

**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>
1. Датум и орган који је именовао комисију 30. 04. 2015., Декан Факултета техничких наука на основу одлуке Наставно-научног већа и матичне катедре, Решење бр. 012-199/6-2016.
2. 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: 1. др Миро Говедарица, редовни професор, уно: геодезија и геоматика, 26.04.2012. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад – председник 2. др Иван Алексић, редовни професор, уно: премер и уређење земљишне територије, 27.06.2012. Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд – члан 3. др Владимир Булатовић, ванредни професор, уно: геодезија, 17.11.2010. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад – члан 4. др Зоран Сушић, доцент, уно: геодезија, 01. 10. 2014. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад – члан 5. др Тоша Нинков, редовни професор, уно: геодезија, 01.02.2002. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад – ментор
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
1. Име, име једног родитеља, презиме: Дејан, Душан, Васић
2. Датум рођења, општина, држава: 07.09.1980., Сарајево, БиХ
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Геодезија и геоматика, Дипломирани инжењер геодезије – мастер
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2011., Геодезија и геоматика Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /
Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b> <b>Модел геодетског премера савременим аквизиционим технологијама</b>
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b> Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл. Докторска дисертација кандидата Дејана Васића под називом „Модел геодетског премера савременим аквизиционим технологијама” написана је на српском језику, латиничним писмом. Садржи 10 поглавља и 201 страну. На почетку рада дати су наслов, кључна документација (на српском и енглеском језику), апстракт (на српском и енглеском језику) и захвалница, садржај, списак слика, списак табела и списак скраћеница. Истраживања у оквиру докторске дисертације реализована су кроз десет следећих поглавља:

1. Увод (60 стр.);
2. Претходна истраживања (8 стр.);
3. Области примене савремених технологија премера (18 стр.);
4. Постојећа правилничка документација о топографском премеру и топографско-картографским производима (2 стр.);
5. Предлог модела геодетског премера применом савремених аквизиционих технологија (21 стр.);
6. Верификација модела (34 стр.);
7. Дискусија резултата (11 стр.);
8. Закључна разматрања и правци даљих истраживања (3 стр.);
9. Преглед коришћене литературе (7 стр.);
10. Прилози (29 стр.).

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

Докторска дисертација је подељена у више поглавља ради лакшег сагледавања специфичности проблема сваког од делова.

У **првом** поглављу дисертације су, поред предмета и циља научног истраживања и дефинисања полазних хипотеза, дефинисана и структура истраживања докторске дисертације и кратак опис поглавља. Описане су примењене научне методе савремених технологија премера: метода прецизне електронске тахиметрије, GNSS метода, метода аутоматизоване дигиталне фотограметрије, у оквиру које су описане компоненте и функционисање система и математички модел одређивања 3D координата карактеристичних тачака терена и објеката, метода 3D ласерског скенирања, у оквиру које су описане компоненте и функционисање система, мобилно терестричко ласерско скенирање и математички модел одређивања 3D координата карактеристичних тачака терена и објеката. Наведене су процедуре обраде података прикупљених савременим технологијама премера употребом LiDAR и UAV система. Описане су примењене методе и анализирани различите методе класификације прикупљених података у оквиру различитих алгоритама формирања 3D модела терена и објеката. Дат је приказ могућности модификовања најчешће коришћених алгоритама у циљу побољшања квалитета излазних резултата. Дат је преглед статистичких метода анализе података, као и извод из теорије грешака мерења.

**Друго** поглавље односи се на претходна истраживања која дају преглед сличних реализованих пројеката у свету и претходних истраживања из области калибрације координатних система и рамере 3D модела облака тачака.

**Треће** поглавље дисертације бави се прегледом области примене савремених технологија премера и њиховог утицаја на квалитет 3D модела терена и објеката и топографских карата као финалних производа већине геодетских радова.

