

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Владимира Бечејца

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета број 850 од 25.05.2020. године, именовали смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Бечејца под насловом

„Оптимална поставка синхрофазорских уређаја за обезбеђење потпуне тополошке опсервабилности применом методе Гребнерове базе“

односно

“Optimal Phasor Measurement Unit Placement for Full Topological Observability in Power System by Groebner Base Technique”

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

Дана 31.10.2019. године кандидат је пријавио тему за израду докторске дисертације под насловом „Оптимална поставка синхрофазорских уређаја за обезбеђење потпуне тополошке опсервабилности применом методе Гребнерове базе“.

Комисија за студије трећег степена разматрала је 05.11.2019. године предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање.

Одлуком Наставно-научног већа, заведеном под бројем 5020/14-1 од 25.11.2019. именована је Комисија за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу: др Александар Савић, ванредни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет), др Андрија Сарић, редовни професор (Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука), др Бранко Малешевић, редовни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет). За ментора је предложен др Предраг Стефанов, ванредни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет).

Дана 12.12.2019. године је одржана јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету. Кандидат је добио оцену „задовољно“. Комисија је заједно са ментором докторске дисертације, др Предрагом Стефановим, ванредним професором Електротехничког факултета Универзитета у Београду, поднела Извештај о оцени подобности теме и кандидата.

Дана 11.02.2020. Наставно-научно веће је усвојило извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5020/14-2 од 25.11.2019).

Дана 24.02.2020. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је дало сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом „Оптимална поставка синхрофазорских уређаја за обезбеђење потпуне тополошке опсервабилности применом методе Гребнерове базе“ (број одлуке 61206-751/2-20 од 24.02.2020.)

Дана 13.03.2020. кандидат Владимир Бечејац је предао докторску дисертацију на преглед и оцену.

Дана 19.05.2020. Комисија за студије трећег степена је потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Дана 25.05.2020. Наставно-научно веће је на предлог Комисије за студије трећег степена, именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу др Предраг Стефанов, ванредни професор - ментор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет), др Александар Савић, ванредни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет), др Андрија Сарић, редовни професор (Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука), др Бранко Малешевић, редовни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет), др Милка Потребић, редовни професор (Универзитет у Београду, Електротехнички факултет) (број одлуке 5020/14-3 од 09.06.2020.).

Кандидат Владимир Бечејац је школске 2014/2015. године уписао докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроенергетске мреже и системи. Током студија је положио све испите са просечном оценом 10,00 и испунио све обавезе везане за студијски истраживачки рад предвиђене планом и програмом.

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Владимира Бечејца припада области Техничке науке – Електротехника, ужа научна област Електроенергетски системи. За ментора дисертације је одређен др Предраг Стефанов, ванредни професор на Универзитету у Београду, Електротехнички факултет, због истакнутих доприноса у ужој области Електроенергетски системи, а посебно на основу метода оптимизације и опсервабилности електроенергетског система, којом се бави предметна дисертација.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Владимир Б. Бечејац је рођен 17. маја 1989. године у Смедеревској Паланци. Основну школу „Херој Радмила Шишковић“ и „Паланачку гимназију“ завршио је са Вуковим дипломама и као математичар генерације. Школске 2008/09. године уписао је Електротехнички факултет у Београду, Одсек за енергетику, Катедра за електроенергетске системе. Основне академске студије завршио је школске 2011/12. године са просечном оценом 9,33. Дипломирао је 6. јула 2012. године са оценом 10 на тему „Симулација кварова у трофазним трансформаторима“ код проф. др Миленка Ђурића. Мастер студије на Електротехничком факултету (модул: електроенергетски системи) уписао је у октобру 2012. године. Све испите на изабраном модулу положио је са оценама 10. Мастер рад под називом „Прорачун параметара, Ферантијевог ефекта и природне снаге надземних електроенергетских водова“ је одбранио 11. септембра 2013. године са оценом 10. Ментор рада је био проф. др Миленко Ђурић. Докторске академске студије на Електротехничком факултету, модул Електроенергетске мреже и системи је уписао 2014. године и положио све испите са просечном оценом 10,00. Ментор на докторским студијама је проф. др Предраг Стефанов.

