

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Датум и орган који је именовео комисију НН веће Факултета техничких наука, број: 012-199/8-2013, 31.10.2013 године, одлуком Декана</li> <li>Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ul style="list-style-type: none"> <li>Др Миро Говедарица, редовни професор, Геодезија и геоматика, 14.02.2012., ФТН Нови Сад</li> <li>Др Бошко Прибичевић, редовни професор, Геодезија, 08.09.2009., Геодетски факултет Загреб</li> <li>Др Владимир Булатовић, доцент, Геодезија, 17.11.2011., ФТН Нови Сад</li> <li>Др Иван Алексић, редовни професор, Премер и уређење земљишне територије, 24.02.2012., Грађевински факултет Београд</li> <li>Др Тоша Нинков, редовни професор, Геодезија, 01.02.2002. године, ФТН Нови Сад</li> </ul> </li> </ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Име, име једног родитеља, презиме: Зоран, Радомир, Сушић</li> <li>Датум рођења, општина, држава: 13.07.1978., Никшић, Црна Гора</li> <li>Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Грађевински факултет у Београду, Одсек за геодезију, дипломирани инжењер геодезије (мастер)</li> <li>Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2011., Студијски програм Геодезија и геоматика, Факултет техничких наука у Новом Саду</li> <li>Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</li> </ol>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Геодинамичка анализа померања Земљине коре регионалног карактера
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
<p>Научни приказ истраживања за реализацију постављених циљева дисертације, кандидат је презентовао на 196 страна, кроз тринаест делова. Дисертација садржи 63 слике, 17 табела и 149 референци.</p> <p>Дисертација је организована на следећи начин:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Увод, стр.: 1-8, 1 слика.</li> <li>Тектонска активност и геолошки структурни односи, стр.: 9-18, 7 слика.</li> <li>Аквизиција података за анализу деформација применом савремених технологија, стр.: 19-42, 16 слика, 1 табела.</li> <li>Гаус-Марковљев модел посредног изравнања и МНК оцене, стр.: 43-55, 2 табеле.</li> <li>Систематизација модела у деформационој анализи, стр.: 56-82, 8 слика, 2 табеле</li> <li>Модел у напредној деформационој анализи, стр.: 83-94, 6 слика</li> <li>Експериментална истраживања померања Земљине коре регионалног карактера, стр.: 95-150,</li> </ol>

25 слика, 12 табела

8. Дискусија и закључна разматрања, стр.: 151-154.
9. Литература, стр.: 155-167.
10. Прилог 1: Вектори померања на тачкама формираног деформационог модела пасивне референтне мреже, стр.: 168-169.
11. Прилог 2: Поље померања на предметној области истраживања, стр.: 170-171.
12. Прилог 3: Поље параметара стрејна на предметној области истраживања, стр.: 172-173.
13. Прилог 4: Компоненте параметара стрејн тензора у дефинисаном гриду, стр.: 174-196.

## **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У дисертацији је приказано теоријско и експериментално истраживање које се односи на геодинамичка померања Земљине коре на подручјима регионалног карактера.

У **првом** поглављу дефинисан је предмет и циљ истраживања, полазне хипотезе, као и претходна истраживања о тектонским померањима. Површински делови Земљине литосфере су у сталном покрету, изложени напрезањима и тектонским обликовањима, услед различитих утицаја, који су пре свега ендеогеног карактера. Комплексност идентификације активних померања је добро позната и донедавно било их је веома тешко квантификовати. Дефинисана је методологија истраживања на бази упоређења геодетског и геолошког модела померања.

**Друго** поглавље у дисертацији односи се на историјски приказ развоја теорије тектонских плоча, са акцентом на узрочнике њихових померања. Ово поглавље се бави и геологијом, тектонским утицајима, раседима терена и узрочно-последичном корелацијом између њих, као и рецентном тектонском активношћу Панонског басена у оквиру Евроазијске плоче.

**Треће** поглавље бави се савременим технологијама аквизиције геопросторних података за потребе анализе квантитативне оцене тектонских померања (ИнСАР, ВЛБИ, ЛИДАР, ГПС/ГНСС). Методе ГПС/ГНСС сателитског позиционирања данас имају кључну примену у анализи геодинамичких померања, почев од мреже активних перманентних станица које раде у континуитету, па до пасивних референтних ГПС/ГНСС мрежа, које су карактеристичне за локална и регионална геодинамичка истраживања.

**Четврто** поглавље обрађује теорију примене Гаус-Марковљевог модела у изравнањима геодетских мрежа, као и МНК оцене непознатих параметара, проблеме дефинисања датума геодетских мрежа и датумске трансформације.

