

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Дарка Анђића

Одлуком бр. 421/9-13 од 22.04.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Дарка Анђића дипл. инж. геод., под насловом:

**ОДРЕЂИВАЊЕ КОМПОНЕНТИ ДИСПЕРЗИЈА
ВРЕМЕНСКИ ВАРИЈАБИЛНИХ ГРЕШАКА У ГПС ОДРЕЂИВАЊУ КООРДИНАТА**

Наслов на енглеском језику:

**ESTIMATION OF TIME-VARIABLE ERROR VARIANCE COMPONENTS
IN GPS DETERMINATION OF COORDINATES**

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

Кандидат Дарко Анђић, дипл. инж. геод. пријавио је тему докторске дисертације 25.10.2013. године.

Одлуком Наставног-научног већа Грађевинског факултета од 28.01.2013. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом “Одређивање компоненти дисперзија временски варијабилних грешака у ГПС одређивању координата” у саставу в. проф. др Драган Благојевић, дипл. инж. геод., проф. др Бранко Божић дипл. инж. геод. и в. проф. др Весна Јевремовић, дипл. мат. (са Математичког факултета Универзитета у Београду). Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 06.02.2014. године. Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 14.03.2014. године, својом одлуком бр. 61206-851/2-14) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Дарка Анђића.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 10.04.2019. године. Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду бр. 421/9-13 донетој на седници одржаној 22.04.2019.

године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Дарка Анђића, дипл. инж. геод.

1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Геодезије и ужим научним областима Геодетске референтне мреже и Геодезија у инжењерским областима које су дефинисане Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

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

1. Todorović-Drakul Miljana, Samardžić-Petrović Mileva, Grekulović Sanja M, Odalović Oleg R, **Blagojević 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)
2. Todorović-Drakul Miljana, Čadež Vladimir M, Bajcetić Jovan B, Popović Luka C, **Blagojević Dragan M**, Nina Aleksandra (2016) Behaviour of Electron Content in the Ionospheric D-Region During Solar X-Ray Flares, Serbian Astronomical Journal, vol. 193, br. 0, str. 11-18 (Article)
3. **Blagojević Dragan M**, Todorović-Drakul Miljana, Odalović Oleg R, Grekulović Sanja M, Popović Jovan B, Joksimović 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)
4. Nikitović Vladimir, Bajat Branislav, **Blagojević Dragan M** (2016) Spatial patterns of recent demographic trends in Serbia (1961-2010), GEOGRAFIE, vol. 121, br. 4, str. 521-543 (Article)
5. Luković Jelena B, **Blagojević 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)
6. Bajat Branislav, **Blagojević Dragan M**, Kilibarda Milan S, Luković Jelena B, Tosić 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)
7. Luković Jelena B, Bajat Branislav, **Blagojević Dragan M**, Kilibarda Milan S (2014) Spatial pattern of recent rainfall trends in Serbia (1961-2009), REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE, vol. 14, br. 5, str. 1789-1799 (Article)
8. Aleksić Ivan R, Odalović Oleg R, **Blagojević Dragan M** (2010) State Survey and Real Estate Cadastre in Serbia Development and Maintenance Strategy, SURVEY REVIEW, vol. 42, br. 318, str. 388-396 (Article)
9. Hengl Tomislav, Bajat Branislav, **Blagojević Dragan M**, Reuter Hannes I (2008) Geostatistical modeling of topography using auxiliary maps, COMPUTERS & GEOSCIENCES, vol. 34, br. 12, str. 1886-1899 (Article)
10. Vulić M, **Blagojević Dragan M** (2008) Recent vertical crustal movements of a part of the Balkan Peninsula derived from levelling data, SURVEY REVIEW, vol. 40, br. 309, str. 235-243 (Article)

1.3. Биографски подаци о кандидату

Дарко Анђић рођен је 17.01.1977. године у Београду. Основну школу и гимназију (природно-математички смер) завршио је у Беранама, обе са одличним успехом.