Током студија био је активан у студентском организовању: члан Савета Електротехничког факултета током школских година 2011/12. и 2012/13, члан Наставно – научног већа Електротехничког факултета школских година 2010/11. 2011/12. и 2012/13, делегат Одсека за енергетику током основних и мастер студија, председник Студентског парламента, три године је био демонстратор на предметима Теорија електричних кола и Практикум из рачунарске анализе кола код проф. др Милке Потребих, а две године на предметима Математика 1, 2 и 3 код проф. др Ненада Цакића. Током студирања са проф. др Ненадом Цакићем написао је збирке задатака из Математике 3 под насловом „Збирка решених задатака из Математике 3 - функције више променљивих, вишеструки интеграл“ као и „Збирка решених тестова из математике за упис на Електротехнички факултет у Београду“. Обе збирке су за сада доживеле два издања.

Од 2013. године Владимир Бечејац ради у АД Електроурежа Србије. Данас је на позицији водећег инжењера за оперативно управљање у Националном диспечерском центру Србије.

Од 2019. године члан је Студијског комитета C2 CIGRE Србија – Управљање и експлоатација електроенергетског система.

Главне области истраживања Владимира Бечејца су синхрофазорска технологија и њене примене у оперативним центрима управљања, естимација стања и методе оптимизације у електроенергетском систему. Досадашњи резултати научно – истраживачког рада су приказани у виду 15 научних публикација: 1 рад у међународним часописима са SCI листе, 1 рад у националним часописима, 11 радова на националним конференцијама и 2 рада на међународним конференцијама. Сви објављени радови су дати у прилогу.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на српском језику латиничним писмом и има 116 страна, док је број приказаних слика 38, а број табела 23. Докторска дисертација је структурно подељена у шест целина: 1. Увод, 2. Опсервабилност система, 3. Гребнерова база, 4. Примена Гребнерове базе на проблем опсервабилности, 5. Резултати прорачуна и 6. Закључак и будући рад. Коначно, дат је преглед литературе коришћене за израду дисертације, који обухвата 74 изложених наслова из области које се непосредно тичу предмета дисертације.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље покрива општи увод у данашњу проблематику електроенергетских система. Ту спадају промене у електроенергетским системима, као што су дерегулација и развој обновљивих извора који утичу на динамику електроенергетског система. Због тога је у уводу укратко представљен значај естиматора стања, затим, изложен је и значај опсервабилности система. Изложено је и на који начин синхрофазорска технологија (PMU технологија) може да се доведе у релацију са опервабилношћу система. Како је предмет дисертације минимизација трошкова постављања синхрофазорских уређаја, у Уводу је дат и списак радова који се баве овом проблематиком. Синхрофазорски уређаји имају могућност мерења и ефективне вредности и фазног става фазора те је описана веза између временског и комплексног домена. У првом поглављу укратко је представљен процес рада и хијерархија уређаја у синхрофазорској технологији као и неке од њених примена у Националном диспечерском центру Србије.

Друго поглавље садржи дефиницију опсервабилности електроенергетског система, изложен је проблем оптималне поставке синхрофазорских (PMU) уређаја као и правила за поставку без конвенционалних мерења. Уведена је метода линеарног програмирања, а због пуног ефекта у теорији Гребнерове базе, приказано је како се проблем може еквивалентирати у методи нелинеарног програмирања. Разматран је и концепт чворова нултог инјектирања, где су приказане две нове методе за њихово третирање и то модификацијом услова у оптимизационој методи као и тополошким модификацијама графа електроенергетског система. Разматран је и случај испада једног PMU уређаја а да електроенергетски систем и даље остане у потпуности опсервабилан. Разматран је случај када PMU уређај има лимитиран број канала те није у стању да измери све струје у инцидентним гранама. У последњем потпоглављу је разматрано како добити потпуно опсервабилан систем уколико већ постоје у неким чворовима (трафостаницама) инсталирани PMU уређаји.

