

## ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ „МИХАЈЛО ПУПИН“, ЗРЕЊАНИН

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>Дана 27.11.2013. године Наставно-научно веће Техничког факултета „Михајло Пупин» у Зрењанину је именовало Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.</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> <p>1. Проф. др Ивана Берковић, редовни професор, информатика и рачунарство, 16.05.2008., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, председник</p> <p>2. Проф. др Душан Малбашки, редовни професор, примењене рачунарске науке и информатика, 08.07.1997., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан</p> <p>3. Проф. др Драгица Радосав, ванредни професор, информационе технологије, 29.05.2009., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, члан</p> <p>4. Проф. др Владимир Бртка, ванредни професор, информационе технологије, 12.12.2013., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, члан</p> <p>5. Проф. др Биљана Радуловић, редовни професор, информационе технологије, 10.09.2008., Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, ментор</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Золтан, Петер, Кази</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>04.12.1971., Зрењанин, Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Кандидат није студирао на дипломским академским - мастер студијама. Стекао је диплому професора информатике на Техничком факултету „Михајло Пупин“ у Зрењанину пре доношења актуелног Закона о високом образовању.</p>

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија

Кандидат није студирао на докторским студијама. Стекао је звање магистра техничких наука пре доношења актуелног Закона о високом образовању.

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:

Назив факултета: Технички факултет „Михајло Пупин“ у Зрењанину

Назив магистарске тезе: Коришћење удаљених база података у системима аутоматског резонанса

Научна област: Информатика у образовању

Датум одбране: 16.06.2005.

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

Техничке науке - Информатика у образовању

### **III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

**Онтолошки заснована анализа семантичке коректности модела података  
применом система аутоматског резонанса**

### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

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

Докторска дисертација припада ужој научној области Информационе технологије, односно подручјима база података, информационих система и система вештачке интелигенције. Написана је на српском језику, латиничним писмом, а апстракт у кључној документацијској информацији је дат на српском и енглеском језику.

Дисертација се састоји од десет поглавља. Укупно има 199 страна А4 формата, 52 слике, 14 табела, 21 листинг, 8 цитата и 125 литературних референци.

Садржај дисертације обухвата следећа поглавља:

1. Уводна разматрања
2. Методолошки оквир рада
3. Теоријска основа
4. Преглед владајућих ставова и решења у области истраживања
5. Модел онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонанса
6. Имплементација модела онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонанса
7. Емпиријско истраживање
8. Закључна разматрања
9. Литературне референце
10. Прилози

У првом поглављу које обухвата уводна разматрања наведена је мотивација и проблематика истраживања. Приказана је структура рада са кратким прегледом сваког поглавља.

У другом поглављу је наведен методолошки оквир рада. Дефинисани су циљеви и задаци истраживања, формулисана је главна хипотеза истраживања и помоћне хипотезе. Наведени су очекивани резултати истраживања, као и научна и друштвена оправданост истраживања.

Треће поглавље приказује основне теоретске концепте, сазнања, појмове и дефиниције које се односе на тематику истраживања у следећим областима: онтологије, модели података са посебним освртом на модел ентитета повезника као и аутоматско резонување са посебним описом карактеристика језика логичког програмирања Пролог.

Преглед владајућих ставова у подручју истраживања је приказан у четвртном поглављу. Наведена су истраживања у области евалуације модела података, тестирања коректности модела података, везе онтологије са предикатским рачуном првог реда и моделима података, а на самом крају поглавља наведена су истраживања из области аутоматизације евалуације модела података.

Пето поглавље приказује модел онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонувања. Детаљно је приказана формализација модела података у облик реченица предикатског рачуна првог реда и њихова трансформација у чињенице написане на Пролог језику. Описан је начин креирања онтологије и њено мапирање на предикатски рачун и Пролог. Дефинисана су правила закључивања и упити у оквиру Пролог система на основу којих се врши провера семантичке коректности модела података применом метрике коју је аутор дефинисао.

Имплементација теоретског модела приказана је у оквиру шестог поглавља. Описани су софтверски алати који су коришћени у реализацији практичних резултата дисертације. Детаљно је приказана апликација «Data Model Validator» која је реализована у циљу интеграције појединих корака и аутоматизације поступка семантичке анализе модела података.