**Четврто** поглавље бави се прегледом постојеће правилничке документације о топографском премеру и топографско-картографским производима која се базира на Закону о премеру и катастру земљишта. Истакнути су проблеми у вези са коришћењем постојеће документације и неусаглашености постојећих правилника РГЗ-а о премеру и катастру земљишта са актуелним нивоом развоја технологија прикупљања и обраде података.

У **петом** поглављу дат је предлог модела геодетског премера применом савремених аквизиционих технологија у моделима где се примењују технологије УАВ и мобилног ласерског скенирања. Предлог се базира на реализацији следећих фаза радова: припрема пројекта премера, аквизиција података, иницијална обрада прикупљених података, калибрација облака тачака, контрола квалитета извршене калибрације, генерисање финалног облака тачака и финалном изградом 3D модела терена и објеката и генерисања 3D топографских подлога премера и инжењерске геодезије.

**Шесто** поглавље дисертације бави се верификацијом предложеног модела и анализом експерименталних резултата истраживања на тест подручју насељеног места Фекетић реализованих у поступку доказивања-оповргавања полазне хипотезе дисертације. Добијени експериментални резултати су анализирани применом савремених математичких модела статистичке анализе сета података геодетских мерења и обраде на тест подручју. Анализа ће бити примењена на сету података генерисаном неком од наведених савремених метода снимања унутар дефинисаног полигона. Извршено је основно филтрирање ових података и њихово упоређење са условно тачном методом премера. У моделу истраживања обрађеном у дисертацији као условно тачни резултати су коришћени подаци прикупљени методом прецизне електронске тахиметрије. Извршено је упоређење 3D координата детаљних тачака прикупљених анализираним

технолозијама УАВ и мобилног ласерског скенирања и координата истих тачака прикупљених методом прецизне електронске тахиметрије. Као методе прецизне електронске тахиметрије су коришћене методе мерења тоталним станицама и ГПС-ом. Одређена одступања по све три координатне осе су анализирана применом математичких модела статистичке анализе у циљу одређивања тачности координата одређених добијених мерењем УАВ и технологијом мобилног ласерског скенирања. Вредности на основу којих се статистичким методама може срачунати тачност мерених величина су вредности «мерене» - «тачне» и оне су у раду дефинисане као одступања координата тачака генерисаних UAV или LiDAR системом и координата тачака снимљених методом прецизне електронске тахиметрије. На основу ових одступања креирани су дијаграми интервала насталих разлика у три модела података где сваки од њих генерише своју криву одступања мерених података од «тачних». Прва потиче од разлика насталих упоређењем сирових мерења (UAV или LiDAR систем) са мерењима спроведеним методом прецизне електронске тахиметрије. Друга потиче од разлика насталих упоређењем UAV или LiDAR података калибрисаних на основу контролних тачака са мерењима спроведеним методом прецизне електронске тахиметрије. Трећа крива потиче од разлика насталих упоређењем UAV или LiDAR података калибрисаних на основу контролних тачака и контролних профила са мерењима спроведеним методом прецизне електронске тахиметрије. На основу насталих разлика стекли су се услови да се коришћеним савременим статистичким методама одреди тачност UAV или LiDAR података пре и после калибрације. Из добијених анализа могу се донети закључци о корелацији броја контролних тачака и профила на квалитет мерења реализованих УАВ и мобилним ласерским скенирањем. Анализом добијених резултата констатовано је да повећање квалитета корелационо зависно од броја контролних тачака и профила до њиховог рационалног броја што се може одредити пројектом топографских мерења по критеријуму постизања пројектоване тачности одређивања координата детаљних тачака топографског премера у катастру и инжењерској геодезији.

**Седмо** поглавље које се односи на дискусију резултата подељено је на неколико делова. Описана је калибрација података генерисаних UAV системом, где се истиче оптимизација броја контролних тачака и контролних профила. Анализирана је калибрација издвојених података генерисаних UAV системом на основу 4, 6 и 9 контролних тачака, калибрација издвојених података генерисаних UAV системом на основу 13 и 27 контролних тачака и контролних профила, калибрација издвојених података генерисаних UAV системом на основу 27 контролних тачака и контролних профила и дат је сумарни приказ анализе калибрисаних података са 4, 6, 9, 13 и 27 контролних тачака и контролних профила.

**Осмо** поглавље садржи закључна разматрања која су проистекла из анализе примењене методологије повећања квалитета података у пројектима премера и инжењерске геодезије коришћењем савремених метода прикупљања и обраде података. Приказана анализа се базира на изучавању теоријских основа савремених метода прикупљања и обраде података, података реализованог експеримента са применом технологија УАВ и мобилног ласерског скенирања, обрадом података и анализе постигнутих резултата савременим статистичким методама. На основу те комплексне анализе метода рада и анализе квалитета добијених резултата проистекао је предлог методе премера применом савремених аквизиционих технологија.

**Девето** поглавље садржи списак литературе коришћене приликом израде ове докторске дисертације.

**Десето** поглавље садржи прилоге.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 1. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

#### Рад у међународном часопису (M21)

- Marković, M. Z., Bajić, J. S., Vrtunski, M., Ninkov, T., Vasić, D. D. and Živanov, M. B., 2016. Application of fiber-optic curvature sensor in deformation measurement process. *Measurement*, 92, pp. 50-57.
- Bajić, J. S., Marković, M. Z., Joža, A., Vasić, D. D. and Ninkov, T., 2017. Design Calibration and Characterization of A Robust Low-Cost Fiber-Optic 2D Deflection Sensor. *Sensors and Actuators A: Physical*.

#### Рад у међународном часопису

- Чланак је 26.05.2012 прихваћен за објављивање. JCR 12.07.2012. за 2011(M21) годину. Часопис је иснао са SCI листе 07.2012 године.
- Bulatović, V., Vasić, D. and Ninkov, T., 2013. Method for generating natural colour from false colour images based on Normalized Difference Vegetation Index clustering. *Advanced Science Letters*, 19(1), pp. 207-211.

#### Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

- Marković, Marko & Vasić, Dejan & Ninkov, Toša & Petković, Marijana & Jankovic, Nikola. (2016). Primena savremenih geodetskih metoda tokom izgradnje visokih zgrada. *Zbornik radova Građevinskog fakulteta*. 32, str. 987-996. 10.14415/konferencijaGFS2016.100.
- Vasić, D., Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z. i Marković, M. 2015. Metodologija klasifikacije vegetacije urbanih sredina primenom bespilotnih letelica. *Udruženje inženjera Beograda*. 7, str. 154-162.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Vasić, D. and Sušić, Z., Modern geodesy and hydraulic engineering.
- Sušić, Z., Ninkov, T., Bulatović, V. i Vasić, D., (2014). Primena bespilotnih letelica u postupku izrade geodetskih podloga za projektovanje. *5. internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo, nauka, praksa – Žabljak, Crna Gora*.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z. and Vasić, D. (2014). Mobilno lasersko skeniranje u postupku masovnog prikupljanja podataka. *Zbornik radova Građevinskog fakulteta*. 30, str. 1113-1118. 10.14415/konferencijaGFS2014.146.
- Vasić, D., Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z. and Marković, M., 2014. Terrain Mapping by Applying Unmanned Aerial Vehicle and Lidar System for the Purpose of Designing in Serbia. *New Technology in Engineering Surveying*, 6, pp. 217-222.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z., Vasić, D. and Marković, M., 2014. Modern Acquisition Technology of Spatial Data as a Basis of Environmental Engineering and Planning Projects, *FIG Congress 2014, Kuala Lumpur, International Federation of Surveyors, Malaysia 16 – 21 June 2014*, pp 1-9 (7334), ISBN 978-87-92853-21-9.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z., Vasić, D., 2013. Moderne tehnologije prikupljanja podataka kod projektovanja saobraćajnih i linijskih struktura i objekata, *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, Zbornik radova Međunarodni simpozijum, Novi horizonti saobraćaja i komunikacija, Doboj, 22-23. novembar 2013*.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Sušić, Z. and Vasić, D., 2013. Modern acquisition technology of spatial data as a basis of urban planning., *University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences "Mihajlo Pupin", International Conference "Ecology of Urban Areas" (3 ; Zrenjanin ; 2013)*.
- Ninkov, T., Bulatović, V., Vasić, D. and Sušić, Z., 2013. Modern Methods of Data Collecting and Treating in Projects of Hydraulic Engineering. *International Federation of surveyors, FIG Working Week 2013, Abuja, Nigeria, 6-10. May 2013*.
- Vasić, D., Ninkov, T., Bulatović, V. and Sušić, Z., 2011. Development of 3d topographic layouts for the Design of rain sewerage for the city of Damatur in Nigeria, *Faculty of civil engineering Belgrade, INTERNATIONAL Scientific Conference "Professional Practice and Education in Geodesy and Related Fields", Kladovo, 2011*.

#### VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Прикупљање просторних података се данас у пројектима премера и обнове премера, различитим пројектима из области инжењерске геодезије, реализује конвенционалним методама, које најчешће обезбеђују тражену тачност излазних података. Под конвенционалним методама се подразумевају, пре свега, метода прецизне електронске тахиметрије и ГНСС метода премера. Те две методе су примарне за прикупљање података о простору и увек ће постојати потреба за њима. Са друге стране, развојем нових технологија и уређаја за прикупљање података намећу се и нове методе

катастарског премера и израде 3Д модела терена и објеката и 3Д подлога у пројектима инжењерске геодезије. Нове методе су не само ефикасније него, по тачности прикупљених података су нешто испод тачности конвенционалних метода али испуњавају потребне критеријуме тачности дефинисане важећим правилницима који дефинишу ту област делатности. Са друге стране нове методе рада обезбеђују неупоредиво већи ниво детаљности од конвенционалних метода па веома често имају предност у односу на конвенционалне нарочито у пројектима инжењерске геодезије. Неажурност геодетских подлога и оштећеност планова који се користе у појединим катастарским општинама у Србији, као и неефикасност конвенционалних метода премера на већим површинама, намећу неопходност примене савремених технологија премера нарочито у пројектима инжењерске геодезије.

Имплементација тих метода у Србији и њихово укључивање у редовне методе прикупљања података наилази на одређене проблеме. Постоје правилници за дефинисање квалитета топографских радова који се односе на савремене методе прикупљања података: аерофотограметријском методом снимања, методом даљинске детекције и ЛиДАР методом снимања. Анализа тих правилника и постојеће документације за дефинисање квалитета топографских радова показала је да је неопходно да се они допуне и коригују. Код ЛиДАР методе снимања обухваћени су поступци и процедуре који се односе на ЛиДАР системе који као платформе користе летелице, а недостају поступци и процедуре који се односе на ЛиДАР методе снимања које као платформе користе возила, као и поступци и процедуре за употребу УАВ система. У оквиру ове докторске дисертације, геодетска истраживања заснована су на анализи рада савремених система премера, пре свега УАВ система и *Street Mapper* система и показала су директну зависност квалитета излазних података, броја контролних тачака и контролних профила добијених методом ГПС/ГНСС позиционирања, укључених у процес калибрације података.

На основу добијених резултата, који се односе на анализу прикупљених података и контролу квалитета истих, у дисертацији је дат предлог модела геодетског премера применом савремених технологија премера, у оквиру кога су дефинисане процедуре и поступци које је неопходно поштовати како би се постигао задовољавајући квалитет излазних података. Истакнута је неопходност доношења правилника и процедура у оквиру којих је јасно дефинисан модел геодетског премера.

Научни допринос се огледа у дефинисању предлога модела геодетског премера савременим аквизиционим технологијама који испуњава критеријуме квалитета дефинисане правилником о премеру земљишта и критеријуме инжењерске геодезије.

Потврђена је хипотеза о могућности примене савремених уређаја за аквизицију података у пословима премера, обнове премера и инжењерске геодезије уз дефинисане процедуре рада, при чему је могуће постићи унапред дефинисану тачност.

Препоручује се стручној јавности и стручним службама РГЗ-а да резултате истраживања у овој дисертацији користе у пројектовању и оцени тачности радова премера применом савремених технологија односно да их користе код иновације и усаглашавања правилничке документације са актуелним трендовима развоја технологија прикупљања и обраде података у геодезији.

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

Кандидат је у решавању актуелног научног проблема користио признате научне методе. Дат је опис примењених и анализираних су различите методе класификације прикупљених података. Дат је приказ могућности модификовања најчешће коришћених алгоритама у циљу побољшања квалитета излазних резултата, као и преглед статистичких метода анализе података и теорије грешака мерења. Резултати су приказани на савремен и интересантан начин, коришћењем модерних технологија обраде и прикупљања просторних података у циљу дефинисања модела геодетског премера применом савремених технологија премера. Коришћени су савремени софтвери за обраду података из научне проблематике дисертације. Потврђена је хипотеза о могућности примене савремених уређаја и технологија за аквизицију података у пословима премера, обнове премера и инжењерске геодезије. Формирани закључци у раду, који су поткрепљени одговарајућом графичком и нумеричком интерпретацијом, имају позитивну оцену. Закључци су адекватни, научно оправдани и логично произлазе из добијених резултата рада.

На основу наведеног, Комисија даје позитивну оцену за начин приказа и тумачења резултата 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.**

2. Да ли 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. Анализа експериментално прикупљених података спроведена у раду представља квалитетну основу за будућа истраживања примене савремених технологија прикупљања података код пројеката премера, обнове премера и инжењерске геодезије.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци ?

Разматрајући докторску дисертацију кандидата Дејана Васића, комисија закључује да докторска дисертација представља оригиналан научни допринос истраживању о могућности примене савремених уређаја и технологија за аквизицију података у пословима премера, обнове премера и инжењерске геодезије уз дефинисане процедуре рада. У складу са циљем научног истраживања, а на основу приказаних комплексних анализа, базираних на изучавању теоријских основа савремених метода прикупљања и обраде података и анализа података реализованог експеримента, приказан је предлог модела геодетског премера применом савремених аквизиционих технологија. Приказани модел испуњава све критеријуме квалитета који су дефинисани правилником о топографском премеру и топографско картографским производима Закона о државном премеру и катастру Републике Србије. Увидом у постојећи правилник и извршене анализе истог, дат је предлог његове допуне у виду дефинисања процедура рада код употребе савремених уређаја и технологија за аквизицију података. Закључци су проистекли из примењене методологије анализе квалитета података прикупљених савременим технологијама премера употребом УАВ и ЛиДАР система. На основу приказаних експерименталних резултата дат је предлог будућих истраживања ове тематике. Дефинисани су правци у којима би се могло наставити истраживање у циљу побољшања квалитета података генерисаних савременим технологијама прикупљања података и процедуре рада које би обезбедиле неопходан квалитет података.

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>- <u>да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.</u></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:</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>„МОДЕЛ ГЕОДЕТСКОГ ПРЕМЕРА САВРЕМЕНИМ АКВИЗИЦИОНИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА”</b></p> <p>кандидата Дејана Васића, ментора редовног професора на Факултету техничких наука др Тоше Нинкова, прихвати, а кандидату одобри одбрана.</p>

датум: 15.11.2017 године

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

Председник:  
Др Миро Говедарица, редовни професор, ФТН Нови Сад

---

Члан:  
Др Иван Алексић, редовни професор, ГФ Београд

---

Члан:  
Др Владимир Булатовић, ванредни професор, ФТН Нови Сад

---

Члан:  
Др Зоран Сушић, доцент, ФТН Нови Сад

---

Ментор:  
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.