У трећем поглављу изложене су основне математичке дефиниције и теореме теорије Гребнерових база полиномијалних идеала. Разматрани су алгоритми дељења у пољу полинома једне променљиве и више променљивих. Дефинисани су основни мономијални поретци како би се правилно уредили полиноми више променљивих. Представљене су особине Гребнерове базе, а срж поглавља је Бухбергеров алгоритам којим се генерише Гребнерова база. Како сви савремени математички алати рачунају редуковану Гребнерову базу, дате су основе дефиниције и теореме за њено добијање.

Побројано је где је до сада Гребнерова база нашла примену како у енергетици, тако и у другим наукама, пре свега техничким.

У четвртом поглављу је представљена релација теорије Гребнерове базе и проблема опсервабилности за случајеве побројане у другом поглављу. Како је представљеном методом могуће добити сва оптимална решења, ради квантитативног упоређивања уведени су индекси степен покривености чвора - BOI (Bus Observability Index) и степен покривености целе мреже – SORI (System Observability Redundancy Index). Дата је и комплексност израчунавања Гребнерове базе као и могућности убрзавања прорачуна.

У петом поглављу су приказани резултати прорачуна и то за случајеве: 1) без уважавања конвенционалних мерења, 2) са уважавањем конвенционалних мерења (чворови нултог инјектирања), 3) утицај испада једног PMU уређаја, 4) утицај лимитираног броја канала. Ради анализе ефективности изложеног алгорита извршене су рачунарске симулације у програмском пакету Maple. Разматрани су случајеви IEEE мрежа и то са 14, 24, 30, 118 чворова, затим пример мреже Пољске са 2383 чвора, као и преносни систем Србије и то 220 kV и 400 kV мрежу.

У шестом поглављу је дат кратак осврт на изложени рад. Основна карактеристика алгорита је што се њиме добијају сва решења проблема оптималне поставке PMU уређаја. Тестирањем алгорита потврђено је да се само формирање базе, као и налажење решења са минималним бројем PMU добија у полиномијалном времену. На основу тога може се закључити да је за задатак одређивања једне од оптималних комбинација локација, алгоритам изузетно ефикасан. Међутим, налажење свих оптималних решења, што представља изузетну предност за системе мање димензионалности, за системе већих димензија може да буде са значајним рачунарским захтевима. У том случају, сама анализа добијене Гребнерове базе, као најједноставнијег еквивалента проблема, може да укаже на преференцијалне локације и да помогне доносиоцу одлуке у избору коначног решења. Са друге стране, поменути проблем је планерског карактера, те време извршења прорачуна није од кључног значаја.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригинални научно-истраживачки рад у области синхрофазорске технологије. Обрађена тематика је веома актуелна и представља проблематику која је анализирана у бројним савременим научно-истраживачким радовима. Научни допринос овог рада огледа се у развоју новог оптимизационог алгорита за решавање проблема оптималне поставке PMU уређаја која проналази скуп свих оптималних решења. Тестирањем алгорита потврђена је могућност да се сва ова решења добијају у полиномијалном времену, тј. у ограниченом времену и за системе великих димензија, какви су савремени електроенергетски системи. На кориснику је тада да успостављањем нових критеријума одабере које му решење одговара, а у дисертацији се као критеријум уводи индекс SORI који представља степен покривености PMU уређајима било директно или индиректно, чиме се обезбеђује максимална опсервабилност и у поремећеним режимима рада система. Применом развијеног алгорита омогућава се добијање свих скупова оптималних локација са максималним вредностима SORI.

Поред научног, рад има и практични значај. Ограничавањем времена извршења оптимизације обезбеђује се да предложени алгоритам буде применљив у пракси. На добијеним оптималним локацијама, инсталацијом PMU уређаја добиће се пре свега тачнија и временски синхронизована мерења, те потпуна опсервабилност електроенергетског система, а самим тим се грешка естиматора стања своди на минимум. На овај начин, читав спектар апликација које у реалном времену користе резултате прорачуна естиматора (нпр. токови снага (Power Flow), оптимални токови снага (Optimal Power Flow), утицај на токове реактивне снаге (Voltage Var Dispatching), анализа струја кратких спојева (Short Circuit Analysis), побољшање сигурности у реалном времену (Real Time Security Enhancement) итд.) дају операторима система најтачније податке.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је истражио постојећу релевантну литературу и коректно навео 75 референци које су од значаја за тему дисертације. Литература обухвата широк опсег доступних публикација, од старијих до савремених. Литература укључује и публикацију на којој је кандидат аутор (научни часопис међународног значаја категорије M21), а који су директно проистекли из рада на дисертацији.

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Током израде докторске дисертације од општих научних метода коришћене су:

- 1) Методе линеарне и нелинеарне математичке и метахеуристичке оптимизације;
- 2) Метода Гребнерове базе;
- 3) Методе математичке трансформације комутативне алгебре како би се проблем оптималне поставке PMU уређаја могао решавати методом Гребнерове базе;
- 4) Верификација предложеног алгоритма је тестирана прорачунима на стандардним моделима IEEE мреже као и на примеру преносне мреже Србије (400 kV и 220 kV) и компарацијама са у литератури доступним резултатима

Новоразвијена метода је адекватно реализована и на јасан начин истиче предности решавања проблема оптималне поставке PMU уређаја ради обезбеђења потпуне тополошке опсервабилности методом Гребнерове базе. Примењена методологија у потпуности одговара светским стандардима научно-истраживачког рада. Наведени поступци су у сагласности са постављеним циљевима дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у оквиру ове дисертације имају велики значај са више аспеката: проблем оптималне поставке PMU уређаја је тако еквивалентан да задовољава све услове за примену методе Гребнерове базе, што је први пут до сада урађено у литератури, изложеном методом је могуће добити комплетан скуп оптималних решења постављеног проблема, што методу издваја од свих до сада изложених метода. Метода је примењена и на преносни систем Републике Србије и

део резултата прорачуна се користи у Електромрежи Србије. Развијени алгоритам је могуће једноставно имплементирати у оквиру софтвера за оптимизацију.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Владимир Бечејац је у досадашњем научно-истраживачком раду показао способност да ефикасно приступи решавању инжењерских проблема. Током израде дисертације показао је способност да самостално проучи потребну литературу у циљу стицања теоријског знања и анализира релевантну литературу из области која припада теми дисертације. На основу анализе актуелних решења публикованих у литератури, показао је умеће да уочи битне недостатке постојећих решења из области оптималне поставке PMU уређаја ради обезбеђења потпуне тополошке опсервабилности и да истраживање усмери ка превазилажењу уочених недостатака. Након спроведеног истраживања, показао је способност у критичкој анализи резултата истраживања као и препознавање праваца даљег истраживања.

Кандидат Владимир Бечејац је учествовао и на националним и међународним конференцијама из области дисертације, где је приказао своје доприносе.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Главни научни доприноси ове дисертације су:

- 1) Развијен је оригиналан алгоритам за решавање проблема оптималне поставке PMU уређаја који обезбеђује потпуну тополошку опсервабилност у електроенергетском систему уз најмање инвестиционе трошкове;
- 2) Анализиране су могућности примене методе Гребнерове базе у решавању проблема синхрофазорске технологије;
- 3) Развијена је нова поставка проблема са једначинама за уважавање чворова нултог инјектирања са анализом могућности примене са и без тополошких модификација система;
- 4) Развијене су нове једначине за уважавање N-х критеријума сигурности;
- 5) Развијена је нова формулација проблема којом се уважава лимитираност броја канала на PMU уређајима;
- 6) Дефинисан је ефикасан начин претраге решења у циљу одређивања комплетног скупа свих еквивалентних оптималних решења оптимизационог проблема што чини најзначајнију предност предложене методе у односу на све до сада у литератури наведене методе;
- 7) Обезбеђењем потпуне тополошке опсервабилности система у нормалним радним режимима уз њену максимизацију у поремећеним радним режимима, грешке које праве апликације засноване на естиматору стања се свode на минимум;
- 8) Добијањем потпуне тополошке опсервабилности преко PMU уређаја, обезбеђују се најтачнији и временски синхронизовани подаци у реалном времену, применљиви за даљу обраду у алгоритмима динамичког управљања електроенергетских система;

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Дисертација јасно и недвосмислено приказује резултате оптималне поставке PMU уређаја ради обезбеђења потпуне тополошке опсервабилности у

електроенергетском систему. Посебну вредност дисертације, поред развоја новог алгоритма, представља и могућност добијања скупа свих оптималних решења што методом издваја од до сада доступних метода у литератури.

Тестирањем алгоритма потврђена је могућност да се сва решења добијају у полиномијалном времену, тј. у ограниченом времену и за системе великих димензија. У дисертацији је предложено, преко индекса BOI (и SORI, како се могу ова решења квантитативно упоређивати. На овај начин добија се степен покривености чворова PMU уређајима било директно или индиректно, чиме се обезбеђује максимална опсервабилност и у поремећеним режимима рада система.

Добијањем потпуне тополошке опсервабилности преко PMU уређаја, обезбеђују се најтачнији и временски синхронизовани подаци у реалном времену, применљиви за даљу обраду у алгоритмима динамичког управљања електроенергетских система што је од изузетног значаја за праксу.

4.3 Верификација научних доприноса

Кандидат Владимир Бечејац је аутор/коаутор 15 научних публикација и то: 1 рад у међународним часописима са SCI листе, 1 рад у националним часописима, 1 на међународној конференцији (прихваћен синаopsis, у фази израде), 10 радова на националним конференцијама и 2 рада на међународним конференцијама.

Листа радова:

Радови објављени у научним часописима међународног значаја M20:

1. **Bećejac Vladimir**, Stefanov Predrag: "Groebner bases algorithm for optimal PMU placement", International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2020 Feb 1;115:105427. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105427> (M21)

Радови објављени у зборницима научних скупова

1. **Bećejac Vladimir**, Mosurović Miloš, Stefanov Predrag: „Comparison of linear and nonlinear programming approaches for optimal phasor measurement units placement problem in a power system with inclusion of pseudo-measurements”, CIGRE South East European Regional Council Conference 2020 in Vienna, Austria, 24-27 November 2020. (термин одржавања померен због COVID 19) (M33)
2. **Bećejac Vladimir**, Šumonja Branko, Janković Nenad, Petrović Nenad, Stefanov Predrag: „Optimal Placement of Phasor Measurement Units for Full Topological Observability in the Power System of South Eastern Europe”, CIGRE Paris, C2 Session: Power System operation and control, 21-25 August 2021 (термин одржавања померен због COVID 19). (M33)

Радови објављени у домаћим часописима M50:

1. **Bećejac Vladimir**, Šošić Darko: „Ekonomski dispečing metodom Lagranž – Hopfildove neuralne mreže sa uvažavanjem gubitaka u mreži“, *Energija, ekonomija, ekologija*, vol. 18, no. 3-4, pp. 295-299, ISSN 0354-8651 (M53)

Зборници скупова националног значаја М60:

1. **Bečejac Vladimir**, Stefanov Predrag, Mosurović Miloš, Đokić Jana: „Određivanje optimalnih lokacija u 400 kV i 220 kV mreži Srbije metodom binarnog programiranja radi dobijanja potpune topološke opservabilnosti“, 34. savetovanje CIGRE Srbija, Vrnjačka Banja, 2019 (M63)
2. **Bečejac Vladimir**, Stefanov Predrag: „Integracija i primena sinhrofazorskih merenja u novom SCADA/EMS sistemu u elektroenergetskom sistemu Srbije“, 34. savetovanje CIGRE Srbija, Vrnjačka Banja 2019 (M63)
3. **Bečejac Vladimir**, Mosurović Miloš, Šumonja Branko, Aničić Duško: „Minimizacija gubitaka u prenosnoj mreži Srbije uticajem na tokove reaktivne snage“, 6. savetovanje CIGRE Crna Gora, maj 2017 (M63)
4. Šošić Darko, **Bečejac Vladimir**: „Rekonfiguracija distributivne mreže primenom metode jednostrukog zatvaranja petlji“, *INFOTEH, Jahorina*, vol.15, pp. 51-56, mart 2016 (M63)
5. **Bečejac Vladimir**, Mosurović Miloš, Šumonja Branko, Aničić Duško: „Estimator stanja i njegove primene u Nacionalnom dispečerskom centru Srbije“, 17. *simpozijum, CIGRE Srbija*, Vršac, oktobar 2016 (M63)
6. Obradović Nikola, Tubić Duško, **Bečejac Vladimir**: „Finansijska kompenzacija neželjenih odstupanja“, 32. savetovanje CIGRE Srbija, ref C2, Zlatibor, 17-21. maj. 2015.(M63)
7. **Bečejac Vladimir**, Mihić Bojana, Stefanov Predrag: „Primena PMU uređaja u elektroenergetskom sistemu Srbije“, 33. savetovanje CIGRE Srbija, Zlatibor 2017 (M63)
8. **Bečejac Vladimir**, Mosurović Miloš, Vidaković Jovica: „Određivanje optimalnih lokacija PMU uređaja u 400 kV mreži Srbije metodom binarnog programiranja“, 18. simpozijum, CIGRE Srbija, Zrenjanin, oktobar 2018. (M63)
9. **Bečejac Vladimir**, Davidović Slavenko, Mosurović Miloš, Aničić Duško: „Korišćenje VVD aplikacije za optimizaciju gubitaka u NDC-u“, 32. savetovanje CIGRE Srbija, ref c2, Zlatibor, maj 2015. (M63)
10. **Bečejac Vladimir**, Marinković Dušan, Đokić Jana, Šumonja Branko: „Određivanje optimalnih lokacija PMU uređaja u prenosnom sistemu Crne Gore radi dobijanja potpune topološke opservabilnosti metodom binarnog programiranja sa uvažavanjem težinskih faktora u objektnoj funkciji“, 6. savetovanje, CIGRE Crna Gora, maj 2019. (M63)
11. Šekularac Tamara, Cakić Nenad, **Bečejac Vladimir**: „Generalisani Legendre-Stirlingovi brojevi i generalisani Jacobi-Stirlingovi brojevi prve i druge vrste“, Simpozijum MATEMATIKA I PRIMENE, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2017 ,Vol. VIII(1) (M63)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

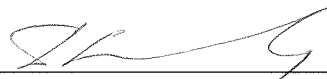
Комисија са задовољством констатује да на основу претходног школовања и публикованих резултата **Владимир Бечејац** испуњава све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У дисертацији је детаљно приказан оригинални приступ оптимизације у области синхрофазорске технологије. Кроз дисертацију су приказане способности кандидата у коришћењу савремених истраживачких метода и њиховом побољшавању, уз поштовање свих захтеваних етичких норми. Кандидат је пратио светске стандарде у области која је обрађена у дисертацији и развио је сопствену методу оптимизације у области синхрофазорске технологије. Комисија посебно истиче чињеницу да формирано алгоритми који су приказани у дисертацији, поред научних доприноса, имају и практичну примену у областима опсервабилности, управљања у реалном времену и оптимизацији у електроенергетици.

У складу са напред изнетим, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „**Оптимална поставка синхрофазорских уређаја за обезбеђење потпуне тополошке опсервабилности применом методе Гребнерове базе**“ кандидата **Владимира Бечејца** прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се после њеног усвајања одобри јавна усмена одбрана дисертације.

Београд, 09.06.2020.

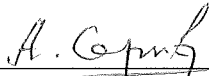
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Предраг Стефанов, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



др Андрија Сарић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука



др Бранко Малешевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милка Потребић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет