



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ



Петар О. Милић

**ЈЕДАН ПРИСТУП МЕЂУСОБНОМ
ПОВЕЗИВАЊУ ОТВОРЕНИХ ПОДАТАКА
Е-УПРАВЕ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ниш, 2018.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING



Petar O. Milić

**ONE APPROACH TO MUTUAL RELATION
OF THE OPEN DATA IN E-GOVERNMENT**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2018.

Захвалница

Најпре бих желео да се захвалим својој супрузи Слађани на безрезервној подршци, охрабривању и инспирацији коју ми је пружала током истраживања и рада на овој докторској дисертацији, на неизрецивој љубави и разумевању.

Посебно се захваљујем оцу Обраду, мајци Радици, брату Страхињи и сестри Јовани на бескрајној љубави, подршци и безусловној вери на путу ка остварењу овог циља.

Без подршке и разумевања моје породице данас не бих био ту где јесам.

Захваљујем се и ментору, проф. др Леониду Стоименову, на саветима и помоћи који су допринели да се ова докторска дисертација успешно изради, особи која ми је све ово омогућила, пружила прилику и имала пуно поверење у мене. Подстицај проф. др Леонида Стоименова, као и оригиналне идеје, усмериле су ток истраживања који је резултирао успешном израдом ове докторске дисертације.

Неизмерну захвалност дугујем и колегиници др Наташи Вељковић, на континуираној подршци у току истраживања, корисним саветима и сугестијама који су допринели квалитетном истраживању и обликовању овог рада. Било ми је изузетно задовољство да сарађујем са овим стручњаком у области е-управе.

Захваљујем се проф. др Синиши Илићу, мом ментору са основних и мастер студија од кога сам много тога научио и од којег увек може да се научи нешто ново.

Својој породици

Подаци о докторској дисертацији

Ментор:

Др Леонид Стоименов, редовни професор, Универзитет у Нишу,
Електронски факултет

Наслов:

Један приступ међусобном повезивању отворених података е-
управе

Резиме:

Предмет истраживања ове докторске дисертације је представљање модела за испитивање мета-података који описују отворене податке и предлагање типова веза између скупова отворених података на основу датог модела. Међусобно повезивање скупова отворених података електронске управе и откривање могућих релација између њих је један од резултата истраживања обухваћених овом докторском дисертацијом. Ова докторска дисертација приказује анализу постојећег стања у области повезивања отворених података како на самим порталима електронских управа где се ти подаци објављују, тако и са другим подацим на вебу, затим дефинише модел за испитивање мета-података у циљу откривања могућих веза између скупова отворених података и модел за њихов семантички опис. Семантичким описом веза између скупова отворених података омогућује се семантички риступ тим везама и њихова обрада у одговарајућим апликацијама. Применом описаног модела за испитивање мета-података као резултат добија се предлог типа везе између два скупа отворених података (нпр. родитељ/дете, повезан ка/повезан од и др.). Још један од резултата истраживања представљених у овој докторској дисертацији је и развој и дефинисање индикатора који указује на статус међусобне семантичке повезаности скупова отворених података, који делом моделује и укљученост корисника платформи у процес креирања међусобно повезаних скупова отворених података електронске управе. Такође, представљена је и архитектура Веб апликације за креирање веза између скупова отворених података на основу мета-података и предложеног модела. Архитектура је генерализована и применљива на платформама за отворене податке који имају могућност приступа преко Веб API-ја, где се у циљу примене на различитим

платформама мењају само одређене компоненте архитектуре, што доприноси њеној интероперабилности. Веб апликација даје практичну валидацију предложеног модела за међусобно повезивање отворених података чиме се потврђује потреба за постојањем једне овакве архитектуре.

Научна област:	Електротехника и рачунарско инжењерство
Научна дисциплина:	е-управа
Кључне речи:	отворени подаци, е-управа, отворена управа, повезивање отворених података, метаподаци
УДК:	004.738.5:004.451.5
CERIF класификација:	T 120 Системски инжењеринг, рачунарска технологија
Тип лиценце Креативне заједнице:	CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	PhD Leonid Stoimenov, full professor, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
Title:	One approach to mutual relation of the open data in e-government
Abstract:	<p>The research subject of this PhD dissertation is presentation of a model for examination of the metadata which describes open data and suggestion of the type of a relationship between open datasets on the basis of given model. Mutual connection of open datasets in electronic government and detection of the possible relationships between them is one of the results of research covered by this PhD dissertation. This PhD dissertation provides an analysis of the current state in the area of linking open data, ranging from the portals of electronic government where the data are published, as well as with other information on the web, then define a model for examination of the metadata in order to detect possible relationships between the open datasets and a model for their semantic description. Semantic description of the relationships between open datasets allows semantic access to these relationships and their processing in the appropriate applications. Applying the described model for examination of the metadata, as a result we obtain proposal of the type of relationship between two datasets of open data (i.e., parent / child, relation_to/relation_from and etc.). Another result of the research presented in this PhD dissertation is development and definition of indicator which shows the status of the mutual semantic connection between open datasets, which partially encapsulates involvement of the user of the platform in process of creation of mutually connected open datasets in electronic government. It also presents the architecture of Web application for creation of relationships between the open datasets based on metadata and proposed model. The architecture is generalized and applicable on the open data platforms that have access through the Web API, where are changing only certain components of the architecture in order to apply it on other platforms, which contributes to its interoperability. Web application provides a practical validation of the proposed model for the mutual connection of open data which confirms the need for the</p>

existence of such an architecture.

Scientific Field: Electrotechnics and computer engineering

Scientific
Discipline: e-government

Key Words: open data, e-government, open government, relation of open data,
metadata

UDC: 004.738.5:004.451.5

CERIF
Classification: T120 Systems engineering, computer technology

Creative
CommonsLicense
Type: **CC BY-NC-ND**

ТОК ПРИЈАВЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Датум пријаве теме дисертације 29.03.2018.

Број и датум одлуке о прихватању теме дисертације 8/20-01-008/18-015 од 17.09.2018.

Комисија за писање извештаја о научној заснованој теми докторске дисертације

1. Др Леонид Стоименов, редовни професор, Универзитет у Нишу, Електронски факултет,
2. Др Милорад Тошић, редовни професор, Универзитет у Нишу, Електронски факултет,
3. Др Александар Станимировић, доцент, Универзитет у Нишу, Електронски факултет,
4. Др Миодраг Ивковић, редовни професор Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин,
5. Др Сениша Илић, редовни професор, Универзитет у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, Факултет техничких наука.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Датум одбране

DOCTORAL DISSERTATION APPLICATION PROCESS

Doctoral dissertation approval decision 29.03.2018.

Doctoral dissertation approval document 8/20-01-008/18-015, 17.09.2018.
(reference number)

Committee for the approval of the doctoral dissertation topic

1. Dr Leonid Stoimenov, full professor, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering,
2. Dr Milorad Tošić, full professor, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering,
3. Dr Aleksandar Stanimirović, assistant professor, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering,
4. Dr Miodrag Ivković, full professor, University of Novi Sad, Technical faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,
5. Dr Siniša Ilić, full professor, University of Priština temporarily settled in Kosovska Mitrovica, Faculty of Technical Sciences.

Doctoral dissertation defence committee 1.

2.

3.

4.

5.

Date

Списак коришћених скраћеница

ИКТ	Информационо Комуникационе Технологије
WWW	World Wide Web
G2B	Government to Businesses
G2C	Government to Citizens
G2G	Government to Government
API	Application Programming Interface
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
CKAN	Comprehensive Knowledge Archive Network
DKAN	Drupal Knowledge Archive Network
RDF	Resource Description Framework
DCAT	Data Catalog
DCAT-AP	Data Catalog – Application Profile
HTML	Hyper Text Markup Language
XML	eXtensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition
VoID	Vocabulary of Interlinked Datasets
LIRE	Linked Relations
PAN	Portal Analyzer
ACE	Action Executor
REM	Relations Manager
RELIN	Relations Information
SEMANTICS	Semantics of Relations
RESTIN	Relation Statistics and Information
ECOMPAIR	Elimination of Commutative Pairs
MVC	Model View Controller
LINDAT	Linked Datasets
TPL	Total Possible Linksets
CL	Created Linksets
GCL	Government Created Linksets
UCL	User Created Linksets
NE	Number of Elements
NCB	Number of Connections Before
NCA	Number of Connections After
N3	Notation 3
NT	N-Triples

Списак слика

Слика 1. RDF граф релација између два скупа отворених података.....	51
Слика 2. Архитектура система за управљање сематичким релацијама	55
Слика 3. Визуелна репрезентација релација између скупова отворених података.....	59
Слика 4. Спецификација информација у XML-у за испитивање скупова отворених података	61
Слика 5. Спецификација информација у XML-у након испитивања скупова отворених података ..	62
Слика 6. Радни ток приликом повезивања два скупа отворених података	63
Слика 7. Структура контролера у LIRE софтверском додатку	65
Слика 8. Структура погледа у LIRE софтверском додатку	66
Слика 9. Категорије погледа у LIRE софтверском додатку	68
Слика 10. Почетни екран LIRE софтверског додатка	69
Слика 11. Визуелни приказ скупова отворених података	70
Слика 12. Приказ резултата испитивања два скупа отворених података	72
Слика 13. Листа акција на чекању за извршавање на платформи	73
Слика 14. RDF опис једног скупа отворених података	73
Слика 15. Везе између елемената пре примене ECOMP AIR алгоритма	74
Слика 16. Везе између елемената после примене ECOMP AIR алгоритма.....	75
Слика 17. Псеудокод ECOMP AIR алгоритма	75
Слика 18. Фактор побошљања ECOMP AIR алгоритма	77
Слика 19. LINDAT индикатор у функцији TPL и CL	83

Списак табела

Табела 1: Модели за релације <i>child_of</i> и <i>parent_of</i>	48
Табела 2: Модели за релације <i>links_from</i> и <i>links_to</i>	49
Табела 3: Упоредни приказ броја веза пре и после примене <i>ECOMPAIR</i> алгоритма	76
Табела 4: Резултати тестирања <i>ECOMPAIR</i> алгоритма	77
Табела 5: Подршка за метаподатке на различитим платформама отворених података.....	79
Табела 6: Дефинисаност метаподатака у структури метаподатака скупова отворених података	81
Табела 7: Вредности LINDAT индикатора на 5 произвољних портала отворених података	82

Садржај

Списак коришћених скраћеница	11
Списак слика	12
Списак табела.....	13
Увод	17
Предмет истраживања	17
Циљ истраживања	19
Основне поставке истраживања	21
Метода истраживања	21
Резултати истраживања	22
Организација дисертације	22
Електронска управа	25
Е-управа 1.0.....	26
Е-управа 2.0.....	28
Отворена управа.....	33
Отворени подаци	35
Платформе за подршку Отворене управе	37
Повезивање отворених података	39
Значај метаподатака за међусобно повезивање отворених података.....	39
Семантички приступ повезивању отворених података	42
Преглед техника и метода за повезивање отворених података.....	43
Преглед техника и метода за укључивање крајњих корисника у процес повезивања отворених података.....	45
Модел за међусобно повезивање отворених података управе.....	47
Предлог семантичког модела за опис међусобних веза скупова отворених података управе	50

Увођење индикатора статуса међусобне повезаности скупова отворених података управе	52
Архитектура модела за међусобно повезивање отворених података управе.....	54
Компоненте архитектуре	56
WRAPPER.....	56
PARSER.....	56
PAN.....	57
ACE.....	57
REM	57
RELIN	58
SEMANTICS.....	60
RESTIN	60
Спецификација информација за испитивање скупова отворених података.....	60
Радни ток у архитектури – повезивање два скупа отворених података.....	62
Имплементација архитектуре	64
Приказ софтверског додатка	68
ЕСОМРАИР алгоритам.....	74
Верификација архитектуре	78
Закључак	84
Резиме истраживања.....	84
Правци даљег истраживања.....	85
Литература.....	87
Прилог 1.....	95
Прилог 2.....	98
Биографија	100
ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ.....	103
ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ ОБЛИКА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ	104

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ 105

Предмет истраживања

Примена савремених информационо-комуникационих технологија (ИКТ) у процесу модернизације државне јавне управе води ка стварању електронске управе (е-управа) која представља савремен начин пружања државних услуга и сервиса грађанима и привреди путем Веб и ИКТ технологија у циљу побољшања квалитета и ефикасности рада држане управе, смањењу трошкова администрације и бољој доступности услуга и сервиса. Државне управе, увођењем ИКТ технологија у све сегменте рада, настоје да буду посвећене континуалним иновацијама у пружању сервиса и услуга грађанима и привреди и свом трансформисању и прилагођавању глобалним трендовима. На овај начин јавна управа прави синергију између технологије и развоја земље ради проналажења иновативних решења која воде ка економском развоју и социјалној кохерентности [1]. ИКТ технологије, посебно Интернет, омогућују једнак приступ државним сервисима свим заинтересованима било где да се они налазе, истовремено подстичући унапређење њиховог знања и бољу информисаност о раду државних органа. Концепт е-управе се односи на три главне циљне групе: управа или администрација, пословни сектор и грађани, а подразумевају три најважнија модела е-управе: G2G (eng. Government to Government), G2B (Government to Business) и G2C (Government to Citizen).

Како последњих пар година развој е-управе прати развој Web-а, то се паралелно са његовим развојем, тј. фазама WWW, Web 2.0 и семантички веб, могу уочити и фазе развоја е-управе као што су: е-управа 1.0, е-управа 2.0 и отворена управа. Е-управа 1.0 је на свом почетку означавала присуство управе на Веб-у које се временом усавршавало бројем услуга и сервиса које је нудила. Следећа фаза у развоју е-управе, односно е-управа 2.0 указивала је на технолошки унапређен модел е-управе који се заснивао на употреби Веб 2.0 технологија, подстичући грађане у учествовању у раду управе, персонализацију сервиса и омогућавајући сарадњу између управе и грађана. Фокус Веб-а 2.0 је да на што једноставнији начин повеже људе – не машине, те се у том

погледу е-управа 2.0 може посматрати као један од начина за колаборацију управе и грађана.

Циљ сваке земље у свету је да има управу која је транспарентна и одговорна према својим грађанима, пружајући им том приликом поред сервиса и информације од јавног значаја. Отворена управа, као тренутна фаза развоја е-управе, тежи ка испуњавању тих циљева. Заједно са сервисима и услугама које управа ставља на располагање свим заинтересованима, тј. грађанима, привреди, запосленима и др., додавање објављивања података који настају у току рада државних органа, воде ка софистицираној е-управи, која се оријентише од управе ка сервисима на управу ка подацима [2]. Отвореним подацима, у погледу отворене управе, можемо сматрати јавно доступне податке управе у дигиталном облику који су слободни за даљу употребу без икаквих ограничења, а који истовремено подстичу њихову анализу и даљу употребу [3]. У том контексту, отворени подаци прате принципе: пронађи, употреби и подели (eng. find, use and share).

Како би се на одговарајући начин омогућила Отворена управа и отворени подаци, у ту сврху су развијене наменске платформе. Платформе за отворене податке државне управе омогућавају публикавање и категоризацију извора отворених података, приказ и преузимање отворених података као и њихово филтрирање и претраживање према задатим критеријумима. Оне подразумевају постојање следећих компоненти: каталога података, програмских интерфејса апликација (eng. Application Programming Interface - API) и корисничких интерфејса. Кориснички интерфејси су у најчешћем броју случајева развијени путем Веб-а, што је и логично имајући у виду да Отворена управа и Е-управа 2.0 прате Веб 2.0 и семантички веб.

API интерфејси пружају функције за употребу отворених података управе директно из каталога, затим претрагу и публикавање података. Публиковање података се врши по моделу речника мета-података који детаљно описују податке који се публикују. Мета-податке дефинишу тимови у управи који су задужени за одржавање портала отворених података. Организација мета-података и публикавања отворених података треба да буде таква да решава проблеме повезаности података, како са другим подацима на Вебу, тако и са подацима који се налазе на самом порталу отворених података [4]. Повезивање података (eng. linked data) се обавља у машински-читљивом облику одговарајућим адресама на Вебу (eng. Uniform Resource Identifier - URI). На тај

начин се отворени подаци могу повезати са више различитих скупова података, омогућавајући притом проналажење додатних података о појединим стварима. Применом семантичких веб технологија у отвореној управи постиже се реализација ових задатака чиме отворени подаци добијају своју реалну вредност, обезбеђујући притом неочекиване и неистражене погледе у различитим доменима и областима проблема[5].

Циљ истраживања

Међусобно повезивање скупова отворених података е-управе треба заснивати на мета-подацима који их описују, јер они садрже информације од значаја које могу указати на неке релације између тих скупова података. Структура мета-података који описују скупове података, различита је од платформе до платформе и не постоји јединствен модел за именовање ових мета-података. Обзиром на постојање различитих платформи за публикување скупова отворених података, различити су и модели мета-података преко којих се дефинишу ове везе.

Циљ истраживања ове докторске дисертације је да представи модел за испитивање мета-података који описују отворене податке и да на основу датог модела предложи тип везе између скупова отворених података који ће бити генерализован и применљив на већину платформи за отворене податке, као и семантички модел везе између два скупа отворених података, како би они били доступни и у семантичким веб апликацијама. Истраживање ће обухватити анализу постојећег стања структуре мета-података платформи за отворене податке, затим дефинисање модела за испитивање мета-података у циљу проналажења могућих веза између скупова отворених података и модела за њихов семантички опис. На основу ових веза, моћи ће да се изврши семантички приступ скуповима отворених података по моделу који ће бити дефинисан. Још један од резултата истраживања представљених у овој докторској дисертацији је и развој и дефинисање индикатора који указује на статус међусобне семантичке повезаности скупова отворених података, који делом моделује и укљученост корисника платформи у процес креирања међусобно повезаних скупова отворених података електронске управе. Предвиђена је и евалуација и валидација предложеног модела за међусобно повезивање отворених података на порталима Отворених управа широм света, што ће потврдити потребу за постојањем архитектуре за креирање веза између скупова отворених података.

Међусобно повезивање скупова отворених података треба да се заснива на мета-подацима који их описују, јер управо ти подаци садрже највише информација које могу помоћи у успостављању веза између њих. Међутим, имајући у виду постојање различитих платформи за отворене податке е-управе, где свака на свој начин дефинише мета-податке за опис скупова отворених података, то се намеће потреба за јединственим приступом у дефинисању ових мета-података. Тренутно стање је такво, да неке платформе за отворене податке имају дефинисане мета-податке самих отворених података, али не и дефинисане мета-податке скупа отворених података. Слично, структура мета-података на платформама није јасно утврђена, као ни именовање мета-података па модел за испитивање мета-података у циљу откривања могућих веза између скупова отворених података, треба да укључи и механизам за превазилажење ових проблема.

Модел за испитивање мета-података скупова отворених података који ће бити предложен у овој докторској дисертацији заснива се на: сличним или истим таговима којима су означени скупови отворених података, затим да ли скупови података припадају истим или сличним организацијама и групама, да ли имају истог власника, сличним таговима скупа података са таговима које обухвата један власник отворених података, сличним или истим форматима у којима су публиковани отворени подаци, разлици у времену њиховог креирања, мери њихове могуће повезаности са семантичким вебом (eng. *fivestar indicator*), популарности скупа података (број прегледа), као и форматима који су машински-читљиви и применљиви у семантичким апликацијама. Описани модел ће као резултат имати предлог типа везе између два скупа отворених података (нпр. родитељ/дете, повезан ка/повезан од и др.).

У циљу демонстрације предложеног модела за међусобно повезивање скупова отворених података, и њиховог семантичког описа, планиран је развој веб апликације на основу предложене архитектуре. Веб апликација ће представљати визуелни алат за међусобно повезивање скупова отворених података, где ће се на основу креираних веза у позадини платформе генерисати и њихов семантички опис у циљу семантичког приступа везама између скупова отворених података. Реализација веб апликације биће заснована на актуелним принципима објектно-оријентисаног програмирања и актуелним Веб технологијама. Архитектура која ће бити описана у овој докторској дисертацији је генерализована и применљива на платформама за отворене податке који имају могућност приступа преко Веб API-ја, где се у циљу примене на различитим

платформама мењају само одређене компоненте архитектуре, што доприноси њеној интероперабилности која је и један од циљева истраживања.

Основне поставке истраживања

Модуларна архитектура и модел за међусобно повезивање скупова отворених података на порталима отворених података, образложени у овој докторској дисертацији, стављају акценат на имплементацију додатних компоненти у платформи отворених података у циљу повезивања скупова отворених података и аутоматске репрезентације њихове везе у семантичком облику. Модел предвиђа учествовање корисника платформи у процес повезивања скупова отворених података што резултира у унапређеној отворености и транспарентности рада управе и води ка креирању тзв. повезаних отворених података (eng. linked open data).

Имплементација софтвера урађена је коришћењем MVC (eng. Model View Content) пројектног обрасца за креирање Веб апликација у виду додатка (eng. plugin-a) за платформу отворених података SKAN (eng. Comprehensive Knowledge and Archive Network).

Метода истраживања

У овој докторској дисертацији примењен је метод истраживања који се може описати следећим корацима:

1. Увођење основних појмова и полазних поставки на којима се темељи докторска дисертација.
2. Упознавање са фазама развоја електронске управе са посебним освртом на Отворену управу.
3. Дефинисање значаја повезивања отворених података.
4. Дефинисање модела за међусобно повезивање отворених података.
5. Дефинисање архитектуре и имплементација модела за међусобно повезивање отворених података.
6. Дефинисање сценарија коришћења апликације за демонстрацију дефинисаног модела за међусобно повезивање отворених података.

Резултати истраживања

У оквиру истраживања ове докторске дисертације представљени су резултати који се односе на теоријски и практични допринос у области повезивања отворених података е-управе. Конкретни резултати су:

1. Анализа и преглед стања постојећих техника и метода за повезивање података у е-управи.
2. Анализа и преглед модела мета-података отворених података.
3. Анализа и преглед стања постојећих техника и метода укључивања крајњих корисника у процес повезивања отворених података е-управа.
4. Предлог модела за испитивање мета-података отворених података е-управе у циљу откривања могућих међусобних веза и међусобног повезивања скупова отворених података.
5. Предлог семантичког модела за опис међусобних веза скупова отворених података е-управе.
6. Предлог генерализоване и модуларне архитектуре Веб апликације која треба да омогући међусобно повезивање скупова података и управљање њихових међусобних веза.
7. Валидацију оправданости предложеног модела за испитивање мета-података скупова отворених података.
8. Предлог индикатора за праћење статуса међусобне повезаности скупова отворених података на порталима отворених управа.
9. Дискусија и анализа реализације архитектуре за једну платформу за отворене податке Отворене управе.

Организација дисертације

Докторска дисертација је организована у VII глава. У уводној глави, описује се предмет и циљ истраживања, дају се основне поставке на којима се заснива истраживање и описује се метода истраживања. Последње поглавље уводне главе описује резултате истраживања ове докторске дисертације који се односе на теоријски и практични допринос у области повезивања отворених података е-управе.

У другој глави дефинише се електронска управа и значај њене примене. Овде се указује на погодности увођења електронске управе, као и који се циљеви постижу њеном имплементацијом. Обзиром да развој е-управе прати развој Веб-а и на њену оријентисаност ка примени иновативних ИКТ технологија у јавној управи, овде је описан развој е-управе кроз различите стадијуме, од е-управе 1.0 до Отворене управе. Незаобилазан принцип на коме почива отворена управа јесу и отворени подаци, па се на крају ове главе уводи појам платформи за отворене податке отворене управе.

Трећа глава истиче принципе повезивања отворених података. Посебан акценат је стављен на међусобно повезивање отворених података у оквиру отворене управе, где је дат преглед техника и метода за повезивање. Указано је на значај мета-података у процесу међусобног повезивања отворених податка, као и значај семантичког приступа повезаним подацима. Дат је и преглед техника и метода за укључивање крајњих корисника отворених података отворене управе у процес њиховог међусобног повезивања.

