



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Верица Милутиновић

**ПРЕДИКТОРИ НАМЕРЕ УПОТРЕБЕ РАЧУНАРА У
НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ**

Докторска дисертација

Крагујевац, 2015.

<i>I. Аутор</i>
Име и презиме: Верица Милутиновић
Датум и место рођења: 6.4.1972. год. Јагодина, Србија
Садашње запослење: Асистент на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина
<i>II. Докторска дисертација</i>
Наслов: Предиктори намере употребе рачунара у настави математике
Број страница: 133
Број слика: 3
Број библиографских података: 159
Установа и место где је рад израђен: Институт за математику и информатику, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац
Научна област (УДК): Информатика (004)
Ментор: Проф. др Драгић Банковић, редовни професор Државног универзитета у Новом Пазару
<i>III. Оцена и одбрана</i>
Датум пријаве теме: 9.2.2011.године
Број одлуке и датум прихватања докторске дисертације:
Комисија за оцену подобности теме и кандидата: <ol style="list-style-type: none"> 1. Др Драгић Банковић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, уже научне области: Математичка логика и Биостатистика; 2. Др Ђорђе Кадијевић, редовни професор Мегатренд универзитета у Београду и научни саветник Математичког института САНУ, ужа научна област: Методика математике и информатике; 3. Др Бранислав Поповић, ванредни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Методика и филозофија математике
Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације: <ol style="list-style-type: none"> 1. Др Драгић Банковић, редовни професор Државног универзитета у Новом Пазару, ужа научна област: Математика; 2. Др Бранислав Поповић, ванредни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Методика и филозофија математике; 3. Др Бобан Стојановић, ванредни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Програмирање
Датум одбране дисертације:

Садржај

Предговор	x
Резиме.....	xiii
Summary	xv
1. Увод.....	17
2. Теоријски оквир истраживања	25
2.1. Преглед литературе.....	26
2.1.1. Студије о прихватању технологије	26
2.2. Предиктори намере коришћења рачунара у настави математике	29
2.2.1. Модел прихватања технологије (ТАМ)	29
2.2.2. Искуство	32
2.2.3. Технолошко-педагошко знање садржаја (ТПСК)	33
2.2.4. Технолошка комплексност	34
2.2.5. Субјективна норма	34
2.2.6. Познавање садржаја математике.....	36
2.3. Нивои коришћења рачунара у настави математике	38
2.3.1. Традиционални ниво употребе рачунара.....	38
2.3.2. Иновативни ниво употребе рачунара	39
2.4. Контекст истраживања	39
2.5. Модел истраживања	41
3. Методолошки оквир истраживања	43

3.1. Методе истраживања.....	44
3.2. Значај и циљ истраживања	44
3.3. Задаци истраживања	46
3.4. Хипотезе	47
3.5. Узорак.....	48
3.5.1. Учесници истраживања и прикупљање података.....	48
3.6. Процедура	49
3.6.1. Променљиве истраживања	49
3.6.2. Инструменти	50
3.6.3. Превод упитника	52
3.6.4. Стимулус (Видео).....	53
3.7. Организација истраживања и статистичка обрада података	55
3.7.1. Дизајн истраживања	55
3.7.2. Анализа података	55
4. Резултати истраживања.....	57
4.1. Основни налази	58
4.1.1. Дескриптивна статистика	58
4.1.2. Искуство у употреби рачунара у настави математике у односу на тип будућих наставника (будући учитељи наспрам наставника математике).....	60
4.1.3. Намера употребе рачунара у настави математике у односу на тип будућих наставника (будући учитељи наспрам наставника математике).....	61
4.1.4. Утицај искуства на намеру коришћења разних видова технологија и одређеног софтвера у настави математике.....	63

4.2. Ваљаност модела	65
4.2.1. Евалуација модела мерења (потврдна факторска анализа).....	65
4.2.2. Провера структуралног модела	69
4.3. Тестирање хипотеза	70
4.3.1. Намера употребе рачунара укупно код будућих учитеља и наставника математике у односу на разматране предикторе и ниво употребе.....	70
4.3.2. Намера употребе код будућих учитеља у односу на разматране предикторе..	74
4.3.3. Намера употребе код будућих наставника математике у односу на разматране предикторе.....	77
4.3.4. Испитивање намере употребе у односу на пол, старост и тип будућих наставника коришћењем MIMIC моделовања.....	80
5. Интерпретација резултата	84
5.1. Интерпретација главних налаза истраживања	85
5.1.1. Видови коришћења рачунара у настави математике код будућих учитеља и наставника математике и намера њихове употребе.....	85
5.1.2. Предиктори намере употребе рачунара заједно код будућих учитеља и наставника математике у односу на ниво употребе.....	86
5.1.3. Предиктори намере употребе код будућих учитеља у односу на ниво употребе.....	90
5.1.4. Предиктори намере употребе код будућих наставника математике у односу на ниво употребе.....	92
5.1.5. Намера употребе у односу на пол, старост и тип будућих наставника.....	93

5.2. Допринос студије	94
5.3. Ограничења студије	95
5.4. Педагошке импликације истраживања	97
5.4.1. Импликације за праксу	97
5.5. Научне импликације истраживања	101
6. Закључак	102
6.1. Закључна разматрања.....	103
7. Коришћена литература	105
8. Прилози.....	120
8.1. Прилог 1. Упитник о коришћењу рачунара у настави математике	121
8.2. Прилог 2. Списак скала и одговарајућих ставки коришћених у овој студији ..	124
8.3. Прилог 3. Пратећи текст уз филм	127
8.4. Биографија аутора.....	130

Листа слика

Слика 2.1 Модел истраживања.....	42
Слика 3.1 Сlike екрана видео стимулуса: (а) за традиционалну употребу; (б) за иновативну употребу	54
Слика 4.1 MIMIC модел са полом, старошћу и студијама као узрочницима.....	82

Листа табела

Табела 4.1	Дескриптивна статистика променљивих коришћених у истраживању (скала) и композитна поузданост (Кронбахов алфа)	58
Табела 4.2	Корелације између променљивих за: (а) традиционалну и (б) иновативну употребу	59
Табела 4.3	Дескриптивна статистика за искуство у употреби рачунара и Ман-Витнијев тест	60
Табела 4.4	Фреквенције и проценти ставова студената о намери коришћења разних видова технологије у настави математике	62
Табела 4.5	Дескриптивна статистика за намеру коришћења рачунара у настави математике и Ман-Витнијев тест	63
Табела 4.6	Хи-квадрат тестови за испитивање зависности у различитим случајевима искуства и намере употребе рачунара у настави математике	64
Табела 4.7	Резултати CFA за модел мерења за: (а) традиционалну употребу и (б) иновативну употребу	67
Табела 4.8	Индекси фитовања за процену подесности истраживачког модела (традиционална и иновативна употреба)	69
Табела 4.9	Резултати тестирања хипотеза за учитеље и наставнике математике	71
Табела 4.10	Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за учитеље и наставнике математике	73
Табела 4.11	Резултати тестирања хипотеза за будуће учитеље	74

Табела 4.12 Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за будуће учитеље.....	76
Табела 4.13 Резултати тестирања хипотеза за будуће наставнике математике	77
Табела 4.14 Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за будуће наставнике математике.....	79

ПРЕДГОВОР

Ова докторска дисертација је заправо део резултата, обједињених у целину, добијених током вишегодишњег рада у сарадњи са више професора различитих универзитета из земље и света. Област истраживања у оквиру ове докторске дисертације је примена савремених информационо-комуникационих технологија у настави математике у циљу подизања квалитета наставе. Предмет ове докторске дисертације је утврђивање предиктора намере коришћења рачунара у настави математике на различитим нивоима употребе, код будућих учитеља и наставника математике.

С једне стране ради се о истраживањима повезаним са Теоријом прихватања информациононих технологија, а са друге стране о самом коришћењу рачунара у учењу и настави као важном делу праксе наставе математике.

Моја истраживања у овој области започета су изградом магистарске тезе *“Разни алгоритми и програми у настави математике”* (Milutinović, 2003a, 2003b). Међутим, пракса је показала да се у Србији рачунари у настави математике користе мало или нимало, тако да су се моја интересовања окренула проблему испитивања разлога такве ситуације у настави математике. У оквиру пројекта TEMPUS JEP-41074-2006 под називом *Реформа курикулума за образовање учитеља (Curriculum Reform in Teacher Education – CRTE)*, финансираног од стране Европске комисије, публикован је рад (Milutinović, 2009), у коме је представљен нови правац истраживања.

Истраживања су даље настављена у сарадњи са проф. др Ђорђем Кадијевићем, проф. др Тимотијем Теом, доц. др Мингминг Зхоу и проф. др Драгићем Банковићем и, наравно, још увек трају. У последње две године, радећи са професором Тимотијем Теом и проф. др Драгићем Банковићем, добијено је доста нових резултата, од којих се један део налази у штампи (Тео & Milutinović, 2015), један део радова је тренутно на рецензији и један део је у припреми за публикавање. Део тих резултата, обједињен у једну целину, представља ова докторска дисертација.

У овој дисертацији ће променљиве модела прихватања технологија (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989) и екстерне променљиве од значаја за коришћење рачунара у настави математике бити обједињене у јединствени модел и испитане.

Ова дисертација је организована на следећи начин. У глави 1, у уводним разматрањима, дат је кратак преглед основних мотива за ову студију, њеног значаја и

тренутног стања у области истраживања. Резултати теорија и емпиријских истраживања у вези са испитивањем прихватања информационих технологија дати су са освртом на примену у образовању и са посебним акцентом на наставу математике. Укратко је описан циљ истраживања као и очекивани допринос студије. Нека од разматраних питања су: зашто је важно проучавати предикторе намере употребе рачунара, на који начин ће ова студија бити другачија у односу на друге студије, како ће она допринети унапређењу наставе и учења математике у Србији, на који начин ће она допринети унапређењу садашњих сазнања у вези са прихватањем информационих технологија у настави уопште.

У глави 2 детаљно је представљен теоријски оквир истраживања кроз преглед литературе у вези са студијама о прихватању информационих технологија и предикторима намере коришћења рачунара у настави математике. Детаљно је описан модел прихватања технологије, а могући утицај екстерних променљивих поткрепљен је теоријом. Анализиране екстерне променљиве су искуство, технолошко-педагошко знање садржаја, технолошка комплексност, субјективна норма и познавање садржаја математике. Разматрани су нивои коришћења рачунара у настави математике, и то – традиционални и иновативни ниво употребе рачунара. Представљен је контекст и дат је модел истраживања.

Одговарајући методолошки оквир истраживања дат је у глави 3. Представљене су методе, значај, циљ и задаци истраживања. Дефинисане су хипотезе, описан узорак и учесници истраживања, као и процес прикупљања података. Детаљно су описани процедура и променљиве истраживања као и коришћени инструменти. Затим, приказан је поступак превода упитника и развоја видео стимулуса. Дат је комплетан пратећи текст уз видео стимулус. На крају ове главе представљена је организација самог истраживања и дат поступак статистичке обраде података.

У глави 4 представљени су резултати истраживања. Дати су основни налази и дескриптивна статистика у вези са искуством и намером употребе рачунара у настави математике у односу на тип будућих наставника. Представљени су резултати испитивања ваљаности модела, евалуације модела мерења и провере структуралног модела путем потврдне факторске анализе. У поглављу 4.3 приказани су комплетни резултати тестирања хипотеза.

Глава 5 даје интерпретацију главних налаза студије. Разматрани су видови коришћења рачунара у настави математике код будућих учитеља и наставника

математике и намера њихове употребе, затим, предиктори намере употребе рачунара у односу на ниво употребе по типовима будућих наставника и, на крају, намера употребе у односу на пол, старост и тип будућих наставника. Представљени су доприноси и ограничења студије, импликације за праксу и научне импликације. Коначно, у глави 6 дат је закључак студије.

У целој дисертацији, сва тврђења преузета из литературе дата су са одговарајућим референцама.

* * *

Овом приликом посебно желим да се захвалим свом ментору, професору др Драгићу Банковићу, на пруженој помоћи, подршци и драгоценим саветима током наше сарадње, који су били од пресудног значаја за успешно привођење крају ове дисертације. Захваљујем проф. др Ђорђу Кадијевићу на сугестијама при избору теме дисертације и поставци истраживања. Неизмерну захвалност дугујем професору др Тимотију Теу са Универзитета у Макау, јер је сарадња са њим била веома инспиративна и од непроцењивог значаја за мој даљи рад.

Посебно се захваљујем проф. др Браниславу Поповићу и проф. др Бобану Стојановићу на учешћу у комисији за преглед, оцену и одбрану ове докторске дисертације, као и на корисним саветима и сугестијама током њене израде. Захваљујем проф. др Марији Станић на помоћи и пријатељској подршци.

На крају, захвалила бих се на помоћи, разумевању и стрпљењу својим колегама, пријатељима и породици.

Дубоку захвалност за безгранично стрпљење, безусловну помоћ, подршку, разумевање и љубав упућујем супругу Небојши, и синовима Петру, Лазару и Вукашину. Хвала вам што сте били мој највећи ослонац, у најтежим тренуцима веровали у мене и помогли ми да истрајем у раду. Надам се да вам на овај начин барем делић уложеног враћам.

Крагујевац, 2015.

Верица Милутиновић

РЕЗИМЕ

Намера употребе рачунара у будућој настави математике у основној школи, на традиционалном и иновативном нивоу, посматрана је на узорку од 309 будућих учитеља, и 146 будућих наставника математике, студената завршних година одговарајућих факултета (учитељских, педагошких и природно-математичких) у Србији. Основни модел коришћен у овој студији је проширени Модел прихватања технологије (енг. Technology acceptance model – TAM), (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989). Неке од екстерних променљивих, којима је модел проширен, преузете су из разних теорија о прихватању информационих технологија а неке су се показале значајним за наставу математике. Из теорија као што су Теорија планираног понашања (енг. Theory of Planned Behavior – TPB), (Ajzen, 1991) и Обједињена теорија прихватања и коришћења технологије (енг. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT), (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003) искористили смо променљиве, субјективну норму и комплексност технологије. Када су у питању променљиве од значаја за наставу математике, укључили смо у студију искуство у коришћењу рачунара, познавање садржаја из математике и потребу студената за софистицираним знањем технолошко-педагошког садржаја математике (енг. Technological-Pedagogical Content Knowledge – TPCK). За процену намере конструисан је упитник и са њим у вези стимулус у облику кратког филма чија је сврха била да учесницима истраживања објасни начине употребе рачунара у настави математике на које су се односила питања из упитника. Као предиктори намере сваког од нивоа употребе код будућих учитеља као и наставника математике, посматрани су ставови студента према рачунарима, њихов доживљај корисности, доживљај лакоће употребе, технолошко-педагошко познавање садржаја математике, искуство у коришћењу тог нивоа, субјективна норма, технолошка комплексност и познавање садржаја из математике.

Резултати указују на то су TAM променљиве заједно са TPCK и искуством значајни предиктори намере употребе рачунара у настави математике код будућих учитеља и наставника у основној школи на свим нивоима. Доминантни предиктор намере употребе је TPCK, на шта је указала анализа моделовања структуралним једначинама и то на свим нивоима, за све типове наставника. Предложени модел

објаснио је 15,1% варијансе за намеру употребе на традиционалном нивоу и 19,8% за намеру употребе на иновативном нивоу.

Утврђено је да намеру употребе рачунара у будућој настави математике, на традиционалном, као и на иновативном нивоу, директно предвиђају ставови студената према рачунарима, технолошко-педагошко познавање садржаја математике и искуство. Такође је утврђено да се намера употребе рачунара у будућој настави математике на оба нивоа употребе може индиректно повезати са њиховим доживљајем корисности и са субјективном нормом, технолошком комплексношћу и познавањем садржаја из математике .

Научни значај овог рада огледа се у сагледавању неких од фактора који утичу на намеру употребе рачунара у будућој настави математике и формирању новог модела истраживања који је користан у настави математике.

Стручни значај састоји се у препорукама о евентуалним изменама одговарајућег наставног плана и програма на одговарајућим факултетима и начина њихове реализације у циљу прилагођавања потребама студената за стицања технолошко-педагошког познавања садржаја математике и промени ставовима према рачунарима.

Кључне речи: традиционални ниво употребе рачунара, иновативни ниво употребе рачунара, будући учитељи, будући наставници математике, намера употребе рачунара, став према рачунарима, модел прихватања технологије, технолошко-педагошко познавање садржаја, настава математике, моделовање структуралним једначинама.

SUMMARY

The intention to use computers to teach mathematics in primary school at both the traditional and innovative levels is observed in a sample of 309 pre-service primary school teachers and 146 pre-service teachers of mathematics of final year students in the appropriate faculties (for teacher training, education, and science) in Serbia.

The basic model used in this study was the extended technology acceptance model (TAM) (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989). Some of the external variables that the model has been extended with were taken from various theories on the acceptance of information technology, and some have proven to be significant for the teaching of mathematics. From theories including the theory of planned behavior (TPB) (Ajzen, 1991) and the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003), we used variables, such as the subjective norm and technological complexity. Regarding important variables for teaching mathematics, we included in the study experience in the use of computers, knowledge of the contents in mathematics, and the need for sophisticated technological-pedagogical content knowledge (TPCK) of students. In order to assess the intention, a questionnaire was developed as well as a related stimulus in the form of a short video to explain to the participants of the survey the various methods of computer use in teaching mathematics that are related to the questionnaire. As predictors of intention, at every level of computer use for pre-service elementary and mathematics teachers, we investigated students' attitudes towards computers, their perceived usefulness, perceived ease of use, TPCK of mathematics, experience in the use of this level, and the subjective norm,.

Results indicate that the TAM variables, together with TPCK and experience, were significant predictors of the intention to use computers to teach mathematics for pre-service elementary and mathematics teachers in primary schools at all levels. Structural equation modeling indicated that the dominant predictor of intention is TPCK at all levels for all types of teachers. The proposed model explained 15.1% of variance in the intention to use computers at the traditional level and 19.8% of variance in the intention to use computers on an innovative level.

It was found that the intention to use computers in the future teaching of mathematics at the traditional and the innovative levels is directly predicted by students' attitudes towards computers, TPCK of mathematics, and experience. It was also found that the intention to use

computers in the future teaching of mathematics at both levels can be indirectly influenced by the perception of the usefulness, subjective norm, technological complexity, and content knowledge in mathematics.

The scientific importance of this study is the assessment of factors that influence the intention to use computers in the future teaching of mathematics and the formation of a new model of research that is useful in teaching mathematics.

Professional significance includes the recommendations of possible amendments to the corresponding curriculum at relevant universities and methods of their implementation in order to accommodate the needs of students for the acquisition of TPCCK of mathematics and changing attitudes towards computers.

Keywords: attitude towards computer use, innovative computer use, intention to use computer, pre-service primary school teachers, pre-service mathematics teachers, teaching of mathematics, technology acceptance model, technological-pedagogical content knowledge, traditional computer use, structural equation modeling.

1. УВОД

Нова научно-технолошка достигнућа, као и тежња људи за бољим, богатијим и хуманијим друштвом довела су до тога да су од друге половине двадесетог века високо развијене земље почеле да прелазе у посткапиталистичко, постиндустријско или информатичко друштво. У данашњем свету, када се читаво друштво трансформише из индустријског у информатичко или “друштво знања”, тј. “дигитално доба”, ђацима је потребно пружити услове за развој компетенција за целоживотно учење које ће им бити потребне у 21. веку. Ученике треба оспособити да се сналазе пред захтевима како професионалног тако и грађанског живота, да проналазе информације, врше селекцију, да критички мисле, разумеју природу података, да знају који су подаци веродостојни, да знају да разликују чињенице, да умеју да их искористе у конструкцији знања за потребе свакодневног живота.

Многе организације су предузеле иницијативе у образовању, како би одговориле на изазове у стицању ових нових вештина (Anderson, 2008; European Commission, 2002; ISTE, 2007; OECD, 2004; Partnership for 21st Century Skills, 2011; UNESCO, 2002; Voogt & Pelgrum, 2005). Вештине вишег реда које су тражене у друштву знања, а често се називају и способностима ђака да „науче да уче“, према Андерсону (Anderson, 2008) су: конструкција знања, прилагодљивост, проналажење, организација и преузимање информација, управљање информацијама, критичко расуђивање и тимски рад.

Многи верују да би употреба информационо-комуникационих технологија (ИКТ) у настави математике на позитиван начин допринела ефикасности наставе и учења, чиме би била оснажена и трансформисана наставна пракса (Barak, 2014). Међународно удружење за примену технологије у образовању (енг. International Society for Technology in Education) развило је нове стандарде образовне технологије за ученике и наставнике (ISTE, 2007; ISTE, 2008) који позивају на интеграцију информационих технологија у контексту самих предметних области. Тако, на пример, међународни стандарди образовне технологије за ученике (ISTE, 2007) истичу значај развоја вештина као што су: (1) креативност и стваралаштво, (2) комуникација и сарадња, (3) истраживачка и информациона флуентност, (4) критичко расуђивање, (5) решавање проблема и доношење одлука, (6) дигитално држављанство и технолошка оперативност и разумевање концепата.

Партнерство за вештине 21. века (Partnership for 21st Century Skills, 2011) наводи да "Свака примена вештина 21. века захтева развој основног академског предметног знања и разумевања међу свим ученицима. Они који могу да критички мисле и ефикасно комуницирају морају се изграђивати на бази академског знања из основних предмета"(стр. 1). Математика, као један од основних предмета, подстиче и негује развој ових вештина, посебно када је у питању решавање проблема, критичко мишљење, креативност и сарадња.

Познато је да је активно учешће ученика у решавању математичких проблема важан предуслов за развијање вештина решавања проблема у школи, почевши још од основног образовања (NCTM, 2000). Са друге стране, амерички национални савет наставника математике (енг. National Council of Teachers of Mathematics – NCTM, 2000) наглашава да су информационе технологије од суштинске важности у настави и учењу математике, да она утиче на математику која се учи и унапређује учење (стр. 24). Делен и Булут (Delen & Bulut, 2011) су указали на чињеницу да је излагање ученика ИКТ код куће и у школи снажан предиктор њиховог учинка из математике.

У сврху транзиције са традиционално оријентисане наставе, засноване на предавањима са наставником у центру пажње, на иновативну наставу засновану на технологији, где је ученик у центру учења, образовне реформе позивају на развој и примену технолошки подржаних успешних програма за образовање наставника (UNESCO, 2002). То је главни разлог што фокусирамо наше анализе у овој студији на испитивање прихватања рачунара будућих учитеља и наставника у настави математике за први циклус основне школе.

Како би се постигао развој ових нових, иновативних вештина, као и традиционално важних вештина, одговарајућа употреба ИКТ заснованих на коришћењу рачунара у образовању суштински је важна, а стога је њихово прихватање код наставника и коришћење у свакодневној пракси од кључног значаја.

Међутим, након деценија континуираних напора на интеграцији ИКТ у математичком образовању, још увек постоји конфузија у вези са њиховом ефикасношћу (Karut & Thompson, 1994; Hoyles & Lagrange, 2010; Joubert, 2013). Капут и Томпсон (Karut & Thompson, 1994) су упозорили да би некритичко прихватање технолошких проналазака могло довести до незгодних веза између окружења и ИКТ за учење. Истраживања показују да упркос повећању приступа технологији,

потенцијалној предности у учењу и способности ИКТ да оснажи или трансформише наставу и учење, рачунари се недовољно користе у учионици, не само на иновативан, већ и на традиционалан начин (Barak 2014; Dimitrijević, Popović & Stanić, 2012; Ertmer, 2005; Franklin, 2007; NCES, 2006; Otero et al., 2005; Pierce & Ball, 2009; Russel, Bebell, O'Dwyer & O'Connor, 2003; Ruthven, 2009; Tondeur, Van Braak & Valcke, 2007; Wachira & Keengwe, 2011; Wood, 2005).

У Србији, према Кадијевићу (Kadijevich, 2012) главни разлог за ово неповољно стање може се наћи у чињеници да наставницима недостају софистицирана знања како би подржали ефикасну интеграцију информационих технологија (стр. 28). Међутим, ова ситуацију ублажавају млађи наставници који показују покушаје коришћења ИКТ у настави математике у основним и средњим школама у Србији (Dimitrijević et al., 2012). Димитријевић и сарадници (Dimitrijević et al., 2012) су стога предложили да процес образовања наставника треба да буде стратешки критичан период у коме би требало извршити ефикасну интеграцију рачунара у наставни план и програм. То је предложила и Асоцијација за едукаторе наставника математике (енг. The Association for Mathematics Teacher Educators – AMTE) која сугерише да би програми припреме наставника математике морали да обезбеде свим наставницима математике и кандидатима за наставнике могућности да стекну знања и искуства потребна за интеграцију технологије у контексту наставе и учења математике (AMTE, 2006).

Наставници су суочени са многим баријерама. Поред недостатка ресурса и времена на њихову намеру да користе компјутер у настави математике могу да утичу и многи други фактори. Често могу бити од пресудног значаја њихови општи ставови према рачунарима, али и недостатак потребних уско специфичних знања и искустава неопходних за успешну интеграцију рачунара у настави математике. У зависности од тога колико наставници користе рачунаре и на који начин, ученици ће развити своје компетенције. Истраживачи покушавају да одговоре на питање које су то препреке и покретачи употребе рачунара генерално у образовању, али и у оквиру специфичних предмета, као што је у нашем случају математика. Студије у вези са прихватањем рачунара у образовању могу бити од помоћи при разумевању променљивих које предвиђају намеру коришћења рачунара у настави (Drent & Meelissen, 2008; Hermans, Tondeur, van Braak & Valcke, 2008; Pierce & Ball, 2009; Teo, 2009b; Teo, Lee, Chai & Wong, 2009).

Намера употребе рачунара у настави математике испитивана је у развијеним земљама и општи налази указују на то да ставови према рачунарима значајно утичу на коришћење рачунара (Barak, 2014; Dogan, 2010; Joubert, 2013; Ocak, 2005; Pierce & Ball, 2009). У земљама у развоју, постоје изазови у имплементацији компјутерске технологије у настави математике и олакшавању прихватања информационих технологија код наставника (Fančovičová & Prokop, 2008; Adebowale, Adediwura & Bada, 2009).

Неки аутори приписали су недовољно коришћење ИКТ у настави математике недостатку обуке за стицање ИКТ вештина у програмима за припрему наставника и њиховом професионалном развоју (Bennison & Goos, 2010; Dimitrijević et al., 2012; Wachira & Keengwe, 2011). Жубер (Joubert, 2013) је предложио да кључни проблеми истраживања у оквиру математичког образовања треба да буду ставови наставника, развој теоријског разумевања примене и коришћења информационих технологија, и промене у математичком образовању у светлу нових ИКТ. Бенисон и Гос (Bennison & Goos, 2010) су истакли да професионални развој наставника математике игра кључну улогу у томе да ли и на који начин ће они смислено интегрисати технологију у математичкој учионици. Расел и сарадници (Russel et al., 2003) препоручују да би припрема наставника могла да се унапреди стварањем могућности за приправнике да виде и доживе позитивне ефекте ИКТ на наставу и учење.

Свака иницијатива за интеграцију технологије у процес наставе и учења доста зависи од подршке наставника који су укључени. Без обзира на стање технолошког напретка у школама, степен коришћења технологије доста зависи од тога да ли наставници прихватају технологију (Huang & Liaw, 2005). Разумно је претпоставити да, ако наставници не верују да ће коришћење рачунара испунити њихове и потребе њихових ученика, они ће вероватно избегавати његово коришћење при обављању својих професионалних дужности. Истраживања о прихватању ИКТ у образовању углавном се фокусирају на индивидуално прихватање технологије проучавањем намере употребе технологије као зависне променљиве (Drent and Meelissen 2008; Hermans et al., 2008; Milutinović, 2009; Pierce and Ball 2009; Тео 2009b). Кључни разлог за проучавање намере будућег наставника да користи рачунар је њена способност предвиђања коришћења рачунара у будућности, јер је показано да намере утичу на стварну употребу (Venkatesh et al., 2003; Milutinović, 2009).

Један од фактора који, показало се, поуздано предвиђа намере наставника да користе технологију је њихов став према коришћењу рачунара (Тео, 2009). Без обзира да ли је тај став позитиван или негативан, он утиче на реаговање наставника у вези са коришћењем рачунара. Ово заузврат утиче на то како ученици виде значај технологије (рачунара) у школама (Тео, 2008).

Многи истраживачи су изнели доказе у својим истраживањима о прихватању технологије како би објаснили тренутно стање у вези са употребом ИКТ у настави математике. Пирс и Бал (Pierce & Ball, 2009) су анализирали намеру наставника математике да користе технологију на часовима у средњим школама у Аустралији и утврдили да су ставови, субјективна норма и перцепција контроле понашања могући предиктори. У литератури постоје многе студије спроведене ради испитивања предиктора намере коришћења технологије у образовању уопште (Cheung & Vogel, 2013; Drent & Meelissen, 2008; Рупоо et al., 2012; Тео, 2009а, 2009б, 2011; Тео et al., 2009; Wong, Тео & Russo, 2012, 2013). Дрент и Мелисен (Drent & Meelissen, 2008) су креирали модел за истраживање фактора који утичу на иновативну употребу технологије едукатора у Холандији. Фактори као што су ставови, искуство, педагошки приступ оријентисан ка ученику и лична предузимљивост показали су да имају директан утицај на иновативну употребу технологије. Тео (Тео, 2009а) је предложио модел за испитивање намере употребе технологије (традиционалне и конструктивистичке) међу будућим наставницима у Сингапуру. Резултати су показали да је перцепција будућих наставника о њиховој способности да користе технологију значајно утицала на то да ли су користили технологију на традиционалан или конструктивни начин. У другој студији, Тео (Тео, 2009б) је користио проширени модел прихватања технологије (ТАМ) како би истражио намеру коришћења технологије. Перцепција корисности, ставови према употреби рачунара и рачунарска самоефикасност били су најважнији предиктори намере. Вонг, Тео и Русо (Wong et al., 2012) користили су ТАМ проширен са полом и ефикасношћу наставе помоћу рачунара као спољним променљивама како би објаснили намеру будућих наставника да користе рачунаре у настави и учењу.

Важност намере наставника да користи рачунар као подршку традиционалној настави и за подстицање развоја вештина ученика за целоживотно учење, као и актуелни захтеви за коришћењем рачунара, намећу потребу да се продуби разумевање

процеса формирања намера. Желимо да испитамо који предиктори одређују намеру употребе рачунара у настави математике. Проналажење теоријског модела који би се могао користити за одређивање намере прихватања рачунара у настави математике било би од помоћи при разумевању њених предиктора, у циљу бољег дизајна курикулума и курса за образовање будућих учитеља и наставника математике, као и програма стручног усавшавања наставника који раде. Курикулум за образовање будућих наставника је нешто што је потребно непрестано ревидирати, мењати и прилагођавати потребама савременог друштва.

Циљ ове студије

У овој студији желимо да испитамо променљиве које имају значајан утицај на намеру коришћења рачунара у традиционалној као и иновативној настави и учењу у математици. Поред тога, циљ нам је да упоредимо утицај тих променљивих на намеру коришћења технологије за ове две врсте наставе код будућих учитеља и будућих наставника математике. Резултати ове студије би могли помоћи при бољем разумевању фактора који подстичу процес прихватања и имплементације ИКТ у математици на традиционалан и иновативни начин у земљама у развоју као што је Србија.