У **петом** поглављу приказана је анализа класификације модела у геодетској деформационој анализи са акцентом на конвенционалне и напредне моделе анализе. Перманентни развој техника мерења и моделирања деформација допринео је револуционарном преласку пута од констатације и описа деформација, до анализе процеса шта је заправо узрок појављивања деформације. У овом поглављу дају се теоријске поставке модела конгруенције, робусних метода, полиномских деформационих модела, модела кретања крутих тела, итд. Приказана је метода која представља интегрисани део за суштинско и интердисциплинарно разумевање анализе деформација, а односи се на стрејн анализу, при чему се ставља акценат на релацију геодезије, теорије система и механике континуума.

**Шесто** поглавље даје преглед напредних модела деформационе анализе, са посебним освртом на системе идентификације коришћењем параметарских и непараметарских модела, примену неуронских мрежа и *fuzzy* логике у анализи деформација. Посвећена је пажња техници Калмановог филтрирања, која представља један од најпопуларнијих универзалних алата за системе идентификације и може бити примењена на све врсте модела у складу са спроведеном класификацијом, која је предмет петог поглавља.

**Седмо** поглавље представља експериментални истраживачки део дисертације који припада регионалној области геодинамичких истраживања, на подручју дела Панонског басена који припада територији Републике Србије, односно Војводине. На основу реализованих ГПС/ГНСС сателитских опажања у две временске епохе, спроведена је деформациона анализа геодетске мреже, на основу које су спроведени поступци идентификације стабилности и динамике појединачних лоцираних блокова на предметној области истраживања. Примењена је метода стрејн анализе, која је заснована на принципима механике континуума, при чему је предметно подручје анализирано у компресивном или дилатационом режиму карактера кретања терена. На основу добијених интензитета померања на тачкама деформационог модела, за поуздану и квалитетну интерпретацију просторних особина дискретног деформационог поља, примењене су различите методе геостатистичке интерполације, којима се симулира њихова непрекидност. Спроведена је анализа кореспонденције две независно

примењене методологије, геодетског модела померања, који је базиран на високо прецизном сателитском позиционирању, са једне стране, и геолошког модела померања, који је базиран на геолошким истражним радовима и геоморфолошким анализама даљинске детекције, са друге стране.

У **осмом** поглављу дата су закључна разматрања која су проистекла из експерименталних истраживања спроведених у раду. Важно је истаћи допринос геодетских прецизних мерења мултидисциплинарном разумевању стања Земљине коре на регионалном подручју истраживања. У овом поглављу су дати правци будућих истраживања, са посебним акцентом на значај перманентног мониторинга површинског омотача Земљине коре, који је константно под утицајем различитих тектонских процеса.

**Девето** поглавље односи се на списак коришћене литературе. У посебним **прилозима** презентирани су вектори померања на тачкама формираног деформационог модела, поље померања, као и параметри стрејн тензора у нумеричкој и графичкој форми на предметној области истраживања.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

### **Рад у међународном часопису (M21 – вредност 8)**

- Bulatović, V., Sušić, Z., Ninkov, T., (2012): Estimate of the ASTER-GDEM regional systematic errors and their removal, International Journal of Remote Sensing, <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2012.676744>, Volume: 33, Issue: 18, 11.04.2012, ISSN: 0143-1161, pp 5915-5926.

### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33 – вредност 1)**

- Sušić, Z., Ninkov, T., Bulatović, V., Vasić, D., (2012): Deformation models in geodynamic analysis of the movements in the earth's crust PROCEEDINGS: iNDiS 2012 is 12th International scientific conference on planning, design, construction and building renewal, UDK 624.93, ISBN 978-867892-453-8, November 28-30, 2012.
- Sušić, Z., Vasić, D., Bulatović, V., Ninkov, T., (2008): "Geodetski monitoring građevinskih objekata korišćenjem konvencionalnih i savremenih tehnologija", Drugi internacionalni naučno-stručni skup " Građevinarstvo, nauka, praksa ", Žabljak, Crna Gora, Mart 2008.
- Perović, G., Sušić, Z., Đurović, R., Todorović, M., (2006): " PERGELTOR method of integrating GPS measurements and trigonometric networks ", International Symposium "Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields", Sofia, Bulgaria, November 2006.
- Perović, G., Sušić, Z., Anđić, D., Đurović, R., (2006): " PERGELTORAF method of integrating GPS measurements and trigonometric networks ", International Symposium "Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields", Sofia, Bulgaria, November 2006.
- Ninkov T., Bulatović V., Sušić Z, Vasić D., Ninkov Đ., (2011): Modern methods of dynamic setting out in engineering surveying, PROCEEDINGS: International Scientific Conference - FIRST SERBIAN GEODETIC CONGRESS, December 1st-3st, 2011, pp 251 – 258, ISSN/ISBN: 978-86-459-0401-3, UDK: 528(028), COBBIS SR-ID: 187813644.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Предмет дисертације представља одређивање регионалних геодинамичких померања Земљине коре, на основу поновљених ГПС/ГНСС мерења на физички стабилованим тачкама пасивне геодетске референтне мреже.

Кроз експериментална истраживања дат је акценат на примени деформационе анализе на пасивним геодетским мрежама, које обезбеђују добру просторну резолуцију. Површински слојеви омотача Земљине коре су у сталном покрету, услед деловања различитих утицаја који се односе на варијације локалних дешавања, као што су промена нивоа подземних вода, тектонске појаве, раседи са различитим карактером кретања (гравитациони, реверсни и транскурентни), клизишта, итд. Значајне деформације Земљине коре могу се јавити као последица читавог низа регионалних и локалних феномена, посебно у граничним зонама литосферних плоча, где се акумулирају напони и

јављају нелинеарне интерсеизмичке деформације.

Циљ истраживања, сагласно предмету, односио се на идентификацију сигнификантних померања на тачкама формираног деформационог модела. У геодетском смислу, дефинисани циљ истраживања представља директно постављен проблем, међутим, са свеобухватног геодинамичког аспекта, задати циљ припада инверзно постављеним проблемима, јер се покушава објаснити узрок на основу опажаних последица. Истраживачки аспект наглашен је потребом за интеграцијом хетерогених резултата одређивања померања у јединствени деформациони модел.

Научни значај огледа се у дефинисању методологије формирања деформационог модела регионалних померања Земљине коре, са аспекта примене геодетске деформационе анализе. Потврђена је хипотеза о кореспонденцији две независно примењене методологије, геодетског модела померања, који је базиран на високо прецизном сателитском позиционирању, са једне стране, и геолошког модела померања, који је базиран на геолошким истраживањима, са друге стране.

## **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Кандидат је у решавању актуелног научног проблема користио признате научне методе. Резултати су приказани на савремен и интересантан начин, коришћењем модерних технологија обраде и прикупљања просторних података у циљу геодинамичких истраживања подручја регионалног карактера. Коришћени су савремени софтвери за обраду података из научне проблематике дисертације, за потребе посредног изравњања ГПС/ГНСС мерења у пасивним геодетским мрежама, одређивања параметара стрејн анализе и геостатистичке интерполације. Потврђена је хипотеза о кореспонденцији две независно примењене методологије утврђивања померања карактеристичких аномалијских целина на предметној области истраживања. Формирани закључци у раду, који су поткрепљени одговарајућом графичком и нумеричком интерпретацијом, имају позитивну оцену. Наведени су и правци будућих истраживања.

## **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Комисија констатује да је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

Овим истраживањем обухваћена је геодинамичка анализа регионалних померања Земљине коре, са аспекта примене геодетске деформационе анализе. Коришћени подаци су обимни и репрезентативни, а начин интерпретације и тумачење резултата јасно и савремено.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе.

У дисертацији су дефинисани предмет, циљеви, полазишта и коришћене методе истраживања. Полазне претпоставке су логичне. Интерпретација резултата и закључци су коректни, а спроведено истраживање је оригинално и спроведено самостално. Геодинамичка анализа спроведена у раду представља квалитетну основу за будућа истраживања површинског омотача Земљине коре на подручјима регионалног карактера.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Дисертација представља оригиналан допринос науци на пољу мултидисциплинарних истраживања померања Земљине коре, у циљу интеграције хетерогених резултата одређивања померања у јединствени деформациони модел. На подручју истраживања постојао је само геолошки модел померања, рађен на основу дугогодишњих испитивања, која су базирана у већој мери на околна подручја, у односу на део Панонског басена који припада територији наше земље. Реализацијом високо прецизног сателитског ГПС/ГНСС позиционирања у различитим временским епохама, обезбеђени су услови за примену тренутно најефикасније научне методологије за квантитативну оцену геодинамичких померања Земљине коре. Примењеним методама обраде прикупљених података у раду, оправдано је унапређена улога геодезије и геодетске деформационе анализе у мултидисциплинарном приступу неотектонских померања Земљине коре.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија није уочила недостатке у финалној верзији дисертације који би утицали на резултат истраживања.

<b>X ПРЕДЛОГ:</b>
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
<ul style="list-style-type: none"><li>- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.</li><li>- Имајући у виду наведене закључке, комисија предлаже НН већу Факултета техничких наука и Универзитета у Новом Саду да се докторска дисертација под називом:  <b>„Геодинамичка анализа померања Земљине коре регионалног карактера”</b>  кандидата <b>Зорана Сушића</b>, ментора редовног професора на Факултету техничких наука др Тоше Нинкова, прихвати, а кандидату одобри одбрана.</li></ul>

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Миро Говедарица, редовни професор, ФТН Нови Сад

---

др Бошко Прибичевић, редовни професор, Геодетски факултет Загреб

---

др Владимир Булатовић, доцент, ФТН Нови Сад

---

др Иван Алексић, редовни професор, Грађевински факултет Београд

---

др Тоша Нинков, редовни професор, ФТН Нови Сад

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.