

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ГРАЂЕВИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Марковића

Одлуком Већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду, одржаног 22.05.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Марковића, дипл. геод. инж., под насловом:

**„ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕНА ОПАЖАЊА У АПСОЛУТНОМ ПРЕЦИЗНОМ
ПОЗИЦИОНИРАЊУ КОМБИНОВАЊЕМ МОДЕЛА ДОМИНАНТНИХ ИЗВОРА
ГРЕШАКА“**

Након прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија у саставу:

- в. проф. др Олег Одаловић, дипл. геод. инж., Универзитет у Београду – Грађевински факултет;
- доц. др Сања Грекуловић, дипл. геод. инж., Универзитет у Београду – Грађевински факултет;
- проф. др Владимир Булатовић, дипл. геод. инж., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.

сачинила је следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Подаци о процедури пријављивања и предаје дисертације

Кандидат Милош Марковић, дипл. геод. инж. пријавио је тему докторске дисертације 15.11.2023. године.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 244/4 од 27.11.2023. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости и пријем теме докторске дисертације кандидата Милоша Марковића, дипл. геод. инж., под насловом:

**„ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕНА ОПАЖАЊА У АПСОЛУТНОМ ПРЕЦИЗНОМ
ПОЗИЦИОНИРАЊУ ИНТЕГРАЦИЈОМ МОДЕЛА ИЗВОРА ГРЕШАКА“**

у саставу:

- проф. др Драган Благојевић, дипл. геод. инж., Универзитет у Београду – Грађевински факултет (ментор);

- в. проф. др Олег Одаловић, дипл. геод. инж., Универзитет у Београду – Грађевински факултет;
- виши научни сарадник др Александра Нина, дипл. физ., Универзитет у Београду – Институт за физику.

Комисија је саставила позитиван извештај и предложила Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да прихвати предложену тему докторске дисертације са коригованим насловом:

„ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕНА ОПАЖАЊА У АПСОЛУТНОМ ПРЕЦИЗНОМ ПОЗИЦИОНИРАЊУ КОМБИНОВАЊЕМ МОДЕЛА ДОМИНАНТНИХ ИЗВОРА ГРЕШАКА“

Позитиван извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 21.12.2023. године. Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 26.12.2023. године, својом одлуком бр. 61206-4870/2-23 усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Милоша Марковића, под називом „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању комбиновањем модела доминантних извора грешака“.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 28.04.2025. године.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду донетој на седници одржаној 22.05.2025. године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Марковића, дипл. геод. инж.

1.2 Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Геодезије и ужој научној области Теоријска и физичка геодезија, која је дефинисана Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

Радови публиковани у међународним часописима који квалификују ментора проф. др Драгана Благојевића, дипл. инж. геод. за вођење докторске дисертације су:

1. Lukovic Jelena B, Chiang John CH, Blagojevic Dragan M, Sekulic Aleksandar (2021) A Later Onset of the Rainy Season in California, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, vol. 48, br. 4, str. - (Article)
2. Vasiljevic Slavko, Vasic Dejan, Odalovic Oleg R, Blagojevic Dragan M, Milovanovic Branko Dj (2021) Horizontal coordinates transformation and residuals modelling on the territory of the Republic of Srpska, SURVEY REVIEW, vol. 53, br. 380, str. 390-401 (Article)
3. Todorovic-Drakul Miljana, Samardzic-Petrovic Mileva, Grekulovic Sanja M, Odalovic Oleg R, Blagojevic Dragan M (2018) Modelling extreme values of the total electron

content: Case study of Serbia, GEOFIZIKA, vol. 34, br. 2, str. 297-314 (Article; Proceedings Paper)