У седмом поглављу је приказано емпиријско истраживање спроведено на Универзитету у Новом Саду, на Техничком факултету „Михајло Пупин“, са студентима смера Информационе технологије. Описан је пример који је послужио за истраживање. Приказано је детаљно тестирање модела на тест примерима. У овом поглављу су приказани резултати емпиријског истраживања са подацима, статистиком и одговарајућим дијаграмима. Извршена је анализа резултата емпиријског истраживања.

Закључна разматрања су наведена у осмом поглављу. Дате су смернице за даља истраживања и урађена је анализа резултата са становишта хипотеза истраживања.

Девето поглавље садржи списак литературних референци које су се користиле током израде дисертације, као и списак објављених радова аутора из области докторске дисертације.

Десето поглавље чине прилози: биографија кандидата, појмовник основних концепата садржаних у раду и листинг програма «Data Model Validator» који представља један од резултата истраживања и рада на дисертацији.

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

Први део дисертације обухватају поглавља од један до четири. У уводном делу јасно је изложена проблематика истраживања и мотивација аутора да истражује ову област. Истакнуто је то да моделовање података представља једну од најважнијих активности у процесу развоја информационих система коју врше пројектанти база података на основу доменског знања из одређене области. То су критичне фазе пројектовања које утичу на квалитет и трошкове развоја информационог система. Због тога процеси пресликавања реалног света у скуп апстрактних концепата имају изузетан значај и основни су мотив истраживања. Затим је у дисертацији приказана структура рада.

Циљеви и задаци истраживања су прецизно дефинисани у наредном поглављу. Формулисана је главна хипотеза истраживања, као и помоћне хипотезе. Наведени су очекивани резултати истраживања, њена научна и друштвена оправданост. Следеће, треће поглавље, приказује основне теоретске концепте и дефиниције које се односе на тематику истраживања у областима онтологија, модела података са посебним освртом на ЕР модел (Entity-Relationship Data Model, тј. модел ентитета-повезника) и аутоматско резонување, као област вештачке интелигенције. Преглед владајућих ставова у подручју истраживања, дат је у четвртом поглављу и приказује, у најважнијим цртама, досадашња истраживања извршена у свету у областима евалуације модела података, тестирања коректности модела података, примене онтологија у областима предикатског рачуна у креирању модела и база података, као и истраживања из области аутоматизације евалуације модела података.

Другу целину докторске дисертацију представљају оригинални научни резултати истраживања који су приказани у петом, шестом и седмом поглављу.

На основу прегледа владајућих ставова у подручју истраживања аутор је осмислио модел онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонувања. Предложен је модел система који обједињује онтологију, модел података и правила закључивања у програм на Пролог језику. Уз помоћ Пролог система се добијају одговори на постављене упите, на основу којих се врши евалуација семантике ЕР модела, тј. концептуалног модела података применом одговарајуће метрике. Употреба онтологија за поређење и проверу усклађености са моделом података се базира на томе да она општије и потпуније описује знање из одређене проблемске области, односно пословног домена. Аутор је извршио формализацију модела података у облик реченица на предикатском рачуну првог реда и њихову трансформацију у чињенице Пролог програма. Приказан је начин креирања онтологије и представљање у форми RDF (Resource Definition Framework) триплета, као и мапирање формалног облика онтологије, прво на терме предикатског рачуна, а затим и на Пролог чињенице. Оригиначне резултате чини још и скуп од 24 правила закључивања које је аутор дефинисао са циљем повезивања онтологије и модела података да би се извршила провера семантичке коректности модела података. Правила закључивања и упити су прецизно и јасно формализовани и трансформисани у облик прологоликих клаузула и циљева.

Даље је приказана имплементација теоретског модела. Описани су кориштени софтверски алати у реализацији дисертације. За креирање онтологије је употребљен онтолошки едитор Protégé са универзитета Станфорд. Описан је начин трансформације елемената онтологије из RDF/OWL (Web Ontology Language) форме састављеног од ознака у облик предикатског рачуна првог реда и Пролог реченице. За моделовање података је кориштен CASE алат Sybase Power Designer. У овом софтверу су креирани концептуални модели података употребљени у емпиријском истраживању. Детаљно је приказана и описана апликација Data Model Validator коју је аутор програмирао у циљу имплементације, реализације и интеграције појединих корака предложеног теријског модела како би се повећао степен аутоматизације поступка семантичке анализе модела података. Програмирање је извршено у Microsoft Visual Studio развојном окружењу. Детаљно је изложен начин трансформације XML датотеке CASE алата и онтолошког RDF/OWL језика у облик Пролог чињеница.

Следи емпиријско истраживање спроведено на Универзитету у Новом Саду, на Техничком факултету „Михајло Пупин“. Приказан је пример који је послужио за креирање доменске онтологије и проверу семантичке коректности модела података. Детаљно је описано извршено тестирање модела на тест примерима. Резултати постављених упита у Пролог систему су уврштени у дефинисану метрику за евалуацију модела података. Затим су изложени резултати емпиријског истраживања са подацима, статистиком и одговарајућим дијаграмима. На крају је извршена детаљна анализа резултата експерименталног истраживања са закључцима.

**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.

Од укупно 63 радова које је кандидат до сада публикувао, десет се директно односи на истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији.

**M23 – Рад у међународном часопису:**

1. Kazi Z., Kazi Lj., Radulovic B. "Analysis of Data Model Correctness by Using Automated Reasoning System", Technics Technologies Education Management, Vol. 7, No. 3, pp. 1090-1100, ISSN 1840-1503, 2012 (IF 2012=0,414)

**M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини:**

1. Kazi Lj., Kazi Z., Radulović B., Letić. D. "Using Automated Reasoning System for Data Model Evaluation", 8th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics SISY 2010, September 2010, Subotica, Serbia, ISBN 978-1-4244-7394-6, pp. 246-250.
2. Kazi Z., Radulović B. "Software Tool for Automated Analysis of Conceptual Data Model", 34th International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics MIPRO 2011, May 2011, Opatija, Croatia, CTS&CIS Proceedings Vol. 3, pp. 328-333.
3. Kazi Lj., Kazi Z., Radulović B., Radosav D. "Evaluation of Models in Information Systems Development", 14th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM, Belgrade, Serbia, 2011, ISBN 978-86-86355-05-8, pp. 589-595.
4. Kazi Lj., Kazi Z., Radulović B., Stanciu O. "Integration of Conceptual Data Modeling Methods in Information System Development", 1st International Symposium Engineering Management and Competitiveness EMC 2011, Zrenjanin, Serbia, ISBN 978-86-7672-135-1, pp. 451-456.
5. Kazi Z., Kazi Lj., Radulović B. "Building Ontologies in Protégé", 2nd International Conference on Applied Internet and Information Technologies - ICAIIT, Zrenjanin, Serbia, 2013, ISBN 978-86-7672-211-2, pp. 26-29.

**M53 - Рад у научном часопису:**

1. Kazi Z., Kazi Lj., Radulović B. "Automated Data Model Evaluation", International Scientific Publications Journals - Journal Materials, Methods and Technologies, www.science-journals.eu, ISSN 1313-2539, Vol. 6, 2012.
2. Kazi Lj., Kazi Z., Radulović B., Stanciu O. "Evaluation of Students' Work on Data Modeling - Teaching Improvement Implications", ITRO journal 2011, Vol. 1, No. 1, pp. 24-30, ISSN 2217-7930.
3. Kazi Z. "Review of Research in Area of Data Model Corectness Analyses", Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Pupin almanah 2011, Vol. 2, No. 1, ISSN 2217-6063, str. 180-188.

**M63 - Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини:**

1. Kazi Z., Kazi Lj., Radulović B. "Semantička analiza korektnosti modela podataka primenom sistema automatskog rezonovanja", XVII Simpozijum o računarskim naukama i informacionim tehnologijama - YU Info 2011, Kopaonik.

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У докторској дисертацији описани су резултати истраживања и преглед владајућих ставова у области истраживања које чине онтологије, модели података и системи аутоматског резонувања. Основни циљеви и задаци истраживања у дисертацији су били дефинисање теоријског модела онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонувања и практична имплементација модела у области образовања студената информатских технологија. Ови циљеви и задаци истраживања су остварени креираним теоретским моделом и спроведеним експерименталним истраживањем са радовима студената. Потврђена је основна хипотеза истраживања, као и помоћне хипотезе. Остварени су и остали задаци истраживања који су омогућили примену теоријског модела, а који се односе на анализу, пројектовање и имплементацију софтверске подршке на основу анализе постојећих решења у области истраживања.