Основне студије уписао је 1995. године на Одсеку за геодезију Грађевинског факултета Универзитета у Београду. Дипломирао је 18.06.2002. године, на тему “Анализа система висина код пројектовања путева“, оценом 10 (десет).

Школске 2002/2003. године уписао је последипломске студије на Одсеку за геодезију Грађевинског факултета Универзитета у Београду. Положио је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10 (десет). Магистарску тезу, под насловом “Истраживање могућности прецизног нивелмана коришћењем ласерских нивелира у инжењерским радовима“, одбранио је 22.09.2008. године.

Од новембра 2002. године ради у Управи за некретнине Црне Горе.

Упоредо, до марта 2010. године, ангажован је као сарадник у настави на Студијском програму Геодезија Универзитета Црне Горе у Подгорици. Током ангажовања изводио је наставу на следећим курсевима: Геодезија, Виша геодезија, Основе геодетских референтних мрежа, Геодетска метрологија, Рачун изравнања, Деформациона анализа и Практична настава.

Учествовао је на неколико важних пројеката оскултација, био је спољни сарадник у геодетском праћењу грађевинских радова, као и одговорни геодетски струшњак у испитивању мостова при пробном оптерећењу. Као државни инспектор за геодезију, Дарко Анђић је у периоду од априла 2012. до децембра 2017. године вршио надзор над пословањем приватних геодетских организација у Црној Гори.

Делегат је Црне Горе у Савету геодета Европе, CLGE (Comité de Liaison des Géomètres Européens), са седиштем у Бриселу. Његови научни радови објављени су у зборницима међународних симпозијума, а један од њих је објављен у часопису са SCI листе.

Чита, пише и говори енглески и норвешки језик (сертификат B1), а служи се немачким језиком.

Ожењен је и има двоје деце.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Дарка Анђића под насловом “Одређивање компоненти дисперзија временски варијабилних грешака у ГПС одређивању координата” (на енглеском језику „Estimation of time-variable error variance components in GPS determination of coordinates“) садржи укупно 418 страна, од којих је основни текст на 344 стране. Дисертација је писана на српском језику и подељена је у девет поглавља:

1. Увод
2. ГПС
3. Извори грешака у ГПС позиционирању
4. Математички модел ГПС мерења
5. Математичка обрада ГПС мерења
6. Двофакторска хијерархијска класификација са случајним ефектима без интеракција
7. Експериментална истраживања и резултати
8. Анализа резултата експерименталних истраживања
9. Закључци и могући правци даљих истраживања

Дисертација садржи 133 слике, 89 табела и списак од 129 скраћеница. Списак цитиране литературе садржи 456 наслова. На почетку дисертације је дат резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима и УДК бројем. Биографија аутора дата је на крају дисертације. Дисертација је технички обликована према упутствима Сената Универзитета у Београду и посебним упутствима за обликовање штампане и електронске верзије доктората. Садржи обавезна поглавља и обрасце: изјава о ауторству, изјава о истовестности електронске и штампане верзије и изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру Поглавља 1. (уводног поглавља), кандидат је дефинисао предмет и циљ истраживања, детаљно приказао релевантне досадашње радове из домена теме докторске дисертације, дефинисао полазне хипотезе својих истраживања и дао попис научних метода које ће користити. На крају Поглавља 1. наведене су констатације везане за потенцијални научни допринос истраживања.

Поглавље 2. посвећено је општем опису принципа функционисања глобалних навигационих сателитских система, са посебним освртом на технологију ГПС, његовим системским компонентама, принципима кодних и фазних мерења, начинима позиционирања, као и релевантних координатних и временских система. Пажња је посвећена и основама опште и специјалне теорије релативности, односно метрикама од значаја за ГПС.

Извори грешака у ГПС позиционирању предмет су Поглавља 3. Кандидат је детаљно описао механизам деловања извора који потичу од космичког сегмента, атмосферских утицаја, пријемника, антене и њиховог географског окружења, геофизичких утицаја који узрокују промену положаја станице, као и оних чије је порекло у теорији релативности. Посебно су наглашени они утицајни фактори који ће у дисертацији бити обухваћени у оквиру експерименталних истраживања.

Математички модел ГПС мерења приказан је у Поглављу 4. Описан је функционални модел разлика и двофреквенцијских линеарних комбинација које се користе у ГПС позиционирању. У оквиру припадајућег стохастичког модела укључен је поред стандардног и модел са дисперзијама као функцијама одређених параметара.

Поглавље 5. резервисано је за приказ математичке обраде ГПС мерења. Кандидат редом даје општи поступак оцењивања методом најмањих квадрата, разрађује питање адекватности и поузданости модела, описује решавања фазних неодређености целобројном варијантом

методе најмањих квадрата са посебним освртом на ЛАМБДА методу и секвенцијално оцењивање, и приказује поступке валидације добијених решења.

У Поглављу 6. детаљно је разрађена проблематика двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима и без интеракција, коју кандидат предлаже као оптималну методологију анализе дисперзије резултата ГПС позиционирања. Обрађен је случај неједнаког броја података по групама, одговарајући математички модел, оцењивање компоненти дисперзије (АНОВА), дисперзије тих оцена и тестирање хипотеза. Посебно је истакнуто поједностављење математичког апарата за случај једнаког броја података по групама. У наставку кандидат доказује применљивост двофакторске хијерархијске класификације на ГПС позиционирање и комплексног поступка тестирања одскачућих резултата у ГПС мерењима.

Поглавље 7. садржи дизајн експерименталних истраживања и презентацију добијених резултата.

Поглавље 8. бави се детаљном анализом резултата експерименталних истраживања.

У Поглављу 9 дати су закључци на бази синтетички израђених графикона и табела, и идентификовани су могући правци и смернице даљих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У последњих двадесет година доминантну улогу у основним геодетским радовима и инжењерској геодезији заузимају сателитске методе позиционирања. Појава сателитских навигационих система који су глобално доступни у географском и временском смислу револуционисала је како решавање фундаменталних геодетских задатака, тако и питања сасвим практичних и свакодневних геодетских радова.

Комплексна технологија сателитских система, корисничког сегмента, као и динамичка природа окружења у којем се крећу сателитски сигнали и врше мерења, представљају извор великог броја елементарних утицајних фактора од којих један мањи број практично ограничава прецизност добијених резултата. То се посебно односи на утицаје јоносферске и тропосферске рефракције, вишеструке рефлексије сигнала и варијација фазних центара антена сателита и пријемника. Из тог разлога је испитивање њихове природе, објективно квантификовање интензитета утицаја, као и карактеристика у временском и фреквенцијском домену научно оправдано, и континуирано представља савремену и актуелну тему научног истраживања.

У оквиру докторске дисертације предочена је пре свега обимна литература која кроз досадашња научна истраживања широм света приказује актуелно стање ствари када су у питању поменути утицајни фактори. Прегледом литературе може се закључити да доминира приступ изоловане анализе утицаја појединачних извора грешака. Такав приступ је практичан, али је истовремено повезан са тешкоћама да се симултани ефекти других извора грешака минимализују или у потпуности одстрани.

На основу наведеног, може се закључити да је од интереса формулација једног интегралног приступа вредновању најутицајнијих извора грешака, и овај приступ уствари представља предмет истраживања ове дисертације.

У оквиру реализације истраживања у овом раду предложен је концепт интегралног поступка оцене компоненти дисперзија које карактеришу стохастичка својства појединих доминатних извора грешака релативног ГПС позиционирања. У ту сврху истражена је могућност примене двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима без интеракција, којом се добијају АНОВА оцене за три категорије утицаја: дугопериодичне, краткпериодичне и за чисти шум. Посебна пажња посвећена је систему тестирања хипотеза о присуству одскачућих резултата који би потенцијално могли фалсификовати резултате анализе компоненти дисперзије.

Предлог интегралне методологије снажно је подупрт експерименталним истраживањем. За потребе експеримента у овој дисертацији коришћени су подаци прикупљени са интервалом регистрације од 30 s, у периоду који обухвата 2008, 2009, 2010 и 2011 годину, и то на укупно десет стално оперативних ГПС станица које се налазе у Европи, на Евроазијској тектонској плочи, унутар подручја између $42^{\circ}06'09''$ и $52^{\circ}16'37''$ географске ширине, и $7^{\circ}38'22''$ и $26^{\circ}54'44''$ географске дужине. То значи да је кандидат располагао са преко 4.200.000 података, заступљених у различитим временским категоријама (дневна, ноћна, сезонска, годишња), на различитим дужинама ГПС базних линија (у распону од 5.6 km до 281.9 km), под различитим азимутима и са различитим техничким карактеристикама станичних пријемника и антена. Имајући то у виду, може се констатовати одлична репрезентативност коришћеног узорка.

У оквиру дисертације су анализирани расположиви подаци, извршена њихова категоризација, основна математичка обрада, и примењена је двофакторска хијерархијска класификација, односно строга математичка метода анализе компоненти дисперзије. Добијени резултати су категорисани, вредновани, критички су дискутовани и упоређени са постојећим резултатима приказаним у литератури. Доказана је објективност резултата, и на тај начин створена је могућност да се поступак планирања, оптимизације и пројектовања ГПС мерења и позиционирања стандардизује по узору на традиционалне, терестричке мерне геодетске методе. Сагледавајући ове чињенице, може се закључити да резултати дисертације имају практичну вредност, могућност примене у пракси и резултат су оригиналног научног истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћен је обиман опус од 456 библиографских јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима, као што су Journal of Statistical Computation and Simulation, Journal of the Earth & Space Physics, Journal of Geophysical Research, Journal of Geodesy, Journal of Geosciences and Geomatics, Geodesy and Geodynamics, као и радови објављени на значајним међународним конференцијама и скупштинама међународних организација из области Геодезије

Кандидат је у значајној мери користио савремену литературу. Највећи број приказаних референци је новијег датума. Од укупног броја, 217 референци је публиковано након 2000. године, од чега 56 између 2013. и 2018. године.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је рад у дисертацији реализовао паралелном применом теоријског приступа ослоњеног на коришћену литературу и практичног приступа заснованог на сопственом експерименталном истраживању.

За сагледавање постојећих сазнања из предметне области, кандидат је извршио синтезу досадашњих истраживања применом компаративне анализе објављених резултата, док је за планирање и анализу резултата експерименталног истраживања примењена хипотетичко-дедуктивна метода. Сходно томе, коришћене су како опште (планирање експеримента, дедуктивна метода), тако и основне (математичко планирање, анализа и обрада резултата мерења), односно специфичне (факторска анализа, дисперзиона анализа, анализа компоненти дисперзија, спектрална анализа, регресиона анализа, тестирање хипотеза) научне методе. У анализи сопствених и постојећих резултата коришћена је компаративна метода истраживања.

Наведене методе истраживања су савремене и у потпуности примерене за примену у предметном истраживању. Закључци изведени из резултата истраживања морају се сматрати потпуно валидним, јер су изведени анализом обимног експерименталног мерног материјала.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у оквиру истраживања доказују, пре свега, неопходност формулисања интегралног приступа оцењивању компоненти дисперзије код релативног ГПС позиционирања. Кандидат је као оптимално решење предложио примену двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима без интеракције, и показао обимним експерименталним истраживањем оправданост и применљивост таквог приступа.

За разлику од традиционалних терестричких геодетских мерних метода, за које су добро разрађене анализе методе мерења и претходне оцене тачности, код ГПС позиционирања то није у потпуности остварено. Разлог томе је комплексност сателитске и мерне технологије, као и услова средине кретања сателитских сигнала и географског окружења у којем се мерења изводе. Додатни проблем представља и динамичка природа свих тих утицајних фактора.

Кандидат је формулисањем интегралног приступа и резултатима експерименталног рада добио репрезентативне нумеричке вредности за стандардне девијације утицаја који ограничавају прецизност ГПС позиционирања: бели шум, вишеструка рефлексија сигнала, ексцентрицитет и варијација фазног центра антене, тропосферска рефракција и јоносферска рефракција.

Имајући у виду да се ГПС мерења могу изводити у различито доба дана и године, мерном технологијом различитих карактеристика, на локацијама различитог утицаја окружења и под различитим временским условима, резултати истраживања могу се поуздано користити у разради методе мерења и претходној оцени тачности, односно пројектовању геодетских радова у свим ситуацијама у којима је оправдана употреба ГПС сателитске технологије, као што су: подршка при снимању у оквиру државног и инжењерског премера, успостављање референтних геодетских мрежа или мрежа инжењерских објеката, и осматрање објеката и њихових деформација.

С обзиром на висок степен сличности у дизајну и архитектури, очекује се да резултати истраживања у оквиру ове дисертације, који се односе на ГПС, буду једнако применљиви и на остале глобалне навигационе сателитске системе, од којих су неки потпуно оперативни (руски ГЛОНАСС) или су у развоју (европски ГАЛИЛЕО)

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат се у оквиру своје докторске дисертације бавио изучавањем и критичком анализом доступне релевантне литературе, као и планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата веома обимног експерименталног истраживања. Систематичним приступом

постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, кандидат је успешно решио постављене задатке истраживања и доказао да поседује вештине и способност за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

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

- Установљено је да квазислучајни резидуални утицаји јоносферске рефракције, тропосферске рефракције, варијација фазних центара антена и вишеструке рефлексије ограничавају прецизност релативног ГПС позиционирања.
- Показано је да ефекти које производе поменути резидуали могу да се посматрају као компоненте које се покоравају нормалном распореду. Кандидат је класификовао резидуалне утицаје, и идентификовао два утицајна фактора заснована на дужини периоде деловања. Утврђено је да утицаји вишеструке рефлексије могу да се раздвоје на "near-field" и "far-field" утицаје различитих фреквенцијских особина.
- Доказано је да примена двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима без интеракција обезбеђује поуздане АНОВА оцене за све три векторске компоненте код релативног ГПС позиционирања. При томе се као посебна АНОВА оцена може добити оцена која се односи на чисто случајну грешку.

Поред тога, могу се идентификовати и следећи доприноси општег карактера:

- Проширен је фонд релевантних сазнања и информација о природи временске варијабилности резидуалних утицаја и њихових ефеката код резултата релативног ГПС позиционирања.
- Омогућено је објективно априори оцењивање компоненти дисперзије релативног ГПС позиционирања, чиме је унапређен приступ планирању и оптимизацији ГПС мерења код инжењерско-техничких радова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Дарка Анђића, дипл. инж. геод. показао је да метод двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима без интеракција представља оптималан избор за оцењивање компоненти дисперзије код ГПС позиционирања.

Истраживани приступ заснивао се на коришћењу линеарног модела укупних грешака релативних координата, који поред неизбежних случајних грешака интегрише и резидуалне утицаје који потичу од вишеструке рефлексије ГПС сигнала (субчасовни "far-field" и вишечасовни "near-field" утицаји), јоносферског кашњења другог и виших редова, тропосферског кашњења узрокованог немогућношћу адекватног моделирања парцијалног притиска водене паре, као и утицаја ексцентрицитета и варијација фазних центара антена пријемника. Наведени утицаји ограничавају прецизност ГПС позиционирања, због чега је

потпуно научно оправдан мотив кандидата да тежиште истраживања усмери на могућност њиховог објективног оцењивања.

Предложени модел тестиран је на статистички адекватном узорку који је обухватао резултате ГПС мерења изведених у широком дијапазону времена и простора. Установљено је да временске серије добијених АНОВА оцена односно одговарајућих стандардних девијација имају сезонску компоненту, али да је то такође случај и са оцењеним дисперзијама тих оцена, достижући максимуме у летњим и минимуме у зимским месецима. Поред тога, за максимални коефицијент корелације АНОВА оцена случајног и угнежђеног фактора добијена је просечна вредност од 12% док је та вредност за угнежђени и угнежђавајући фактор мања од 4%. Ови резултати иду у прилог констатацији да не постоји стохастичка зависност између усвојених АНОВА оцена.

Приликом разматрања целодневног понашања резидуалних утицаја испоставило се да су средње вредности стандарда заједничког утицаја резидуала тропосферске и јоносферске рефракције 0.1104 mm/km, 0.0952 mm/km и 0.3709 mm/km респективно дуж координатних оса. Што се тиче утицаја резидуала "far-field" вишеструке рефлексije сигнала добије су вредности 4.1 mm, 5.7 mm и 11.8 mm. Заједнички утицај резидуала "near-field" вишеструке рефлексije и резидуала ексцентрицитета и варијација фазних центара антена карактерисале су вредности стандарда од 2.7 mm, 4.1 mm и 12.1 mm. Испоставља се да се у свим случајевима добијају оцене за вертикалну координатну компоненту које су око три пута веће у односу на вредности оцена у хоризонталној равни.

Наведене вредности кандидат препоручује као репрезентативне код прорачуна тачности у фази пројектовања геодетских радова. Констатује се и да егзистира сагласност добијених оцена компонентних утицаја са резултатима који су проистекли из других истраживања у којима су резидуални утицаји третирани појединачно.

На основу анализе веома обимног мерног материјала, може се констатовати да је кандидат доказао да се применом интегралног приступа двофакторском хијерархијском класификацијом са случајним ефектима без интеракција добијају поуздане АНОВА оцене, и да резултати истраживања потврђују да егзистира истинитост свих полазних хипотеза постављених у уводном поглављу ове докторске дисертације.

4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Дарко Анђић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представио свој рад кроз следећу публикацију:

Категорија M23:

1. **Andić D. (2016).** *Variance Components Estimation of Residual Errors in GPS Precise Positioning.* Geodetski vestnik, Vol.60, No.3, pp.467-482.

Кандидат је такође приложио потврду о прихватању рада за објављивање у јунском издању истог часописа, под називом: Seasonal pattern in time series of variances of GPS residual errors ANOVA estimates.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације под насловом „Одређивање компоненти дисперзија временски варијабилних грешака у ГПС одређивању координата“ истражена је могућност формулације интегралног поступка анализе компоненти дисперзије код релативног ГПС позиционирања. У ту сврху предложена је, као оптимална, метода двофакторске хијерархијске класификације са случајним ефектима без интеракција. Предложени поступак успешно је тестиран у оквиру експерименталних истраживања на изванредно репрезентативном узорку ГПС резултата мерења.

Експериментални резултати и анализе остварени при изради ове докторске дисертације представљају оригиналан и вредан научни допринос у области примене сателитских метода позиционирања у инжењерској геодезији јер промовишу интегрални приступ оцене компоненти дисперзије. Посебно се истиче огроман експериментални мерни узорак, чијом је анализом кандидат остварио резултате и закључке који се морају сматрати валидним. Осим тога, резултати и закључци дисертације се у потпуности могу применити на дефинисање поступка објективног планирања и оптимизације ГПС мерења у геодетском инжењерском пројектовању. Комисија сматра да урађена докторска дисертација кандидата Дарка Анђића, дипл. инж. геод. у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под насловом „Одређивање компоненти дисперзија временски варијабилних грешака у ГПС одређивању координата“ кандидата Дарка Анђића, дипл. инж. геод. 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.

Београд, 30.05.2019.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Драган Благојевић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

Проф. др Бранко Божић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

В. проф. др Весна Јевремовић, дипл. мат.
Државни универзитет у Новом Пазару