

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА Факултет техничких наука
FACULTY: Faculty of Technical Sciences

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)

REPORT ON THE EVALUATION OF PhD THESIS

-mandatory content- each section must be filled out

(all data are entered in the appropriate box, and the name and location of the column can not be changed or omitted)

<p>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</p> <p>1. Датум и орган који је именовео комисију 01.10.2020., бр.012-199/67-2018, Декан Факултета техничких наука на предлог Наставно научног већа ФТН</p> <p>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:</p> <ol style="list-style-type: none">1. др Александар Ристић, редовни професор, Геоинформатика, Факултет Техничких Наука, Универзитет у Новом Саду, Р. Србија, Председник;2. др Флор Алварез Табоада, ванредни професор, Даљинска детекција, Универзитет у Леону, Шпанија, Члан;3. др Драган Стојановић, редовни професор, Електротехника и рачунарство, Електронски факултет, Универзитет у Ниш, Р. Србија, Члан;4. др Срђан Колаковић, редовни професор, Хидротехника, Факултет техничких наука Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Р. Србија, Члан;5. др Душан Јовановић, доцент, Геоинформатика, Факултет Техничких Наука, Универзитет у Новом Саду, Р. Србија, Члан;6. др Миро Говедарица, редовни професор, Геоинформатика, Факултет Техничких Наука, Универзитет у Новом Саду, Р. Србија, Ментор.
<p>I INFORMATION ABOUT THE COMMITTEE</p> <p>1. Date and body that appointed the committee 01.10.2020., бр.012-199/67-2018, Dean of the Faculty of Technical Sciences at the proposal of the Scientific Council of FTN</p> <p>2. The elected members of the committee with an indication of the name and surname of each member, title, the title of the narrow scientific field for which he/she has been elected, the date of election and the name of the faculty, the institution where the committee member is employed:</p> <ol style="list-style-type: none">1. dr Aleksandar Ristić, Full Professor, Geoinformatic, Faculty of Technical Science, University of Novi Sad, Serbia, President;2. dr Flor Alvarez Taboada, Associate Professor, Remote sensing, University of Leon, Spain, Member;3. dr Dragan Stojanović, Full Professor, Electronic Engineering and Computer Science, Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Serbia, Member;4. dr Srđan Kolaković, Full Professor, Hydraulic engineering, Faculty of Technical Science, University of Novi Sad, Serbia, Member;5. dr Dušan Jovanović, Assistant Professor, Geoinformatic, Faculty of Technical Science, University of Novi Sad, Serbia, Member;

6. **dr Miro Govedarica**, Full Professor, Geoinformatic, Faculty of Technical Science, University of Novi Sad, Serbia, Supervisor.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме:
Гордана, Лука, Јаковљевић
2. Датум рођења, општина, држава:
28.10.1991., Јајце, Босна и Херцеговина
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив
Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Геодезија и геоматика, Мастер инжењер геодезије
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија
2016, Геодезија и геоматика
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:
-

II INFORMATION ABOUT THE CANDIDATE

1. Name, parent's name, surname:
Gordana, Luka, Jakovljević
2. Date of birth, municipality, country:
28.10.1991., Jajce, Bosnia and Herzegovina
3. Name of faculty, name of the study program of graduate academic studies - Master and professional title
Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Geodesy and geomatics, Master in Geodesy
4. Year of enrollment in PhD studies and the title of the study program of PhD studies
2016, Geodesy and Geomatics
5. Name of the faculty, title of Magister thesis, scientific field and date of defense:
-

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:
-

6. Scientific field from which is obtained academic degree of Magister:
-

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Мултидимензионални модел коришћења података даљинске детекције и геопросторних сервиса у управљању водним ресурсима сагласно INSPIRE и ОДВ спецификацијама

III THE TITLE OF PhD THESIS:

Multidimensional model of use remote sensing data and geospatial services in water management according to INSPIRE and WFD specification

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација кандидаткиње Гордане Јаковљевић је прегледна и јасно изложена у шест поглавља:

1. Увод,
2. Статус водних тијела
3. ИТ и ГИС трендови
4. Мултидимензионални модел
5. Закључна разматрања
6. Литература
7. Прилози

Дисертација је написана на 170 страна А4 формата, садржи 6 поглавља, 30 слика, 48 табела, 441 цитираних литературних извора и 4 прилога.

IV OVERVIEW OF PhD THESIS:

Specify a short content with an indication of the number of pages, chapters, pictures, charts, etc

The Ph.D. thesis of candidate Gordana Jakovljević is clearlz and concisely presented within seven chapters:

1. Indroduction

2. Status of water bodies
3. IT and GIS trends
4. Multidimensional model
5. Conclusion remarks
6. References
7. Appendix

The dissertation is written on 170 pages of A4 format, containing 6 chapters, 30 figures, 48 tables, 441 references, and 4 appendices.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У оквиру поглавља **Увод** дат је преглед рада и истраживања у овој Докторској дисертацији са описом значаја геопросторних технологија у ефикасном управљању водом. Дефинисани и документовани су циљеви истраживања у оквиру ове Докторске дисертације, са нагласком на развој процедура, базираних на вештачкој интелигенцији (ВИ), за аутоматизовану обраду података даљинске детекције у реалном и блиско реалном времену и генерисање свеобухватних информација о водим ресурсима укључујући геометријске, тополошке и атрибутивне карактеристике водног ресурса као геопросторног објекта.

Поглавље **Статус водних тијела** даје детаљан преглед тренутног статуса водних ресурса на свјетском нивоу са актуелним механизмима управљања водним ресурсима. Поред анализе кванитета и квалитета воде, наглашен је и геопросторни аспект водних ресурса. Анализирани су циљеви и индикатори Агенде за одржив развој, као и значај и улога геопросторних технологија у управљању водним ресурсима и одрживом развоју. Приказана је обавезујућа методологија класификације статуса водних тела у складу са Оквирном директивом о водама Европске уније уз посебан осврт на мониторинг, параметре квалитета који су дефинисани за копнена водна тијела (реке и језера), минимална учесталост мониторинга за различите параметре квалитета, процес извештавања и геопросторне информације које су неопходне за имплементацију директиве. Затим је приказана анализа INSPIRE директиве и релевантних анекса у овој области. Извршен је приказ анализе законске регулативе статуса водних тијела у Републици Србији.

Поглавље **ИТ и ГИС трендови** показује детаљан и систематски приказ актуелног стања у области примене геопросторних технологија и сервиса, са нагласком на технологије даљинске детекције у прикупљању информација о водим ресурсима и ограничења која се јављају при екстракцији информација. Анализирана је примјена оптичких, радарских и LiDAR података за детекцију геометрије, топологије и атрибута водних тела. Досадашња истраживања су анализирана са становишта коришћене методологије, типа и атрибутивних карактеристика водног тела, коришћене сензорске платформе и тачности добијених резултата. Поред анализе актуелног стања у области, приказана је важност и могућности употребе аутоматизованих процедура обраде података даљинске детекције као и предности ВИ у односу на класичне алгоритме машинског учења. Представљене су основе конволуцијских неуронских мрежа, архитектуре које се користе за семантичку сегментацију као и проблеми који се јављају приликом тренирања дубоких мрежа, а које се могу користити у области геопросторних система. На крају је представљена важност чувања и обраде података у облаку (енг. cloud computing) у управљању великим количинама података даљинске детекције (енг. big remote sensing data), као и имплементациони оквир коришћен у овој тези.

Поглавље **Мултидимензионални модел** је централно поглавље у овој Докторској дисертацији и садржи детаљан опис мултидимензионалног модела коришћења података даљинске детекције и геопросторних сервиса у управљању водним ресурсима сагласно INSPIRE и ОДВ спецификацијама. У овом поглављу дата је архитектура решења са детаљним описом компоненти у систему. Детаљно је приказано и образложено посматрање водног тела као геопросторног објекта, интеграција INSPIRE и ОДВ модела података, концептуално мапирање између њих као и елементи за оцену квалитета. Дати су детаљи везани за имплементацију аутоматизованих модела за екстракцију геометрије, топологије и атрибута водних тела на основу јавно доступних оптичких и радарских снимака, резултата LiDAR и UAV снимања са верификацијом комплетног модела на одабраном подручју. Описане су све коришћене архитектуре модела вештачке интелигенције и параметри коришћени приликом њиховог развоја. У оквиру овог поглавља јасно и индикативно су приказани резултати добијени описаним моделима. Престављена је перформантност алгоритма базираних на ВИ за екстракцију водних тела са оптичких (Сентинел 2) и радарских (Сентинел 1) снимака.

Наглашен је значај развијене методологије која омогућује потпуну аутоматизацију процесе од креирања маски за тренинг до оцене тачности. Представљен је алгоритам за детекцију водних тела на основу LiDAR података. Као саставни дио овог алгоритма, развијен је и алгоритам за аутоматску класификацију LiDAR и UAV облака тачака и креирање дигиталног модела терена. Приказан је и алгоритам за праћење дела биолошких и физичко-хемијских праметара квалитета воде, дефинисаних у складу са захтевима WFD. Алгоритам је базиран на вештачким неуронским мрежама (енг. artificial neural network) и интеграцији Ландсат 8 и лабораторијских мерења у периоду од 1998-2018 на подручју Дунавског слива. Поред параметара квалитета дефинисаних у ОДВ, развијена је и процедура за детекцију плутајућег пластичног отпада на основу UAV снимака и алгоритама ВИ. Потом је приказан модел за аутоматску екстракцију топологије речне мреже на основу детектованих водних тела. У завршном делу овог поглавља приказане су предности мултидимензионалног модела у поређењу са традиционалним приступом. Посебна пажња је посвећена дискусији добијених резултата. Резултати су упоређени и са резултатима и запажањима других аутора, чиме су још једном потврђене постављене хипотезе.

У оквиру поглавља **Закључна разматрања** кандидаткиња је приказала јасне, конкретне закључке изведене на основу резултата добијених у оквиру ове Докторске дисертације. Презентовани закључци представљају кохезан скуп чињеница до којих је кандидаткиња дошла експерименталним путем. Такође, јасно је дефинисана и могућност практичне употребе развијеног модела у имплементацији ОДВ и Агенде за одржив развој, као и евидентан допринос ове дисертације у процесирању и коришћењу геопросторних информација у реалном и блиско реалном времену.

Коришћена **Литература** обухватила је велики број научних и стручних публикација који показује да кандидаткиња валада теоријским знањима из ове области. Највећи број цитираних публикација је у последњих неколико година објављен у престижним међународним научним часописима са SCI листе.

На основу свега наведеног, Комисија позитивно оцењује све наведене делове доктроске дисертације

V EVALUATION OF PhD THESIS CHAPTERS:

The **Introduction** contains an overview of research and dissertation content, stressing importance of geospatial technologies' in effective water management. The main objectives are defined and documented, emphasizing the development of procedures, based on Artificial intelligence, for automatic processing of remote sensing data in real or near real-time resulting in comprehensive information about water resources, including geometrical, topological, and attributive characteristics of water bodies as geospatial objects.

Chapter **Status of water bodies** presents water resources' current status at the global level and overview of water resource management mechanisms. In addition to water quantity and quality analysis, the geospatial aspect of water resources was also emphasized. The analysis of the main goals and indicators of Sustainable Development Goals in the area of water management was made, and the importance and role of geospatial technologies in water management were defined. The overview of the methodology for the classification of water status following the European Union Water Framework Directive is presented, with particular attention paid to review of monitoring methodology, demanded water quality parameters for inland waters (rivers and lakes), the minimum frequency of monitoring of different parameters, reporting process, and geospatial information necessary for the implementation of Directive. An analysis of the INSPIRE directive and it's annexes related to the management and distribution of information on water resources is presented. At the end of the chapter, the analysis of laws and the current status of water resources in the Republic of Serbia was performed.

The **multidimensional model** represents the central chapter of this Ph. D. It contains a detailed description of the multidimensional model of remote sensing data and geospatial services in water management according to INSPIRE and WFD directive. In this chapter, the proposed architecture of solutions is represented with a detailed description of systems components. The representation of water resources as a geospatial object, integration of WFD and INSPIRE data model, the conceptual mapping between them, as well as elements for quality control, were described. The details related to the implementation of models for automatic extraction of geometry, topology, and attributes of water bodies based on open sources

optical and radar images and LiDAR and UAV data with verification of complete model on the selected study area were provided. Also, a description of the architecture of AI models and parameters used for their development was provided. This chapter contains an exact and indicative presentation of the results obtained by the described models. The performance of AI-based algorithms for extraction of water bodies from optical (Sentinel 2) and radar (Sentinel 1) images was presented. The importance of complete automatization of processing procedures was emphasized. Also, an algorithm for the detection of water bodies based on LiDAR data is presented. As an integrated part of this algorithm, an algorithm for automatic classification of LiDAR and UAV point cloud and creation of a digital terrain model has been developed. An algorithm for monitoring part of biological and physico-chemical water quality parameters, defined following WFD, is also presented. The algorithm was based on the artificial neural networks and integration of Landsat 8 and in-situ data, collected between 1998-2018 over the Danube river basin. In addition to the water quality parameters defined in WFD, the procedure for the detection of floating plastic, based on UAV images and AI algorithms. Then, a model for automatic extraction of river network topology based on detected water bodies was presented. In the final part of this chapter, the advantages of multidimensional model compared to the traditional approach are presented. The discussion of obtained results has received particular attention. Within this chapter, analysis and interpretation of all obtained results were made concisely. Also, the obtained results were compared with other authors' results, which once again confirmed the established hypotheses.

Within the chapter **Conclusion remarks**, the candidate has presented clear and concrete conclusions based on the results obtained within this Ph.D. thesis. The conclusions represent a concise set of facts that were derived from experimental results obtained by the candidate. Moreover, the possibility of using developed models in the implementation of WFD and SDG is clearly defined, as well as the evident contribution of this dissertation in the processing and use of geospatial information in real and near-real time.

Literature includes numerous scientific publications that indicate that the candidate understands the theoretical background of the studied topic. Most of the cited scientific publications in this Ph.D. thesis are up to date and published in international scientific journals with impact factors.

After detailed analysis, the committee rates positively all aforementioned parts of this Ph.D. thesis

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 односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

**VI LIST OF SCIENTIFIC PAPERS PUBLISHED OR ACCEPTED FOR PUBLICATION
BASED ON RESEARCH RESULTS WITHIN THE WORK ON PhD THESIS**

List all related publications, where and when were they published. First, state at least one article published or accepted for publication in the journal from the ISI list, or from the list of the ministry responsible for science when it comes to socio-humanistic sciences or works that can replace this requirement by January 1, 2012. In the case of papers accepted for publication, specify the names of the works, where and when they will be published, and provide a confirmation of their acceptance

1. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Alvarez-Taboada, F.; A Deep Learning Model for Automatic Plastic Mapping Using Unnamed Aerial Vehicle (UAV) Data, *Remote Sens.* 2020, 12, 1515; doi:10.3390/rs12091515.
2. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Álvarez-Taboada, F.; Waterbody mapping: a comparison of remotely sensed and GIS open data sources, *International Journal of Remote Sensing*, 2018, DOI: 10.1080/01431161.2018.1538584
3. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Alvarez-Taboada, F.; Pajić, V.; Accuracy Assessment of Deep Learning Based Classification of LiDAR and UAV Points Clouds for DTM Creation and Flood Risk Mapping, *Geosciences* 2019, 9(7), 323; <https://doi.org/10.3390/geosciences9070323> (Chapter 4.3.2.1.)
4. Govedarica, M.; **Jakovljević, G.;** Monitoring spatial and temporal variation of water quality parameters using time series of open multispectral data, *Proc. SPIE 11174, Seventh International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2019)*, 111740Y (27 June 2019); <https://doi.org/10.1117/12.2533708>
5. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Álvarez-Taboada, F.; Assessment of biological and physico-chemical water quality parameters using Landsat 8 time series, *Proc. SPIE 10783, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XX*, 107831F (10 October 2018).
6. Govedarica, M.; **Jakovljević, G.;** Álvarez-Taboada, F.; Flood risk assessment based on LiDAR and UAV points clouds and DEM, *Proc. SPIE 10783, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XX*, 107830B (10 October 2018); <https://doi.org/10.1117/12.2513278>
7. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M. Water Body Extraction and Flood Risk Assessment Using Lidar and Open Data. In: Leal Filho W., Trbic G., Filipovic D. (eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe. Climate Change Management*. Springer, Cham., 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_7
8. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Jovanović, D.; The role of geospatial technology in the EU Water Framework Directive implementation, *FIG Working Week 2018, Istanbul, Turkey*.
9. **Jakovljević, G.;** Govedarica, M.; Álvarez-Taboada, F.; Remote Sensing Data in Mapping Plastics at Surface Water Bodies, *FIG Working Week, 2019, Hanoi, Vietnam*.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Докторска дисертација даје значајан допринос примени података даљинске детекције и геопросторних сервиса у области управљања водама сагласно INSPIRE и ОДВ спецификацијама. Развијени мултидимензионални модел омогућава процесирање и коришћење комплексних геопросторних информација у реалном и блиско реалном времену на потпуно аутоматизован начин. Примјена савремених архитектура и алгоритама вештачке интелигенције у овом моделу омогућује потпуну аутоматизацију обраде података са различитих сензора даљинске детекције. Аутоматизоване и добро дефинисане процедуре обраде и савремене ИТ технологије, укључујући сладиштење и процесирање у облаку, омогућују екстракцију захтеваних INSPIRE и ОДВ информација из великих количина података са различитих сензора даљинске детекције. Остварени резултати указују на значајно повећање тачности у поређењу са резултатима других аутора у областима са истим нивоом комплексности,

Интеграција развијеног мултидимензионалног модела и јавно доступних података даљинске детекције омогућује брзо, аутоматско и економично праћење стања водних тела са свим елементима геометрије, топологије и атрибута чак и на великим географским подручјима као и мониторинг промена са високом временском резолуцијом. Примена модела у пракси може значајно да помогне у имплементацији ОДВ. Резултати добијени овим моделом могу се користити и у процесу праћења индикатора из Агенде о одрживом развоју (циљ 6) и то Индикатора 6.3.2., Индикатора 6.4.2., Индикатора 6.6.1. и Индикатора 14.1.1.

Експериментални резултати су у потпуности потврдили постављене хипотезе и задовољили

постављене циљеве.

VII CONCLUSIONS RELATED TO THE RESEARCH RESULTS

This Ph. D. thesis made a significant contribution to the application of remote sensing data and geospatial services in water management following INSPIRE and WFD specifications. The developed multidimensional model provides automatic processing and application of complex geospatial information in real or near real-time. The application of modern architectures and artificial intelligence algorithms in this model enables complete data processing automation. Automation and clearly defined processing procedures, modern IT technologies, including cloud storage and cloud computing, enables the extraction of the required INSPIRE and WFD information from big remote sensing data obtained by various sensors. Obtained results represent state-of-the-art accuracy compared to results of other authors in areas with the same environmental complexity.

Integration of developed multidimensional model and open-source remote sensing data enables accurately and free of charge, automatic near-real time water body monitoring, including geometry, topology, and attributes with high frequency over large areas. The application of the developed model in practice can significantly improve the implementation of WFD. Additionally, resulting information can be used for monitoring of process towards the achievement of SDG, including Indicator 6.3.2., Indicator 6.4.2., Indicator 6.6.1., and Indicator 14.1.1.

The experimental results fully confirmed the set hypotheses and satisfied the set goals.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Резултати истраживања, остварени у оквиру ове Докторске дисертације, представљени су и тумачени на јасан и систематичан начин. Докторска дисертација садржи све битне елементе који су предвиђени методама научно истраживачког рада. Коришћењем великог броја научних радова кандидаткиња је јасно представила досадашње резултате и проблеме у области, који су довели до поставки основних хипотеза. Реализовани модел и експериментални резултати су детаљно анализирани и јасно и систематски представљени. Дискусија резултата је праћена одговарајућим образложењима и критичким освртом на њихово вредновање у складу са резултатима других аутора. Резултати су у потпуности задовољили полазне циљеве истраживања.

Рад је проверен у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate, у Библиотеци ФТН-а.

Комисија овим путем констатује да је начин на који су резултати у оквиру ове Докторске дисертације приказани и тумачени у потпуности одговара на постављене проблеме.

VIII ASSESSMENT OF PRESENTATION AND INTERPRETATION OF THE RESEARCH RESULTS

Explicitly indicate a positive or negative assessment of how research results are presented and interpreted.

The research results, obtained within this Ph.D. thesis, have been presented and interpreted clearly and systematically. The Ph.D. contains all essential elements which are predicted by scientific methods. By using numerous credible references, the candidate has clearly described previous researches and research problems, which led to the definition of the hypothesis. The realized model and experimental results have been studied in detail and clearly and systematically described. A discussion of the results is followed by appropriate descriptions and critical review in line with the results of other authors. The results fully met the initial research objectives.

The work was checked in the iThenticate plagiarism detection software, at the Library of Faculty of Technical Sciences.

The committee hereby has concluded that the outcome of this Ph.D. thesis is presented and

interpreted in the way to answer all research questions

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:

IX FINAL ASSESSMENT OF THE PhD THESIS:

Explicitly indicate whether the dissertation is or is not written in accordance with the above explanation and whether it contains or does not contain all the essential elements. Provide clear, precise and concise answers to questions 3 and 4:

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

У пријави теме описан је предмет (проблем) истраживања који је детаљно објашњен, постављени су циљеви који су постигнути, наведени су очекивани резултати који су јасно приказани у тексту дисертације.

Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

1. Has the dissertation been written in accordance with the explanation stated in the thesis topic's application?

The topic application describes the subject (problem) of the research, which is explained in detail, the goals that have been achieved are set, and the expected results are stated, which are clearly presented in the text of the dissertation.

The PhD is written in accordance with the explanation stated within the topic's application.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе једне докторске дисертације у области техничко технолошких наука. Прегледним садржајем, јасно постављеним циљевима, хетерогеном методологијом, јасно презентованим резултатима, опсежном дискусијом и јасно формулисаним закључцима, задовољена је форма докторске дисертације.

Стога комисија сматра да докторска дисертација садржи све неопходне елементе

2. Does the dissertation contain all the essential elements?

The Ph.D. thesis contains all the essential elements attributed to the Ph.D. thesis in the field of technical technological sciences. With clear contents and objectives, heterogeneous methodology, clearly presented results, extensive discussion, and clearly formulated conclusion the Ph.D. thesis fulfills all requirements.

Consequently, the committee considers that the Ph.D. contains all the essential elements.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Основни допринос ове Докторске дисертације науци се огледа у развоју модела аутоматизоване обраде базиране на технологијама вештачке интелигенције комплексних геопросторних података са различитих сензора даљинске детекције и аутоматизовано генерисања информација у области управљања водама сагласно INSPIRE и ОДВ спецификацијама. Овако развјени мултидимензионални модел омогућава процесирање и коришћење геопросторних информација које обухватају геометријске, тополошке и атрибутивне карактеристике у реалном и блиско реалном времену на потпуно аутоматизован начин уз значајно повећање брзине обраде и дистрибуције информација, као и повећање тачности у поређењу са резултатима других аутора у областим са истим нивоом коплексности. Такође, посматрање водног ресурса као геопросторног објекта је допринело оригиналности ове дисертације.

Од посебног значаја је и могућност примене и интеграције развијеног мултидимензионалног модела и јавно доступних података даљинске детекције чиме се отвара могућност за брзо, аутоматско и економично праћење стања водних тела са свим елементима геометрије, топологије и атрибута чак и на великим географским подручјима као и мониторинг промјена са високом временском резолуцијом. Коришћење модела доступно је и корисницима из области управљања водним ресурсима са минималним познавањем концепата даљинске детекције и геоинформација. Примена овог модела у пракси може значајно да помогне у имплементацији ОДВ. Резултати добијени овим моделом могу се користити и у процесу праћења индикатора из Агенде о одрживом развоју (циљ б) и то Индикатора 6.3.2., Индикатора 6.4.2., Индикатора 6.6.1. и Индикатора 14.1.1.

Комисија закључује да докторска дисертација представља оригиналан научни допринос.

3. What is the dissertation's original scientific contribution?

The committee considers that within this Ph.D. thesis, the primary scientific contribution is the development of an automated procedure, based on artificial intelligence, for processing complex geospatial data collected by different remote sensing sensors and automatic generation of information following the INSPIRE and WFD specification. Developed multidimensional model, enables processing and usage of geospatial information including geometry, topology, and attributes in real or near-real time in a fully automated way, significantly increase the speed of processing and information distribution, as well as the increase of accuracy compared with results obtained by other authors in the areas with the same level of environmental complexity. Moreover, the representation of the water resources as a geospatial object contributed to the originality of this dissertation.

The significant advantage is the possibility of integration of developed multidimensional model and open-source remote sensing data enables accurately and free of charge, automatic near-real time water body monitoring including elements of geometry, topology, and attributes with high frequency over large areas. Moreover, water managers with a minimum understanding of remote sensing and geoinformatics concepts can efficiently use the developed model to extract actionable information. The application of this model in practice can significantly help in the implementation of WFD. Additionally, resulting information can be used for monitoring of process towards the achievement of SDG, including Indicator 6.3.2., Indicator 6.4.2., Indicator 6.6.1., and Indicator 14.1.1.

The commission concludes that the doctoral dissertation represents an original scientific contribution.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Ограничења истраживања и новог модела јасно су идентификована и приказана у тексту дисертације. Наведена ограничења не представљају недостатке истраживања

Комисија сматра да докторска дисертација нема недостатака који би битније утицали на резултате истраживања.

4. Disadvantages of the dissertation and their impact on the research result

The limitations of the research and the new model are clearly identified and presented in the text of the dissertation. These limitations do not represent the shortcomings of the research

The committee considers that a Ph.D. has no disadvantages that would significantly influence the research results.

X	ПРЕДЛОГ:
	На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
	Да се прихвати докторска дисертација под називом “ Мултидимензионални модел коришћења података даљинске детекције и геопросторних сервиса у управљању водним ресурсима сагласно INSPIRE и ОДВ спецификацијама ” и да се кандидату Гордани Јаковљевић одобри јавна одбрана
X	THE PROPOSAL:
	Based on the overall assessment of the dissertation, the commission proposes:
	To <u>accept the doctoral dissertation</u> entitled “Multidimensional model of use remote sensing data and geospatial services in water management according to INSPIRE and WFD specification” and <u>to approve the candidate Gordana Jakovljević public defense</u>

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
 ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
 THE NAME AND THE TITLE OF THE COMMITTEE MEMBERS
 SIGNATURES OF THE DEFENDING COMMITTEE MEMBERS

др Александар Ристић, редовни професор, Председник
 dr Aleksandar Ristić, Full Professor, President

др Флор Алварез Табоада, ванредни професор, Члан
 dr Flor Alvarez Taboada, Associate Professor, Member

др Драган Стојановић, редовни професор, Члан
 dr Dragan Stojanović, Full Professor, Member

др Срђан Колаковић, редовни професор, Члан
 dr Srdan Kolaković, Full Professor, Member

др Душан Јовановић, доцент, Члан
 dr Dušan Jovanović, Assisstant Professor, Member

др Миро Говедарица, редовни професор, Ментор
 dr Miro Govedarica, Full Professor, Supervisor

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.