4. Vasilic Violeta, Blagojevic Dragan M (2016) Expression of the Local GPS Solution in the Regional Reference Frame ETRF2000, IAG 150 YEARS, vol. 143, br. , str. 111-116 (Proceedings Paper)
5. Blagojevic Dragan M, Todorovic-Drakul Miljana, Odalovic Oleg R, Grekulovic Sanja M, Popovic Jovan B, Joksimovic Danilo (2016) Variations of Total Electron Content Over Serbia During the Increased Solar Activity Period in 2013 and 2014, Geodetski Vestnik, vol. 60, br. 4, str. 734-744 (Article)
6. Lukovic Jelena B, Blagojevic Dragan M, Kilibarda Milan S, Bajat Branislav (2015) Spatial pattern of North Atlantic Oscillation impact on rainfall in Serbia, SPATIAL STATISTICS, vol. 14, br. , str. 39-52 (Article)
7. Bajat Branislav, Blagojevic Dragan M, Kilibarda Milan S, Lukovic Jelena B, Tosic Ivana A (2015) Spatial analysis of the temperature trends in Serbia during the period 1961-2010, THEORETICAL AND APPLIED CLIMATOLOGY, vol. 121, br. 1-2, str. 289-301 (Article)

1.3 Биографски подаци о кандидату

Милош Марковић је рођен 14.12.1985. године у Београду, Република Србија, од мајке Миле и оца Драгана. Основну школу је завршио 2000. године у Београду са одличним успехом, а средњу Политехничку академију 2004. године, смер Машински техничар за компјутерско конструисање, такође са одличним успехом.

На геодетски одсек Грађевинског Факултета Универзитета у Београду, уписао се 2004. године. Дипломирао је 2012. године са просечном оценом 8,46, одбраном дипломског рада под називом „Одређивање тоталног садржаја електрона у јоносфери коришћењем технологије глобалног система позиционирања“ оценом 10. Тренутно је на докторским студијама, које је уписао 2014. године. Током 2017. године положио је све програмом предвиђене испите и одбранио приступни рад под називом „Метода интегрисане калибрације компоненти у поступку еталонирања система за мобилно мапирање“. Међутим, услед промене ментора, кандидат је морао да промени област истраживања, због чега је поново 01.11.2023. године одбранио приступни рад под називом „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању интеграцијом модела извора грешака“.

Поред звања дипломираног инжењера геодезије, 2016. године завршио је смер „Microsoft Windows Development“ при академији „IT Academy Link Group“, чиме је стекао звање Апликативног програмера у Microsoft окружењу, на основу чега је добио сертификат Windows Application Developer.

Милош течно говори, чита и пише енглески језик.

Ожењен је и има једно дете.

Током школовања на факултету, повремено је ангажован на Високој грађевинско-геодетској школи у Београду као демонстратор на предмету Геодетски планови – израда дигиталног геодетског плана. Такође је као гост предавач за предмет Процедуре и поступци у катастру непокретности, који се одржавао на специјалистичким студијама на Високој грађевинско-геодетској школи у Београду, 2010. године одржао предавање на тему „Израда ДКП коришћењем AutoCAD пакета“.

Након завршетка студија, запослио се у компанији „Geo Info Strategies“, где се претежно бавио дигиталном аерофотограметријом, развојем GIS софтвера, израдом „3D city“ модела, као и истраживањем и развојем „mobile mapping“ и „street view“ технологије. Компанију је напустио 2014. године на позицији вође тима на међународном фотограметријском пројекту.

Сходно уговору о делу, кандидат је био запослен и у компанији GeoLawa у периоду од фебруара 2021. године до јуна 2022. године, где је учествовао као сарадник на изради пројеката из области геодезије, геоинформационих система, енергетике и система техничке заштите обејката.

Тренутно ради на Академији техничко-уметничких струковних студија у Београду, одсек Висока грађевинско-геодетска школа на позицији асистента. На основним струковним студијама је ангажован на предметима Геодетска метрологија, Геодетски премејер 1 и 2, Геодезија 1 и Геодетски планови, док је на мастер струковним студијама ангажован на предмету Картографија. Поред наведене позиције, кандидат тренутно обавља и функцију Помоћника руководиоца за општа и техничка питања.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација Милоша Марковића под насловом „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању комбиновањем модела доминантних извора грешака“ садржи укупно 307 страна, од којих је основни текст на 160 страна. Дисертација је писана на српском језику и подељена је у седам поглавља:

1. Увод
2. Глобални навигациони сателитски систем
3. Референтни оквири и системи у GNSS
4. Извори грешака и њихово моделирање у апсолутном прецизном позиционирању
5. Формати података и њихова примена у апсолутном прецизном позиционирању
6. Нумеричка истраживања
7. Закључна разматрања

Поред тога, дисертација садржи и следеће целине:

- Литература
- Прилози

Дисертација обухвата 60 слика, укључујући дијаграме и цртеже, који пружају визуелну подршку и илустрацију текста. Такође, садржи 33 табеле и списак од 138 скраћеница, као и значајан број важних ознака, формула и нумерисаних израза који доприносе дубљем разумевању научне дискусије. На самом почетку, понуђен је резиме на српском језику, који садржи кључне речи, научну област и ужу научну област. На крају дисертације налази се списак коришћене литературе са 74 библиографска наслова, уз 28 графичких прилога који додатно илуструју представљене концепте. Биографија аутора је такође представљена на крају дисертације, пружајући увид у његово образовање и рад.

Дисертација је у потпуности обликована у складу са Упутством Универзитета у Београду из 2019. године (Упутство о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду). Садржи обавезна поглавља и следеће обрасце: Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру поглавља *Увод*, кандидат је јасно формулисао тему докторске дисертације, уз навођење основних циљева истраживања и мотивације за избор дате проблематике. Посебан акценат стављен је на значај оптимизације трајања опажања у контексту апсолутног прецизног позиционирања. У овом делу рада дат је преглед релевантних досадашњих истраживања, као и анализирана научна и практична вредност самог истраживања. Додатно, истакнута је важност адекватног избора улазних параметара, као предуслова за смањење времена опажања без компромитовања тачности и прецизности добијених решења.

Поглавље *Глобални навигациони сателитски систем* пружа преглед основних концепата функционисања GNSS система, укључујући њихову архитектуру, организацију сигнала и теоријску основу позиционирања. У оквиру овог дела рада детаљно су изложени механизми GNSS позиционирања, уз објашњење кључних елемената као што су структура и карактеристике сигнала сваког система појединачно. Посебна пажња посвећена је математичком моделовању једначина опажања, које представљају темељ за све наредне анализе у области сателитске геодезије.

У поглављу *Референтни оквири и системи у GNSS*, анализирају се основни концепти небеских и терестричких референтних система, са освртом на њихов значај у контексту високопрецизног позиционирања. Посебна пажња посвећена је развоју и унапређењу референтних оквира кроз време, с обзиром на њихову суштинску улогу као основице за тачне и поуздане прорачуне у сателитској геодезији.

Затим су у поглављу *Извори грешака и њихово моделирање у апсолутном прецизном позиционирању* обрађени сви значајни фактори који уносе несигурност у резултате PPP технике – укључујући утицај геофизичких појава, атмосферских услова и инструменталних недостатака. У уводном делу овог поглавља изложени су основни принципи апсолутног прецизног позиционирања, након чега је приказана систематизација грешака у складу са њиховим изворима. Свака група грешака обрађена

је појединачно, уз детаљно представљање релевантних модела који се примењују у циљу њиховог ублажавања или елиминације. На тај начин омогућен је свеобухватан увид у обим и значај појединих грешака по крајњи резултат позиционирања.

Поглавље *Формати података и њихова примена у апсолутном прецизном позиционирању* пружа преглед свих кључних GNSS формата података који се користе у PPP обради. Обухваћени су RINEX фајлови, као и датотеке које садрже информације о сателитским ефемеридама, временским условима, метеоролошким параметрима и другим релевантним подацима. Акценат је стављен на детаљно објашњење улоге сваког од ових формата у контексту моделирања извора грешака, са циљем постизања већег степена тачности и поузданости позиционих решења.

Поглавље *Нумеричка истраживања* обухвата свеобухватан приказ процедура израчунавања и анализу добијених резултата у оквиру предложеног методолошког оквира. У овом делу рада детаљно је изложен математички апарат, који се темељи на теоријским основама представљеним у претходним поглављима. Поред тога, наведени су и извори јавно доступних података који су били основа за спровођење анализе, чиме је обезбеђена транспарентност и репродуктивност истраживања.

