне енергије.

Други реалан инжењерски проблем на коме се може применити предложена процедура је одређивање локације и величине фотонапонске електране, при којој ће вредност расположивог преносног капацитета према осталим чворовима у посматраном систему бити највећа. Разлог за разматрање овог проблема лежи у чињеници да ће власници фотонапонских електрана након истека повлашћених тарифа морати да изађу на тржиште електричне енергије, при чему је са њиховог аспекта најважније да целокупну производњу продају купцу са најбољом понудом који може да се налази на произвољној локацији.

Развијени софтверски алат, модификовани генетски алгоритам, се може успешно применити на широк дијапазон проблема из енергетике, а такође и на проблеме из других научних области.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је досадашњим радом, кроз четири рада у часописима са *СЦИ* листе и великим бројем радова које је приказао на међународним и домаћим конференцијама, учешћем на пројектима, као и кроз активности на припреми и изради докторске дисертације, стекао

самосталност у научно-истраживачком раду. Резултати презентовани у дисертацији показују истраживачку зрелост кандидата и способност за свеобухватну и критичку анализу научне литературе на основу којих кандидат развија и предлаже иновативна и оригинална решења која доводе до бољих резултата у односу на до тада публикована решења.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси приказани у оквиру дисертације су:

1. Развој методе за симболичко израчунавање вредности расположивог преносног капацитета билатераних трансакција.
2. Унапређивање бинарно-кодираних генетског алгорита.
3. Развој нове методе за нумеричко израчунавање вредности расположивог преносног капацитета свих видова трансакција.
4. Развој специјалне рутине за оптималну прераспodelу трансакције по постојећим генераторима у продајној области и по потрошачким чворовима у области у којој се врши куповина електричне енергије у циљу повећања висине мултилатералне трансакције.
5. Валидација методе под тачком 3 на два реална инжињерска проблема.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Рад детаљно објашњава методу за инвертовање ретке матрице која је кориштена приликом симболичног представљања преносног електроенергетског система. Главну компоненту у симболичној методи израчунавања расположивог преносног капацитета управо представља израчунавање инверзне матрице адмитанси чворова мреже. Због немогућности инвертовања симболичких матрица постојећим процедурама програмског пакета у које је писан софтвер, MATLAB 2014a, развијена је процедура која омогућава успешно извршавање ове операције. Симболичким приказом решења могуће је извршити поједине анализе које су тешко изводљиве коришћењем нумеричког приступа.

Унапређење у односу на конвенцијални бинарно-кодирани генетски алгоритам се огледа у увођењу операције елитизма, употреби више метода селектовања учесника операција генетског алгорита, употреби више метода укрштања, постављању забране мутације битова са већим тежинским фактором са током итерација, као и смањивањем броја мутираних елемената популације са током итерација. Поред ових унапређења која се могу применити за решавање било ког оптимизационог проблема уведена је и ауто корекција ограничења за оптимизационе проблеме који раде само са једном независном променљивом. Уведене промене су побољшале процес истраживања и експлоатације самог алгорита, и знатно допринеле брзини конвергенције генетског алгорита. Повећање брзине израчунавања није утицало на тачност алгорита, односно није долазило до заглављивања алгорита у локалним оптимумима.

Развијена процедура за нумеричко израчунавање расположивог преносног капацитета због своје брзине и тачности даје значајан допринос у овој области. Развијени приступ је иновативан и омогућава обухватање свих релевантних критеријума који могу утицати на максималну снагу размене електричне енергије између произвођача и потрошача.

Унапређивањем развијене процедуре за израчунавање висине расположивог преносног капацитета билатералних трансакција омогућено је и одређивање максималне снаге преноса мултилатералних трансакција. За разлику од постојећих метода које су изложене у стручној литератури предложена метода израчунава максималну вредност оваквих трансакција а не

проверава само њихову изводљивост. У пракси су се снаге појединих генератора насумично повећавале докле год се не достигне неко ограничење. Предложена метода нуди могућност одређивања оптималне расподеле снаге трансакције по разматраним генераторима тако да се оствари што већи проток снаге на посматраном коридору.

Развијени софтвер се може применити и за одређивање локације и величине фотонапонске електране у електроенергетском систему са становишта максималне продаје произведене електричне енергије из изабране локације.

4.3. Верификација научних доприноса

У току свог истраживачког рада, у ужој области теме докторске дисертације, кандидат Дарко Шошић објавио је следеће радове:

Категорија M23:

1. **Šošiћ, D.**, Škokljev, I.: A software tool for available transfer capability teaching purposes, – *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 50, no. 1, pp 96-109, 2013 (**IF=0.215**) (ISSN: 0020-7209) (DOI: 10.7227/IJEEE.50.1.8).
2. **Šošiћ, D.**, Škokljev, I.: Evolutionary algorithm for calculating available transfer capability, – *Journal of Electrical Engineering-Elektrotehnicki Casopis*, vol. 64, no. 5, pp. 291-297, 2013 (**IF=0.539**) (ISSN: 1335-3632) (DOI: 10.2478/jee-2013-0042).

Категорија M33:

1. **Šošiћ, D.**, Škokljev, I.: Optimal Location and Sizing of Photovoltaic Plant, – *Proceedings of the 2013 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, Madrid, Spain, 22-23 October 2013, pp. 121-126.

Категорија M51:

1. Stojković, J., **Šošiћ, D.**, Rajaković, N.: Primena konvencionalnog genetskog algoritma za određivanje optimalne raspodele tokova snaga u elektroenergetskom sistemu, – *Energija*, vol. 16, no. 1-4, pp.62-66, 2014 (ISSN 0354-8651).

Категорија M63:

1. **Šošiћ, D.**, Škokljev, I.: Doprinos rešavanju problema zauzeća kapaciteta za prenos, – *31. savetovanje CIGRE Srbija*, 26-30 Maj 2013, R C2 11.
2. **Šošiћ, D.**, Stojković, J.: Određivanje optimalne raspodele tokova snaga pomoću modifikovanog genetskog algoritma, – *изложено на INFOTEH Jahorina 2014*, Јахорина, Босна и Херцеговина, pp. 57-63, март 2014.
3. **Шошић, Д.**, Шкокљев, И.: Примена алгоритма Сивих Вукова на проблеме у електроенергетици, – *изложено на INFOTEH Jahorina 2015*, Јахорина, Босна и Херцеговина, pp. 160-165, март 2015.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија са задовољством констатује да на основу претходног школовања и публикованих резултата **Дарко Шошић** испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Универзитета у Београду - Електротехничког факултета.

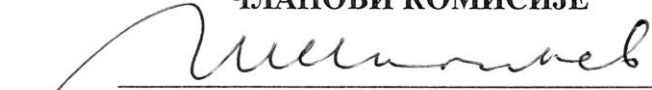
Докторска дисертација је научни допринос у области електроенергетских система. Докторска дисертација детаљно приказује оригиналну методу за израчунавање вредности расположивог преносног капацитета свих видова трансакција. Дисертација показује изузетне вештине кандидата да користи савремене истраживачке методе поштујући у потпуности етичке норме. Дисертација показује да је кандидат пратио светске стандарде у области тржишта електричне енергије.

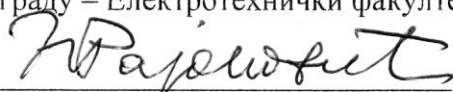
Комисија посебно истиче да развијена метода приказана у докторској дисертацији поред научних доприноса може имати и практичну примену у области тржишта и дерегулације електроенергетских система. Поред примене у електроенергетским системима развијена побољшања конвенционалног бинарно-кодираног генетског алгорита омогућавају примену ове методе и на проблеме из других научних области.

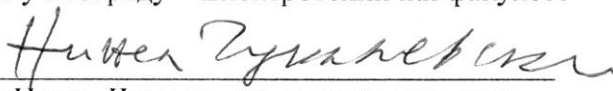
Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Електротехничког факултета, да се докторска дисертација под називом “ **Методe одређивања расположивог преносног капацитета у високонапонским преносним мрежама електроенергетског система** ” кандидата **Дарка Шошића** прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и одобри јавна усмена одбрана.

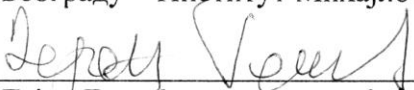
Београд, 08.04.2015. године.

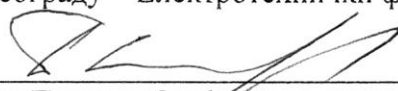
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Иван Шкокљевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Никола Рајаковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Нинел Чукалевић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин


др Дејан Тошић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Предраг Стефановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет