

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**

**Грађевински факултет**

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Софије Наод

Одлуком бр. 168/10-14 од 24.12.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Софије Наод дипл. инж. геод., под насловом:

**МОДЕЛИРАЊЕ ВЕРТИКАЛНОГ ГРАДИЈЕНТА СИЛЕ ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ**

Наслов на енглеском језику:

**MODELING OF THE EARTH'S VERTICAL GRAVITY GRADIENT**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидаткињом, Комисија у саставу:

- в. проф. др Олег Одаловић, дипл. инж. геод.,
- в. проф. др Љиљана Брајовић, дипл. инж. ел.,
- проф. др Драган Благојевић, дипл. инж. геод.,
- в. проф. др Ивана Васиљевић, дипл. инж. геол. и
- доц. др Сања Грекуловић, дипл. инж. геод.

сачинила је следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

**1.1. Подаци о процедури пријављивања и предаје дисертације**

Кандидаткиња Софија Наод, дипл. инж. геод. пријавила је тему докторске дисертације 07.05.2013. године.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 168/3 од 16.05.2014. године, са седнице одржане 15.05.2014. године, одређена је Комисија за оцену подобности теме и кандидата докторске дисертације кандидата Софије Наод, дипл. инж. геод., под насловом „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“ у саставу:

- в. проф. др Олег Одаловић, дипл. инж. геод.,
- доц. др Љиљана Брајовић, дипл. инж. ел.,
- проф. др Драган Благојевић, дипл. инж. геод. и
- доц. др Ивана Васиљевић, дипл. инж. геол.

Позитиван извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 12.06.2014. године. Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 01.07.2014. године, својом одлуком бр. 61206-2989/2-14 усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Софије Наод, под називом „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“.

Кандидаткиња је урађену докторску дисертацију предала Служби за студентска питања Грађевинског факултета 14.12.2021. године.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду бр. 168/10-14 донетој на седници одржаној 23.12.2021. године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Софије Наод, дипл. инж. геод.

## 1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Геодетско инжињерство 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 Олега Одаловића за вођење докторске дисертације су:

1. Medved Klemen, **Odalović Oleg**, Koler Božo (2021). New Bouguer Anomaly Map for the Territory of the Slovenia, *Remote Sensing*, vol. 13, br. 22, str. 1-18 (Article).
2. Naod Sofija, **Odalović Oleg**, Brajović Ljiljana, Savanović Rajko (2021). History of geodetic works in Vojvodina (Northern Serbia) and use of old maps in Serbian national spatial data infrastructure, *Survey Review*, vol, br. , str. (Article; Early Access).
3. Vasiljević Slavko, Vasić Dejan, **Odalović Oleg**, Blagojević Dragan, Milovanović Branko (2020). Horizontal coordinates transformation and residuals modelling on the territory of the Republic of Srpska, *Survey Review*, vol. , br. , str. (Article; Early Access).
4. Nina Aleksandra, Nico Giovanni, **Odalović Oleg**, Cadez Vladimir, Todorović-Drakul Miljana, Radovanović Milan, Popović Luka (2020). GNSS and SAR Signal Delay in Perturbed Ionospheric D-Region During Solar X-Ray Flares, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 17, br. 7, str. 1198-1202 (Article).
5. **Odalović Oleg**, Todorović-Drakul Miljana, Grekulović Sanja, Popović Jovan, Joksimović Danilo (2018). Chronology of the development of geodetic reference networks in Serbia, *Survey Review*, vol. 50, br. 359, str. 163-173 (Article).
6. **Odalović Oleg**, Grekulović Sanja, Starcević Miroslav, Nikolić Dobrica, Todorović-Drakul Miljana, Joksimović Danilo (2018). Terrain Correction Computations Using Digital Density Model of Topographic Masses, *Geodetski vestnik*, vol. 62, br. 1, str.

79-97 (Article).

7. Blagojević Dragan, Todorović-Drakul Miljana, **Odalović Oleg**, Grekulović Sanja, Popović Jovan, 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).
8. **Odalović Oleg**, Starcević Miroslav, Grekulović Sanja, Burazer Milenko, Aleksić Ivan (2012). The establishment of a new gravity reference frame for Serbia, *Survey Review*, vol. 44, br. 327, str. 272-281 (Article).
9. Aleksić Ivan, **Odalović Oleg**, Blagojević Dragan (2010). State Survey and Real Estate Cadastre in Serbia Development and Maintenance Strategy, *Survey Review*, vol. 42, br. 318, str. 388-396 (Article).
10. Kaufmann Juerg, Aleksić Ivan, **Odalović Oleg** (2009). Real Estate Cadastre Development in Serbia, *Geodetski list*, vol. 63, br. 3, str. 243-254 (Review).

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

1. Naod Sofija, Odalović Oleg, **Braјović Ljilјana**, Savanović Rajko (2021). History of geodetic works in Vojvodina (Northern Serbia) and use of old maps in Serbian national spatial data infrastructure, *Survey Review*, vol., br. , str. (Article; Early Access).
2. Mirković Nikola, **Braјović Ljilјana**, Popović Zdenka, Todorović Goran, Lazarević Luka, Petrović Miloš (2021). Determination of temperature stresses in CWR based on measured rail surface temperatures, *Construction and Building Materials*, vol. 284 , br. , str. (Article).
3. Stojanović Dušica, **Braјović Ljilјana**, Obradović Vera, Mijailović Daniel, Dramlić Dragan, Kojović Aleksandar, Uskoković Petar (2020). Hybrid acrylic nanocomposites with excellent transparency and hardness/toughness balance, *Progres in organic coating*, vol. 139, br. , str. (Article).
4. **Braјović Ljilјana**, Stojanović Dušica, Mihailović Peđa, Marković Smilja, Romčević Maja, Mitrić Miodrag, Lazović Vladimir, Dramlić Dragan, Petričević Slobodan, Romčević Nebojša (2017). Preparation and characterization of bismuth germanium oxide (BGO) polymer composites, *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 695, br. , str. 841-849 (Article).
5. Kovacević Aleksander, Ristić-Đurović Jasna, Lekić Marina, Hadžić Branka, Giuma Saleh Isa Abudagel, Petričević Slobodan, Mihailović Peđa, Matović Branko, Dramlić Dragan, **Braјović Ljilјana**, Romčević Nebojša (2016). Influence of femtosecond pulsed laser irradiation on bismuth germanium oxide single crystal properties, *Materials Research Bulletin*, vol. 83, br. , str. 284-289 (Article).
6. Petrović Miloš Mihailović Peđa, **Braјović Ljilјana**, Petričević Slobodan, Živković Irena, Kojović Aleksandar, Radojević Vesna (2016). Intensity Fiber-Optic Sensor for Structural Health Monitoring Calibrated by Impact Tester, *IEEE Sensors Journal*, vol. 16, br. 9, str. 3047-3053 (Article).
7. Malović Miodrag, **Braјović Ljilјana**, Mišković Zoran, Sekara Tomislav (2015). Simultaneity Analysis in a Wireless Sensor Network. *Metrology and Measurement Systems*, vol. 22, br. 2, str. 275-288 (Article).
8. Malović Miodrag, **Braјović Ljilјana**, Sekara Tomislav, Mišković Zoran (2016).

Lossless Compression of Vibration Signals on an Embedded Device Using a TDE Based Predictor, *Elektronika Ir Electrotehnika*, vol. 22, br. 2, str. 21-26 (Article).

9. El Swie, Radojević Vesna, **Brajović Ljiljana**, Stajić-Trošić Jasna, Ćosović Vladan, Grujić Aleksandar, Aleksić Radoslav (2015). Synthesis and Performance of Polymer Based Magnetic Composite Sensing Element, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, vol. 10, br. 4, str. 1475-1483 (Article).
10. Popović Zdenka, **Brajović Ljiljana**, Lazarević Luka, Milosavljević Leposava (2014). Rail defects head cheking on Serbian Railways, *Tehnički vjesnik – Technical Gazette*, vol. 21, br. 1, str. 147- 153 (Article).

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Софија Мугурел Наод, рођена је 28. јуна 1984. године у Панчеву.

Основну школу „Бранко Радичевић“ у Панчеву завршила је као носилац Вукове дипломе. Након завршене Гимназије „Урош Предић“ у Панчеву (природно-математички смер), 2003. године уписала је Грађевински факултет Универзитета у Београду, Геодетски одсек.

Положила је све испите са просечном оценом 8.86 и дипломирала 2010. године са темом „Одређивање геоида Републике Србије коришћењем методе GPS нивелмана“ са оценом десет (10).

Одмах по завршетку академских студија, 2010. године, уписала је докторске академске студије на Грађевинском факултету и положила све наставним планом предвиђене испите са просечном оценом десет (10).

Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука на седници одржаној 2014. године дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под називом „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“.

У току докторских студија похађала је једногодишњи програм школовања „*Java Development*“ у *ITAcademy*, као и неколико курсева од којих и „Просторне анализе у *open source GIS* окружењу“ на Грађевинском факултету. 2013. године била је учесник међународне конференције *Geomat* у Јашију, у Румунији.

Током докторских студија објавила је више радова као аутор или коаутор, од тога: два рада у научним часописима међународног значаја (часописи на SCI<sup>1</sup> листи), један рад у часопису националног значаја, два рада на међународним научним скуповима и један рад на научном скупу националног значаја.

Била је добитник награде из фонда проф. др Миливоја Симића за најбољи студентски научни рад реализован у сарадњи са Лабораторијама за електронику и грађевинску физику.

Током 2010. године радила је у Републичком геодетском заводу, у Контролном центру националне мреже перманентних станица Републике Србије, а од 2011. године до данас, запослена је у породичној приватној геодетској организацији у Панчеву.

---

<sup>1</sup> Science Citation Index

Учествовала је на пројектима осматрања тла и објеката, као и на пројектима оскултације и деформационих мерења. Поред тога, радила је на извођењу геодетских радова за које је предвиђена израда главног пројекта, на радовима у поступку одржавања катастра непокретности и катастра водова, као и на радовима у инжењерско-техничким областима за које се не израђује главни пројекат. Од 2017. године поседује Геодетску лиценцу првог реда Републичког геодетског завода, а од 2018. године и Лиценцу одговорног пројектанта, као и Лиценцу одговорног извођача геодетских радова Инжењерске коморе Србије.

Чита, пише и говори енглески језик и поседује сертификат Института за стране језике.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### **2.1. Садржај дисертације**

Докторска дисертација Софије Наод под насловом „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“ (на енглеском језику „Modelling of the Earth’s vertical gravity gradient“) садржи укупно 161 страну, од којих је основни текст на 129 страна. Дисертација је писана на српском језику и подељена је у осам поглавља:

1. Увод
2. Потенцијал убрзања силе Земљине теже
3. Мерење убрзања силе Земљине теже и градијената убрзања теже
4. Моделирање поља убрзања силе Земљине теже коришћењем резултата добијених применом сателитских техника
5. Решавање проблема граничних вредности потенцијала убрзања силе Земљине теже
6. Моделирање градијента убрзања силе Земљине теже
7. Нумеричка истраживања
8. Закључна разматрања

Дисертација садржи 65 слика на којима су приказани дијаграми, цртежи и фотографије релевантне за илустрацију текста, 27 табела, списак од 30 скраћеница, као и већи број важнијих ознака дефиниционих формула и нумерисаних израза. На крају дисертације дат је списак цитиране литературе који садржи 122 библиографска наслова. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима, научном обласћу и ужом научном обласћу. Биографија аутора дата је на крају дисертације.

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 електронске и штампане верзије и изјаву о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру *Увода*, кандидаткиња је дефинисала предмет дисертације са основним циљевима истраживања у којем је сагледана важност познавања вертикалног градијента теже. У овом поглављу кандидаткиња је дефинисала полазне хипотезе својих истраживања. Поред тога, приказала је структуру дисертације и њену организацију по поглављима.

Поглавље *Потенцијал убрзања силе Земљине теже* садржи основне појмове теорије потенцијала. Поред основних појмова кандидаткиња је укратко представила проблеме граничних вредности теорије потенцијала и развој гравитационог и аномалијског потенцијала у ред сферних хармоника.

У поглављу *Мерење убрзања силе Земљине теже и градијента убрзања теже* кандидаткиња је дала преглед инструмената који се користе за мерење убрзања силе теже и градијента убрзања теже. Представила је методе мерења, изворе грешака и тачност апсолутних и релативних гравиметара.

Поглавље *Моделирање поља убрзања силе Земљине теже коришћењем резултата добијених применом сателитских техника* обрађује сателитске мисије које су повећане истраживању поља теже Земље. У оквиру овог поглавља кандидаткиња је приказала мерне технике које се користе у поменутих мисијама, као и примену њихових података при моделирању градијента убрзања теже. Посебну пажњу посветила је инструменту који се користи у GOCE сателитској мисији.

Начине решавања проблема граничних вредности теорије потенцијала приказала је у поглављу *Решавање проблема граничних вредности потенцијала убрзања силе Земљине теже*.

У оквиру поглавља *Моделирање градијента убрзања силе Земљине теже* кандидаткиња је приказала концепт и методологију моделирања вертикалног градијента, као и досадашња достигнућа у тој области. Поред тога, дала је детаљан опис поступака моделирања вертикалног градијента коришћењем података о висини терена, са посебним акцентом на поделу топографских маса на праве правоугаоне призме и полиедре.

У поглављу *Нумеричка истраживања* кандидаткиња је описала поступке прикупљања, припреме, обраде и анализе коришћених података, као и принцип рада коришћеног софтвера. Приказани су основни статистички подаци, хистограми и графици корелације моделираног и мереног вертикалног градијента и извршена је анализа приказаних резултата.

У Закључним разматрањима представљени су најзначајнији резултати нумеричких истраживања. Критичком анализом постојећих података и изношењем опсервација о важности примене вредности вертикалног градијента убрзања теже, кандидаткиња је изнела закључке и препоруке за будућа истраживања.

## 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“ бави се савременим проблемима који се односе на целокупан процес мерења и моделирања вертикалног градијента убрзања силе Земљине теже.

У геодетској пракси вертикални градијент користи се приликом редукције резултата мерења убрзања теже на геонид, као и при редукцији резултата апсолутног мерења убрзања теже на ниво физичке површи Земље, односно користи се приликом успостављања гравиметријских или нивелманских мрежа, као и при одређивању геоида.

С обзиром да распоред густина топографских маса има значајан утицај на вертикални градијент, познавање вредности вертикалног градијента и праћење његових промена у простору омогућава одређивање густине, облика и дубине подземних структура Земље.

У складу са тим, актуелна истраживања из ове области фокусирају се на три аспекта:

- методе мерења вертикалног градијента,
- инверзија података мерења вертикалног градијента убрзања теже у циљу одређивања густине, облика и дубине подземних структура Земље и
- моделирање вертикалног градијента убрзања теже коришћењем аномалија убрзања и дигиталних модела терена.

Истраживање приказано у овој дисертацији припада трећој групи истраживања и представља савремену и актуелну тему научног истраживања. У делу који претходи нумеричким истраживањима описани су инструменти и методе мерења убрзања теже и вертикалног градијента убрзања теже, као и постојеће методе моделирања.

Како је мерење вертикалног градијента дуготрајан, скуп, захтеван и напоран посао, од изузетне је важности уложити напоре у покушају моделирања његове вредности на основу свих расположивих података.

Одабир методе моделирања градијента убрзања теже зависи од података који се користе приликом моделирања. Разликују се методе моделирања које се заснивају на употреби дигиталних модела терена и методе које се базирају на примени гравиметријских података, као и методе моделирања које подразумевају употребу обе врсте података.

Приликом моделирања примењеног у докторској дисертацији кандидаткиња је користила доступне податке који обухватају дигиталне моделе терена различитих резолуција. Гравитациони утицај топографских маса изнад елипсоида подељен је на рачунање гравитационог утицаја топографских маса између елипсоида и геоида, и на рачунање гравитационог утицаја топографских маса између геоида и физичке површи Земље. Извршена је подела топографских маса на призме и на полиедре. На тај начин је у оквиру истраживања у докторској дисертацији предложен концепт који није примењен у досадашњим научним истраживањима.

У оквиру докторске дисертације анализирани су подаци мерења вертикалног градијента и извршено је моделирање вертикалног градијента коришћењем методологије која подразумева моделирање градијента убрзања силе Земљине теже из два дела. Поред тога, извршена је анализа утицаја удаљености зона са различитим резолуцијама дигиталног модела терена, анализа утицаја висине за коју се моделирање изводи, анализа утицаја усвајања различите густине призми, анализа корелације моделираног вертикалног градијента убрзања теже и географског положаја и висине терена, као и валидација модела коришћењем мерених вредности вертикалног градијента. Креирањем модела вертикалног градијента обезбеђена је квалитетнија интерпретација резултата гравиметријских мерења.

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 „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“ (на енглеском језику „Modelling of the Earth’s vertical gravity gradient“), аутора Софије Наод, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације.

На основу наведеног, може се закључити да моделирање вертикалног градијента убрзања силе Земљине теже има практичну вредност и резултат је оригиналног научног истраживања. Стога је докторска дисертација кандидаткиње научно оправдана и представља савремену и актуелну тему научног истраживања.

### **3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу**

Попис цитиране литературе коришћене у изради ове докторске дисертације садржи 122 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 Geodesy*, *Bulletin Geodesique*, *Reports on Geodesy*, *Acta Geodaetica et Geophysica*, *Contributions to Geophysics and Geodesy*, *Geophysics*, *Journal of Geophysical Research*, *Journal of Geodynamics*, *Metrologia*, као и радови објављени на значајним међународним конференцијама из области геодезије.

Кандидаткиња је у дисертацији правилно реферисала уџбенике, научно-стручне радове, приручнике, постојеће докторске дисертације и научне извештаје.

Кандидаткиња је у значајној мери користила савремену и актуелну литературу.

Највећи број приказаних референци је новијег датума, од чега је 86 приказаних референци објављено између 2000. и 2021. године. Преко 70% литературе публиковано је у последњих двадесет година, док је око 40% литературе објављено у последњих десет година.

### **3.3. Опис и адекватност примењених научних метода**

Кандидаткиња је рад у дисертацији реализовала паралелном применом теоријског приступа ослоњеног на коришћену литературу и практичног приступа заснованог на сопственом истраживању.

За сагледавање постојећих сазнања из предметне области, кандидаткиња је извршила синтезу резултата досадашњих истраживања прегледом релевантне стручне и научне литературе. У том смислу, извршено је прикупљање, анализа и систематизација резултата досадашњих истраживања, као и преглед до сада примењиваних метода.

План и програм експерименталног дела истраживања формиран је на основу резултата прегледа литературе, коришћењем хеуристичке и хипотетичко-дедуктивне методе. За анализу добијених резултата примењене су компаративне, дедуктивне и статистичке методе испитивања.

На основу свега наведеног, добијене резултате и закључке изведене у оквиру дисертације треба прихватити као потпуно валидне.



### **3.4. Применљивост остварених резултата**

Резултати добијени у оквиру истраживања пре свега приказују неопходност моделирања вертикалног градијента теже у циљу правилније редукције мереног убрзања теже.

Резултати нумеричких истраживања доказују да је моделирање вертикалног градијента убрзања теже, са аспекта економичности, брзине, утрошеног времена и ресурса, далеко повољније од мерења вертикалног градијента релативним гравиметром.

Кандидаткиња је као решење предложила модел градијента убрзања теже који се ослања на скуп теоријских једначина које омогућавају предикцију података независно од географског положаја и висине терена. Предложила је две методе рачунања гравитационог утицаја топографских маса. Прва метода подразумева поделу топографских маса на праве правоугаоне призме, док друга укључује поделу топографије на полиедре. Примењене технике моделирања припадају групи директних техника моделирања и подразумевају употребу модела у сврху симулације исхода.

Добијене моделиране вредности вертикалног градијента кандидаткиња је упоредила са стварним резултатима мерења. Постигнуто је добро слагање моделираних и мерених вредности вертикалног градијента, чиме је успешно извршена валидација креираног модела.

### **3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад**

Кандидаткиња се у оквиру своје докторске дисертације бавила изучавањем и критичком анализом доступне релевантне литературе, као и планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата нумеричких истраживања.

Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, кандидаткиња је успешно решила постављене задатке истраживања и доказала да поседује вештине и способност за самостални научно-истраживачки рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### **4.1. Приказ остварених научних доприноса**

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

- Установљено је да око 60% резултата мерења вертикалног градијента има вредност блиску нормалној (теоретској) вредности градијента убрзања теже, што је у сагласности са теоријским поставкама.
- Установљено је да разлика између моделираног и вертикалног градијента нормалног убрзања достиже вредност од најмање 0.2 mGal/m.
- Показано је да обе предложене методе моделирања испуњавају тренутне практичне захтеве у геодезији.

- Упоређујући две предложене методе моделирања, показано је да метода поделе топографских маса на праве правоугаоне призме даје боље резултате апроксимације од методе која подразумева поделу топографије на полиедре.
- Доказано је да се вертикални градијент убрзања силе Земљине теже може моделирати на основу доступних података са тачношћу реда тачности мерења, односно са тачношћу од око  $30 \mu\text{Gal}/\text{m}$  (300 E).
- Показано је да не постоји статистички значајна корелација између грешке моделирања и географског положаја, као ни између висине терена и грешке моделирања.
- Показано је да креирани модел вертикалног градијента убрзања силе Земљине теже подједнако добро описује топографске масе независно од географског положаја и да квалитет предикције не зависи од надморске висине подручја над којим се примењује.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживачки рад Софије Наод, дипл. инж. геод. оријентисан је на креирање модела вертикалног градијента убрзања силе Земљине теже на основу доступних података на територији Републике Србије.

Истраживање је засновано на полазној хипотези да се вертикални градијент може моделирати на основу доступних расположивих података о телу Земље са тачношћу реда тачности коју данас постижу релативни гравиметри, или прецизније, са проширеном мерном несигурношћу од  $\pm 30 \mu\text{Gal}/\text{m}$ , а за фактор проширења 2.

На основу анализе мерног материјала и извршене валидације креираног модела, може се констатовати да је кандидаткиња доказала да резултати истраживања потврђују истинитост полазних хипотеза постављених у уводном поглављу ове докторске дисертације.

Испитивања у оквиру дисертације утврдила су да је применом развијене методологије могуће креирати модел вертикалног градијента убрзања теже који задовољава тренутне захтеве у примењеној геодезији.

Кандидаткиња је констатовала да је моделирање вертикалног градијента веома сложен процес јер зависи од локалних топографских и геолошких карактеристика подручја. Такође је констатовала да је утицај локалних топографских маса другачији од утицаја удаљених топографских маса, што додатно отежава процес моделирања. Како би развијена методологија могла да има ширу примену у пракси, неопходно је спровођење додатних истраживања у погледу употребе дигиталних модела веће резолуције и веће тачности, као и модела густина, који за сада нису доступни.

Поред препорука за унапређење постојећег модела, кандидаткиња је дала низ препорука и предлога за даља истраживања у предметној области.

### 4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Софија Наод је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представила свој рад кроз следеће публикације:

Категорија М23:

1. Habib Gad Moamen Awad, Odalović Oleg, **Naod Sofija** (2020). Possibility to determine highly precise geoid for Egypt territory, *Geodetski vestnik*, Vol. 64, No. 4, pp. 578-593.

Категорија М22:

1. **Naod Sofija**, Odalović Oleg, Brajović Ljiljana, Savanović Rajko (2021). History of geodetic works in Vojvodina (Northern Serbia) and use of old maps in Serbian national spatial data infrastructure, *Survey Review*, Februar, pp. 1-17.

Категорија М33:

1. Odalović Oleg, Grekulović Sanja, Al-gharabli Hamza, Blagojević Dragan, Vasilić Violeta, **Naod Sofija** (2013). Comparison of global geopotential models with Terrestrial gravity data in Libya; *Geomat 2013*, Scientific Conference with International Participation, Romania, 2013, pp.181.
2. **Naod Sofija**, Grekulović Sanja, Vasilić Violeta, Odalović Oleg, Blagojević Dragan (2013). Terrestrial Reference Frame of Serbia and its Temporal Rate, *Proceedings of the Third CROPOS Conference*.

Категорија М60:

1. **Naod Sofija**, Brajović Ljiljana, Odalović Oleg, Malović Miodrag, Todorović Goran; Gospavić Radovan (2015). Gravitations gradiometri koji se koriste u satelitskim misijama – princip rada i mjerne karakteristike, *Proceedings of the Congress of Metrologists*.

Категорија М53:

1. **Naod Sofija** (2021). The significance of determination of the absolute value of gravity in geodesy, *Tehnika*, 76(1), pp. 17-24.

### 3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације под насловом „Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“ предложена је методологија моделирања вертикалног градијена убрзања теже на основу података о геометрији топографских маса доступних у виду дигиталних модела терена. Добијени подаци моделирања потом су упоређени са резултатима мерења, која су изведена коришћењем релативног гравиметра CG-5. Из наведеног поређења закључено је да је наведени циљ у потпуности испуњен за готово све податке који су били на располагању

Комисија сматра да урађена докторска дисертације кандидаткиње Софије Наод, дипл. инж. геод. у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидаткиња испољила способност за самосталан научно-истраживачки рад у свим фазама израде ове дисертације.

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

„Моделирање вертикалног градијента силе Земљине теже“

кандидаткиње Софије Наод, 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 кандидаткињу на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

Београду, 27.12.2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

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

---

В. проф. др Љиљана Брајовић, дипл. инж. ел.  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

---

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

---

В. проф. др Ивана Васиљевић, дипл. инж. геол.  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки  
факултет

---

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

---