Коначно, поглавље *Закључна разматрања* представља синтезу кључних налаза добијених током истраживања, уз осврт на потенцијалну примену резултата у пракси. У овом делу рада разматрају се и могућности проширења примене предложене методологије, као и предлози за будућа истраживања која би могла допринети даљем унапређењу прецизности и ефикасности PPP технике.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању комбиновањем модела доминантних извора грешака“ обрађује актуелне проблеме у оптимизацији времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању.

У контексту савремене GNSS геодетске праксе, PPP техника представља кључни алат за добијање позиционих решења високе тачности на глобалном нивоу, без потребе за блиским референтним станицама. Ипак, постизање те прецизности у реалним условима је условљено бројним факторима, међу којима су јоносферске и тропосферске рефракције, грешке у часовницима сателита и пријемника, као и тачност орбиталних података (ефемерида). Управо у идентификацији и разумевању улоге ових грешака лежи потенцијал за унапређење тачности и поузданости PPP решења.

Истраживање представљено у овој дисертацији бави се савременим и суштински значајним аспектом PPP позиционирања – утврђивањем утицаја часовних корекција и прецизних ефемерида на време конвергенције позиционог решења. За разлику од претходних истраживања која су приступала PPP као целовитој методи, у овом раду се систематски анализира утицај појединачних сетова података (различитих комбинација

часовних и орбиталних корекција) на процес иницијализације. У ту сврху, коришћени су различити скупови података међународних GNSS сервиса (нпр. IGS), а процес конвергенције праћен је у функцији времена.

Оригиналност истраживања огледа се у томе што је, кроз свеобухватну анализу временског аспекта позиционирања, утврђено постојање карактеристичног временског тренутка у ком решење почиње да конвергира, независно од употребљене комбинације података. Овај закључак сугерише да, поред избора прецизних података, временска поставка самог опажања има кључни утицај на стабилност и брзину PPP. Тај увид даје нову перспективу у планирању опажања, посебно за апликације у којима је критично смањити време чекања на стабилно позиционо решење.

Овакав приступ комбинује теоријски оквир са нумеричком анализом реалних података, што омогућава и практичну примену закључака у оперативним GNSS системима. Резултати овог рада не само да доприносе разумевању утицаја кључних извора грешака, већ отварају могућности за оптимизацију PPP алгоритама у правцу адаптивног планирања трајања и почетка GNSS опажања.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма *iThenticate* којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању комбиновањем модела доминантних извора грешака, аутора Милоша Марковића, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Попис цитиране литературе коришћене у изради ове докторске дисертације садржи 74 библиографске јединице релевантне за област истраживања.

Сва поглавља дисертације ослањају се на велики број референтних иностраних радова и књига, а већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима, као што су *Journal of Geophysical Research*, *Journal of Geodesy*, *Remote Sensing*, *Manuscripta Geodaetica*, *GPS Solutions*, *Journal of Navigation*, *Radio Science* и сл. Поред тога, укључени су и бројни мануали и технички извештаји научних институција попут *AIUB RINEX Working Group*, *CDDIS*, *China Satellite Navigation Office*, *European Space Agency*, *IERS*, *IGS* и остали. Свакако треба напоменути и остале изворе као што су докторске дисертације које обрађују сличну тематику.

Кандидат је у дисертацији правилно реферисао уџбенике, научно-стручне радове, приручнике, постојеће докторске дисертације, магистарске тезе и научне извештаје.

Кандидат је у значајној мери користио савремену и актуелну литературу.

Највећи део представљених референци има новији датум објављивања. Од укупног броја, 48 референци (64,86%) објављено је у периоду од 2005. до 2024. године (млађих

од 20 година), док је 26 референци (35,13%) објављено пре 2005. године (старијих од 20 година).

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је рад у дисертацији реализовао паралелном применом теоријског приступа заснованог на релевантној литератури из области GNSS позиционирања и практичног приступа утемељеног на сопственом истраживању.