Резултати истраживања дисертације који представљају оригинални научни допринос су:

- Теоријски модел онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резонувања.
- Формализација концептуалног модела података у облик реченица на предикатском рачуну првог реда и трансформација у делове Пролог програма.
- Поступак мапирања онтологије из облика RDF триплета на терме предикатског рачуна, а затим и на Пролог чињенице.
- Формулисање скупа правила закључивања за проверу семантичке коректности модела података на основу доменске онтологије.
- Дефинисање метрике за семантичко вредновање појединих елемената модела и модела података у целини.

На основу резултата теоријских истраживања имплементирана је апликација Data Model Validator као софтверска подршка која врши аутоматизацију поступака из теоријског модела. Овај софтвер је припремљен тако да се може користити у наставном процесу, у оквиру часова лабораторијских вежби студената из наставних предмета Базе података, Информациони системи и Пројектовање информатских система, мада се поједини делови система могу користити и за илустрацију употребе решења у оквиру области вештачке интелигенције.

Извршено је емпиријско истраживање ефикасности теоретског модела и имплементирани софтверске подршке употребом експерименталне методе на једној групи концептуалних модела података урађених од стране студената у оквиру практичне наставе предмета Базе података I на Техничком факултету „Михајло Пупин“.

Резултати емпиријског истраживања показују да су студенти најбоље резултате у пројектовању концептуалног модела података постигли у моделовању ентитета (92,68% семантички коректних), нешто слабије резултате имају у пројектовању надкласа и подкласа (56,25%), затим атрибута са 49,27% семантичке усклађености са онтологијом, док је најслабији резултат остварен код моделовања повезника и мешовитих објеката-веза (48,72%). Овај резултат истраживања има друштвени значај и омогућује унапређивање квалитета наставног процеса у областима пројектовања база података и развоја информатских система. Развијена апликација-софтвер се може користити у оквиру наставног рада са студентима. Квалитет наставног процеса наведених предмета, у којима се изучава пројектовање база података, може бити унапређен тако што ће се посебна пажња посветити елементима модела података у којима су резултати студената били слабији. Имплементација теоријског модела проширује област примене система аутоматског резонувања.

Такође, значај рада се огледа у могућности његове примене у научно-истраживачком раду и пројектима из области информационих система и софтверског инжењерства. Предложени модел и решење може значајно смањити трошкове одржавања и накнадних измена делова информационих система и утицати на повећање квалитета реализације софтверских пројеката.

Перспективе и правци даљег развоја система се односе на мање модификације теоретског модела и делова софтверске подршке, како би се омогућила примена на другим врстама модела из области пројектовања софтверских решења и компоненти апликација, као и на различите UML моделе и дијаграме.

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

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

У дисертацији је свеобухватно, систематично и коректно приказано и анализирано стање у области истраживања на основу доступне литературе. Јасно су представљени предмет и циљ истраживања. Исказани резултати имају теоријски и практичан допринос у области анализе, верификације и провере семантичке коректности модела података применом система аутоматског резоновања. Сви резултати истраживања су детаљно анализирани и прегледно презентовани у тексту дисертације. Наведени су правци даљег истраживања.

Сагласно овим чињеницама, Комисија позитивно оцењује 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

Дисертација је у целини написана у складу са планом датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Оригиналан допринос науци представља теоријски модел онтолошки засноване анализе семантичке коректности модела података применом система аутоматског резоновања. Извршена је практична имплементација теоријског модела кроз софтверску подршку.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Не постоје недостаци дисертације који би имали негативан утицај на остварене резултате истраживања. Постоји простор за даље истраживање и унапређивање постигнутих резултата у овој дисертацији.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

На основу укупне оцене дисертације, увида у истраживачки рад кандидата и сагласно свим претходно изнетим чињеницама у овом Извештају, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом

**Онтолошки заснована анализа семантичке коректности модела података применом система аутоматског резоновања**

кандидата **мр Кази Золтана** прихвати, а кандидату одобри одбрана.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

Др Ивана Берковић, редовни професор,  
Технички факултет «Михајло Пупин» у Зрењанину

---

Др Душан Малбашки, редовни професор,  
Факултет техничких наука у Новом Саду

---

Др Драгица Радосав, ванредни професор,  
Технички факултет «Михајло Пупин» у Зрењанину

---

Др Владимир Бртка, ванредни професор,  
Технички факултет «Михајло Пупин» у Зрењанину

---

Др Биљана Радуловић, редовни професор,  
Технички факултет «Михајло Пупин» у Зрењанину

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.