У четвртој глави описује се модел за међусобно повезивање отворених података који је предмет истраживања ове докторске дисертације. Модел је заснован на испитивању мета-података који дефинишу и прате објављивање отворених података на порталима отворених управа, на основу чега се дају предлози могућих веза између скупова отворених података. Затим, дефинише се и семантички модел за семантичку репрезентацију везе између два скупа отворених података. На крају главе описује се индикатор статуса међусобне повезаности скупова отворених података.

У петој глави описана је архитектура апликације развијена на основу предложеног модела са циљем његове практичне валидације. Архитектура је слојевита, генерализована и применљива на платформама за отворене податке Отворене управе. Развијена архитектура заснована је на искоришћавању приступа платформама за отворене податке путем Веб API-ја, где се у циљу примене на различитим платформама мењају само одређене компоненте архитектуре. На основу предложене архитектуре, развијен је и софтвер као визуелни алат за међусобно повезивање скупова отворених података, где се на основу креираних веза у позадини апликације аутоматски генерише и њихов семантички опис. Испитивањем мета-података који описују скупове отворених података, софтвер кориснику даје предлог могуће везе између два скупа отворених

података, где он може прихватити предлог софтвера или га пак променити и употребити неки други.

Шеста глава докторске дисертације описује детаље имплементације софтвера заснованог на архитектури датој у петој глави. Дат је преглед коришћених технологија, начин имплементације као и коришћене библиотеке за визуелизацију скупова отворених података и њихових веза. Поред претходно наведеног, у овој глави, приказан је и ECOMP AIR алгоритам који побољшава визуелизацију графичких елемената, а који је уопштен и применљив у другим веб апликацијама које користе графички приказ елемената.

Седма глава ове докторске дисертације даје валидацију развијеног модела. Поређењем његових предности и недостатака са текућим стањем у решавању проблема повезивања отворених података, као и дискусијом истих, даје се свеобухватни приказ и значај међусобног повезивања скупова отворених података. Анализом структуре мета-података које пружају платформе за отворене податке, показана је практична применљивост модела и архитектуре, као и смернице за побољшање исте.

Последња глава докторске дисертације даје резиме и закључке до којих се дошло у току истраживања могућности за међусобно повезивање скупова отворених података и дају се смернице за даљи рад и истраживање на тему унапређења, како међусобне повезаности отворених података, тако и отворених података са другим подацима на Веб-у.

Електронска управа

Са развојем информационо - комуникационих технологија, а посебно експанзијом Интернета, уочено је да су ове технологије једна од алтернатива пружања сервиса државне управе на првом месту грађанима, а потом и привреди, испуњавајући на тај начин њихова очекивања и унапређујући ефикасност јавне управе [6]. Имајући у виду релативно велик број грађана у односу на број људи који ради у државној управи, оправдана је примена ИКТ технологија ради бољег и квалитетнијег опслуживања захтева са којима се државна управа свакодневно сусреће. У том смислу, превазилази се баријера радног времена запослених у државној управи и њени сервиси постају доступни у било ком тренутку и на било ком месту. Такође, грађани који су запослени, не морају да одсуствују са свог радног места како би чекали у дугим редовима на шалтерима у органима државне управе како би добили потребне информације и сервисе [7]. На тај начин она постаје е-управа, где електронска комуникација са грађанима, привредом и целокупним друштвом којем је потребан неки вид услуге државне управе, води ка бољој доступности и расположивости сервиса државне управе, унапређењу нивоа одговорности према друштву, смањењу трошкова рада, транспарентности управе и иновативном начину рада управе.

Е-управу не треба само посматрати као аутоматизацију постојећих сервиса, већ и као метод за проширивање спектра сервиса доступних крајњим корисницима и њихово укључивање у креирање истих, што свакако води ка јачању веза између управе и крајњих корисника. Према стратегији за е-управу коју је израдила радна група именована од стране америчког председника Буша 2003. године, дошло се до податка да 60% корисника Интернета на неки начин остварује интеракцију са веб сајтовима државне управе, што заправо представља логичну основу и начин за редукцију трошкова и ефикаснију управу посвећену потребама крајњих корисника [8].

Узимајући у обзир да е-управа доноси бројне погодности за друштво у целини, а самим тим и грађане и привреду, као и то да се она стално мења и развија, јасно је због чега је она привукла пажњу академске заједнице и њених истраживања у тој области. Управо та истраживања донела су више дефиниција е-управе гледано са различитих

становишта (технолошког, социолошког, економског, и др.) [7, 8, 9]. Међутим, може се приметити да је у основи свих дефиниција, а и суштина саме е-управе, у примени ИКТ технологија у циљу континуалне оптимизације сервиса државне управе, подстицању активног учешћа грађана у процесима управе и трансформацији интерних и спољашњих веза кроз ИКТ технологије, Интернет и нове медије [7, 9, 10].

Развој е-управе је динамичан процес и одвија се паралелно са развојем ИКТ технологија, а посебно Веб-а, те са правом можемо рећи да она од свог почетка па све до данас еволуира. У својој еволуцији, е-управа је тежила остваривању различитих циљева посебно оних са технолошке тачке гледишта, не занемарујући притом незаобилазне факторе као што су политичка воља, тежња га организационим променама, међусобно поверење, правни оквир и др. [6]. У е-управи 1.0, која представља почетак трансформације државне управе, примарни циљ је био развијати е-управу на Веб-у, кроз четири карактеристичне фазе: 1. присуство на Веб-у, 2. интеракција, 3. трансакција и 4. трансформација [11]. Технолошки унапређен модел е-управе, базиран је на употреби Веб 2.0 технологија креирајући тако нову фазу развоја е-управе, тзв. е-управу 2.0. У е-управи 2.0, фокус је на подстицању грађана у укључивање у рад државне управе, персонализацији сервиса и сарадња управе и грађана. Наредни корак у еволуцији е-управе јавља се као последица константног развоја технолошких и социјалних чинилаца е-управе, претварајући на тај начин традиционалну е-управу у отворену управу, у циљу отворености, транспарентности и дијалога између управе и грађана. Отворена управа представља иновативни концепт, широко прихваћен као обележје савремене демократске праксе и у најчешћем броју случајева повезан са законском регулативом у области слободног приступа јавним информацијама [12].

Е-управа 1.0

Е-управа 1.0 представља оријентисаност државне управе ка развоју и имплементацији сервиса доступних грађанима и привреди путем Веб и ИКТ технологија. Она уједно представља и почетак трансформације државне управе у циљу увођења савремених ИКТ технологија у рад државних органа ради унапређења ефикасности рада државне управе. У литератури [13, 14, 15, 16, 17] се могу наћи различити модели који дефинишу е-управу 1.0 и чији се елементи прожимају у неким од фаза. Суштина свих ових модела је да они дају смернице и предвиђају како ће се линеарно, постепено и прогресивно [18] развијати е-управа и како ће се одвијати њена

еволуција, почевши од њеног присуства на Веб-у, па све до фаза интеракције, трансакције и интеграције. Сваки од њих треба да такође резултира и креирањем окружења за е-партиципацију и е-демократију што води ка фундаменталној трансформацији везе између управе и грађана, а самим тим и побољшаним сервисима које управа ставља на располагање грађанима и привреди.

На основу прегледа и анализе доступне литературе, можемо закључити да су следеће четири фазе заједничке за све моделе е-управе 1.0:

1. **информисање** – Доступност информација и података државне управе на Веб-у. У овој фази подразумева се постојање веб сајта органа државне управе на Веб-у, са садржајем од интереса за грађане и привреду. Ова фаза се још може дефинисати као једносмерно добијање информација од управе ка крајњим корисницима.

2. **интеракција** – Ова фаза представља почетак комуникације између државне управе и њених крајњих корисника. Примера ради, то може бити контакт форма за слање е-mail порука на сајту органа државне управе, систем за претрагу на Веб сајту, затим постојање online форми и образаца које крајњи корисници могу попунити и проследити на адресу органа државне управе. Важно је нагласити да ова фаза развоја е-управе 1.0 не предвиђа потпуну обраду захтева преко Веб-а.

3. **трансакција** – Под овом фазом подразумева се да се свака услуга или сервис који државна управа ставља на располагање грађанима или привреди, комплетно обави путем Веб-а, без потребе за физичким одласком на шалтер службе органа државне управе. Она представља и двосмерну размену информација и пружања услуга државне управе и крајњих корисника. Пример успешне реализације ове фазе е-управе 1.0 може представљати online подношење захтеве за издавање личних докумената и њихова достава на кућну адресу.

4. **трансформација** – Фаза трансформације е-управе 1.0 представља умрежавање и интеграцију сервиса (вертикална интеграција) коју нуде органи државне управе (хоризонтална интеграција), ради размене неопходних информација, у циљу пружања квалитетнијих услуга крајњим корисницима путем креирања јединствене приступне тачке сервисима и услугама државне управе посредством Веб-а.

Е-управа 2.0

Континуалан развој е-управе и посвећеност државне управе ка својој трансформацији у циљу пружања квалитетнијих услуга својим грађанима и привреди, допринео је да се између државне управе, грађана и привреде оствари нека врста дијалога ради разматрања начина и модалитета партиципације грађана у том процесу. Тај дијалог треба да промовише сарадњу управе и грађана на свим пољима од заједничког интереса, а све у циљу унапређења квалитета услуга и сервиса које управа ставља на располагање својим крајњим корисницима. Ради постизања такве трансформације, мора постојати адекватна технолошка подршка за партиципацију и колаборацију грађана [19]. У прилог томе иде технолошки напредак на пољу Веб-а, посебно 2.0 технологија, који је допринео да се постављени циљеви достигну и отворе нове могућности за е-управу у смислу интеракције, партиципације и транспарентности.

Под утицајем Веба 2.0, настала је е-управа 2.0, као технолошки унапређен модел е-управе заснован на употреби Веб 2.0 технологија, подстичући грађанство на учествовање у раду управе, омогућавајући сарадњу између управе и грађана и персонализацију сервиса, те стварајући окружење за колаборацију између њих. Веб 2.0 технологије као што су системи за управљање садржајем, блогови, вики-ји, друштвене мреже и др. иницирале су редизајн начина комуникације државне управе према својим крајњим корисницима, затим отвориле нове начине за приближавање информација које настају у току рада државне управе према грађанима и привреди и начиниле корак у еволуцији е-управе. У е-управи 2.0, грађани и привреда нису више само пуки и пасивни примаоци информација, већ и учествују у њиховом стварању, модификацији и преношењу [20].

У [21] аутори сматрају да Веб 2.0 усмерава развој е-управе 2.0 у технолошком, социјалном, економском и правном погледу. Тако заједнице корисника постају технолошки опремљеније и чвршће повезане са државном управом, са адекватним приступом у доношењу одлука и дељењу информација, као и слободној сарадњи на пољу развоја сервиса и услуга државне управе. Осимо [22] је анализирао утицај Веб 2.0 технологија на рад органа државне управе и дошао до закључка да оне највећи допринос дају у сфери примене правних прописа, међу-агенцијске сарадње, политичке партиципације и транспарентности и обезбеђивању сервиса и услуга. Сличан став имају и Bonsón, Torres, Royo и Flores [23], који указују да Веб 2.0 унапређује транспарентност

јавног сектора путем платформи за друштвене медије, побољшава креирање политике државне управе путем партиципације грађана, затим унапређује јавне сервисе кроз иновативне начине њихове реализације и побољшава управљање знањем путем трансформације веза унутар органа државне управе. Chang и Kannan [24] у е-управи 2.0 разликују три различита типа коришћења њених производа и то оне оријентисане на комуникацију, оријентисане на интеракцију и оријентисане на сервисе. Gruen [25] указује да технолошки и социјални алати представљају важан део у еволуцији е-управе 2.0, али су такође и кључни водич овог процеса.

Е-управа 2.0 је фокусирана на кориснике и њихову сарадњу са управом у циљу технолошког и социјалног развоја. С тим у вези, Khan [26] је идентификовао сценарио којег чине три фазе у имплементацији концепта е-управе 2.0 и то: социјализација информација као прва фаза, затим масивна колаборација као друга и социјална трансакција као трећа фаза. Да би поткрепио своју тврдњу, Khan анализира разлике између е-управе 1.0 и е-управе 2.0, где примећује да је е-управа 1.0 заснована на статичким веб 1.0 технологијама за разлику од е-управе 2.0 која је базирана на модерним ИКТ технологијама као што су нпр. друштвени медији. Гледано са стратешке тачке гледишта, е-управа 1.0 рефлектује процес трансформације и коришћења унутрашњих капацитета државне управе, ради пружања адекватних сервиса у односу на е-управу 2.0 оријентисану на примену спољних ресурса (друштвених медија, алата за колаборацију и партиципацију) за унапређење сервиса и услуга државне управе. У е-управи 2.0 грађани нису само пасивни корисници услуга е-управе већ и њени активни учесници, што им омогућавају алати и технологије Веб-а 2.0. Сличног схватања су De Kool и Van Wamelen [27], који Веб 2.0 виде као начин за стимулацију корисника за њихово укључивање у процес развоја и унапређења сервиса и услуга које обезбеђује државна управа, што је добро за њихов лични развој и развој друштвених вештина, а истовремено целокупно друштво има добит од тога као и демократија у држави. Е-управу 2.0 можемо сагледавати и као виртуелно место где долази до контакта између грађана и привреде са државном управом и где се одвијају процеси од обостраног интереса.

На основу прегледа и анализе доступне литературе, можемо закључити да су следеће три фазе заједничке за све моделе е-управе 2.0:

1. колаборација,

2. партиципација,

3. транспарентност.

Колаборација подразумева укључивање свих заинтересованих страна у развијање сервиса и услуга е-управе, почевши најпре од грађана, затим привредних субјеката, па све до различитих нивоа органа државне управе. Колаборација као вид размене мишљења ради унапређења сервиса државне управе јавила се са развојем Веб 2.0 технологија које то омогућавају, а то су социјални алати. Путем Веб 2.0 социјалних алата, државне управе настоје да омогуће укључивање грађана како би се остварила сарадња на пољу проналажења решења за њихове свакодневне потребе. Примери тих алата могу бити Facebook, Twitter и Wiki, које државне управе широм света масовно користе како би се приближиле грађанима.

Mergel, Schweik и Fountain [21] разликују интерну и екстерну колаборацију, где се под интерном колаборацијом сматра примена Веб 2.0 технологија како би се на иновативан начин разменила искуства у оквиру органа државне управе и повећала њихова продуктивност, док екстерна колаборација представља примену Веб 2.0 технологија у приватном сектору. Несумњиво је да колаборација представља начин за модернизацију државне управе. Неки аутори [25] указују да је колаборација фундаментални окидач промена који се дешавају у Е-управи 2.0 са Веб 2.0 социјалним алатима као неопходним чиниоцем који их и омогућавају. Штавише, колаборација грађане "види" као партнере управе у њеном активном функционисању [28].

У фази колаборације, грађани могу примера ради преко Веб 2.0 социјалних алата утицати на промену прописа у областима од њиховог интереса путем прикупљања потписа за петицију, а који се тичу измене неких правних аката или разјашњења истих. На пример [22], познат је случај када је један грађанин у Италији прикупио 800.000 потписа путем блогова, друштвених мрежа и веб сајтова како би се утицало на телекомуникационог оператера да обустави наплату додатних трошкова допуне кредита на мобилним телефонима. Како није успео да добије разјашњење од националног регулатора у својој земљи, он је прикупљене потписе проследио Европској комисији која је обавезала италијанске антикорупцијске власти да истраже проблем, а које су на крају и утицале на оператера да обустави наплату тих трошкова. Intellipedia (www.intelink.gov) представља портал заснован на употреби Веб 2.0

социјалних алата (wiki) са циљем да омогући директну колаборацију између аналитичара у 14 различитих обавештајних агенција америчке владе [22].

За партиципацију као једну од фаза развоја е-управе 2.0 може се рећи да представља технолошки подржан друштвено-демократски и консултативни процес, са циљем да се креира нова врста везе и комуникације између грађана и његових изабраних легитимних представника у власти [29]. На тај начин се промовише фер друштво и транспарентна управа, где управе јасно указују да желе да чују мишљење и став својих грађана истовремено их подстичући да активно учествују у доношењу одлука од њиховог интереса. Партиципацијом грађана, привредних субјеката и осталих заинтересованих у раду државне управе, помаже се управи у вођењу и усмеравању развоја сервиса и услуга државне управе, истовремено идентификујући потенцијална уска грла и могуће проблеме. Веб 2.0 технологије као што су системи за ћаскање, друштвене мреже, алати за колаборацију, системи за подршку групном одлучивању су важан чинилац у остваривању партиципације као есенцијалног елемента е-управе 2.0. Осимо [22] сматра да су ИКТ технологије, а посебно Веб 2.0, стратегијски алат успешне иницијативе еДемократије и еПартиципације. Имајући у виду да све масовније присуство корисника услуга и сервиса државне управе на Веб-у, јасно је зашто управе теже да се приближе својим грађанима и у виртуелном свету. Једноставност употребе Веб 2.0 технологија и социјалних алата као и минимални ресурси е-инфраструктуре и финансија, преовладале су у процесу развоја портала управа базираних на социјалним мрежама и како Khan [26] каже у социјализацији владиних података, услуга и сервиса. Управо у том погледу остварује се прогресивни развој е-управе и трансформација везе између државне управе и грађана, од једносмерне везе где управа пружа информације и сервисе грађанству, до двосмерне везе где се узима у обзир њихов став.

Према анализи стања е-управе које су УН спровеле 2012. године [30], уочен је висок степен развијености партиципације грађана у земљама као што су Јужна Кореја, Холандија, Велика Британија, Данска и САД. Велика Британија је развила портал commentonthis.com, где грађани могу да учествују у коментарисању и давању предлога за побољшање законских аката које државна управа доноси. Портал је јединствено место за дебату управе и грађана о ономе што државна управа ради. Портал www.patientopinion.org.uk је још један од успешних примера партиципације грађана у раду државне управе који долази из Велике Британије. Наиме, овај портал омогућује размену мишљења и искуства грађана о пруженим здравственим услугама са циљем да

се унапреди здравствени систем и разумеју потребе грађана. У Аустралији, портал www.planningalerts.org.au омогућава информисање грађана о дешавањима у њиховом окружењу тј. локалној заједници, као и могућност да грађани сами пријаве неку активност од општег интереса у својој улици, насељу и граду, са могућношћу дискусије о истом. Управа САД-а путем портала www.appsfordemocracy.org подстиче грађане да развијају апликације који ће помоћи развоју е-демократије у земљи са циљем што масовније партиципације грађана у искоришћавању сервиса и информације које настају у свакодневном раду државне управе, а самим тим и у оцени њиховог квалитета.

Транспарентност државне управе представља важан чинилац развоја е-управе 2.0 али и рада управе уопште, која се заснива на отвореном управљању путем јасно дефинисаних процеса и процедура и лако доступних јавних информација за грађанство [31]. Што је транспарентност већа и квалитетније, сразмерно томе расте поверење грађана у рад органа државне управе, док недостатак исте код грађана може створити утисак корупције у државној управи. Vonsón, Torres, Royo и Flores [23] сматрају да се транспарентна управа састоји из два дела и то: транспарентности управљања "уграђене" у сам систем управе и фактора спремности за транспарентност као што су, технолошка пенетрација, ниво технолошке опремљености органа државне управе и друштвене и технолошке спремности грађана.

Примена ИКТ технологија у раду државних органа како би се сервиси, услуге и регулатива што је могуће више приближила грађанима и привреди, указује на посвећеност управе ка својој транспарентности и праву грађана и привреде да знају како и на који начин управа ради и извршава задатке из њеног делокруга рада. Незаобилазан фактор који води ка том циљу представља коришћење Веб 2.0 социјалних алата. Позитиван пример примене ових алата представљају државне управе мађарске владе (<http://www.anti-lop.hu/>) и управе региона Сардинија у Италији (<http://www.regione.sardegna.it/argomenti/progetti/>) које су направиле портале са циљем да грађанству приближи поступке и начине за праћење потрошње јавног новца. Ови портали дају приказ пројеката који се финансирају из буџетских средстава, њихов тренутни статус, да ли је започет, у току или завршен као и његову намену. Влада Велике Британије путем портала *TheyWorkForYou* (www.theyworkforyou.com) уводи транспарентност у рад парламента земље и то тако што омогућује грађанима да прате рад изабраних представника народа, како гласају и да прате дебате. Веб портал владе Сједињених Америчких држава USAspending.gov има за циљ да омогући својим

грађанима увид у податке како се троши новац пореских обвезника, у које сврхе и коме је новац прослеђен (владине агенције, државни органи и др.).

Отворена управа

Појам Отворене управе имплицира облик управе који у својој суштини подстиче и подржава идеју слободног и отвореног приступа информацијама, које настају у свакодневном раду државне управе, тежи омогућавању пуне транспарентности њених података и процеса, те промовише и унапређује сарадњу са грађанима али и сарадњу на различитим нивоима управе унапређујући самим тим и своју одговорност. Ефикасна државна управа је циљ сваке управе, па у том погледу Отворена управа пружа могућности за остваривање тог циља кроз укључивање и сарадњу грађана у оквиру процеса државне управе путем платформи које то омогућују. У пару са савременим ИКТ технологијама, Отворена управа води ка иновативним стратегијама за промену начина како влада ради, где су крајњи резултати ефективније институције и снажнија демократија[12]. Отворена управа је широко прихваћена као обележје савремене демократске праксе, а често је повезана са доношењем закона о слободи информисања.

Актом о слободи информација (енгл. *The Freedom of Information Act*) коју је донела Влада САД-а још 1966. године, направљен је први корак ка стварању концепта Отворене управе, који се 1980. године унапређује Актом о смањењу папирологије (енгл. *The Paperwork Reduction Act*) и 2010. трансформише у Меморандум о прикупљању информација (енгл. *Information Collection under the Paperwork Reduction Act*) и на крају финализира новом ревизијом Акта о слободи информација. McDermott [31] даје опширан преглед тока развоја Отворене управе у САД-у који уједно може да послужи и као пример другим државним управама где треба уложити напоре у циљу стварања и имплементације концепта Отворене управе.

Многе управе широм света, као што су на пример, Аустралија [25], Велика Британија [32], Јужна Кореја [33] и Естонија [34] препознале су значај Отворене управе, па су предузеле неопходне кораке ка развоју и примени тог концепта у својим државним управама. Партнерство за Отворену управу (енгл. *Open Government Partnership - OGP*) настало 2011. године, има за циљ да помогне државним управама увођење и промовисање принципа транспарентности и партиципације, чиме се управа посвећује сарадњи са својим грађанима у процесу креирања својих услуга, омогућује

грађанима учешће у доношењу одлука, а све у циљу квалитетнијег управљања и квалитетнијих услуга које ставља на располагање грађанима, путем примене савремених ИКТ технологија. Како би се осигурало остваривање наведених циљева и принципа, Партнерство за Отворену управу захтева испуњавање услова као што су благовремено објављивање важних буџетских докумената, право на приступ јавним подацима и информацијама, обелодањивање мера за борбу против корупције као и мера предузетих у циљу промовисања партиципације и укључивање грађана у процесе управе. Ширина и дубина учешћа државних управа у Партнерству, ниво политичког опредељења, и стварни број реформи које су у току, стварају позитиван амбијент за трајни утицај циљева Партнерства, а у прилог овој чињеници говори и податак о константном увећавању чланства, које је у почетку бројало 8 чланица, а сада 75 [35].

У свом истраживању о мотивацијама и препрекама за увођење и примену концепта Отворене управе, Ganapati и Reddick [36] указују на чињеницу да прилагођавање правне регулативе у државама које желе да примене Отворену управу и институционална подршка државним органима, представља важан корак ка остварењу тог циља. Имајући у виду сталну тежњу да се рад управе, њени процеси и подаци приближе грађанима, као и континуалан и еволутивни развој ИКТ технологија, социјални медији представљају важне Веб 2.0 алате који могу у томе послужити. Поред тога што ови медији омогућавају дељење информација у виду текстуалних порука, музике и видеа, пружају могућности за заједнички рад и удруживање, они могу да помогну управама у узимању мишљења јавности ради унапређења процеса управљања и решавања проблема долажењем до општеприхваћеног решења. Препреке које се могу јавити у процесу увођења концепта Отворене управе, а које и успоравају његову имплементацију су, неинтероперабилност ИКТ система и технологија путем којих се размењују подаци и информације, буџетска ограничења, политички лидери који не виде императив за увођење овог концепта, неадекватни институционални и људски ресурси и спорост у прилагођавању законског оквира за примену концепта Отворене управе. Обзиром да отворени подаци представљају важан показатељ отворености управе, уколико су информације о начину употребе тих података нејасне и непотпуне, или су ти подаци објављени у неадекватном формату, или пак не постоји воља управе да прикупља и узима у обзир повратне информације грађана о тим подацима, то утиче на став грађана о начину рада државне управе, њену ефективност и одговорност али и транспарентност.

Транспарентна Отворена управа стимулише етичку свест [37] у јавним сервисима пружањем информација грађанима о томе шта управа ради, што заправо промовише одговорност управе и утиче на поверење грађана у државну управу. У Отвореној управи, транспарентност треба да осигура разумљивост рада државне управе и њених органа, процеса, услуга и података који из тога произилазе, али и да ти подаци и услуге буду лако доступни и препознатљиви. Као принцип који је у тесној вези са концептом Отворене управе, транспарентност је и један од стубова на којима се заснива Отворена управа, упоредо са отвореним подацима, колаборацијом и партиципацијом. Партиципација грађана у процесима управе је демократско средство изражавања мишљења о питањима из домена њиховог интересовања и укључивање у доношењу одлука и представља саставни део концепта Отворене управе. Другим речима, партиципација грађана у процесима управе доприноси отворенијој управи и развоју друштва у целини. Савремене ИКТ технологије, а посебно социјални медији пружају могућности за активно учешће грађана у социјално-економским активностима, јавно-приватној сарадњи и децентрализацији. Такође, ти алати омогућавају и међусобну колаборацију грађана и управе у раду на пољима од заједничког интереса. Међутим, треба имати у виду чињеницу да је за остваривање ових циљева неопходна широка доступност и приступачност ИКТ технологија целокупном друштву. То је посебно изражено у земљама у развоју, где се најпре мора премостити "дигитални јаз" [38].

Доношењем Директиве о Отвореној управи у децембру 2009. године од стране председника САД-а, државној управи и њеним органима дате су смернице у циљу остваривања и имплементације концепта Отворене управе САД-у, а које се односе на објављивање података управе, побољшање њиховог квалитета, креирање и институционализовање овог концепта и креирање одговарајућег правног оквира [39]. Већ у априлу 2010. године, група волонтера координисана од стране OpenTheGovernment.org покрета, урадила је анализу планова органа државне управе САД-а за испуњавање циљева наведених у Директиви. Анализа је показала разноликост у квалитету планова за реализацију конкретних задатака.

Отворени подаци

Промене које са собом доноси Отворена управа су најчешће проузроковале транзицију са управе оријентисане на сервисе, на управу оријентисану ка подацима. Треба имати у виду да се сервиси у Отвореној управи не занемарују, већ да се

проширују отвореним подацима, једним од атрибута који се крију иза концепта Отворене управе [40]. Yu и Robinson указују на важност доступности отворених података који настају у свакодневним процесима управе, јер управа може пружити отворене податке о политички неутралним темама и притом остати нетранспарентна и неодговорна [41]. Отварање података управе за грађане, привреду и друге заинтересоване, треба да буде спроведено на такав начин да омогући слободан приступ путем интернета без ограничења у виду идентификације корисника који им приступају и намене за коју се користе, да буду објављени у машински читљивом формату и без ограничавања њиховог будућег коришћења и редистрибуције. Свака поновна употреба отворених података управе, ствара нове информације и ново знање, где се на тај начин животни циклус података проширује и еволуира [42]. Janssen, Charalabidis и Zuiderwijk [43] указују да није само довољно отворити податке управе према грађанима, привреди и другим заинтересованима, већ се мора посветити пажња и њиховом квалитету и униформном процесирању, како би се њиховом обрадом увек могли извести исти закључци. На овај начин објављени подаци резултују у њиховом правилном разумевању, утичу на раст поверења грађана у рад управе, избегава конфузија око начина употребе тих података, али и повећава транспарентност и одговорност управе. Државне управе треба да осим отварања података за ширу употребу и обезбеђивања адекватне инфраструктуре путем које би ти подаци били доступни грађанима да обезбеде и алате за њихову употребу, чиме се заправо ствара повратна веза између управе и грађана и обезбеђује један вид њихове партиципације у процесима управе. Отворени подаци управе не само да доприносе отворенијој и транспарентнијој управи, већ могу представљати и позитиван резултат колаборације грађана са управом на пољу управљања и манипулације подацима [44]. David Eaves [45] је установио три закона која треба да буду испуњена како би се подаци који настају у процесима управе могли назвати отвореним подацима управе: 1. ако подаци управе не могу бити пронађени и индексирани на Веб-у онда они и не постоје, 2. ако нису отворени и доступни у машински читљивом формату, не могу бити реупотребљени и 3. ако било која правна препрека спречава њихову даљу редистрибуцију онда они нису употребљиви.

Како би подстакле грађане да користе отворене податке и да покажу предности њихове примене, многе државне управе су у ту сврху креирале интернет портале на којима се смештају апликације које су креирали грађани и привреда као корисници отворених података. Портал отворене управе САД-а за апликације направљене на

основу отворених података (<https://www.data.gov/applications>) има за циљ да промовише развој софтверских апликација које ће помоћи грађанима у доношењу важних одлука као што су тражење финансијке помоћи за упис факултета, проналажење безбедних потрошачких производа и других. На порталу за отворене податке града Едмонта у Канади (<https://data.edmonton.ca/applications>) постоји посебан одељак који представља каталог апликација направљених на основу примене отворених података. Управа града на тај начин пружа могућност грађанима да дају свој допринос промоцији града, преко креирања апликација које могу олакшати сналажење у граду и проналажење занимљивих места, али и других интересантних области примене.

Платформе за подршку Отворене управе

Отворени подаци управе могу се објављивати преко већ постојећих веб сајтова управе и њених органа, коришћењем наменских Веб интерфејса специјализованих софтверских платформи за управљање подацима или путем специјализованих портала управе. Специјализовани портали управа представљају платформе за отворене податке управа, који испуњавају захтеве за њихово објављивање. Коришћењем ових платформи, подаци се у хетерогеним форматима који пристижу из различитих извора, интегришу ради униформног приступа, омогућујући притом категоризацију извора података, приказ и преузимање отворених података као и њихово филтрирање и претраживање према задатим критеријумима. Оне омогућују да се подацима додају и „мета“ описи у облику који ће пружити информације о томе ко је објавио те податке, када су ти подаци објављени, где су настали ти подаци и сл., што ће им пружити шири контекст.

Максимовић, Вельковић и Стоименов [46] указују да свака платформа за отворене податке државне управе треба да обезбеди минимални скуп функционалности како би се осигурала интеракција са корисницима и управом, што подразумева: регистрацију извора података, пружање додатних информација о извору података, типу садржаја и релацијама које постоје између тог садржаја и осталих типова, трансформацију садржаја према стандардима, приступ садржају преко интернета, организовање и филтрирање садржаја, приказ и преузимање података у различитим форматима, као и дељење ресурса и података.

Платформе нису креиране да буду само веб портали са статичким садржајем без могућности даљег коришћења података који се на њима налазе, већ да буду и окружење

које податке чини доступним за машинску обраду у различитим форматима. Chesbrough and Appleyard [47] тврде да платформе за отворене податке управа представљају неизбежан фактор у развоју отворених иновативних стратегија, повезујући различите делове знања или иновативних компоненти. Платформе за отворене податке друге генерације поред претходно наведених функционалности, обезбеђују и додатни обиман скуп нових Веб 2.0 функционалности [48], чиме се важни технолошки трендови који се примењују у отвореној управи, друштвене мреже и отворени подаци интегришу.

Повезивање отворених података

Међусобно повезивање отворених података које објављују државне управе може допринети откривању сличних података који се објављују на платформама за отворене податке државне управе. Поред тога, међусобно повезивање отворених података доприноси и њиховој интеграцији и стварању јединствене целине у оквиру управе где корисници на лак начин могу пронаћи жељене податке. На тај начин побољшава се и приступачност подацима што је и један од циљева Отворене управе.

Појам међусобног повезивања отворених података настао је са развојем платформи за отворене податке државне управе, где се дошло на идеју повезивања података који се објављују на овим платформама, због лакше претраге и проналажења жељених информација. Њиховом интеграцијом, могу се повезати подаци из различитих домена и сфера државне управе као што су нпр. законска акта, привреда, економија, финансије, медицина, инфраструктура и многе друге. Интеграција отворених података од посебне је важности у области економије [49]. Међусобно повезивање података врши се помоћу дефинисања правила који описују везе између њих, чиме се олакшава њихово разумевање и интерпретација и употреба у апликацијама које се развијају на основу доступних отворених података. Ding, Michaelis, McGuinness и Hendler [50] сматрају да се значење једног скупа отворених података може објаснити или чак проширити са међусобно повезаним скуповима података.

Дефинисање веза између отворених података који се објављују на порталима за отворене податке државне управе може представљати добру полазну тачку за повезивање отворених података управе са подацима на семантичком вебу, што представља и предмет истраживања ове докторске дисертације. Отворени подаци управе могу да дају значајан допринос развоју семантичког веба [51].

Значај метаподатака за међусобно повезивање отворених података

Објављивање отворених података управе на платформама за отворене податке праћено је са придруживањем одговарајућих података које описују њихове различите карактеристике као што су: ко објављује отворене податке, када су они објављени, у

ком формату су објављени, под којим условима и др. По дефиницији, метаподаци су структуриране информације које идентификују, описују и објашњавају ресурс података чинећи га на тај начин лакшим за преузимање, коришћење и управљање. Другим речима то су „подаци о подацима“ или информације о информацијама. Отворени подаци унапређују транспарентност управе, доношење одлука од општег интереса и јавне сервисе управе [42], [52], па је у том смислу веома важно како се они објављују и описују на платформама за отворене податке, што чини да метаподаци играју важну улогу у животном циклусу управе.

Метаподаци у оквиру платформи за отворене податке управе дефинишу се по сопственом моделу који је развила платформа. У већини случајева, модели метаподатака се разликују у називима елемената модела, али могу имати и различиту структуру. Поред тога, у зависности од контекста примене могу имати и различита значења, па тако метаподатак „tags“ у платформама SKAN¹, DKAN² и SOCRATA³ је исто што и метаподатак „keywords“ у платформи OPENDATASOFT⁴, а метаподаци „resource“ у платформи SKAN и DKAN је сличан метаподацима „fields“ у платформи OPENDATASOFT и метаподацима „columns“ на платформи SOCRATA [53].

Zuiderwijk, Jeffery и Janssen сматрају да метаподаци обезбеђују контекст отворених података неопходан за њихову правилну употребу у апликацијама које се развијају на основу отворених података, али и за повезивање отворених података управе са другим подацима на Веб-у [54]. Поред тога, омогућавају и механизам за приступ информацијама неопходним за њихову машинску обраду и правилну интерпретацију. С тим у вези, мора се посветити пажња ка дефинисању потребног скупа метаподатака, како се не би створило двосмислено значење отворених података и немогућност њихове обраде и коришћења у апликацијама. Нпр. неке управе у свету показале су неспремност за објављивање метаподатака [55], [56], друге објављују оскудан и недовољан скуп метаподака [57], [58], а неке управе пружају њихову слабу документованост [59]. Метаподаци су од суштинске важности за међусобно повезивање отворених података и осигуравају корак напред у процесу њиховог семантичког повезивања [60].

¹<http://ckan.org>

²<http://www.nucivic.com/dkan/>

³<https://socrata.com>

⁴<https://www.opendatasoft.com>

Braunschweig [61] је у својој анализи метаподатака на платформама за отворене податке дошао до закључка да варијације у степену дефинисаности метаподатака узрокују проблеме у интеграцији скупова отворених података. Како би се отворени подаци управе повезали са другим подацима у оквиру управе и другим подацима на Веб-у, морају да буду дефинисани њихови описи, тј. метаподаци, одакле се могу извучити закључци као што су: између којих скупова отворених података управе могу да се дефинишу међусобне везе, да ли те везе могу да имају конкретнији опис [42], који скупови отворених података су слични и др. Отворени подаци управе добијају на вредности када су повезани са другим подацима [62].

Неке платформе за отворене податке управе као што су SKAN иницијално омогућују дефинисање метаподатака који могу послужити за дефинисање веза између скупова отворених података, док друге платформе као што су DKAN, SOCRATA и OPENDATASOFT нуде могућност измене модела метаподатака у циљу успостављања неопходних елемената модела за дефинисање веза између скупова отворених података. SKAN је и пионир у овој области, па у том погледу представља ваљан извор информација које могу послужити за унапређење модела метаподатака на другим платформама у сврху дефинисања међусобних веза између скупова отворених података [63], [64], [65].

Могућност измене модела метаподатака на платформама за отворене податке, носи са собом и одређене импликације. Уколико се спроведу промене модела метаподатака, може доћи до губитка стандардизованог начина обраде отворених података управе, што може успорити њихову употребу и интерпретацију. На тај начин се долази у ситуацију да када корисници желе да у софтверским апликацијама обрађују скупове отворених података са различитих платформи, морају да прилагођавају апликацију тим платформама иако метаподаци могу имати исто значење на тим платформама. Затим, промене угичу и на конзистентност између метаподатака у моделу [66], јер синтакса новодефинисаних метаподатака може бити недовољно формална, а семантика рудиментарна [54].

У компаративној анализи метаподатака претходно поменутих платформи за отворене податке [53] обављеној у току истраживања ове докторске дисертације, дошли смо до закључка да ниједна од анализираних платформи нема метаподатке који би описали семантичке верзије скупова отворених података. Ове платформе омогућују

семантички приступ скуповима отворених података, али модели метаподатака о томе не обезбеђују адекватне информације што представља недостатак и успорава примену семантичких отворених података управе у семантичким софтверским апликацијама.

Семантички приступ повезивању отворених података

Семантичке Веб технологије омогућавају да отворени подаци управе постану део Веб-а где се они повезују са другим подацима који могу обезбедити документовање, напредни контекст и неопходне информације за њихову интерпретацију. Ове технологије поред могућности за повезивање података који долазе из различитих извора, омогућују и анализу отворених података комбиновањем различитих скупова података и истраживање иновативних и креативних начина за коришћење отворених података управе. Семантички приступ повезивању отворених података осигурава транспарентност у раду управе јер обезбеђује аутентичност, разумљивост и реупотребљивост отворених података управе, који су једни од постулата отворених података управе, али и отворене управе у општем смислу. Усвајањем и применом семантичких Веб технологија, управе могу директно објављивати отворене податке у виду повезаних отворених података на структуриран и формализован начин, уместо беспотребног трошења времена на дизајнирање наменских приступних тачака за повезане отворене податке које покушавају да одговоре потребама корисника. Повезани подаци управе су у свом зачетку представљали праксу која примењивана од стране истраживача, који су испитивали постојеће скупове отворених података, креирали њихове RDF (Resource Description Framework) верзије и чинили их доступним на Веб-у. Међутим, са развојем услуга и сервиса у отвореној управи, прешло се на идеју да се подаци управе директно објављују као повезани отворени подаци.

Да би отворени подаци управе били доступни на Веб-у у виду повезаних отворених података, они морају да буду описани на семантички начин. На тај начин осигурава се њихова доступност у апликацијама које се заснивају на технологијама семантичког Веб-а. Семантички опис отворених података управе постиже се применом семантичких речника, намењених за опис скупова отворених података у RDF формату. RDF је структуриран модел података над којим се базира семантички веб, а који се описују помоћу URI (Uniform Resource Information). Примери таквих речника су: DCAT (Data CATalog) [67], DCAT-AP (Data CATalog – Application Profile) [68] и VoID [69]. Ови речници заправо представљају метаподатке о RDF скуповима података и обезбеђују

њихову униформност и интероперабилност, али успостављају и интелигентне концепте за обраду повезаних отворених података. Семантичка интероперабилност отворених података управе доприноси да управе обезбеде интеграцију сервиса путем јединствених приступних тачака за сервисе управе на Веб-у, али и да подстакне грађане да се укључе у процес повезивања отворених података управе са другим подацима на Веб-у.

Kalamprokis, Tambouris и Tarabanis у свом истраживању [70] о начину пружања повезаних отворених података управе дошли су до закључка да се они могу обезбедити на два начина. Први је да се они објављују на централној платформи управе или на порталу органа управе који је непосредни извор тих података. У другом случају, на централној платформи управе за отворене податке прикупљају се метаподаци о повезаним скуповима отворених података са портала органа управе како би се њима могло приступити са централне платформе за отворене податке управе. Такав начин пружања повезаних отворених података управе назива се индиректно обезбеђивање повезаних отворених података. Пионири у овој области, управе САД-а и Велике Британије [32], показале су да је доступност повезаних отворених података захтеван процес и да постоји потреба за решавање овог проблема или бар за његово ублажавање. С тим у вези, неки истраживачи предлажу „само-услужни приступ“ у циљу повећања доступности повезаних отворених података који се заснива на укључивању корисника отворених података у процес креирања повезаних отворених података [71]. Без чекања да управа обезбеди повезане отворене податке, корисници отворених података партиципирају у овом процесу применом одговарајућих алата и сервиса [2]. Штавише, De Vocht и други [72] дискутују да визуелна анализа скупова отворених података у експлоатацији повезаних отворених података управе може помоћи у идентификацији веза између скупова отворених података.

Преглед техника и метода за повезивање отворених података

Повезивање отворених података управе са подацима на Веб-у или међусобно између њих може се постићи различитим приступима, као што су на пример, објављивање отворених података управе у виду повезаних података на порталима за отворене податке, трансформацијом већ објављених отворених података управе у међусобно повезане отворене податке, партиципацијом корисника у обради отворених података за креирање апликација базираних на повезаним подацима и интелигентним приступом отвореним подацима управе користећи семантичке принципе. Међутим,

треба имати у виду да постоји разлика између повезаних података управе и повезаних отворених података управе који се огледају у томе да је за повезане отворене податке управе потребно да они буду објављени у складу са отвореним лиценцама које осигуравају њихову слободну употребу и даљу редистрибуцију.

За интеграцију отворених скупова података управе у „Веб података“ – (Web of Data) група истраживача предвођена Lebo-ом [60] предлаже примену шесто-нивоовског решења, где су првих пет нивоа са називима, *Именуј, Преузми, Прилагодити, Конвертуј, Унајреди и Објави* дизајнирани да имплементирају приступ за минимизацију људских напора за интегрисање новог скупа отворених података управе са осталим отвореним повезаним подацима, док се у последњем нивоу структурирано повезани описи додају од стране модератора. На тај начин се обезбеђује међусобно повезивање отворених података из више извора.

Кереклиан, Вићанић и Тронси [73] креирали су алат “*Datalift*” који обавља анализу скупова отворених података управе у циљу проналажења веза између њих и постојећих јавних RDF података, обогаћујући на тај начин скупове отворених података управе. Овај алат обезбеђује да се скупови отворених података управе конвертују у формат повезаних података ради лакше идентификације могућих веза са подацима у „Вебу података“. Слично овоме, Schmachtenberg, Bizer, и Paulheim [74] сматрају да два скупа отворених података управе могу бити повезана ако постоји дефинисана барем једна RDF веза која постоји у оба скупа. *EnACTing* архитектура [51] за интегрисање скупова отворених података путем активности и компоненти кључних за проналажење скупова отворених података погодних за интеграцију са подацима на Веб-у, реализује овај процес у две фазе. У првој фази, врши се преузимање и трансформисање скупова отворених података у стандардизован формат заснован на одговарајућој шеми за повезане податке док се у другој фази решавају проблеми семантичке хетерогености мапирањем елемената шеме и статистичком анализом онтолошких структура. Ова архитектура је тестирана над узорком од 7000 слогова података преузетих са data.gov.uk портала за отворене податке Велике Британије, data.gov портала САД-а и Аустралијског националног портала data.gov.au. Конвертовањем скупова отворених података у RDF формат, вршена је евалуација и компарација могућих ресурса у овим скуповима података који могу послужити за њихово повезивање.

Како би се осигурала интероперабилност скупова отворених података управе и они приближили „Веб-у података“, Maali, Cuganiak и Peristeras [75] истраживали су могућности примене DCAT речника. У свом раду, они су испитивали седам портала за отворене податке и структуре метаподатака у циљу идентификације неопходних елемената који треба да буду обрађени ради и примењени у складу са правилима DCAT речника. Њихов приступ скраћује време потребно да би отворени подаци управе били доступни у „Веб-у података“ и погодан је за примену на оним порталима за отворене податке управе где ти подаци нису објављени у виду повезаних отворених података. Формални опис скупова отворених података [69] помоћу VoID речника помаже да се семантички отворени подаци управе нађу у „Веб-у података“.

Преглед техника и метода за укључивање крајњих корисника у процес повезивања отворених података

Укључивање крајњих корисника отворених података управе у процес креирања повезаних отворених података представља један од начина њиховог повезивања са другим подацима на Веб-у, али и са подацима на самом порталу за отворене податке. Корисници могу да дају активан допринос побољшању квалитета отворених података у виду пружања смерница за побољшање њиховог описа, што увећава могућности за њихово повезивање са другим отвореним подацима. Пионири у овој области, управе Велике Британије и САД-а [32] показали су да је доступност повезаних отворених података захтеван и скуп процес и да је потребно његово решавање или ублажавање. Један од метода које су оне предложиле била је да се дозволи партиципација корисника отворених података управе у повезивању отворених података управе са другим подацима на Веб-у, али и подацима који се налазе на платформама за отворене податке управе.

Cuganiak, Maali и Peristeras предложили су примену „само-услужног“ принципа који подразумева да се граница за креирање повезаних отворених података помери ка корисницима отворених података управе [71]. Они свој приступ заснивају на чињеници да корисници којима су потребни повезани отворени подаци управе сами узму учешћа у њиховом креирању без чекања да управа обезбеди повезане отворене податке. Применом алата Google Refine [76] корисници отворених података могу повезати скупове отворених података са подацима на Веб-у кроз аутоматску идентификацију могућих линкова између RDF података који су већ доступни у „Веб-у података“. У том

правцу иду и истраживања [2] Ding-a и др. који су развили „еко-систем“ за управљање креирањем повезаних отворених података, путем конвертовања скупова отворених података у формат повезаних отворених података и њиховом интеграцијом са другим ресурсима на Веб-у. Развијени „еко-систем“ истражује могућности за конверзију приближно 300,000 скупова отворених гео-података управе САД-а у повезане отворене податке, укључивање линкова ка ресурсима ван портала, истичући истовремено значај интеракције корисника отворених података са тимом управе који ради на њиховој доступности.

Искуство корисника је веома значајно у процесу одређивања да ли два скупа отворених података могу да буду повезана [77]. Важно је, такође, у том процесу пружити одговарајућу подршку корисницима у циљу стицања адекватног разумевања потенцијала повезаних отворених података управе. De Vocht и др. [78] истичу да корисници отворених података управе у том правцу морају анализирати информације које се налазе у тим подацима и да је визуелна анализа ефикасан начин за синтезу података. Применом процеса рада који су они развили и евалуацијом његовог коришћења, дошли су до закључка да он може идентификовати и открити нове неистражене информације и знање убрзо након упознавања са начином његовог рада. Адекватна визуелизација отворених података управе може помоћи у овом процесу [79]. У прилог овој тврдњи, иду и истраживања Janssen-a, Chalabridis-a и Zuiderwijk [80], који су закључили да ако су информације изоловане, оне могу бити ирелевантне, док ако су колективно повезане и анализиране, резултују у новим „видицима“.

Алати за подршку рада друштвених мрежа настали из Веб 2.0, могу да помогну у ширењу и повезивању отворених података управе са ресурсима на Веб-у. Wagner, Cheung, Ip, и Böttcher [81] су показали како корисници отворених података управе путем wiki технологије могу да дају допринос у изградњи семантичког Веб-а. Они предлажу примену метода концептуелизације ресурса знања, како би се из њих могле добити потребне информације за повезивање отворених података управе. Њихова метода се заснива на коришћењу више-ка-више технологије за слободно и отворено дељење знања, као што је нпр. wiki технологија и креирање дво-нивоовског дизајна, једног који се заснива на традиционалном, а други на семантичком Веб-у.

Модел за међусобно повезивање отворених података управе

Платформе за отворене податке управе преко којих се публикују скупови отворених података, дефинишу сопствене моделе метаподатака скупова отворених података. Управо ти метаподаци могу садржати информације од значаја које могу указати на њихове међусобне релације. Међутим, јединствени модел за испитивање ових метаподатака у сврху откривања међусобних релација између скупова отворених података не постоји. Јединствени модел за испитивање метаподатака који описују скупове отворених података могао би да послужи за откривање ових међусобних релација, са додатном могућношћу дефинисања и типова веза. Резултат истраживања ове докторске дисертације је дефинисање модела за испитивање метаподатака који описују скупове отворених података, који је генерализован и применљив на већину платформи за отворене податке. Применом предложеног модела, добија се предлог типа релација између два скупа отворених података.

Развијени модел за одређивање типа релације између два скупа отворених података, заснива се на провери дефинисаности одређених метаподатака у опису скупа отворених података и даје предлоге следећих типова релација: „*parent_of*“, „*child_of*“, „*links_from*“ и „*links_to*“. Као што можемо видети из Табеле 1, да би релација између два скупа отворених података имала тип „*child_of*“, треба да буду испуњени услови C1 – C13, где се за сваки услов врши испитивање одређене карактеристике скупа отворених података или скупа карактеристика на „да/не“ бази. Ако су сви услови испуњени онда се предлаже тип релације „*child_of*“. Услови за „*parent_of*“ релацију између два скупа отворених података слични су као и за „*child_of*“, са модификацијама у условима C4, C5, C7 и C8 који треба да буду „мањи од“, док услови C10 – C12 треба да буду „већи од“.

За тип релације „*links_from*“, дефинисано је осам услова, од C1 – C8, као што је дато у Табели 2. Слично као и за претходно наведене типове релација, ако је поменутих осам услова испуњено, онда веза (релација) између два скупа отворених података може имати тип „*links_from*“. У дефинисаном скупу услова, изменом услова C3 који треба да

буде „мањи од“ и услова C7 који треба да буде „већи од“ и провером њихове испуњености, можемо закључити да тип релације може бити „links_to“.

Табела1: Модели за релације *child_of* и *parent_of*

CHILD_OF		PARENT_OF	
C1. number of same/similar tags between two datasets	> 0	C1. number of same/similar tags between two datasets	> 0
C2. do they belong to the same organization	True	C2. do they belong to the same organization	true
C3. do they belong to the same group	True	C3. do they belong to the same group	true
C4. whether the number of the same/similar tags of the first dataset organization is greater than the number of the same/similar tags in the second dataset organization	>	C4. whether the number of the same/similar tags of the first dataset organization is less than the number of the same/similar tags in the second dataset organization	<
C5. whether the number of the same/similar tags of the first dataset group is greater than the number of the same/similar tags in the second dataset group	>	C5. whether the number of the same/similar tags of the first dataset group is less than the number of the same/similar tags in the second dataset group	<
C6. are they linked via links in extra field	True	C6. are they linked via links in extra field	true
C7. whether the number of the same/similar resource formats of the first dataset is greater than the number of the same/similar resource formats in the second dataset	>	C7. whether the number of the same/similar resource formats of the first dataset is less than the number of the same/similar resource formats in the second dataset	<
C8. whether the first dataset was created after the second	>	C8. whether the first dataset was created before the second	<
C9. whether the descriptions of two datasets are similar	> n	C9. whether the descriptions of two datasets are similar	> n
C10. whether the number of total views of the first dataset is less than the number of total views of the second dataset	<	C10. whether the number of total views of the first dataset is greater than the number of total views of the second dataset	>
C11. whether the number of recent views of the first dataset is less than the number of recent views of the second dataset	<	C11. whether the number of recent views of the first dataset is greater than the number of recent views of the second dataset	>
C12. whether the five star index of the first dataset is less than the five star index of the second dataset	<	C12. whether the five star index of the first dataset is greater than the five star index of the second dataset	>

C13. whether they are open	True	C13. whether they are open	true
----------------------------	------	----------------------------	------

Табела2: Модели за релације *links_from* и *links_to*

LINKS_FROM		LINKS_TO	
C1. number of same/similar tags between two datasets	> 0	C1. number of same/similar tags between two datasets	> 0
C2. whether they are open	True	C2. whether they are open	true
C3. whether the number of the same/similar resource formats of the first dataset is greater than the number of the same/similar resource formats in the second dataset	>	C3. whether the number of the same/similar resource formats of the first dataset is less than the number of the same/similar resource formats in the second dataset	<
C4. whether the five star index of the both datasets is higher than 3	>3	C4. whether the five star index of the both datasets is higher than 3	>3
C5. whether they have at least one linked format in its resources	True	C5. whether they have at least one linked format in its resources	true
C6. whether they have at least one machine processable format	True	C6. whether they have at least one machine processable format	true
C7. whether the first dataset was created before the second	<	C7. whether the first dataset was created after the second	>
C8. whether the descriptions of two datasets are similar	> n	C8. whether the descriptions of two datasets are similar	> n

Додељивањем типа релације између два скупа отворених података врши се ближе одређивање односа који међу њима постоји. Типови релација које произилазе из модела који је истражен и дефинисан у овој докторској дисертацији су узајамно повезани, нпр. „*parent_of*“ и „*child_of*“, и „*links_from*“ и „*links_to*“. Имајући у виду ову констатацију, долазимо до закључка да познавањем типа везе између два скупа отворених података, лако можемо закључити супротан тип. На пример, ако је дефинисан тип везе „*child_of*“ између „*A*“ и „*B*“ скупова отворених података, тип везе између „*B*“ и „*A*“ скупова отворених података биће „*parent_of*“.

За опис релација између два скупа отворених података могу се користити следећи метаподаци:

- **subject** – први скуп отворених података у релацији,

- ***object*** – други скуп отворених података у релацији,
- ***type*** – тип релације између два скупа отворених података,
- ***label*** – текстуални опис који указује да ли је релација креирана од стране државне управе или корисника отворених података.

Примена ових метаподатака за опис релација између скупова отворених података је у неким платформама иницијално омогућена (CKAN), док друге платформе захтевају измену модела метаподатака (DKAN , SOCRATA, OPENDATASOFT).

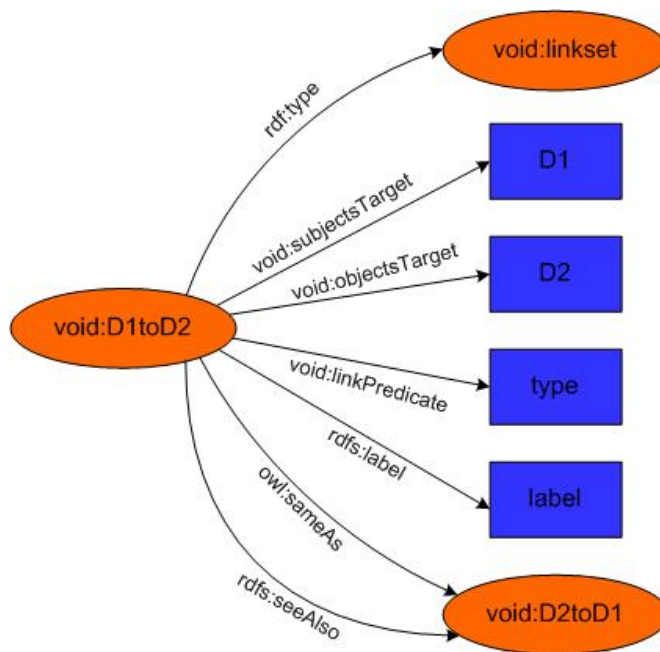
Државне управе могу објављивати скупове отворених података у различитим верзијама, у зависности у којој години су настали подаци односно у ком временском периоду, затим могу објављивати податке који директно или индиректно утичу једни на друге, а ако је скуп отворених података који се објављује генерализован из неког другог већ објављеног скупа отворених података, у том погледу је оправдано дефинисање типова релација што је и предмет истраживања ове докторске дисертације. На овај начин дефинисане везе између скупова отворених података могу да послуже у циљу дефинисања семантичких веза између њих.

Предлог семантичког описа међусобних веза скупова отворених података управе

Како би повезани скупови отворених података били доступни и у семантичким веб апликацијама, потребно је да се везе између њих семантички опишу. Ово се постиже применом семантичких речника, намењених за опис скупова отворених података у RDF формату.

На основу дефинисаног модела за повезивање скупова отворених података у претходном поглављу, у оквиру овог поглавља приказаћемо предлог семантичког описа међусобно повезаних скупова отворених података. Овај семантички опис, представља још један од резултата истраживања ове докторске дисертације и заснован је на употреби VoID речника за формални опис релација у RDF-у. VoID речник је погодан за примену у овој докторској дисертацији, јер је природно и намењен за опис повезаних скупова отворених података [42]. Предложени опис који је дат на Слици 1., омогућава да се семантичким апликацијама учине доступни међусобно повезани скупови отворених података на платформама за отворене податке државне управе, и тиме на

лакши начин врши њихова претрага и проналажење. Осим тога, семантика релација, може обезбедити да се у семантичким апликацијама одреди контекст и значење два међусобно повезана скупа отворених података.



Слика 1. RDF граф релација између два скупа отворених података

Као што можемо приметити са Сlike број 1, релација између два скупа отворених података описана је помоћу својства „*void:linkset*” који представља колекцију RDF линкова у VoID речнику. Свака RDF „тројка“ има субјекат и објекат релације описан у различитим скуповима отворених података. На пример, ако помоћу наведеног речника за формални опис релација желимо да моделујемо релацију „*void:D1toD2*“ између два скупа отворених података, „D1“ и „D2“, назначићемо да та релација има тип „*void:linkset*”. У оквиру релације, први скуп отворених података односно субјекат релације, „D1“ имаће опис „*void:subjectsTarget*“, док ће други скуп отворених података односно објекат релације „D2“, имати опис „*void:objectsTarget*“. Тип релације се описује својством „*void:linkPredicate*“, док се за текстуални опис користи својство „*rdfs:label*“. Узајамна повезаност типова релација која је уведена у ову докторску дисертацију и описана у претходном поглављу, описана је помоћу својства „*owl:sameAs*“. Са Сlike 1., може се закључити да су релације „*void:D1toD2*“ и „*void:D2toD1*“ семантички сличне.

Овако моделована релација између два скупа отворених података омогућава да се из семантичких веб апликација идентификују повезани скупови отворених података. Помоћу предложеног модела, скупови отворених података управе индиректно се лакше и брже могу интегрисати у Веб података. Ако се један скуп отворених података управе интегриса у Веб података, сви скупови отворених података са којима је он међусобно повезан, индиректно постају видљиви читавом облаку Веба података [83].

Предложени модел за опис међусобних веза скупова отворених података управе и архитектура која је базирана на овом моделу и која ће бити описана у наредној глави ове докторске дисертације, искључује могућност постојања тзв. "недостајућих" линкова, што може проузроковати да семантички подаци буду некомплетни, а тиме и директно утичу на употребљивост, значајност и квалитет семантичких података.

Додатни значај семантичког моделовања релација између два скупа отворених података огледа се и у постизању интероперабилности семантичких апликација, имајући у виду да је тежња да се унифицира приступ семантичким подацима путем добро познатих и опште прихваћених речника семантичких података. На овакав начин, семантичке апликације брже могу отпочети са употребом доступних података, јер не морају претходно да улажу напоре у упознавање структуре модела, а паралелно могу да комбинују податке из више извора и да их интерпретирају на исти начин.

Увођење индикатора статуса међусобне повезаности скупова отворених података управе

На основу семантичког описа релација између скупова отворених података управе датог у претходном поглављу, а који представља један од предмета истраживања ове докторске дисертације, извршен је предлог индикатора за статус повезаности скупова отворених података на платформи за отворене податке управе.

Индикатор статуса међусобне повезаности скупова отворених података (LINDAT), на платформама за отворене податке управе, указује на међусобну семантичку повезаност отворених података у семантичком формату. Користећи модел описан у претходном поглављу, током спровођења израде ове докторске дисертације дошло се на идеју да се израчуна број креираних линксетова на порталу за отворене податке управе (CL), као и могући број линксетова (TPL) који се могу креирати и да се комбинацијом тих резултата дође до податка у којој мери су скупови отворених

података управе међусобно повезани. У креирању линксетова, односно међусобном повезивању скупова отворених података могу учествовати две стране, управа и корисници отворених података управе (нпр. грађани). Пре него што податке учини доступним грађаним, управа може извршити њихово међусобно повезивање (GCL). У међусобном повезивању отворених података (креирању тзв. линксетова) управе могу учествовати и корисници (UCL), јер је њихово искуство у коришћењу отворених података управе значајно и треба га узети у обзир, на шта је указано у последњем поглављу, Главе III ове докторске дисертације. Сабирањем креираних линксетова од стране управе и њених корисника, долазимо до укупног броја креираних линксетова на платформи за отворене податке управе (CL) који ће се искористити за одређивање вредности индикатора статуса међусобне повезаности скупова отворених података.

$$LINDAT = CL/TPL \quad (1)$$

Применом обрасца (1) добијамо вредност индикатора статуса међусобне повезаности скупова отворених података. Укупан могући број линксетова (TPL) који се могу креирати на некој платформи одређујемо помоћу обрасца (2):

$$TPL = n * (n - 1) \quad (2)$$

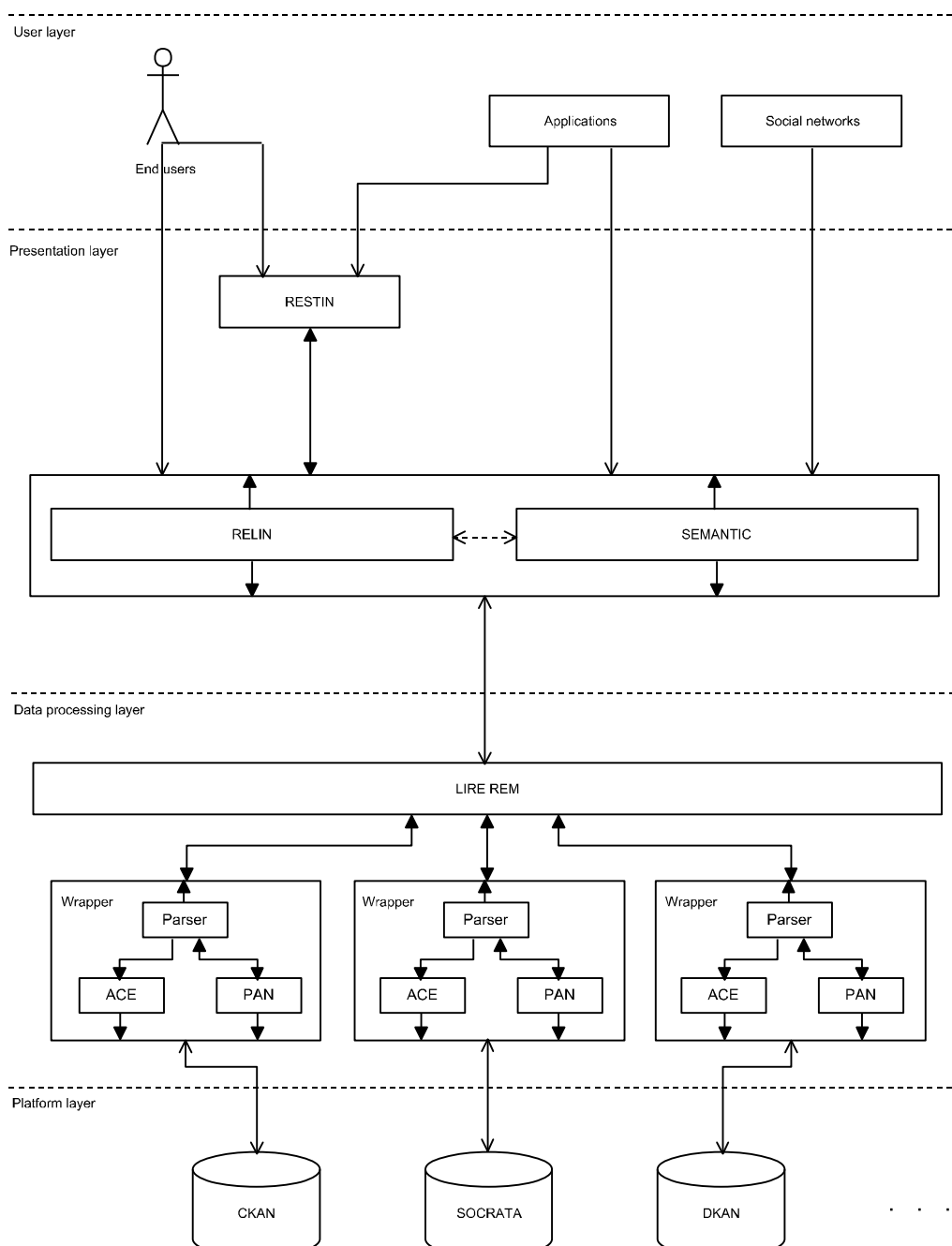
У обрасцу (2), „ n “ представља број скупова отворених података који постоје на некој платформи за отворене податке управе. Овде морамо указати на једну важну чињеницу, а то је да су линксетови дефинисани у претходном поглављу представљени као директни мултиграфови, што значи да су они комплетно еквивалентни њиховим инверзним вредностима. На пример, линксет са тројком А skos:broader В је семантички еквивалент линксету са тројком В skos:narrower А. Одавде постаје јасно да сваки правац релације има линксет који има свој инверзни линксет.

Детаљи анализе на реалном примеру дати су у Глави VII ове докторске дисертације.

Архитектура модела за међусобно повезивање отворених података управе

На основу предложеног модела за међусобно повезивање скупова отворених података управе и предлога за семантички опис релација између два скупа отворених података и дефинисаног индикатора, извршен је развој архитектуре и њена имплементација за управљање релацијама између скупова отворених података и њихово међусобно повезивање на основу интеракције корисника са платформом за отворене податке управе. Дефинисана је основна архитектура система (слика 2.) која се заснива на 4 слоја, а то су: кориснички слој, презентациони слој, слој за обраду података и слој за платформе.

Структурирање архитектуре кроз слојеве има за циљ боље организовање и разумевање шта се дешава у оквиру сваког слоја. Сваки од дефинисаних слојева садржи по неколико компоненти, где свака компонента има прецизно дефинисану улогу са специјално додељеним задацима. Једна од важнијих предности архитектуре приказане на Слици број 2 је и њена интероперабилност и примењивост на различитим платформама за отворене податке управе. Примена предложене архитектуре заснива се на предпоставци да на платформи за отворене податке државне управе постоје семантичке верзије скупова отворених података, како би креирани линксетови могли да буду уграђени, односно додати у скупове отворених података.



Слика 2. Архитектура система за управљање семантичким релацијама

У оквиру слоја за платформе, приказане су платформе које обезбеђују доступност отворених података управе, као што су CKAN, DKAN, SOCRATA и друге. Слој за обраду података врши приступ подацима на платформама, њихову анализу и обраду, као и креирање и управљање релацијама по развијеном моделу описаном у претходној глави ове докторске дисертације. Презентациони слој архитектуре обавља визуелизацију релација између скупова отворених података, пружа додатне

информације о релацијама, а обавља и израчунавање индикатора. Са корисничког слоја, врши се приступ презентационом слоју архитектуре. У даљем тексту дат је опис компоненти које се налазе у оквиру сваког слоја архитектуре и приказ њихових функционалности.

Компоненте архитектуре

Компоненте у оквиру слојева предложене архитектуре обезбеђују трансформацију скупова отворених података, њихово међусобно повезивање, као и креирање релација између њих. Најважнији слој у оквиру архитектуре је слој за обраду података и он се састоји из компоненти које ће бити описане у наставку текста.

WRAPPER

WRAPPER је компонента која се налази у слоју за обраду података и обезбеђује директан приступ скуповима отворених података на платформама за отворене податке. Задатак ове компоненте је да прикупља неопходне податке за анализу у циљу откривања могућих релација између скупова отворених података. На Слици број 2, приказано је неколико њих, али приликом употребе у реалном времену када се користе подаци са одређене платформе, потребан је само један ***WRAPPER***. Обзиром да постоје различите платформе за отворене податке управе, а да би предложена архитектура у овој докторској дисертацији била применљива на њима, потребно је само заменити ову компоненту одговарајућом. Развој ове компоненте могу спровести службеници управе задужени за одржавање платформе за отворене податке, према правилима за приступ подацима које постављају платформе за отворене податке управе. Једном развијене остале компоненте архитектуре не морају поново бити развијене, јер су оне независне од ***WRAPPER***-а, чиме се обезбеђује интероперабилност и применљивост система заснованог на предложеној архитектури на свим платформама за отворене податке управе. ***WRAPPER*** компонента се састоји из три дела:

PARSER

Ова подкомпонента компоненте ***WRAPPER*** врши парсирање захтева који долазе од ***REM*** компоненте (више о овој компоненти у наставку) из истог слоја архитектуре (Слој за обраду података), у циљу припремања и издавања одговарајућих команди ***PAN*** и ***ACE*** подкомпонентама архитектуре, али и пријема података са њих како би се припремио и проследио адекватан одговор ***REM*** компоненти. Спецификација података

које PARSER прима и шаље биће детаљније описана у наредним поглављима ове главе докторске дисертације.

PAN

PAN (Portal Analyzer) подкомпонента врши приступ скуповима отворених података на платформама управа и испитује метаподатке скупова отворених података према спецификацији коју је добио од PARSER-а и враћа PARSER-у пронађене информације. Такође, на основу информација добијених од PAN подкомпоненте, а које се прослеђују вишим слојевима архитектуре, врши се приказ података о скуповима отворених података, а које могу помоћи корисницима система да донесу одговарајуће одлуке у циљу повезивања скупова отворених података и креирања релација између њих.

ACE

Преко ACE (Action Executor) подкомпоненте **WRAPPER**-а изводе се одговарајуће акције креирања, ажурирања и брисања релација између скупова отворених података на основу информација добијених кроз PARSER подкомпоненту.

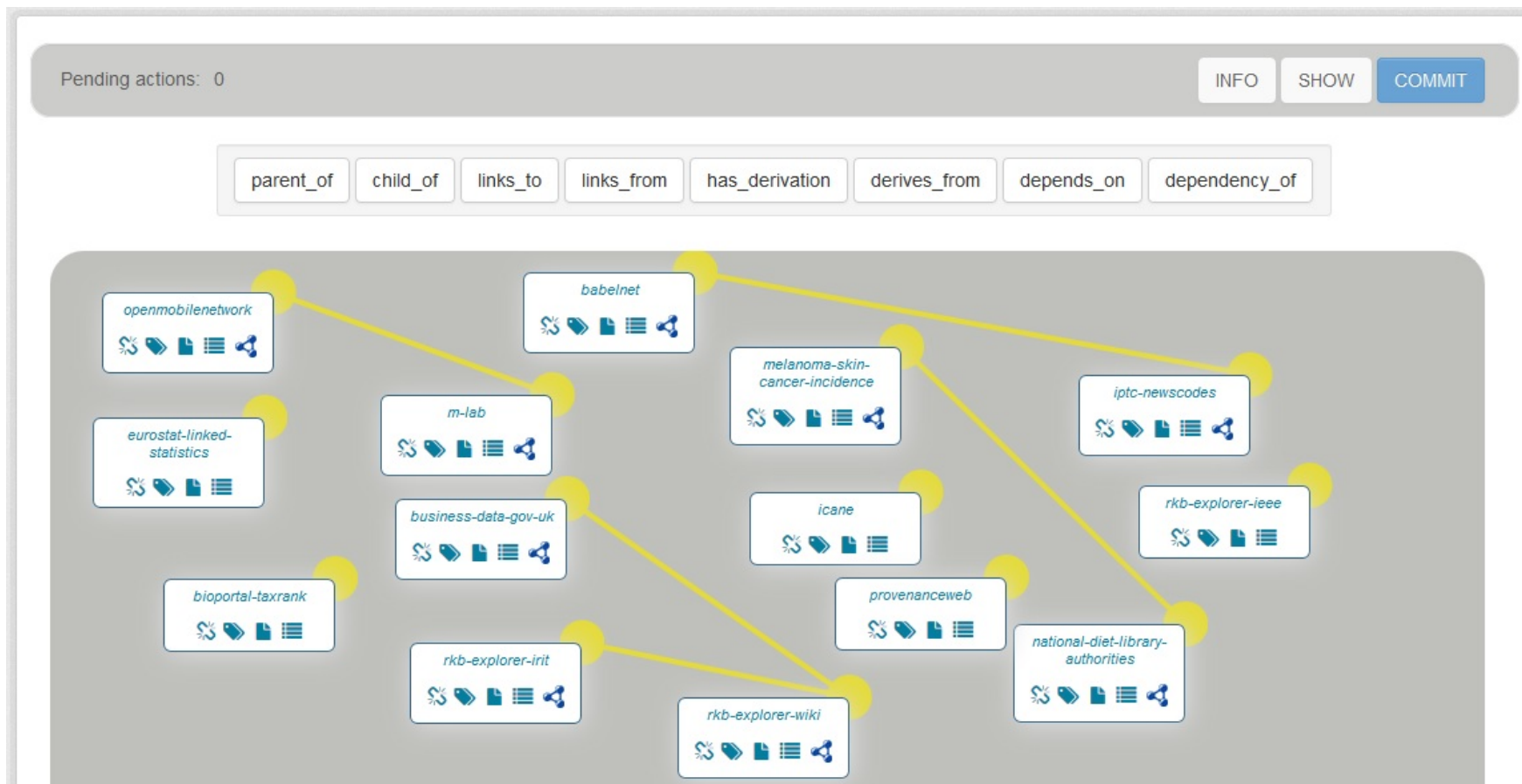
REM

REM (Relations Manager) је компонента која је одговорна за одређивање типа релације између два скупа отворених података и издавање одговарајућих акција које треба извршити на платформи за отворене податке преко **WRAPPER**-а на основу метаподатака скупова отворених података. У оквиру ове компоненте архитектуре имплементиран је модел за међусобно повезивање скупова отворених података управе. Обзиром да предложени модел за међусобно повезивање скупова отворених података, изложен у Глави IV ове докторске дисертације, користи типове релација који су узајамно повезани, ова компонента архитектуре не уводи ограничења да се морају користити ти типови релација, већ оставља коначан избор типа релације кориснику система. Корисник система може одабрати неки други тип релације на основу стеченог искуства у раду са скуповима отворених података на платформама за отворене податке. Ова компонента прима захтеве и шаље одговоре вишим и нижим слојевима архитектуре. Такође, **REM** формира спецификацију захтева која се шаље **WRAPPER**-у како би он извршио одговарајуће акције на платформи за отворене податке. Како би **REM** знао који **WRAPPER** да користи, **WRAPPER** мора бити регистрован у **REM**

компоненти. Ово се постиже спецификацијом имена **WRAPPER**-а који омогућава његову идентификацију од стране **REM**-а.

RELIN

RELIN (Relations Information) представља компоненту задужену за визуелизацију релација између скупова отворених података на платформи за отворене податке (пример дат на Слици број 3). Она припрема и креира неопходне податке за визуелни преглед скупова отворених података. Садржи специјалне библиотеке за визуелизацију релација између скупова отворених података и њихово управљање графичким путем. Сваки скуп отворених података је представљен одговарајућим графичким елементом који садржи информације добијене из метаподатака скупа отворених података, као што су: назив скупа отворених података, опис, тагови, формати и др. Поред тога, ова компонента иницира и међусобно повезивање скупова отворених података на основу захтева корисника система.



Слика 3. Визуелна рејрезијација релација између скупова отворених података

SEMANTICS

SEMANTICS (Semantics of Relations) представља компоненту задужену за креирање семантичког описа релација између скупова отворених података. Ова компонента врши међусобно повезивање скупова отворених података, омогућујући да тако повезани скупови отворених података буду доступни у семантичким апликацијама. Међусобно повезивање се изводи ажурирањем семантичког описа скупа отворених података додавањем линкова о релацијама тог скупа отворених података. Као што је описано у другом поглављу Главе IV ове докторске дисертације, међусобно повезивање је моделовано коришћењем RDF графа и имплементацијом предложеног модела. RDF граф је заснован на VoID речнику, употребом својства „linkset“, природно намењеног за моделовање линкова између скупова података.

RESTIN

RESTIN (Relations Statistics and Indicators) компонента пружа основне статистичке информације по међусобно повезаним скуповима отворених података, као што су на пример: однос броја линкsetова креираних од стране корисника и укупно могућег броја линкsetова, однос броја линкsetова креираних од стране управе и укупно могућег броја линкsetова, број линкsetова по скупу отворених података и др. Ова компонента врши и израчунавање индикатора LINDAT, предложеног и описаног у последњем поглављу Главе IV ове докторске дисертације. Поред тога, у оквиру ове компоненте пружају се и информације о метаподацима од значаја за међусобно повезивање скупова отворених података.

Спецификација информација за испитивање скупова отворених података

Као што је објашњено у претходном поглављу, **REM** компонента формира спецификацију захтева која се шаље **WRAPPER**-у ради извршења одговарајућих акција на платформи за отворене податке, али и специфицира у ком облику прима податке које му **WRAPPER** шаље. Омогућавањем оваквог вида комуникације између **REM** и **WRAPPER** компоненти предложене архитектуре, омогућава се примена система заснованог на предложеној архитектури на различитим платформама за отворене податке управа, односно постиже се њена интероперабилност, јер, осим **WRAPPER**-а остатак система може остати непромењен. Ово је детаљно објашњено у другом поглављу ове главе, па се из тог разлога овде неће поново описивати.

```

1 <LireRequest xmlns="https://www.w3schools.com"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="https://www.w3schools.com lire-request.xsd">
2 <Wrapper location="wrapper.xml">
3 <DatasetSubject> m-lab </DatasetSubject>
4 <DatasetObject> icane </DatasetObject>
5 <TagsMeasure type="string"> Tags </TagsMeasure>
6 <OwnerMeasure type="string"> Owner </OwnerMeasure>
7 <GroupMeasure type="string"> Group </GroupMeasure>
8 <OwnerTagsMeasure type="string"> OwnerTags </OwnerTagsMeasure>
9 <GroupTagsMeasure type="string"> GroupTags </GroupTagsMeasure>
10 <FormatsMeasure type="string"> Formats </FormatsMeasure>
11 <CreationDateMeasure type="dateTime"> CreationDate </CreationDateMeasure>
12 <DescriptionMeasure type="string"> Description </DescriptionMeasure>
13 <TrackingCountTotalViewsMeasure type="string"> TrackingCountTotalViews
  </TrackingCountTotalViewsMeasure>
14 <TrackingCountRecentViewsMeasure type="string"> TrackingCountRecentViews
  </TrackingCountRecentViewsMeasure>
15 <FiveStarMeasure type="string"> FiveStar </FiveStarMeasure>
16 <OpenMeasure type="boolean"> Open </OpenMeasure>
17 <LinkedDataFormatMeasure type="boolean"> LinkedDataFormat </LinkedDataFormatMeasure>
18 <MachineProcessableMeasure type="boolean"> MachineProcessable
  </MachineProcessableMeasure>
19 </LireRequest>

```

Слика 4. Спецификација информација у XML-у за испитивање скупова отворених података

Спецификација неопходних информација урађена је кроз дефинисање XML података. На пример, да би се добиле информације о метаподацима скупа отворених података, **REM** формира захтев чији је XML опис дат на Слици 4.

Линија 2 дефинише који ће се **WRAPPER** користити у систему. Називи скупова отворених података који се користе у испитивању је дат у линијама 3 – 4. У линијама од 5 до 18 специфициране су неопходне информације за **REM**, где се одређује тип података које **REM** захтева од **WRAPPER**-а. Ови подаци су означени помоћу „*Measure*“ тагова, у којима се између осталог дефинише и тип података који се захтевају. На пример, ако „*type*“ атрибут садржи реч „String“, одговор **WRAPPER**-а за тај таг мора бити текстуалног типа. Овде је важно приметити да се вредност овог и других тагова у спецификацији користи као имена тагова које формира **WRAPPER**, а у ком су садржани подаци који се од њега захтевају. За овако формиран захтев направљена је и XSD шема за валидацију информација чија спецификација је дата у Прилогу 1 ове докторске дисертације. Поред тога, повратна информација од **WRAPPER**-а садржи и тип података, како би се они валидирани на **REM** компоненти. Формат одговора **WRAPPER**-а приказан је на Слици 5.

```

1 <LireResponse xmlns="https://www.w3schools.com"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="https://www.w3schools.com lire-request.xsd">
2   <DatasetSubject name="m-lab">
3     <Tags>
4       <TagName> health </TagName>
5       <TagName> medicine </TagName>
6     </Tags>
7     <Owner> Agency </Owner>
8     <Group> lod-group </Group>
9     <OwnerTags>
10      <TagName> health </TagName>
11      <TagName> air </TagName>
12      <TagName> disease </TagName>
13    </OwnerTags>
14    <GroupTags>
15      <TagName> health </TagName>
16    </GroupTags>
17    <Formats>
18      <FormatName> csv </FormatName>
19      <FormatName> xml </FormatName>
20      <FormatName> rdf </FormatName>
21    </Formats>
22    <CreationDate> 2015-06-19T09:00:00 </CreationDate>
23    <Description> some desc... </Description>
24    <TrackingCountTotalViews> 100 </TrackingCountTotalViews>
25    <TrackingCountRecentViews> 10 </TrackingCountRecentViews>
26    <Fivestar> 3 </Fivestar>
27    <Open> true </Open>
28    <LinkedDataFormat> true </LinkedDataFormat>
29    <MachineProcessable> true </MachineProcessable>
30  </DatasetSubject>

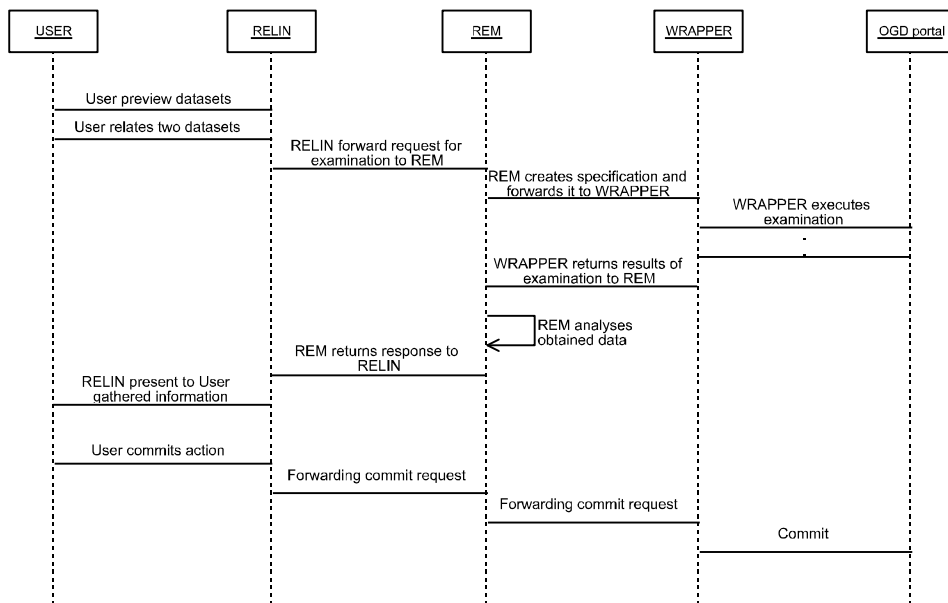
```

Слика 5. Спецификација информација у XML-у након испитивања скупова отворених података

Подаци који се добијају од **WRAPPER**-а садрже информације о таговима у оба испитана скупа отворених података која се налазе унутар тагова „*DatasetSubject*“ и „*DatasetObject*“. У циљу валидације информације које добијају од **WRAPPER**-а, **REM** компонента користи дефинисану XSD шему, чији је детаљан приказ дат у Прилогу 2. Ради јасноће приказа, Слика 5 садржи повратну информацију од **WRAPPER**-а за само један таг, а то је у овом случају таг „*DatasetSubject*“.

Радни ток у архитектури – повезивање два скупа отворених података

Развој система за управљање релацијама између скупова отворених података заснованог на архитектури, предложеној у овој докторској дисертацији, може се извршити на такав начин, да он представља софтверски додатак примењеној платформи за отворене податке у управи. Пример радног тока у таквом систему, у случају када корисник система жели да повеже два скупа отворених података управе, приказан је на Слици 6.



Слика 6. Радни ток приликом повезивања два скупа отворених података

Када приступају платформи за отворене податке управе, корисници врше визуелни преглед доступних скупова отворених података као и информација које их описију. У току тог процеса, корисници могу да обаве и међусобно повезивање скупова отворених података. Као што је описано у претходним поглављима ове главе (V) докторске дисертације, описана архитектура, односно систем заснован на њој, има опцију да кориснику система предложи тип релације између два скупа отворених података, на основу испитивања метаподатака скупова отворених података. С тим у вези, **RELIN** компонента шаље захтев за испитивање метаподатака скупова отворених података **REM** компоненти. Након тога, **REM** креира спецификацију потребних података, прослеђује захтев **WRAPPER**-у да изврши потребна прикупљања информација са платформе за отворене податке управа. У неколико итерација које **WRAPPER** изводи са платформом, добија се скуп неопходних информација које се потом враћају **REM**-у у одговарајућој форми. Када **REM** компонента прими све потребне информације, она врши анализу добијених информација у циљу одлучивања да ли постоји одговарајући тип релације за скупове отворених података које може понудити кориснику. Као што је већ описано у претходним поглављима, кориснику није забрањено да дефинише и други тип релације у односу на ону коју му предлаже систем, али свакако добија препоруку од система да то учини. На крају целокупног процеса, корисник потврђује креирање релације између одабраних скупова отворених података.

Имплементација архитектуре

Како би се омогућило управљање релацијама између скупова отворених података заснованог на архитектури и моделу предложеним у овој докторској дисертацији, развијена је апликација *LIRE (Linked RElations)* у виду софтверског додатка који се може применити на SKAN платформи за отворене податке управе. Овај софтверски додаток има за циљ да се омогући да се у оквиру једне платформе за отворене податке управе истовремено врши преглед и управљање релацијама између скупова отворених података.

Софтверски додаток може бити развијен у било ком програмском језику који се користи за развој веб апликација. Међутим, имајући у виду широк спектар платформи за отворене податке управе и програмске језике у којима су оне развијене, аутор се одлучио да *LIRE* развије у програмском језику Python [84], [85], јер је у овом програмском језику развијена SKAN платформа за отворене податке чија употреба је веома распрострањена [42], [53]. На тај начин, *LIRE* софтверу биће стављене на располагање системске функције које су софтверу неопходне како би извршио неопходна израчунавања, а још једна предност оваквог приступа је смањено време креирања софтвера, јер се неће губити време на писање кода за обављање задатака који је већ написан.

Архитектура SKAN платформе заснована је на MVC (енгл. *Model View Controller*) обрасцу који раздваја приказ података од обраде података, па је и *LIRE* софтверски додаток организован на тај начин. У “*Model*”-у се дефинишу подаци, логика и правила, “*View*” приказује податке док “*Controller*” обрађује податке и прослеђује их “*Model*”-у и “*View*”-у. У том смислу, и софтверски додаток је развијен у складу са MVC обрасцем, што је аутору у многоструком помогло да што ефикасније имплементира архитектуру предложену у овој докторској дисертацији.

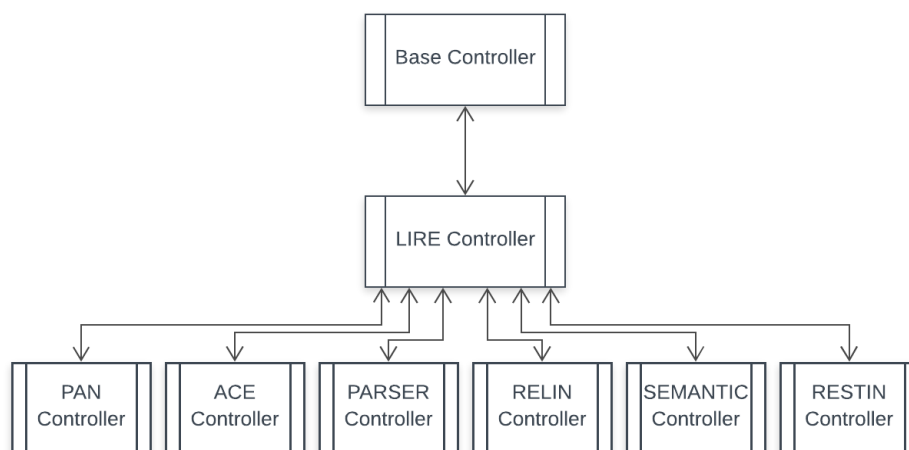
За приказ података у графичком корисничком интерфејсу *LIRE* коришћен је Bootstrap оквир за HTML, CSS и JavaScript. Bootstrap је библиотека отвореног кода, намењена за ефикасно и лако приказивање података у веб апликацијама на страни клијента [86], са великим бројем разноврсних компоненти неопходних за развој

графичког корисничког интерфејса на различитим уређајима (лаптоп рачунари, десктоп рачунари, мобилни телефони, таблети и др.).

Визуелна репрезентација веза између скупова отворених података (пример дат на Слици 3) у *LIRE* софтверу је постигнута применом jsPlumb [81] Javascript библиотеке, која осим тога омогућује и интеракцију између графичких елемената [82] на основу постављених захтева корисника софтвера.

Размена информација између компоненти *LIRE* софтвера врши се уз помоћ HTTP протокола. Овде долазимо до закључка да је довољно развити софтвер заснован на архитектури у овој докторској дисертацији на било ком програмском језику и користити жељену технологију, а у зависности од платформе на којој ће се користити **WRAPPER** компонента која се налази у слоју за обраду података и обезбеђује директан приступ скуповима отворених података на платформама за отворене податке се мења.

Свака од компоненти *LIRE* софтверског додатка реализована је као посебан *Controller* у оквиру MVC софтвера у којем је реализована SKAN платформа. Структурна организација контролера у *LIRE* софтверском додатку дата је на слици 7.



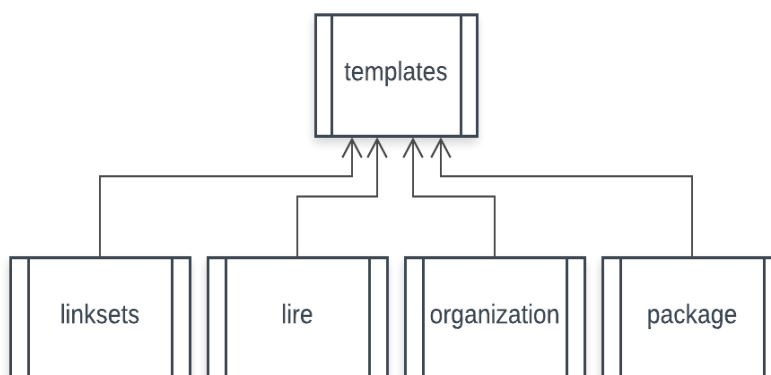
Слика 7. Структура контролера у *LIRE* софтверском додатку

Base Controller представља основни контролер који је реализован као класа у изворном коду SKAN платформе. Овај контролер наслеђују контролери који се дефинишу у софтверу и који се имплементира као додаток, а обезбеђује позивање URL путања, рендеровање погледа и сл. функције.

LIRE Controller представља полазни контролер у развијеном софтверском додатку. Обезбеђује функције за приказ почетне стране, функције за филтрирање приказа скупова отворених података, функције које управљају релацијама између скупова отворених података и дефинише скупове променљивих који ће се користити у остатку софтвера.

Функције осталих контролера су описане у претходном поглављу па се у оквиру ове секције неће детаљно описивати.

У циљу правилног приказа података, у оквиру *LIRE* софтверског додатка развијени су различити погледи који одговарају одређеним функционалностима додатка. Структурна организација погледа у *LIRE* софтверском додатку дата је на слици 8.



Слика 8. Структура погледа у *LIRE* софтверском додатку

Група погледа *linksets* дефинише модел семантичких података који описују везу између два скупа међусобно повезаних отворених података. Имајући у виду да постоје различити формати помоћу којих се могу описати семантички подаци, као и платформа за коју је развијен софтвер, овде су дати примери модела за следеће формате:

- *linksets.n3* – N3 (Notation 3) – компактнија и читљивија алтернатива RDF's XML синтакси са већом експресивношћу,
- *linksets.nt* – NT (N-Triples) – серијализација RDF формата у обичном тексту заснована на линијама,

- *linksets.rdf* – RDF (Resource Description Framework) – општа спецификација семантичких података намењена за концептуални опис или моделирање ресурса на Вебу.

Група погледа *lire* дефинише погледе који су потребни за приказ података који су обрађени у неким од контролера. Листа погледа дата је у наставку:

- *base* – корени поглед у софтверу кога наслеђују сви остали погледи, а где су дефинисани основни елементи приказа података.
- *page* – дефинише групе и категорије података који се приказују у оквиру страница.
- *index* – приказује почетну страну софтвера где су дефинисани критеријуми за претрагу скупова отворених података.
- *manager* – приказује страну софтвера у оквиру које се врши управљање везама између скупова отворених података.
- *semantic* – приказује страницу где се врши избор приказа појединачног скупа отворених података у различитом формату за семантичке податке, и приказују подаци о недостајућим линковима у оквиру дефинисаних семантичких података.

Група погледа *organization* дефинише модел семантичких података, помоћу којих и подаци који описују организације власнике скупова отворених података на једној платформи за отворене податке бивају доступни у семантичком формату. Развијени су модели за следеће формате:

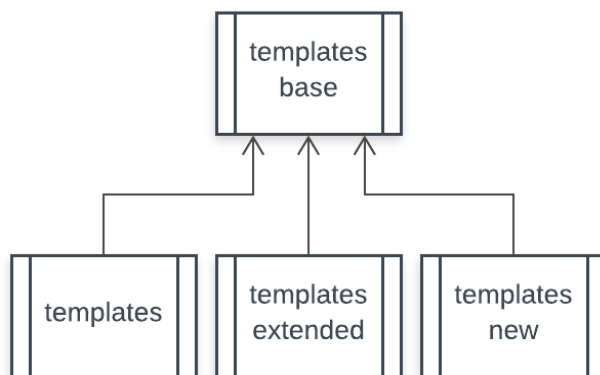
- *read.n3*,
- *read.nt*,
- *read.rdf*.

Група погледа *package* дефинише модел семантичких података помоћу којих су моделовани скупови отворених података на платформи за отворене податке. Дефинисани су модели за следеће формате:

- *read.html*,

- read.n3,
- read.rdf.

СКАН платформа за коју је развијен *LIRE* софтверски додатак, дефинише три категорије погледа који се користе за приказивање страница. Ове категорије су приказане на слици 9.



Слика 9. Категорије погледа у *LIRE* софтверском додатку

Категорија *templates* усклађује приказ података на страницама са старијим верзијама СКАН платформе до верзије 2.0 са Genshi [89] системом погледа, тј. са тзв. “legacy” верзијама [84]. У категорији *templates_extended* дати су погледи који се проширују функционалности кроз *skan_extend* додатке, док категорија погледа *templates_new* користи нове Jinja2 [90] шаблоне за приказ података. Који *template* ће користити, СКАН платформа сама одређује на основу верзије софтвера [85].

Треба напоменути да је Genshi, Python библиотека која обезбеђује алате за обраду HTML и XML садржаја у циљу приказа на Вебу са главном карактеристиком језика за шаблоне. Са развојем технологије и унапређењем функционалности СКАН платформе, од верзије 2.0 прелази се на Jinja2 шаблоне који су потпуно опремљени за употребу са Python програмским језиком.

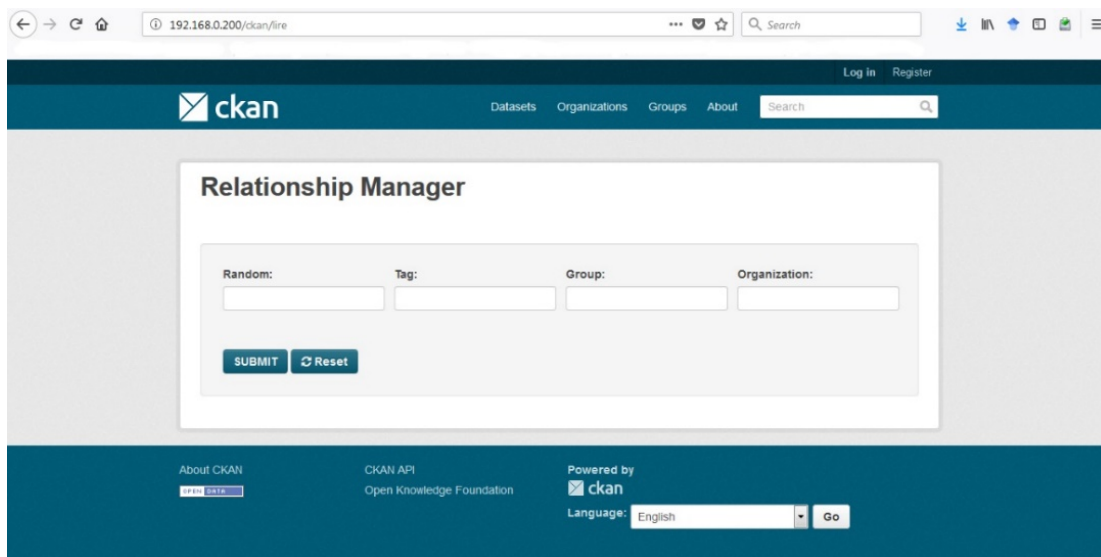
Приказ софтверског додатка

LIRE софтверском додатку се приступа тако што се у адреси претраживача укуца URL адреса платформе за отворене податке и дода наставак „/lire“. *LIRE* софтверски додатак има кориснички интерфејс кога сачињавају неколико екрана са

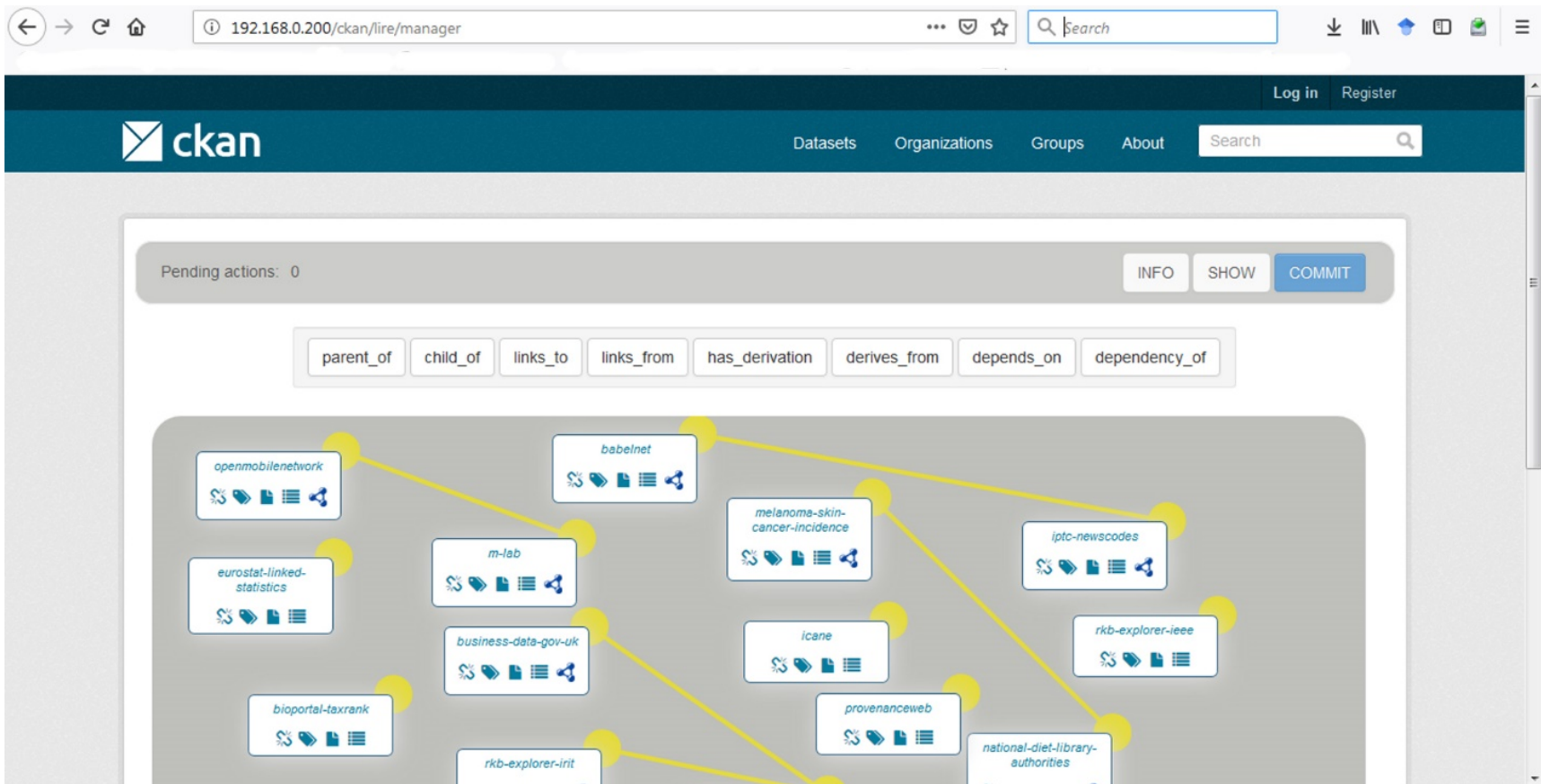
графичким приказом окружења где су доступне опције за управљање везама између скупова отворених података. Слика 10 приказује главни екран *LIRE* софтверског додатка, где се у циљу приказа веза између скупова отворених података врши филтрирање скупова отворених података коришћењем једног од следећих параметара:

- случајан број скупова отворених података,
- скупови отворених података по тагу,
- скупови отворених података по групи и
- скупови отворених података по организацији.

Ако корисник не изврши филтрирање и захтева од софтвера приказ скупова отворених података, учитаће се сви скупови отворених података са платформе. Визуелни приказ скупова отворених података након избора опције корисника, дат је на слици 11.



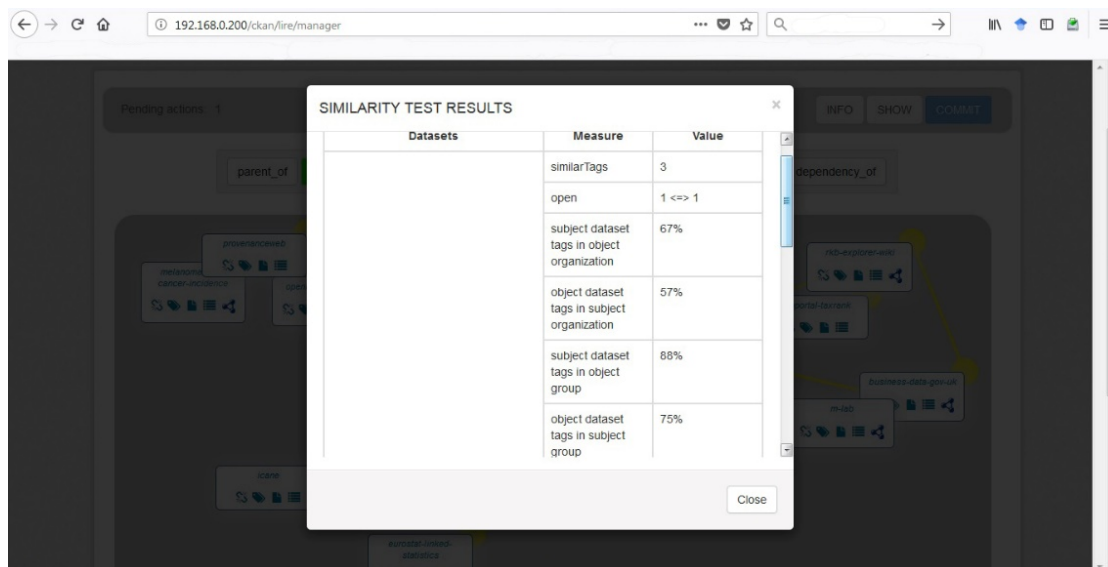
Слика 10. Почетни екран *LIRE* софтверског додатка



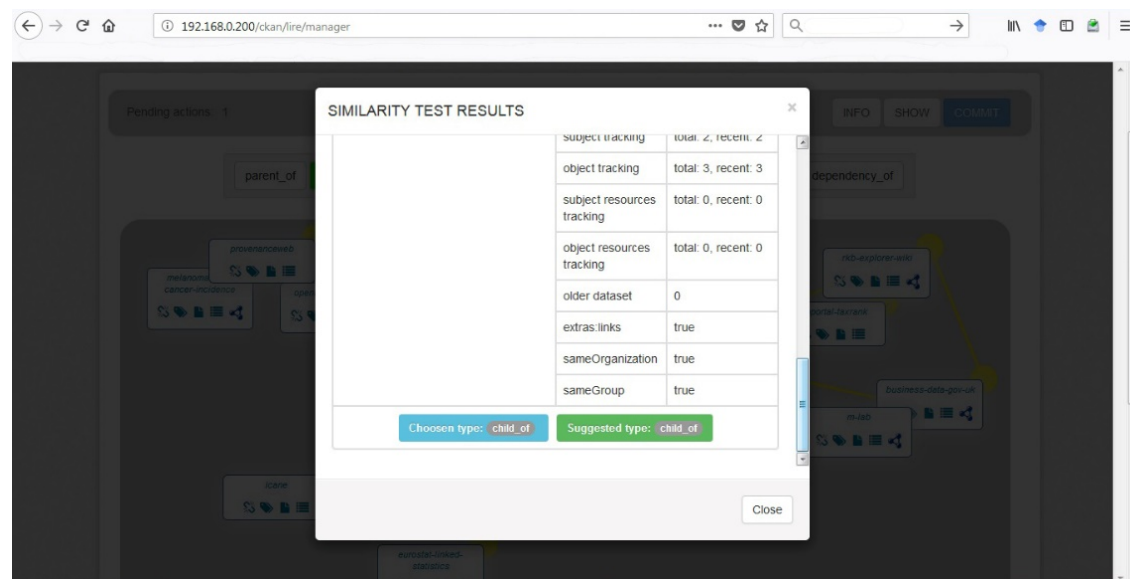
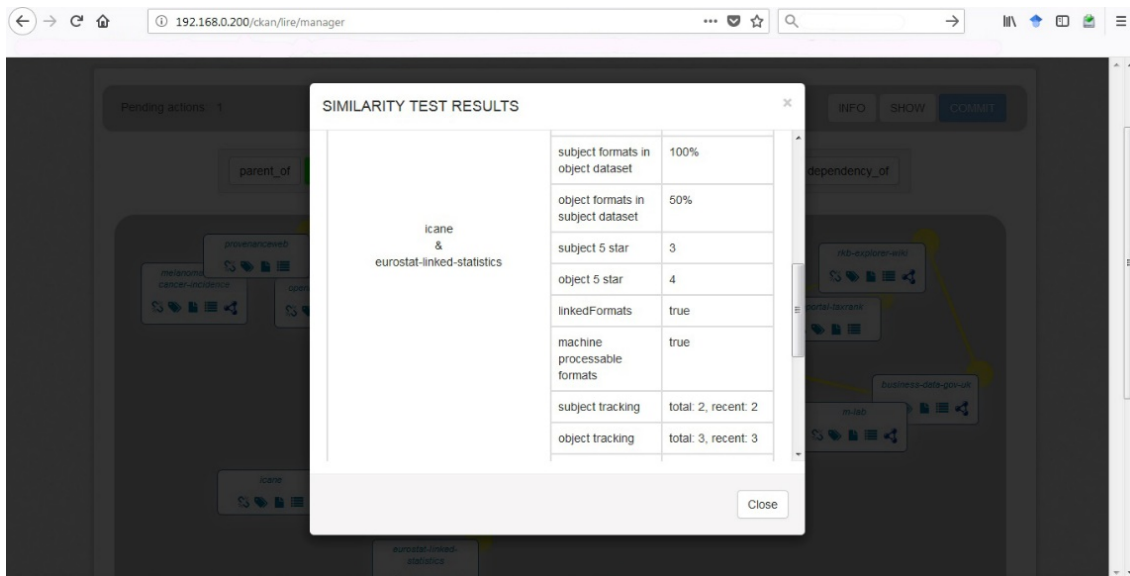
Слика 11. Визуелни приказ скупова отворених података

Сваки од скупова отворених података означен је једним графичким елементом. У оквиру тог елемента, доступне су опције за преглед тагова и опис скупа отворених података, формати у којима је доступан скуп отворених података као и кратак приказ релација између скупова отворених података.

Главна функционалност софтвера је управљање релацијама између скупова отворених података, где корисник може изводити и операције креирања и брисања релација између скупова отворених података. У случају да корисник жели да изврши повезивање два скупа отворених података, он прво бира тип релације који жели да примени на ту релацију. Смер повезивања скупова отворених података, одређује „*subject*“ и „*object*“ скуп отворених података, као што је предложено у моделу за међусобно повезивање скупова отворених података у Глави IV ове докторске дисертације. Након што корисник изврши повезивање два графичка елемента, односно два скупа отворених података, софтвер врши одговарајућа израчунавања по предложеном моделу на серверској страни и враћа резултат кориснику, где се резултати израчунавања могу видети путем опције “*Info*”.

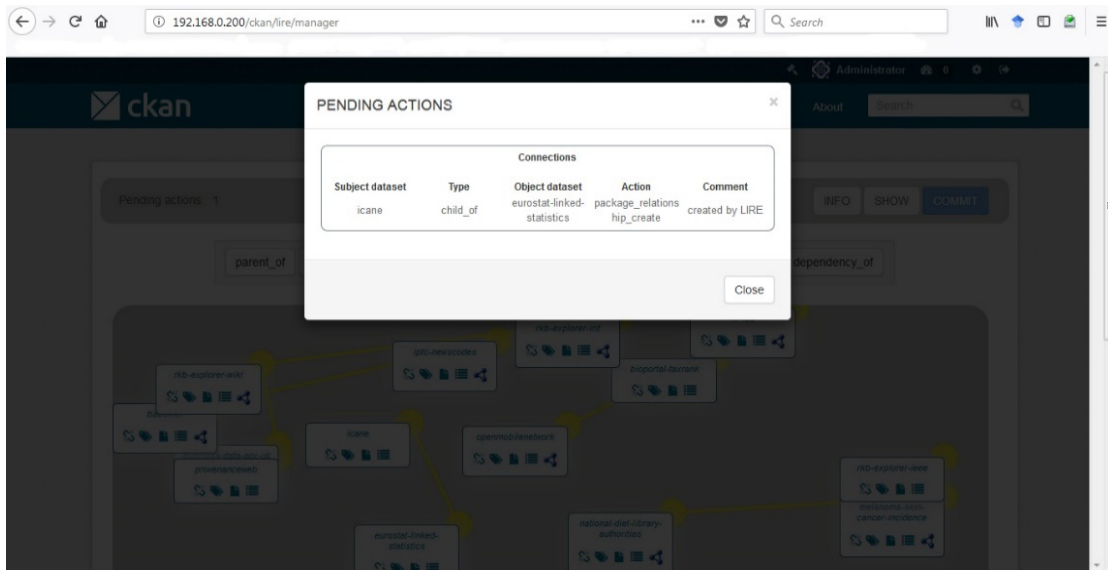


Datasets	Measure	Value
	similarTags	3
	open	1 <=> 1
	subject dataset tags in object organization	67%
	object dataset tags in subject organization	57%
	subject dataset tags in object group	88%
	object dataset tags in subject group	75%



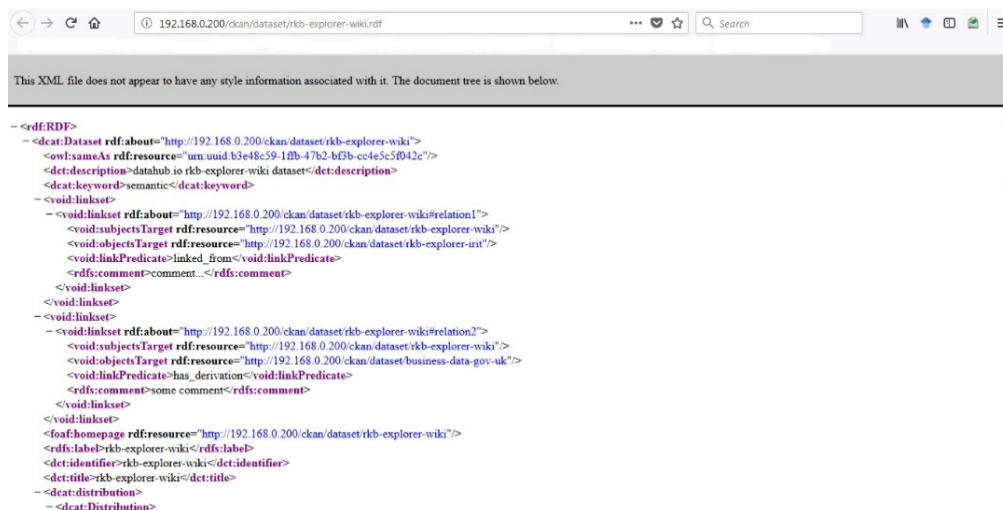
Слика 12. Приказ резултата испитивања два скупа отворених података

Резултат овог израчунавања је предлог типа релације која чека на завршну акцију корисника који потврђује креирање релације на платформи. На кориснику софтвера је да одлучи да ли ће да примени тип релације који му је предложио софтвер или ће применити изабрани тип релације уколико се они разликују. Било која од акција корисника у софтверу, креирање или брисање релације, чува се у листи акција на чекању које треба да се изврше на платформи. Листа акција на чекању, може се видети путем опције “Show” а дат је и пример приказа на слици 13.



Слика 13. Листа акција на чекању за извршавање на илајформи

Поред претходно наведеног, доступна је опција прегледа скупа отворених података у RDF семантичком формату. У Глави IV ове докторске дисертације представили смо модел за семантички опис релација између два скупа међусобно повезаних отворених података, где се употребом предложеног модела и одговарајуће опције у софтверу, добија излазни резултат који је делом приказан на слици 14.



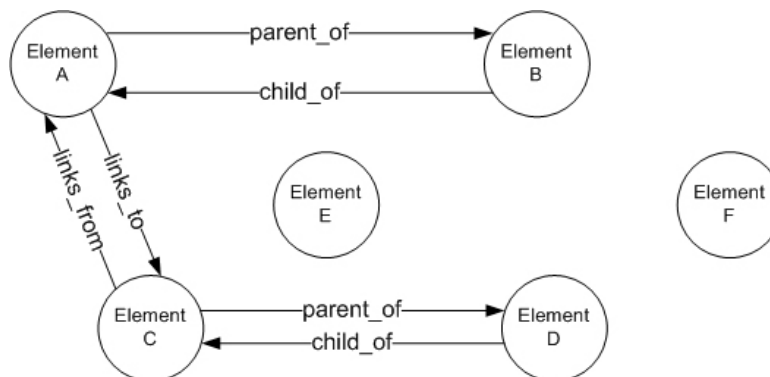
Слика 14. RDF опис једној скупи отворених података

ECOMPAIR алгоритам

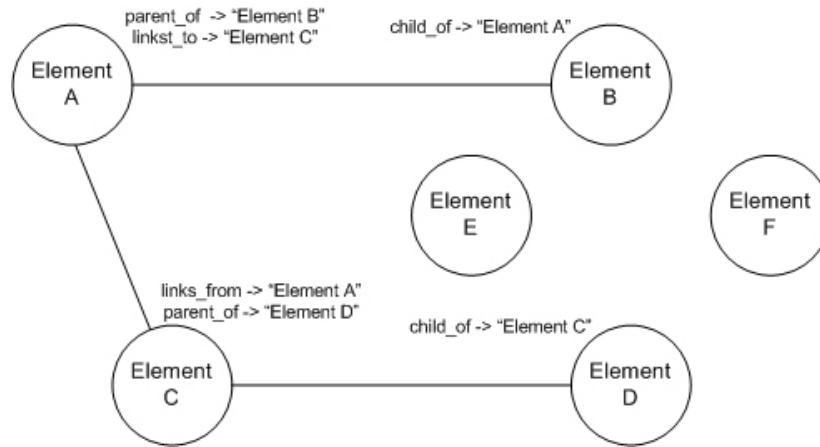
Приликом развоја дела софтвера за визуелизацију веза између скупова отворених података, аутор је развио *ECOMPAIR (Elimination of COMutative PAIRs)* [88] алгоритам за елиминацију комутативних парова у низовима елемената са узајамно искључивим везама, чијом се применом добија редуција времена неопходног за обраду и графички приказ елемената у софтверу.

Примењена jsPlumb Javascript библиотека за визуелизацију описује везе између скупова отворених података у форми „ $[A, B, type]$ ”, где „ A ” и „ B ” представљају скупе отворених података, а „ $type$ ” представља тип везе између њих. Ово својство је искоришћено за моделовање узајамних типова веза, као што су оне дефинисане у другом поглављу Главе IV ове докторске дисертације. Тако добијамо да је веза „ $[B, A, type]$ ” слична претходно наведеној. На пример, ако је дефинисан тип везе „ $child_of$ ” између „ A ” и „ B ” скупова отворених података, тип везе између „ B ” и „ A ” скупова отворених података биће „ $parent_of$ ”.

Како би се побољшала прегледност елемената и редуковало потребно процесорско време за исцртавање, аутор се одлучио за примену само једне линије која ће означавати везу између елемената, тј. скупова отворених података. Ако применимо алгоритам на следећи низ: $[A \rightarrow ([A, B, type], [A, C, type]), B \rightarrow ([B, A, type]), C \rightarrow ([C, A, type], [C, D, type]), D \rightarrow ([D, C, type]), E, F]$, резултат ће бити $[[A, B, type], [C, A, type], [C, D, type], E, F]$. Графичка репрезентација описане ситуације дата је на сликама 14 и 15, које илуструју стање пре и после примене *ECOMPAIR* алгоритма.



Слика 15. Везе између елемената пре примене *ECOMPAIR* алгоритма



Слика 16. Везе између елемената после примене ECOMPAIR алгоритма

Псеудокод алгоритма дат је на слици 17.

Algorithm for finding commutative pairs:

Input: "A" array of n members

Output: filtered array without commutative pairs

Begin:

find all elements which are paired by parsing each element of array "A"

put element indexes which are paired in array "P"

for each element from array P find its pairs and put pairs in array "C"

copy "C" to "C1"

let "1" and "2" be index of elements in pair

for each element from "C" do

for each element from "C1" do

if $C(\text{current index of } C)(1) == C1(\text{current index of } C1)(2)$ and $C(\text{current index of } C)(2) == C1(\text{current index of } C1)(1)$ then

$C1(\text{current index of } C1)(1) == C(\text{current index of } C)(1)$

$C1(\text{current index of } C1)(2) == C(\text{current index of } C)(2)$

from "C1" remove duplicate pairs

compare "C1" pairs with pairs from "P" to get type and associate it with each pair from "C1"

copy "C1" to "C"

return C

Слика 17. Псеудокод ECOMPAIR алгоритма

Употреба ECOMPAIR алгоритма за визуелизацију графичких елемената доноси уштеде у времену потребном за исцртавање елемената те стога убрзава и извршавање софтвера на клијентским рачунарима, јер захтева мање процесорске снаге и меморије за обављање захтеваног посла. У циљу валидације развијеног алгоритма, ми смо статистички анализирали различити број елемената користећи приступ заснован на моделу, описан у [91], где су добијени резултати приказани у Табели 3. Ови резултати потврђују да алгоритам смањује време потребно за визуелизацију графичких елемената у софтверу и то за 50%.

Табела3: Упоредни приказ броја веза пре и после примене *ECOMPAIR* алгоритма

Број веза пре примене алгоритма	Број веза након примене алгоритма	Коефицијент
10	5	0,5
20	10	
50	25	
100	50	
150	75	
200	100	
250	125	
300	150	
350	175	

У циљу додатне верификације алгоритма, ми смо тестирали алгоритам у случају најгорег сценарија, са постојањем максималног броја веза између графичких елемената у софтверу. Примера ради, ако постоји n графичких елемената, онда се број веза које треба визуелизовати између њих може одредити помоћу обрасца (3):

$$max = n * (n - 1) \quad (3)$$

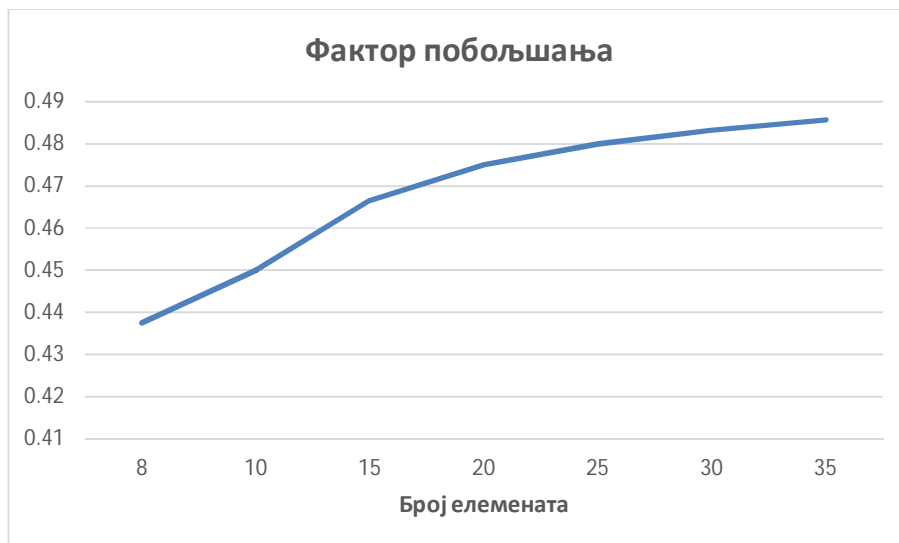
Табела 4 приказује резултате добијене током тестирања, са коришћеним скраћеницама: NCA – број веза након примене алгоритма, NCB – број веза пре примене алгоритма и NE – број елемената. Имајући у виду да сваки графички елемент захтева одређено време за исцртавање на екрану, било то да је сам елемент или веза, онда постаје јасно зашто су укључени ови подаци у табелу.

Табела 4: Резултати тестирања *ECOMPAIR* алгоритма

NE	NCA+NE	NCB+NE	$\frac{(NCA + NE)}{(NCB + NE)}$	Factor
8	36	64	0.5625	0.4375
10	55	100	0.55	0.45
15	120	225	0.5333	0.4666
20	210	400	0.525	0.475
25	325	625	0.52	0.48
30	465	900	0.5166	0.4833
35	630	1225	0.5142	0.4857

Резултати у колони *Factor* указују у којој мери *ECOMPAIR* алгоритам убрзава исцртавање елемената на екрану, а добијени су тако што су вредности коефицијента одузети од броја 1, који представља јединично време потребно за приказ елемената пре примене предложеног алгоритма.

На слици број 18 дат је графикон фактора побољшања, одакле се може закључити да што се број елемената у софтверу увећава, те алгоритам даје боље резултате.



Слика 18. Фактор побољшања *ECOMPAIR* алгоритма

Верификација архитектуре

У оквиру ове главе прво ћемо представити анализу могућности примене архитектуре на различитим платформама за отворене податке, затим ћемо дати резултате анализе дефинисања релевантних метаподатака на платформама за отворене податке, неопходне за израчунавања путем представљеног модела у Глави IV и показати значај и могућност примене дефинисаног LINDAT индикатора за праћење статуса међусобне повезаности скупова отворених података.

Из описа архитектуре датог у Глави V, можемо закључити да је она применљива на различите платформе за отворене податке управа, али морамо да учимо и неке важне чињенице. Наиме, за постизање интероперабилности архитектуре односно софтвера који се развија на основу ње, потребна је промена **WRAPPER** компоненте која ће бити компатибилна са платформом на којој ће се примењивати. Међутим, ово ће сигурно захтевати улагање одређеног времена и напора за развој компоненте према спецификацији датој у овој докторској дисертацији, јер се платформе за отворене податке развијају у различитим програмским језицима. Ипак, једна од могућности која се јављају као могуће решење овог проблема је и укључивање заједнице програмера који одржавају платформе у процес размене искустава у току имплементације архитектуре и софтвера. Ако се софтвер који је развијен на овај начин објави као софтвер отвореног кода у складу са одговарајућим лиценцама, онда ово доноси многобројне погодности. Прво, штеди се време на развоју компоненти софтвера, затим, напор који се улаже у развој се дели између више програмера, а и незаобилазна је чињеница уочавања и исправљања грешака у софтверу и уочавање могућности за његово унапређење када на њему ради више особа. Из свега претходно наведеног, можемо доћи до закључка да је довољно развити софтвер у било ком програмском језику применом предложене архитектуре, а у зависности од платформе на којој ће се софтвер примењивати, **WRAPPER** ће се мењати. Важно је напоменути, да модел за међусобно повезивање скупова отворених података управе који је предложен у овој докторској дисертацији захтева постојање метаподатака у структури метаподатака скупова отворених података. Ове метаподатке управе треба да учине доступним како би они били коришћени у процесу испитивања. У табели број 5 представљени су

результати анализе различитих категорија метаподатака на неким платформама за отворене податке.

Табела5: Подршка за метаподатке на различитим платформама отворених података

Платформа	Метаподаци скупа отворених података	Метаподаци ресурса	Произвољни метаподаци	Метаподаци за везе
CKAN	ДА	ДА	ДА	ДА
DKAN	ДА	ДА	ДА	НЕ
SOCRATA	ДА	ДА	ДА	НЕ
OGDI ⁵	НЕ	ДА	НЕ	НЕ
OGPL ⁶	НЕ	ДА	НЕ	НЕ
OPENDATASOFT	ДА	ДА	ДА	НЕ
PLENARIO ⁷	НЕ	ДА	НЕ	НЕ
JUNAR ⁸	НЕ	ДА	НЕ	НЕ

Из табеле број 5 можемо приметити да само CKAN платформа подржава међусобне везе између скупова отворених података, док је код платформи DKAN, SOCRATA и OPENDATASOFT потребна мала модификација структуре метаподатака. Остале приказане платформе не подржавају међусобне везе између скупова отворених података, јер као што можемо уочити из табеле, ове платформе дефинишу метаподатке ресурса података, али не и метаподатке самог скупа отворених података. Закључујемо да је за примену предложеног модела за испитивање метаподатака скупова отворених података неопходно постојање и дефинисање метаподатака скупа отворених података као и метаподатака њихових међусобних веза.

У циљу верификације модела за међусобно повезивање скупова отворених података управе предложеног у Глави IV ове докторске дисертације, спровели смо испитивање дефинисаности метаподатака који описују тагове, време креирања, опис скупа отворених података, формате, отвореност скупа отворених података, групе, организације, преглед скупова отворених података и њихов „*five star*“ индекс [61].

⁵<http://ogdi.codeplex.com/>

⁶<http://ogpl.github.io>

⁷<http://plenar.io/>

⁸<http://www.junar.com>

Резултати анализе 8 случајно изабраних портала отворених података дати су у табели 6, где су они изражени у процентуалним вредностима по сваком услову датом у табели 1. Имајући у виду да сваки портал отворених података садржи релативно висок број скупова отворених података, било је потребно узорковати сваки портал и одабрати довољан број скупова отворених података за анализу. За решавање овог проблема користили смо приступ из [52].

Можемо уочити да за већину скупова отворених података постоје дефинисани метаподаци. Такође, портали које покреће SKAN платформа дају боље резултате у односу на друге, јер је то једна од најпопуларнијих платформи за објављивање скупова отворених података управе [53], [65]. OPENDATASOFT платформа показује најслабије резултате од свих анализираних платформи, јер у скоро половини дефинисаних услова из предложеног модела за испитивање метаподатака, у циљу међусобног повезивања скупова отворених података, нема дефинисаних вредности метаподатака. Анкета о електронској управи коју су спровеле Уједињене нације у 2016. години [92], јасно је показала да у области постојања метаподатака чак 131 земља од анализираних 193 није објавила адекватне метаподатке. Из добијених резултата можемо увидети да је ово недостатак који може успорити примену отворених података управе у софтверским апликацијама.

Свака од платформи поменутих у табели број 5 има могућност додавања произвољних метаподатака, односно могућност измене структуре метаподатака. Кроз измену структуре метаподатака може се побољшати њихова дефинисаност и извршити прилагођавање моделу за испитивање предложеним у овој докторској дисертацији. Међутим, измена структуре метаподатака носи са собом и одређене импликације. Једна од њих је и да ће се кроз ту измену структуре метаподатака угрозити стандардизован начин њихове обраде, а обезбеђивање додатних метаподатака утиче и на њихову конзистентност [66], што практично значи да синтакса дефинисаних метаподатака није довољно формална, дата семантика рудиментарна, чиме се успорава и угрожава поновна употреба скупова отворених података [93].

Табела 6: Дефинисаност метаподатака у структури метаподатака скупова отворених података

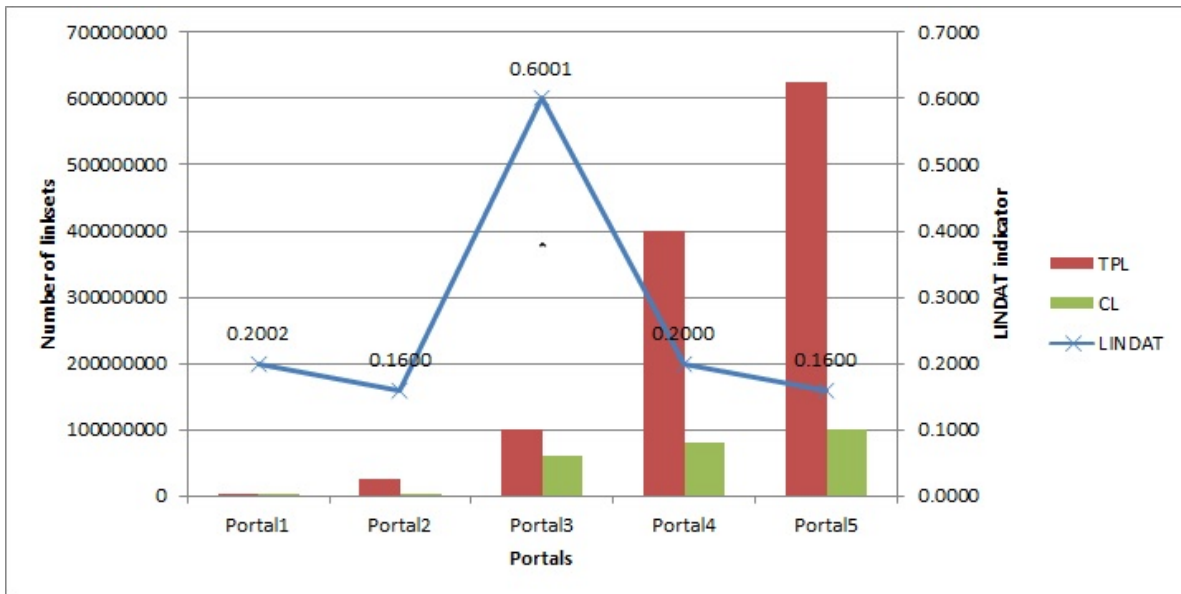
Портал	Платформа	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
catalog.data.gov	CKAN	84%	100%	0%	100%	100%	0%	88%	100%	100%	100%	100%	88%	53%
data.gov.uk	CKAN	28%	100%	0%	100%	100%	0%	9%	100%	100%	0%	100%	9%	9%
offenedaten-koeln.de	DKAN	99%	0%	97%	0%	99%	0%	99%	99%	99%	0%	0%	99%	99%
http://www3.unog.ch/web/hlcm/inventory	DKAN	72%	0%	0%	0%	90%	0%	90%	100%	95%	0%	0%	90%	49%
data.edmonton.ca	SOCRATA	97%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%
data.oregon.gov	SOCRATA	73%	100%	98%	100%	0%	0%	95%	100%	79%	100%	100%	95%	100%
opendurham.nc.gov	OPENDATASOFT	100%	91%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	75%	0%	0%	100%	0%
opendata.paris.fr	OPENDATASOFT	99%	93%	0%	100%	0%	0%	99%	99%	99%	0%	0%	99%	0%

Као што смо напоменули у последњем поглављу Главе IV ове докторске дисертације, у наставку ћемо анализирати примену предложеног LINDAT индикатора статуса међусобне повезаности скупова отворених података управе. Ова анализа урађена је над 5 произвољно изабраних портала отворених података управе како би се показао потенцијал индикатора, са подацима који служе само у информативне сврхе. У Табели број 7 су дате вредности LINDAT индикатора са подацима са случајно изабраним бројем скупова отворених података и примењеним обрасцем (2). На слици број 17 дат је графички приказ резултата из Табеле 7.

Табела7: Вредности LINDAT индикатора на 5 произвољних портала отворених података

Portal	Number of datasets	TPL	CL	GCL	UCL	LINDAT
Portal 1	5000	999000	200000	90000	110000	0.2002
Portal 2	10000	24995000	4000000	200000	200000	0.1600
Portal 3	15000	99990000	60000000	10000000	50000000	0.6001
Portal 4	20000	399980000	80000000	20000000	60000000	0.2000
Portal 5	25000	624975000	100000000	35000000	65000000	0.1600

За портале 2 и 5 може се приметити да су вредности LINDAT индикатора мале и да на тим порталом постоји „слаба“ међусобна повезаност скупова отворених података, што је директна последица малог броја креираних линксетова. Трећи портал показује најбоље резултате, што указује на значај укључивања корисника отворених података управе у процес њиховог међусобног повезивања. У литератури постоје студије које су представиле приступе овој проблематици и које могу помоћи у постизању овог циља [2], [71], [72], [77]. Приликом прегледавања скупова отворених података на платформама за отворене податке, од корисника треба прикупљати повратне информације које се могу користити за процену скупова отворених података у сврху њиховог међусобног повезивања. Треба имати у виду да су колаборација и партиципација корисника у отвореној управи њен градивни елемент, па је учествовање корисника у процесу међусобног повезивања скупова отворених података од непроцењивог значаја.



Слика 19. LINDAT индикатор у функцији TPL и CL

Закључак

Резиме истраживања

У овој докторској дисертацији описан је нови приступ проблематици међусобног повезивања скупова отворених података на платформама за отворене податке електронске управе. Приступ је јединствен јер обезбеђује испитивање мета-података који описују отворене податке, где се на основу резултата испитивања предлаже тип везе између два скупа отворених података. Развијени модел за испитивање мета-података је применљив на платформама за отворене податке управе. Поред тога, међусобне везе између скупова отворених података су и семантички описане, чиме се омогућује приступ и семантичким апликацијама. Осим модела за испитивање метаподатака, ова докторска дисертација садржи и предлог архитектуре софтвера за креирање међусобних веза између скупова отворених података, која је модуларна и генерализована за примену на већини платформи за отворене податке е-управе. Софтвер који је развијен у току истраживања за ову докторску дисертацију представља визуелни алат за међусобно повезивање скупова отворених података. Развијен је у виду софтверског додатка платформама за отворене податке.

Још један од резултата добијених у току истраживања представљеним у овој докторској дисертацији, а до којих се дошло приликом развоја софтвера, представља и ЕСОМРАИР алгоритам који редукује потребно време за обраду и графички приказ елемената у софтверу. Обзиром да су везе између скупова отворених података које су визуелизоване у развијеном софтверу узајамно искључиве, тј. да за једну дефинисану везу постоји и њен пар („*parent_of*“ и „*child_of*“), било би сувишно у софтверу визуелизовати обе везе, тако да је овде предложено решење које визуелизује само једну везу, док се описима на скуповима отворених података може утврдити тип везе.

Постигнућа ове докторске дисертације огледају се у следећим научним доприносима:

- анализа и преглед области техника и метода за повезивање података у е-управи,
- анализа и преглед модела мета-података скупова отворених података,
- анализа и преглед области техника и метода укључивања крајњих корисника у процес повезивања скупова отворених података е-управа,
- формирање новог модела за испитивање мета-података отворених података е-управе у циљу откривања могућих међусобних веза и међусобног повезивања скупова отворених података е-управе,
- формирање семантичког описа међусобних веза скупова отворених података е-управе,
- формирање индикатора за праћење статуса међусобне повезаности скупова отворених података е-управе,
- предлог и имплементација софтвера за управљање међусобним везама између скупова отворених података е-управе,
- верификација ефикасности имплементираниог софтвера приликом примене на порталима за отворене податке е-управе.

Правци даљег истраживања

Ова докторска дисертација указује на неколико нових могућих праваца даљих истраживања у области међусобног повезивања скупова отворених података е-управе.

Један правац будућих истраживања може да води проналажењу одговора на питање да ли треба да постоји јединствени стандард дозвољених имена метаподатака, у циљу постизања њихове јединствене интерпретације. Имајући у виду да различите платформе за отворене податке е-управа различито именују метаподатке који описују скупове отворених података и да се пред програмере поставља задатак развоја адекватног решења за њихову обраду, оправдано је вршити истраживања у овој области. Поред тога, решење овог проблема би могао бити развој и имплементација медијатора за униформну обраду метаподатака, који би био саставна компонента *LIRE* архитектуре. Међутим, треба имати

на уму да не постоји гаранција да ће сви метаподаци бити доступни на сваком порталу. Дакле, како би се проблем униформне обраде метаподатака скупова отворених података решио, предуслов је да свака платформа дефинише метаподатке потребне за испитивање у *LIRE* архитектури. Обзиром да је интероперабилност *LIRE* архитектуре омогућена кроз **WRAPPER** компоненту, још један од праваца будућих истраживања би могао да буде развој оквира за пројектовање ове компоненте архитектуре. На тај начин би се олакшала примена предложене архитектуре и постигла њена боља интегралност и применљивост, а што је сасвим сигурно и у вези са униформном обрадом метаподатака.

Други правац истраживања може да води ка унапређењу архитектуре у делу за одређивање типа међусобне везе између скупова отворених података испитивањем семантичке сличности имена скупова отворених података, њихових описа и тагова. Развој метода који би омогућио решавање овог задатка унапредио би тачност и ефикасност предложене архитектуре и створио минималне услове за даљу евалуацију *LIRE* архитектуре у оквирима за тестирање доступним за процену повезивања скупова отворених података.

Литература

1. EUROPEAN COMMISSION (2014), "Delivering on the European Advantage? 'How European governments can and should benefit from innovative public services'," Brussels, 1-60, May 2014.
2. DING, L., LEBO, T., ERICKSON, J. S., DIFRANZO, D., WILLIAMS, G. T., & LI, X., (2011). TWC LOGD: A portal for linked open government data ecosystems. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 19 (3), 325-333.
3. VELJKOVIĆ, N., BOGDANOVIĆ-DINIĆ, S., & STOIMENOV, L. (2011). Municipal Open Data Catalogues, CEDEM 2011, 195-207.
4. JANSSEN, M., ESTEVEZ, E., & JANOWSKI, T. (2014). Interoperability in Big, Open, and Linked Data Organizational Maturity, Capabilities, and Data Portfolios. *Computer*, 47 (10), 44-49.
5. KALAMPOKIS, E., TAMBOURIS, E., & TARABANIS, K. (2013). Linked Open Government Data Analytics. *Electronic Government*, 8074, 99-110.
6. SRIVASTAVA, S. C., & THOMPSON S. H. T (2004). A framework for electronic government: evolution, enablers and resource drainers. *Proceedings of the Eighth Pacific Asia Conference on Information Systems*, Shanghai, China, 8 – 11 July 2004, 2079–2085.
7. EVANS, D., & YEN .D.C. (2006). E-Government: Evolving relationship of citizens and government, domestic, and international development. *Government Information Quarterly*, 23, 207-235.
8. E-GOVERNMENT TASK FORCE. (2003). E-Government strategy, implementing the president's management agenda for E-Government. Simplified delivery of services to citizens. <http://www.whitehouse.gov/omb/inforeg/egovs.strategy.pdf>
9. SEIFERT, J. W. (2003, January). A primer on e-government: Sectors, stages, opportunities, and challenges of online governance, Washington, DC: Congressional Research Service.
10. KUNSTELJ, M., & VINTAR, M., (2004). Evaluating the progress of e-government development: A critical analysis. *Information polity*, 9(3), 131-148.
11. NOIE & DMR, E-Government Benefits Study, Commonwealth of Australia, 2003
12. NOVECK, B. S., (2011). What's in a Name? Open Gov and Good Gov., http://www.huffingtonpost.com/beth-simone-noveck/whats-in-a-name-open-gov- b_845735.html

13. BAUM, C., & DIMAIO, A. (2000). Gartner's four phases of e-government model, Gartner Group.
14. LAYNE, K., & LEE, J. (2001). Developing Fully Functional E-Government: A Four Stage Model, *Government Information Quarterly*, 18(2), 12–136.
15. RONAGHAN, S. A. (2001). *Benchmarking E-Government: A Global Perspective*. New York: United Nations Division for Public Economics and Public Administration and American Society for Public Administration. <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/UN/UNPAN021547.pdf>
16. HILLER, J., & BÉLANGER, F.(2001). *Privacy Strategies for Electronic Government*, E-Government Series. Arlington, VA: Price water house Coopers Endowment for the Business of Government.
17. WESCOTT, C. (2001). E-Government in the Asia Pacific Region. *Asian Journal of Political Science*, 9(2), 1-24.
18. COURSEY, D. & NORRIS, F. D. (2008). Models of E-Government: Are they correct? An Empirical Assessment, *Public Administration Review*, 68(3), 523-536.
19. CHUN, S. A., SHULMAN, S., SANDOVAL, R. & HOVY E. (2010). Government 2.0: Making Connections between Citizens, Data and Government, *Information Polity*, 15(1), 1-10.
20. PETRUŠIĆ, D. (2016), *Semantičko modelovanje i ontološka integracija informacionih sistema Otvorene vlade*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
21. MERGEL, I., SCHWEIK, C. M. & FOUNTAIN, J. E. (2009), *The Transformational Effect of Web 2.0 Technologies on Government* (June 1, 2009). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1412796>
22. OSIMO, D. (2008). *Web 2.0 in Government - Why and How?*, JRC Scientific Technical Reports, Seville.
23. BONSÓN, E., TORRES, L., ROYO, S., & FLORES, F. (2012). Local e-government 2.0: Social media and corporate transparency in municipalities. *Government information quarterly*, 29(2), 123-132.
24. CHANG, A. M., & KANNAN, P.K. (2008) *Leveraging Web 2.0 in government*. Washington, DC: IBM Center for the Business of Government.
25. GRUEN, N. (2009). *Engage: Getting on with Government 2.0 Report of the Government 2.0 Taskforce*, Australian Government Information Management Office.

26. KHAN, G. F. (2013). The Government 2.0 Utilization Model and Implementation Scenarios, *Information Development*, 1-15.
27. DE KOOL, D., & VAN WAMELEN, J. (2008). Web 2.0: a new basis for e-government, *Proceedings of 3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications (ICTTA) 2008*, Ljubljana, Slovenia, 1-7.
28. LINDERS, D. (2012). From e-government to we-government: Defining a typology for citizen coproduction in the age of social media, *Government Information Quarterly*, 29, 446-454.
29. SÆBØ, Ø., ROSE, J., & NYVANG, T. (2009). The role of social networking services in eParticipation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Electronic Participation*, Linz, Austria, 46-55.
30. UNITED NATIONS (2012). *E-government Survey 2012: E-Government for the People*, New York
31. MCDERMOTT, P. (2010). Building Open Government, *Government Information Quarterly*, 27(4), 401-413.
32. BRITAIN, G., & TREASURY, H. M. (2009). *Putting the frontline first: smarter government*, Stationery Office.
33. KIM, S. (2010). Public trust in government in Japan and South Korea: Does the rise of critical citizens matter?, *Public Administration Review*, 70(5), 801-810.
34. FERRO, E., & MOLINARI, F. (2010). Making sense of Gov 2.0 strategies: "No citizens, no party", *JeDEM-eJournal of eDemocracy and Open Government*, 2(1), 56-68.
35. OPEN GOVERNMENT PARTNERSHIP. (2012). <http://www.opengovpartnership.org/about>
36. GANAPATI, S., & REDDICK, C. G. (2012). Open e-government in US state governments: Survey evidence from Chief Information Officers. *Government Information Quarterly*, 29(2), 115-122.
37. KIM, P. S., HALLIGAN, J., CHO, N., OH, C. H., & EIKENBERRY, A. M. (2005). Toward participatory and transparent governance: report on the Sixth Global Forum on Reinventing Government. *Public Administration Review*, 65(6), 646-654.
38. KIM, P. S., & JHO, W. (2005). *Building e-Governance: Challenges and Opportunities for Democracy, Administration, and Law*. International Institute of Administrative Sciences.

39. ORSZAG, P. R. (2009). Memorandum for the heads of executive departments and agencies: Open government directive, Executive Office of the President, M-10-06.
40. BOGDANOVIĆ-DINIĆ, S., VELJKOVIĆ, N., & STOIMENOV, L. (2014). How open are public government data? An assessment of seven open data portals. In *Measuring E-government Efficiency* (pp. 25-44). Springer New York.
41. YU, H., & ROBINSON, D. G. (2012). The new ambiguity of open government'. 59 *UCLA Law Review Disc.* 178. <http://www.uclalawreview.org/?p=3663>
42. MILIĆ, P., VELJKOVIĆ, N., & STOIMENOV, L. (2015). Linked Relations Architecture for Production and Consumption of Linksets in Open Government Data. In M. Janssen, M. Mäntymäki, J. Hidders, B. Klievink, W. Lamersdorf, B. van Loenen, et al., *Open and Big Data Management and Innovation* (pp. 212-222).
43. JANSSEN, M., CHARALABIDIS, Y., & ZUIDERWIJK, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information systems management*, 29(4), 258-268.
44. GURSTEIN, M. B. (2011). Open data: Empowering the empowered or effective data use for everyone?. *First Monday*, 16(2).
45. EAVES, D. (2009). The Three Laws of Open Government Data. <http://eaves.ca/2009/09/30/three-law-of-open-government-data/>
46. MAKSIMOVIĆ, M. D., VELJKOVIĆ, N. Ž., & STOIMENOV, L. V. (2011). Platforms for open government data. In *Telecommunications Forum (TELFOR), 2011 19th* (pp. 1234-1237). IEEE.
47. CHESBROUGH, H. W., & APPLEYARD, M. M. (2007). Open innovation and strategy. *California management review*, 50(1), 57-76.
48. ALEXOPOULOS, C., ZUIDERWIJK, A., CHARAPABIDIS, Y., LOUKIS, E., & JANSSEN, M. (2014). Designing a second generation of open data platforms: Integrating open data and social media. In *International Conference on Electronic Government* (pp. 230-241). Springer Berlin Heidelberg.
49. ALANI, H., DUPPLAW, D., SHERIDAN, J., O'HARA, K., DARLINGTON, J., SHADBOLT, N., & TULLO, C. (2007). Unlocking the potential of public sector information with semantic web technology. In *The 6th International Semantic Web Conference (ISWC)*, pp.708-721

50. DING, L., MICHAELIS, J., MCGUINNESS, D. L., & HENDLER, J. (2010). Making sense of open government data. In *Proceedings of the WebSci10: Extending the Frontiers of Society On-Line*
51. SHADBOLT, N., O'HARA, K., BERNERS-LEE, T., GIBBINS, N., GLASER, H., & HALL, W. (2012). Linked open government data: Lessons from data. gov. uk. *IEEE Intelligent Systems*, 27(3), 16-24.
52. VELJKOVIĆ, N., BOGDANOVIĆ-DINIĆ, S. & STOIMENOV, L. (2014). Benchmarking open government: An open data perspective. *Government Information Quarterly*, 31 (2), 278-290.
53. MILIĆ, P., VELJKOVIĆ, N., & STOIMENOV, L. (2018). Comparative analysis of metadata models on e-government open data platforms. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, PP (99), 1-1.
54. ZUIDERWIJK, A., JEFFERY, K., & JANSSEN, M. (2012). The potential of metadata for linked open data and its value for users and publishers. *JeDEM-eJournal of eDemocracy and Open Government*, 4(2), 222-244.
55. ISA_INTEROPERABILITY_SOLUTIONS_FOR_EUROPEAN_PUBLIC_ADMINISTRATIONS. (2011). Towards open government metadata. Brussels: ISA Interoperability Solutions for European Public Administrations.
56. SCHUURMAN, N., DESHPANDE, A., & ALLEN, D. M. (2008). Data integration across borders: a case study of the Abbotsford-Sumas aquifer (British Columbia/Washington State) 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 44(4), 921-934.
57. NICHOLS, D. M., TWIDALE, M. B., & CUNNINGHAM, S. J. (2012, February). Metadatapedia: A proposal for aggregating metadata on data archiving. In *Proceedings of the 2012 iConference* (pp. 370-376). ACM.
58. TENOPIR, C., ALLARD, S., DOUGLASS, K., AYDINOGLU, A. U., WU, L., READ, E., & FRAME, M. (2011). Data sharing by scientists: practices and perceptions. *PloS one*, 6(6), e21101.
59. CONRADIE, P., & CHOENNI, S. (2012). Exploring process barriers to release public sector information in local government. In *Proceedings of the 6th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance* (pp. 5-13). ACM.
60. LEBO, T., ERICKSON, J. S., DING, L., GRAVES, A., WILLIAMS, G. T., DIFRANZO, D., LI X., MICHAELIS J., GUANG ZHENG J., FLORES J. SHANGGUAN Z., Mc GUINNESS D. L., &

- SHANGGUAN, Z. (2011). Producing and using linked open government data in the TWC LOGD portal. In *Linking Government Data* (pp. 51-72). Springer New York.
61. BRAUNSCHWEIG, K., EBERIUS, J., THIELE, M., & LEHNER W. (2012). The state of open data - limits of current open data platforms. In *Proceedings of the 21st World Wide Web Conf*, pp. 1-6.
62. BERNERS-LEE, T. (2009). Linked data. <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
63. LAPI, E., TCHOLTCHIEV, N., BASSBOUSS, L., MARIENFELD, F., & SCHIEFERDECKER, I. (2012). Identification and utilization of components for a linked open data platform. In *Proceedings of 36th IEEE Annual Computer Software Applications Conference Workshop*, pp. 112-115.
64. JANEV, V., MILOŠEVIĆ, U., SPASIC, M., VRANEŠ, S., MILOJKOVIĆ, J., & JIREČEK, B. (2012). Integrating Serbian public data into the LOD cloud. In *Proceedings of the 5th Balkan Conference of Informatics*, pp. 94-99.
65. REICHE, K. J., HOFIG, E., & SCHIEFERDECKER, I. (2014). Assessment and visualization of metadata quality for open government data. In *International Conference on E-democracy Open Government* (pp. 335-346). Springer, Berlin, Heidelberg.
66. DUVAL, E., HODGINS, W., SUTTON, S., & WEIBEL, S. L. (2002). Metadata principles and practicalities, *D-Lib Magazine*, 8 (4), pp. 1082–9873.
67. DCAT. (2014). <https://www.w3.org/TR/vocab-dcat/>
68. EC JoinUP. (2014). https://joinup.ec.europa.eu/asset/dcat_application_profile/home
69. KEITH A., CYGANIAK R., HAUSENBLAS M., & ZHAO J. (2011). Describing linked datasets with void Vocabulary. <http://www.w3.org/TR/void>
70. KALAMPOKIS, E., TAMBOURIS, E., & TARABANIS, K. (2011). A classification scheme for open government data: towards linking decentralised data. *International Journal of Web Engineering and Technology*, 6(3), 266-285.
71. CYGANIAK, R., MAALI, F., & PERISTERAS, V. (2010). Self-service linked government data with dcat and gridworks. In *Proceedings of the 6th International Conference on Semantic Systems* (pp. 37:1-37:3). ACM.
72. DE VOCHT, L., DIMOU, A., BREUER, J., VAN COMPERNOLLE, M., VERBORGH, R., MANNENS, E., & VAN DE WALLE, R. (2014, October). A visual exploration workflow as enabler

- for the exploitation of linked open data. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Exploration of Semantic Data*-volume 1279 (pp. 30-41). CEUR-WS.org
73. KEPEKLIAN, G., BIHANIC, L., & TRONCY, R. (2014). Datalift: A platform for integrating big and linked data. In *In International Conference on Big Data from Space (BIDS'14)*, pp. 370-373, Rome, Italy.
74. SCHMACHTENBERG, M., BIZER, C., & PAULHEIM, H. (2014). Adoption of the linked data best practices in different topical domains. In *International Semantic Web Conference* (pp. 245-260). Springer International Publishing.
75. MAALI, F., CYGANIAK, R., & PERISTERAS, V. (2010). Enabling interoperability of government data catalogues. In *International Conference on Electronic Government* (pp. 339-350). Springer Berlin Heidelberg.
76. MAALI, F., CYGANIAK, R., & PERISTERAS, V. (2012). A publishing pipeline for linked government data. In *Extended Semantic Web Conference* (pp. 778-792). Springer International Publishing.
77. DE OLIVEIRA, H. R., TAVARES, A. T., & LÓSCIO, B. F. (2012). Feedback-based data set recommendation for building linked data applications. In *Proceedings of the 8th International Conference on Semantic Systems* (pp. 49-55). ACM.
78. DE VOCHT, L., DIMOU, A., BREUER, J., VAN COMPERNOLLE, M., VERBORGH, R., MANNENS, E., MECHANT, M., & VAN DE WALLE, R. (2014). A visual exploration workflow as enabler for the exploitation of linked open data. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Exploration of Semantic Data-Volume 1279* (pp. 30-41). CEUR-WS. org.
79. HOXHA, J., & BRAHAJ, A. (2011). Open government data on the web: A semantic approach. In *Emerging Intelligent Data and Web Technologies (EIDWT), 2011 International Conference on* (pp. 107-113). IEEE.
80. JANSSEN, M., CHARALABIDIS, Y., & ZUIDERWIJK, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information systems management*, 29(4), 258-268.
81. WAGNER, C., CHEUNG, K. S., IP, R. K., & BOTTCHEER, S. (2005). Building Semantic Webs for e-government with Wiki technology. *Electronic Government, an International Journal*, 3(1), 36-55.

82. LEME, L. A. P. P., LOPES, G. R., NUNES, B. P., CASANOVA, M. A., & DIETZE, S. (2013). Identifying candidate datasets for data interlinking. In *International Conference on Web Engineering* (pp. 354-366). Springer, Berlin, Heidelberg.
83. LINKING OPEN DATA CLOUD DIAGRAM. (2018). <http://lod-cloud.net/>
84. CKAN CODE ARCHITECTURE. (2018). <http://docs.ckan.org/en/latest/contributing/architecture.html>
85. WRITING EXTENSIONS TUTORIAL. (2018). <http://docs.ckan.org/en/latest/extensions/tutorial.html>
86. BOOTSTRAP. (2016). <https://getbootstrap.com/docs>
87. jsPLUMB TOOLKIT. (2016). <https://jsplumbtoolkit.com>
88. MILIĆ, P., & VELJKOVIĆ, N. (2017). One approach for eliminating commutative pairs of elements in web applications. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Automatic Control and Robotics*, 16 (1), 73-81.
89. GENSHI. (2016). <https://genshi.edgewall.org/>
90. JINJA2. (2016). <http://jinja.pocoo.org/>
91. SHAMS, M., KRISHNAMURTHY, D., & FAR, B. (2006). A model-based approach for testing the performance of web applications. In *3rd international workshop on Software quality assurance* (pp. 54-61). ACM.
92. SILVA, N. C. (2016). United Nations E-Government Survey 2016: E-Government in Support of Sustainable Development, Available at: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/reports/un-e-government-survey-2016>.
93. Zuiderwijk, A. M. G., Jeffery, K. G., & Janssen, M. F. W. H. A. (2012) The potential of metadata for linked open data and its value for users and publishers, *Journal on e-Democracy and Open Government*, 4 (2), pp. 222-244.

Прилог 1

XSD шема за валидацију захтева информација у XML-у за испитивање скупова отворених податакам које **REM** компонента формира и шаље **WRAPPER**-у дата је у наставку:

```
<xs:schema attributeFormDefault="unqualified" elementFormDefault="qualified" targetNamespace="https://www.w3schools.com" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="LireRequest">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="Wrapper">
          <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
              <xs:extension base="xs:string">
                <xs:attribute type="xs:string" name="location"/>
              </xs:extension>
            </xs:simpleContent>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element type="xs:string" name="DatasetSubject"/>
        <xs:element type="xs:string" name="DatasetObject"/>
        <xs:element name="TagsMeasure">
          <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
              <xs:extension base="xs:string">
                <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
              </xs:extension>
            </xs:simpleContent>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="OwnerMeasure">
          <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
              <xs:extension base="xs:string">
                <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
              </xs:extension>
            </xs:simpleContent>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="GroupMeasure">
          <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
              <xs:extension base="xs:string">
                <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
              </xs:extension>
            </xs:simpleContent>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="OwnerTagsMeasure">
          <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
              <xs:extension base="xs:string">
                <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
              </xs:extension>
            </xs:simpleContent>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="GroupTagsMeasure">
```

```

<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="FormatsMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="CreationDateMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="DescriptionMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="TrackingCountTotalViewsMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="TrackingCountRecentViewsMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="FiveStarMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:elementname="OpenMeasure">
<xs:complexType>
<xs:simpleContent>
<xs:extensionbase="xs:string">
<xs:attributetype="xs:string"name="type"/>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>

```



```
<xs:element name="LinkedDataFormatMeasure">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="MachineProcessableMeasure">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute type="xs:string" name="type"/>
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

XSD шема за валидацију података које **REM** компонента добија од **WRAPPER-**анакон испитивања скупова отворених података дата је у наставку:

```
<xs:schema attributeFormDefault="unqualified" elementFormDefault="qualified" targetNamespace="https://www.w3schools.com" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="LireResponse">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="DatasetSubject">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="Tags">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element type="xs:string" name="TagName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
              <xs:element type="xs:string" name="Owner"/>
              <xs:element type="xs:string" name="Group"/>
              <xs:element name="OwnerTags">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element type="xs:string" name="TagName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
              <xs:element name="GroupTags">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element type="xs:string" name="TagName"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
              <xs:element name="Formats">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element type="xs:string" name="FormatName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
              <xs:element type="xs:dateTime" name="CreationDate"/>
              <xs:element type="xs:string" name="Description"/>
              <xs:element type="xs:integer" name="TrackingCountTotalViews"/>
              <xs:element type="xs:integer" name="TrackingCountTotalRecent"/>
              <xs:element type="xs:integer" name="Fivestar"/>
              <xs:element type="xs:string" name="Open"/>
              <xs:element type="xs:string" name="LinkedDataFormat"/>
              <xs:element type="xs:string" name="MachineProcessable"/>
            </xs:sequence>
            <xs:attribute type="xs:string" name="name"/>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="DatasetObject">
          <xs:complexType>
            <xs:sequence>
              <xs:element name="Tags">
                <xs:complexType>
                  <xs:sequence>
                    <xs:element type="xs:string" name="TagName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0"/>
                  </xs:sequence>
                </xs:complexType>
              </xs:element>
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

```

<xs:element type="xs:string" name="Owner" />
<xs:element type="xs:string" name="Group" />
<xs:element name="OwnerTags">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element type="xs:string" name="TagName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="GroupTags">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element type="xs:string" name="TagName" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="Formats">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element type="xs:string" name="FormatName" maxOccurs="unbounded" minOccurs="0" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element type="xs:dateTime" name="CreationDate" />
<xs:element type="xs:string" name="Description" />
<xs:element type="xs:integer" name="TrackingCountTotalViews" />
<xs:element type="xs:integer" name="TrackingCountTotalRecent" />
<xs:element type="xs:integer" name="Fivestar" />
<xs:element type="xs:string" name="Open" />
<xs:element type="xs:string" name="LinkedDataFormat" />
<xs:element type="xs:string" name="MachineProcessable" />
</xs:sequence>
<xs:attribute type="xs:string" name="name" />
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```

Биографија

Петар Милић рођен је у Косовској Митровици 07.08.1986. године. Завршио је основну школу "Вук Караџић" у Звечану 2001. године, са просечном оценом 4,56 у току школовања. Средњу техничку школу "Михаило Петровић Алас" у Косовској Митровици, смер електротехничар енергетике, завршава 2005. године са просечном оценом 5,00 у току школовања. Добитник је Вукове дипломе за одличан успех у средњој школи и Похвалнице Краљевског Дома Карађорђевића за исказани изванредни успех у завршеном средњем образовању. Основне академске студије на Факултету техничких наука Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици на смеру за Електротехничко и рачунарско инжењерство модул Рачунарство и информатика уписује 2005. године и завршава их 29.09.2008. године, са просечном оценом 9.22 и оценом 10 на завршном раду са темом „Пројектовање информационог система мењачнице“. Мастер академске студије на истом факултету уписује 2008. године и завршава их 28.09.2010. године, са просечном оценом 9.94 и оценом 10 на мастер раду са темом „Администрирање информационом системом студентске службе и конфигурирање окружења за извештавање“. Током студија био је стипендиста Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Владе Републике Србије.

Докторске студије на Електронском факултету у Нишу уписао је 17.11.2010. године. У току докторских студија положио је 6 испита са просечном оценом 10.

У току мастер студија, 15.03.2010. године, ангажован је на раду у Академској рачунарској мрежи Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици (УПКМ), на пословима одржавања рачунарске мреже и интернет сервиса истоименог универзитета. Октобра 2010. године постаје администратор грид сајта AEGIS09-FTN-КМ Факултета техничких наука УПКМ, а од октобра 2011. регистрациони ауторитет (Registration Authority) AEGIS RA за издавање грид сертификата за УПКМ. Од 25.10.2011. до 25.12.2011. године, предавач је на курсу „Обука за рад на рачунару - напредни ниво“ у Центру за развој каријере УПКМ. На Митровачком летњем универзитету

2013, од 22.07.2013. до 02.08.2013. године је асистент на курсу „Алати информационе писмености у формалном и неформалном образовању“, а на Митровачком летњем универзитету 2014, од 11.07.2014. до 25.07.2014. године асистент је на курсу „Веб дизајн“.

У току 2010. године посетио је Градски универзитет у Даблину, Институт за технологију у Даблину и Тринити колеџ Универзитета у Даблину у Републици Ирској, у циљу размене информатичких искустава са тамошњим стручњацима ради примене истих у поступку побољшања услова рада Центра за развој каријере УПКМ.

Био је ангажован на ТЕМПУС пројекту „Developing Information Literacy for Life Long Learning and Knowledge Economy in Western Balkan Countries“ (RINGIDEA) 517117-Tempus-1-2011-IE-Tempus-JPHES од 15.10.2011. до 15.10.2015. године. Августа месеца 2013. године, посећује Институт за технологију у Лимерику у Републици Ирској. Тренутно је ангажован као локални координатор ERASMUS+ пројекта „Library Network Support Services: modernizing libraries in Western Balkan countries through staff development and reforming library services“ (LNSS) 561987-EPP-1-2015-1-IE-EPPKA2-CBHE-JP од 15.10.2015. до 15.10.2018. године испред Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

Од 16.05.2016. године до 20.05.2016. године борави на једнонедељној размени академског особља на Универзитету за технологију у Лублину у Пољској, у оквиру међународног програма кредитне мобилности ERASMUS+ KA2 акције.

Од 21.05.2018. године до 25.05.2018. године борави на једнонедељној размени академског особља на Џумхуријет универзитету у Сивасу у Републици Турској, у оквиру међународног програма кредитне мобилности ERASMUS+ KA2 акције.

Похађао је стручну праксу у Сектору за информационе технологије, Управе за трезор, Министарства финансија Републике Србије, и стручна усавршавања у организацији Рачунарског центра Универзитета у Београду, Академске мреже Србије у Београду и Института за физику у Београду. Реализовао је преко 30 стручних пројеката за различите институције и сврхе.

Као аутор и коаутор, објавио је 10 научних радова на националним и међународним конференцијама, 4 поглавља у књизи, 1 научни рад у врхунском часопису изузетних вредности и 1 научни рад у врхунском часопису националног значаја. Према подацима са Google Scholar-а има 22 цитата.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

„Један прилику међусобном повезивању отворених података е-управе“

која је одбрањена на Електронском факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, _____

Потпис аутора дисертације:

Др Петар О. Милић

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Наслов дисертације:

„Један приступ међусобном повезивању отворених података е-управе“

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**, истоветан штампаном облику.

У Нишу, _____

Потпис аутора дисертације:

Др Петар О. Милић

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

„Један њприсџуј међусобном њовезивању оџворених њодаџака е-уџраве“

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство(**CC BY**)
2. Ауторство – некомерцијално (**CC BY-NC**)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (**CC BY-NC-ND**)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (**CC BY-NC-SA**)
5. Ауторство – без прераде (**CC BY-ND**)
6. Ауторство – делити под истим условима (**CC BY-SA**)

У Нишу, _____

Потпис аутора дисертације:

Др Петар О. Милић