Ради сагледавања постојећих сазнања из предметне области, кандидат је анализирао резултате претходних истраживања и саставио преглед стручне и научне литературе која се бави утицајем главних извора грешака у PPP позиционирању са посебним освртом на орбиталне податке и корекције сателитских часовника.

План и програм експерименталног дела истраживања заснован је на налазима из литературе уз примену хеуристичке и хипотетичко-дедуктивне методе. У практичном делу рада, кандидат је анализирао различите комбинације орбиталних и временских података како би пратио тренутак појаве конвергенције позиционог решења.

За ту сврху коришћене су компаративне, дедуктивне и статистичке методе анализе. На основу свега наведеног, добијени резултати и закључци из ове дисертације могу се сматрати потпуно валидним.

3.4 Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у овом истраживању указују на постојање карактеристичне временске тачке у којој PPP решење почиње да конвергира, без обзира на коришћену комбинацију ефемерида и часовних корекција. Овај увид пружа основу за унапређење планирања GNSS опажања, омогућавајући бољу процену минималног потребног времена за добијање поузданих координата у задацима где је време ограничен ресурс.

За анализу је коришћен сет јавно доступних података добијених од међународних сервиса за GNSS, укључујући различите типове орбиталних и часовних решења. Комбинацијом ових података и систематским праћењем резултата у времену, развијена је методологија која омогућава идентификацију тренутка почетка стабилизације решења. На тај начин, обезбеђена је могућност адаптивне примене PPP техника у реалним условима.

Предложена методологија посебно је погодна за примену у условима ограничених ресурса, где није могућа употреба више GNSS пријемника или напредне инфраструктуре. PPP позиционирање у једнопријемничком режиму, уз примену резултата добијених у овом раду, може бити довољно ефикасно за низ оперативних задатака као што су инжењерска мерења, мобилно мапирање и контролна геодетска мерења.

Остварени резултати имају посебан значај у апликацијама где је пожељно скратити време иницијализације, попут мониторинга деформација, праћења покретних платформи (нпр. беспилотне летелице или железничке композиције), као и у реалном GNSS позиционирању. Бржа конвергенција доприноси сигурнијем доношењу одлука у технички и безбедносно осетљивим ситуацијама.

У оквиру овог истраживања није рађена валидација координата у апсолутном смислу, јер циљ рада није био испитивање позиционе тачности у односу на познате GNSS тачке, већ анализа временске стабилизације решења. Посебна пажња посвећена је идентификацији тренутка у ком PPP решење прелази из нестабилне у стабилну фазу, односно почиње да конвергира. Такав приступ пружа нов квалитативни увид у динамику PPP позиционирања и представља важан корак у даљем развоју техника за унапређење временске ефикасности у примени ове методе.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У оквиру докторске дисертације, кандидат је темељно проучио и критички сагледао релевантну стручну и научну литературу, те осмислио и реализовао план нумеричког истраживања, укључујући прикупљање, обраду и интерпретацију резултата.

Кроз систематично повезивање теоријских и практичних аспеката истраживања, кандидат је успешно одговорио на истраживачке захтеве и на тај начин показао висок степен самосталности, методолошке зрелости и истраживачке компетентности.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације кандидата могу се издвојити следећи специфични научни доприноси:

- Развијен је систематичан приступ за анализу процеса конвергенције у PPP, при чему је по први пут на више GNSS станица анализирано када и у којој мери се позиционо решење стабилизује, без фокуса на апсолутну тачност, већ искључиво на стабилност координата у функцији времена.
- Сprovedена је свеобухватна анализа утицаја различитих типова прецизних ефемерида (CODE, IGS, IGR, IGU) и часовних корекција различите временске резолуције (30 s и 5 s) на динамику конвергенције, уз закључак да разлике у резолуцији часовних података немају статистички значајан утицај на стабилност позиционирања у PPP.
- Методолошки је унапређен процес анализе стабилности PPP решења кроз сегментацију трајања опажања на шест временских интервала, што је омогућило утврђивање тачке након које се наставак мерења не одражава значајно на побољшање резултата. Такав приступ пружа директну подршку у планирању ефикасних и временски оптимизованих GNSS сесија.

- Кроз интеграцију података са више станица и за више година, доказано је да образац конвергенције координата није осетљив на сезону или годишње доба, што потврђује конзистентност метода и њену применљивост у различитим атмосферским условима и временским епохама.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад кандидата усмерен је на анализу утицаја различитих сетова података на процес конвергенције PPP решења, при чему је фокус био на временској стабилности координата, а не на апсолутној тачности позиционирања. Циљ је био да се идентификује тренутак у оквиру опажања када решење постаје стабилно, односно када се промене координата сведу на ниво који је прихватљив за практичну примену.

Након преузимања стандардних дневних RINEX фајлова са интервалом опажања од 30 секунди, сваки фајл је подељен на 24 нова фајла са кумулативно растућим трајањем опажања. Први фајл је обухватао први сат (до 00:59:30), други прва два сата (до 01:59:30) и тако редом, све до последњег који се поклапао са оригиналним дневним фајлом. На тај начин омогућено је праћење динамике промене координата у односу на дужину трајања мерења и идентификација тренутка када решење улази у стабилну фазу.

Истраживање је спроведено на више станица током вишегодишњег периода, што је омогућило идентификацију општих образаца понашања. Анализа није подразумевала поређење са референтним координатама, већ је користила последњи временски интервал као интерну референцу за процену промене координата у претходним интервалима. Оваквим приступом омогућено је да се конвергенција посматра као процес унутар саме сесије, без потребе за спољашњом валидацијом.

Посебно је значајно што је кроз анализу различитих типова ефемерида и часовника утврђено да комбинација улазних података има одређени утицај на стабилност решења, али да се у свим случајевима уочава тренд постепене стабилизације, што потврђује постојање универзалног принципа унутар PPP позиционирања. Тај увид пружа основ за будуће методе предикције трајања мерења потребног за добијање стабилног резултата.

Закључно, предложена методологија пружа нову перспективу у анализи временске динамике PPP позиционирања. Резултати указују на потенцијал за примену у различитим геодетским и инжењерским апликацијама, посебно у оним где је битна ефикасност и смањење времена мерења. За даље истраживање препоручује се увођење параметара као што су атмосферски услови, остали типови сателитских система (Galileo, BeiDou) и сл., што би додатно унапредило применљивост и прецизност методе.

4.3 Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Милош Марковић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представио свој рад кроз следеће публикације:

категоризација M23:

1. **Marković, Miloš D.**; Odalović, Oleg R.; Stanković, Marko D. (2022), "*Calculating the Differences of VTEC Values Obtained by Altimetric and GNSS Observations in Coastal Areas*", Survey Review, Publisher: Survey / Taylor & Francis, , ISSN: 0039-6265, DOI: 10.1080/00396265.2022.2137130.

категоризација M23:

2. Stanković, Marko D.; Odalović, Oleg R.; **Marković, Miloš D.** (2022), "*Validation and Comparison of Several Global Geopotential Models With an Official Quasigeoid Solution of Serbia*", Geodetski vestnik, Publisher: Association of Surveyors of Slovenia, volume 66, number (3), pages 432-448, ISSN: 0351-0271, DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2022.03.432-448.

категоризација M33:

3. **Marković, Miloš D.**; Stanković, Marko D.; Odalović, Oleg R.; Joksimović, Danilo S.; Petković, Dušan S. (2019), "*Estimation of the Deflection of Vertical Components Using Precise Levelling and GNSS Measurements on High Precision Levelling Network of Serbia*", 19th SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings, Albena, Bulgaria, Volume: 19, Number: 2.2, pages: 109-116, ISSN: 1314-2704, ISBN: 978-619-7408-80-5, DOI: 10.5593/sgem2019/2.2/S09.014.
4. Joksimović, Danilo S.; Stanković, Marko D.; **Marković, Miloš D.**; Petković, Dušan S.; Odalović, Oleg R. (2019), "*Height Anomalies Determined by Three Different GOCO Models*", 19th SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings, Albena, Bulgaria, Volume: 19, Number: 2.2, pages: 157-164, ISSN: 1314-2704, ISBN: 978-619-7408-80-5, DOI: 10.5593/sgem2019/2.2/S09.020.
5. **Marković, Miloš D.**; Stanković, Marko D. (2017), "*Long-Term Monitoring Characteristics of Quartz Oscillators by Applying the Protocol for Time Synchronization (NTP)*", XLIV Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2017, 25.-28. September, VGGS Belgrade, ISBN 978-86-7488-135-4, COBISS.SR-ID 244711948 pp. 520-525.
6. **Marković, Miloš D.**; Stanković, Marko D. (2017), "*Application of Scoring Model in Multi-Criteria Decision Making in the Selection of Digital Camera for Astronomical Observations of the Night Sky*", XLIV Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2017, 25.-28. септембар, VGGS Belgrade, ISBN 978-86-7488-135-4, COBISS.SR-ID 244711948 pp. 520-525.
7. **Marković, Miloš D.**; Bajić, Tomica M.; (2017), "*The Proposition for Developing of Computer Platform for Student Testing and Following Student Activities on University College of Professional Studies for Civil Engineering and Geodesy in Belgrade*", International Scientific Conference Geo 2016 and XXIX Meeting of Serbian Surveyors, Professional Practice and Education in Geodesy and Geoinformatics, 02-05, June 2016, Kopaonik, Serbia, ISBN 978-86-7518-189-7, COBISS.SR-ID 223682828, CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд 528(082) 528-051:37.018.48(082)

категоризација M53:

8. **Marković, Miloš D.** (2014), "*Determination of Total Electron Content in the Ionosphere Using GPS Technology*", Geonauka 02(04):1-9, Belgrade, DOI: 10.14438/gn.2014.22

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације под насловом „Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању комбиновањем модела доминантних извора грешака“, предложена је методологија за анализу временске стабилизације PPP решења на основу комбиновања различитих типова орбиталних и часовних корекција. Уместо традиционалног приступа који је усмерен на апсолутну тачност, фокус је на утврђивању тренутка конвергенције координата, тј. тачке у времену након које даље мерење не даје значајно побољшање резултата.

Рад је базиран на обради великог броја RINEX фајлова, који су подељени на више интервала са растућим трајањем опажања, чиме је омогућено праћење процеса постепене стабилизације координата унутар 24-часовне GNSS сесије. У обради су коришћени различити сетови ефемерида (CODE, IGS, IGR, IGU) и часовних података (у интервалима од 5s и 30s), а позициони резултати су добијени коришћењем пакета Bernese GNSS Software, верзија 5.2. Анализа је обухватила више година и више локација, што је омогућило извођење општих закључака независних од локалних или сезонских услова.

Добијени резултати указују на постојање тренда у процесу конвергенције - координате се стабилизују унутар специфичног временског опсега, без обзира на комбинацију података. Методолошки, посебна вредност рада огледа се у интерној валидацији решења, заснованој на праћењу координатних разлика у односу на последњи интервал опажања. Развијени критеријуми стабилности, као и пратећи алати за анализу (MATLAB скрипте), представљају поуздану основу за примену у даљим истраживањима и у оперативној GNSS пракси.

На основу свих наведених резултата, може се закључити да предложена методологија омогућава ефикасно одређивање оптималног трајања потребног за постизање стабилног PPP решења, што има широку примену у реалним задацима: од мониторинга и мобилног мапирања, па све до UAV навигације и прецизног инжењерског позиционирања. Циљеви истраживања су у потпуности испуњени, а предложени приступ отвара могућности за даље оптимизације у правцу PPP процеса.

Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидата Милоша Марковића, дипл. геод. инж., у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат показао способност за самостални научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под насловом:

„Оптимизација времена опажања у апсолутном прецизном позиционирању
комбиновањем модела доминантних извора грешака“

кандидата Милоша Марковића, дипл. геод. инж., прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду 23.05.2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

в. проф. др Олег Одаловић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

доц. др Сања Грекуловић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

проф. др Владимир Булатовић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких
наука
