

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ****ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
КАНДИДАТА МИЛИНКА МАНДИЋА**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовано комисију 16.07.2015. године, Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - др Зоран Будимац, редовни професор, Рачунарске науке и информатика, 15. 06. 2004., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду – председник - др Мирјана Ивановић, редовни професор, Рачунарске науке и информатика, 29. 04. 2002. године, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду – ментор - др Зора Коњовић, редовни професор, Примењене рачунарске науке и информатика, 20. 11. 2003., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду – ментор - др Катерина Здравкова, редовни професор, Софтверско инжењерство, вештачка интелигенција и образовни софтвер, 20. 05. 2004., Факултет за информатичке технологије и компјутерско инжењерство, Универзитет свети Кирил и Методије у Скопљу – члан - др Иван Милентијевић, редовни професор, Рачунарство и информатика, 08. 09. 2008., Електронски факултет, Универзитет у Нишу – члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Милинко, Милан, Мандић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 12.06.1979., Сомбор, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Енергетика, електроника и телекомуникације – Комуникационе технологије и обрада сигнала, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2009, Методика наставе природних наука, математике и рачунарства, Методика наставе информатике</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Развој платформе за стандардизацију образовања наставника информатике
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација се бави истраживањима која имају за циљ да унапреде образовање наставничког кадра из области рачунарства и информатике. Основна хипотеза истраживања је да је могуће развити модел платформе и софтверску подршку која ће олакшати синхронизацију развоја наставничког курикулума из области рачунарства и информатике са</p>

наставним плановима нижих нивоа образовања на којима наставници образовани по наставничком курикулуму треба да изводе наставу. Резултат истраживања је модел платформе заснован на стандардизованом средњошколском курикулуму и онтолошком моделовању, те спецификација и прототипска имплементација софтверске подршке засноване на технологијама Семантичког Веба.

Текст дисертације написан је на 223 стране, латиничним писмом. Организован је у шест поглавља, садржи 169 референци, 48 слика, 39 табела, 2 прилога и сажетке на српском и енглеском језику.

Прво поглавље представља увод у коме су дати мотивација, предмет и циљ истраживања, хипотеза и очекивани резултати истраживања и, на крају, схватање појмова информатике, рачунарства и рачунарских наука у контексту средњошколских и наставничких курикулума.

Друго поглавље доноси преглед актуелног стања у области образовања средњошколских наставника информатике, сачињен на бази коришћених извора.

У трећем, четвртном и петом поглављу приказани су најважнији научни доприноси дисертације.

У трећем поглављу приказано је истраживање спроведено у оквиру дисертације које обухвата испитивање ставова запослених наставника информатике у средњим школама о сопственом познавању предложених тема наставничког курикулума, значају тих тема за реализовање наставе у средњој школи и заступљености тема у средњошколским информатичким курикулумима.

Четврто поглавље доноси модел платформе која се састоји од оригиналних онтолошких модела информатичког курикулума заснованих на IEEE RCD стандарду за дефинисање компетенција. То су следећи модели: онтолошки модел средњошколског информатичког курикулума, онтолошки модел референтног наставничког курикулума и онтолошки модел конкретног наставничког курикулума.

У петом поглављу је описан софтверски алат којим је верификован модел платформе и потврђена хипотеза истраживања, односно показано да предложени модел платформе и имплементирани софтверски алат омогућују утврђивање усаглашености конкретног наставничког курикулума са средњошколским курикулумом.

Шесто поглавље даје сажетак резултата истраживања, сумира научне доприносе дисертације и предлаже могуће правце даљих истраживања.

V. ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У првом, односно уводном поглављу на јасан и концизан начин дати су предмет и циљ истраживања, те постављене хипотезе и очекивани резултати истраживања. Приказан је општи преглед релевантне литературе који јасно указује на мотивацију за предмет истраживања. На крају поглавља дефинисани су појмови информатике, рачунарства и рачунарских наука у контексту средњошколских и наставничких курикулума.

У другом поглављу дисертације дат је свеобухватан преглед актуелног стања у образовању средњошколских наставника информатике. Детаљно су аргументоване потребе за стандардизацијом курикулума за наставнике информатике и описане су препоруке релевантних међународних организација о модалитетима образовања наставника информатике. На основу опсежне анализе актуелних научних радова, искустава из различитих земаља и препорука међународних организација предложено је пет области које сваки курикулум за наставнике информатике треба да садржи. Детаљно су описани и анализирани актуелни предлози стандарда за средњошколско информатичко образовање и закључено је да АСМ К12 предлог стандарда представља најкомплетнији предлог. У последњем делу поглавља изабрани су и анализирани репрезентативни светски курикулуми за наставнике информатике из 7 земаља (Немачка, Аустрија, Израел, Естонија, САД, Турска, Шкотска), као и курикулуми из Републике Србије. Поређењем садржаја одабраних курикулума и АСМ К12 модела стандарда (идентификацијом заједничких

тема) утврђено је у којој мери изабрани наставнички курикулуми предвиђају информатичке компетенције усклађене са средњошколским нивоом АСМ К12 стандарда. Такође је утврђена заступљеност неинформатичких знања (општих образовних и педагошких знања, доменских методичко-дидактичких знања, знања наставне праксе и општих знања) у курикулумима за наставнике информатике. Резултати истраживања јасно указују на постојећи континуитет у истраживањима образовања средњошколских наставника информатике и на потребу за развојем платформе која ће олакшати усаглашавање наставничких и средњошколских информатичких курикулума и стандардизацију образовања наставника информатике.

У трећем поглављу су додатно сагледана питања разматрана у претходном поглављу испитивањем субјективних ставова запослених наставника информатике у средњим школама. Научни допринос представља истраживање ставова наставника информатике о њиховом формалном и додатном образовању, ставовима о познавању предложених тема наставничког курикулума, значају тема за реализовање наставе и заступљености у средњошколским информатичким курикулумима. Такође су испитани ставови наставника и о другим важним питањима: као што су преферирани модалитет образовања наставника информатике, познавање стандардизације информатичких курикулума, доступност курикулума свих нивоа образовања, усклађеност курикулума са динамиком у информатичкој области као и са курикулумима других нивоа образовања, потреба за софтвером описане функционалности, итд. Истраживањем је обухваћен репрезентативан узорак од 49 наставника информатике запослених у 23 средње школе у Војводини. Циљеви истраживања су јасно формулисани и мотивисани, истраживачки инструменти су адекватно описани, резултати су приказани прецизно и систематично, за обраду података примењене су одговарајуће статистичке методе: мере дескриптивне статистике (мере централне тенденције, мере варијабилности, параметри дистрибуције), методе статистике закључивања (хи-квадрат тест, Фишеров егзактни тест, једнофакторска униваријантна анализа варијансе – АНОВА).

У четвртом поглављу описан је онтолошки модел курикулума заснован на IEEE RCD стандарду за дефинисање компетенција. У уводном делу су објашњени основни концепти потребни за разумевање онтологија. Детаљно и веома прегледно анализирана је литература из области примене онтологија и принципа Семантичког Веба у образовању, при чему је посебно наглашена примена онтологија за репрезентацију курикулума. Научни допринос овог поглавља представља онтолошки модел курикулума. Основна класа предложеног модела је компетенција са поткласама које репрезентују знања и вештине. Оваква онтолошка структура је у складу са бројним дефиницијама појма компетенције из актуелне литературе. Поткласе класе која репрезентују вештине су даље структуриране тако да одговарају категоријама димензије когнитивних процеса Блумове таксономије. Да би се обезбедила интероперабилност са системима за управљање учењем, више (енгл. *upper*) класе информатичких курикулума су моделоване у складу са IEEE RCD стандардом. Уз уважавање описаног заједничког, највишег нивоа модела компетенција и исте припадајуће релационе структуре даље су креирана три онтолошка модела курикулума која ће у наредном поглављу бити примењена за верификацију развијене софтверске платформе: онтолошки модел средњошколског информатичког курикулума, онтолошки модел референтног наставничког курикулума и онтолошки модел изабраног наставничког курикулума из Републике Србије. Онтолошки модел средњошколског информатичког курикулума заснован је на АСМ К12 стандарду. Избор знања и вештина које су мапирани у модел референтног наставничког курикулума проистекао је из анализе приказане у претходним поглављима. Онтолошки модел конкретног наставничког курикулума заснован је на интегрисаним академским студијама „Техника и информатика“ Факултета техничких наука у Чачку. Поступак креирања сва три онтолошка модела курикулума је детаљно и јасно образложен и описан. Према најбољем сазнању чланова комисије, предложени модели образовних курикулума су оригинални и, према оцени чланова комисије, представљају вредан допринос моделовању образовног курикулума и његовој репрезентацији у машински читљивом облику.

Пето поглавље посвећено је верификацији предложене платформе путем прототипа софтверског алата за утврђивање усаглашености курикулума који је, такође, развијен у оквиру истраживања у дисертацији. Поглавље започиње описом свих важних концепата упаривања онтологија. Детаљно су приказане технике упаривања онтологија и стратегије за комбиновање различитих техника које се најчешће могу пронаћи у савременим системима за усаглашавање онтологија. Овај преглед

обезбеђује неопходну основу за разумевање примењених алгоритама. Оригинални научни допринос је (полу)аутоматски систем за упаривање онтолошких репрезентација курикулума које се реализује у две фазе. У првој фази одређује се терминолошка сличност применом лингвистички засноване методе (уз коришћење WordNet базе података) и стринг базиране методе. У другој фази се секвенцијално примењују кораци којима се, редом, утврђују: таксономијска структурна сличност, релациона сличност и сличности „један према више“. При томе је омогућена мануелна интервенција корисника над резултатима добијеним у сваком кораку друге фазе. Алгоритми примењени за утврђивање свих наведених сличности су презентовани у псеудокоду и јасно образложени и описани. Детаљно је приказана спецификација (функције и софтверска архитектура) и имплементација софтвера за утврђивање усаглашености курикулума. На крају поглавља приказана је верификација модела платформе. Применом развијене софтверске апликације анализирани су резултати упаривања следећих комбинација: модел средњошколског информатичког курикулума, заснованог на АСМ К12 моделу и модел референтног курикулума за наставнике информатике; модел референтног курикулума за наставнике информатике и модел изабраног наставничког курикулума у Републици Србији; модел средњошколског информатичког курикулума заснованог на АСМ К12 моделу и модел изабраног наставничког курикулума у Републици Србији. Примена принципа онтолошког упаривања за усаглашавање (онтолошких репрезентација) курикулума представља оригинални допринос аутора, који према најбољим сазнањима чланова комисије није приказан у доступној литератури.

Шесто поглавље даје сажетак резултата истраживања, сумира научне доприносе дисертације и предлаже могуће правце даљих истраживања. Резултати истраживања су приказани јасно и прегледно, научни доприноси су објективно оцењени, а могући правци даљих истраживања су прецизно идентификовани и јасно образложени.

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

1. **Mandić, M.**, Konjović, Z. & Vidikant, P. (2014). The profile of high school informatics teachers in the autonomous province of Vojvodina. *Croatian Journal of Education*, 16 (3), pp. 779 – 814. **M23**
2. **Mandić, M.**, Segedinac, M., Savić, G. & Konjović, Z. (2013). IEEE RCD standard based ontological modeling of Computer Science curriculum. *Proceedings of the 3th International Conference on Information Society and Technology*, pp. 189-285. **M33**
3. **Mandić, M.**, Konjović, Z. & Ivanović, M. (2015). Ontological Model of the Standardized Secondary School Curriculum in Informatics. *Proceedings of the 5th International Conference on Information Society and Technology*, pp. 363-367. **M33**
4. Petrović M. & **Mandić M.** (2012). Model of integrated teaching in Technical and IT education. *Theory and practice of connecting and integrating in teaching and learning process*, pp. 227-240. **M33**

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања и закључци који из њих произилазе су следећи.

1. На основу коришћених извора, репрезентативних светских курикулума, курикулума у Републици Србији и прелиминарног истраживања над популацијом садашњих наставника информатике на територији Војводине анализирано је актуелно стање у области средњошколског информатичког и високошколског образовања за наставнике информатике у погледу стандардизације курикулума, садржаја курикулума и модалитета образовања у различитим земљама. Анализа је указала на следеће.
 - Оправдано је постојање посебних студијских програма за образовање наставника информатике и стандардизација курикулума за ове програме.
 - Постоји сагласност да припрема наставника информатике треба да обухвати четири обавезне (не нужно дисјунктне) области: информатичка (доменска) знања, општа образовна и педагошка знања, доменска методичко-дидактичка знања, знања наставне праксе и једну опциону област (општа знања).
 - АСМ К12 је тренутно најбоље утемељен стандард за информатичка (доменска) знања у средњошколском курикулуму. Курикулуми за школовање наставника информатике

углавном обухватају области и припадајуће теме које препоручује АСМ К12 курикулум, али су заступљеност области и припадајућих тема различити у наставничким курикулумима. Већину наставничких курикулума потребно је унапредити да би били усклађени са АСМ-овим моделом.

- Степени студија на којима се изучавају области и теме и модалитети студирања су, такође, различити. Два основна модалитета организовања студија су: (1) студије у трајању од 8 или 10 семестара којима одговара већина анализираних курикулума и (2) посебне мастер студије.
 - Истраживања над популацијом наставника информатике на територији Војводине је указало на неуједначеност у академском образовању наставника, оцену наставника да недовољно познају комплексније и савременије аспекте информатике, да им недостају знања из педагошко-методичког корпуса и да су све тематске области информатичког курикулума предложене упитником значајне за реализовање наставе, али да многе од њих нису одговарајуће заступљене у средњошколским курикулумима. Истраживање је такође указало на посебне интегрисане студије као преферирани модалитет образовања наставника информатике и потребу увида и утицаја на курикулуме свих нивоа образовања применом софтвера који би омогућио и утврђивање усаглашености компетенција.
2. Креиран је машински читљив модел информатичког курикулума (за наставнике информатике и за средњошколски ниво образовања) који обезбеђује лаку изменљивост и проверу семантичке конзистентности. Курикулум је моделован онтологијом, базиран на постојећим стандардима у домену курикулума средњошколског информатичког образовања (АСМ К12) и на репрезентативним светским наставничким информатичким курикулумима. Чврст ослонац на постојећи широко прихваћен стандард АСМ К12 обезбеђује добру основу за еволуцију ка стандардизованом наставничком курикулуму а машински читљива репрезентација доприноси лакшем праћењу промена у области и развоју сервиса који омогућава да различите циљне групе (на пример, академска заједница, надлежна министарства, студенти, садашњи запослени у информатичком сектору) буду активно укључене у одржавање и унапређивање курикулума.
3. Развијен је прототип софтвера који омогућава полуаутоматизовано усаглашавање информатичких курикулума различитих нивоа образовања, пре свега наставничких курикулума и курикулума средњошколског нивоа образовања. Коришћењем софтвера верификован је модел платформе тако што су упоређиване следеће комбинације онтолошких модела курикулума: (1) модел средњошколског информатичког курикулума заснован на АСМ К12 моделу и модел референтног курикулума за наставнике информатике; (2) Модел референтног курикулума за наставнике информатике и модел конкретног наставничког курикулума у Републици Србији; (3) Модел средњошколског информатичког курикулума заснованог на АСМ К12 моделу и модел конкретног наставничког курикулума у Републици Србији. Такође, извршено је упоређивање резултата добијених полуаутоматизованим поступком са референтним усаглашавањем дефинисаним од стране експерата. Основни закључак је следећи: **применом платформе могуће је у високој мери утврдити усаглашеност поређених курикулума.**

Остали резултати се могу систематизовати у две групе.

Прва група обухвата резултате који се могу директно искористити за унапређивање наставничких курикулума:

- Резултати који указују на неусаглашености између АСМ К12 предлога курикулума и наставничких курикулума (неке тематске области АСМ К12 предлога нису обухваћене моделима наставничких курикулума, наставнички курикулуми не обезбеђују све вештине потребне за реализацију наставе у складу са АСМ К12 предлогом, поједине вештине у наставничком курикулуму не представљају одговарајућу категорију димензије когнитивних процеса Блумове таксономије).
- Резултати који указују да модели наставничких курикулума нису међусобно задовољавајуће усаглашени у погледу садржаја области (курсева), њихових исхода, структуре и нивоа предвиђених вештина.

<p>Друга група обухвата резултате корисне за унапређивање платформе које би се остварило даљом рафинацијом модела курикулума:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Неки од парова класа добијени у одређеним фазама поређења не одсликавају реалну сличност између еквивалентних појмова у курикулумима, што оправдава увођење мануелних интервенција да они не би негативно утицали на резултате следећих фаза упаривања. ○ Вредности сличности и адекватност упаривања нижи су код класа којима су моделовани исходи/вештине тематских области или курсева, што је последица слабије структурираности (описи вештина у курикулумима су, по правилу, у форми обимног слободног текста) и указује на потребу побољшавања модела курикулума.
<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</p> <p>Резултати добијени истраживањем приказани су прегледно и систематично и богато илустровани одговарајућим графичким и табеларним приказима. Тумачење резултата је коректно изведено уз детаљну анализу. Закључци су јасно аргументовани.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>1. Дисертација је написана у свему складу са пријавом теме.</p>
<p>2. Дисертација садржи све битне елементе.</p>
<p>3. Дисертација је оригиналан допринос науци у следећем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Свеобухватна анализа стања у области којом су обухваћени актуелни стандарди, препоруке међународних организација, научни радови и репрезентативни светски курикулуми и курикулуми из Републике Србије. • Истраживање ставова наставника информатике у Војводини о њиховом формалном и додатном образовању, познавању предложених тема наставничког курикулума, значају тема за реализовање наставе и заступљености у средњошколским информатичким курикулумима. • Машински читљива репрезентација стандардизованог средњошколског курикулума информатике. • Поступак за упоређивање средњошколског и наставничког курикулума и наставничких курикулума међусобно, заснован на принципима усаглашавања онтологија.
<p>4. Ни суштински ни формални недостаци дисертације нису уочени.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p> <p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација прихвати и да се одобри јавна одбрана кандидату Милинку Мандићу.</p>

Др Зоран Будимац, ред. проф., председник

Др Мирјана Ивановић, ред. проф., ментор

Др Зора Коњовић, ред. проф., ментор

Др Катерина Здравкова, ред. проф., члан

Др Иван Милентијевић, ред. проф., члан