Област учења уз примену информационо-комуникационих технологија (ИКТ) се последњих година интензивно развија. Правци истраживања су усмерени на примену различитих методологија као што су мултимедија, туторијали, хипермедији, симулације, колаборативно учење путем мреже, интелигентни системи, системи за учење на даљину, тестирања и анализе успеха ученика. Међутим, у досадашњим истраживањима показано је да се ИКТ у учењу и настави могу користити на више нивоа сложености, који се могу дефинисати на различите начине, према различитим ауторима.

У овој студији, користићемо поделу на традиционални и иновативни ниво употребе. Традиционални ниво употребе рачунара је употреба ИКТ у настави математике као подршке настави којом руководи наставник, засноване на фронталном облику наставе путем предавања како би се постигли исти традиционални циљеви под истим условима без значајних измена у активностима на часу. Према нашем искуству, традиционални ниво употребе укључује на пример пројекцију готових презентација или коришћење готових модела. Са друге стране, иновативна употреба рачунара у настави математике је употреба ИКТ као подршке иновативном учењу, усмереном на

ученика и заснованом на технологији, ради постизања образовних циљева заснованим на потребама садашњег друштва знања и циљева целоживотног учења. То би подразумевало, на пример, коришћење информација у социјалној мрежи у форми речи, слика, аудио и видео-материјала или развој пројеката у социјалној мрежи типа презентација или модела.

Бројна истраживања показују да наставници слабо користе рачунаре у настави и да, уколико то чине, углавном практикују употребу на основном (традиционалном) нивоу. Поставља се питање који су кључни разлози такве ситуације, тј. које би променљиве могле утицати на употребу рачунара у настави математике на различитим нивоима. Разматрајући резултате бројних истраживања у оквиру тзв. модела прихватања технологије, издвојени су кључни предиктори и формиран нови модел истраживања. Узимајући у обзир различите нивое коришћења рачунара, ово истраживање ће сагледати предикторе који утичу на коришћење рачунара упоређујући налазе за будуће учитеље и будуће наставнике математике.

Мотивисани циљем да помогнемо будућим учитељима и наставницима математике у основној школи у самом прихватању коришћења рачунара у настави, а затим и у усвајању техника тог коришћења, приступили смо истраживању предиктора намере употребе рачунара користећи два нивоа употребе (традиционални и иновативни). Као предикторе намере посматрали смо ставове студента према рачунарима, њихов доживљај корисности, доживљај лакоће употребе, потребу за софистицираним знањем технолошко-педагошког садржаја математике, искуство у коришћењу тог нивоа употребе, субјективну норму, технолошку комплексност и познавање садржаја из математике, који су, као могући предиктори, сугерисани ранијим истраживањима.

Директори школа и едукатори наставника могу бити информисани на основу резултата ове студије о променљивама на које је потребно посебно обратити пажњу при дизајнирању бољег наставног плана и програма за образовања наставника, као и програма стручног усавршавања. Ова студија такође може допринети дебатама у вези са намером коришћења технологије у настави специфичних предмета (као што је математика) у културама са ниским нивоом технолошког развоја, применом проширеног ТАМ у незападним културама међу будућим наставницима математике.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

2.1. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Када је у питању савремена настава математике, јасно је да су наставници под сталним притиском да користе најновије информационо-комуникационе технологије (ИКТ), како због потребе да ђаци стекну знања и вештине које ће им бити потребне у модерном друштву, тако и због потенцијалних вредности ових технологија као алата у учењу.

Током година, истраживања на тему прихватања информационих технологија у пословању дала су различите моделе са различитим скуповима предиктора прихватања. Главни циљ ових студија је предвиђање намера и/или коришћења, као кључних зависних променљивих, што би било веома корисно у процени вероватноће за увођење нових ИКТ. У образовном контексту то може бити од помоћи у разумевању покретача прихватања у циљу бољег пројектовања курикулума.

2.1.1. Студије о прихватању технологије

Усвајање технологије од стране појединаца се непрекидно проучава и године емпиријског и теоријског истраживања у бизнису и образовању дале су неколико важних модела који се стално појављују у литератури. Неки од ових модела се широко користе у истраживањима о прихватању технологије, попут теорије разумне акције (енг. Theory of Reasoned Action – TRA), теорије планираног понашања (енг. Theory of Planned Behavior – TPB), модела прихватања технологије (енг. Technology Acceptance Model – TAM) и јединствене теорије о прихватању и коришћењу технологије (енг. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT).

Највише истраживан модел је модел прихватања технологије (TAM), (Davis et al., 1989) који је примењиван у различитим научним областима и у различитим облицима како би објаснио усвајање технологије у широком спектру контекста, људи и времена. TAM је инспирисан теоријом разумне акције (TRA), (Fishbein & Ajzen, 1975) утемељеној у социјалној психологији. TRA тврди да ставови према понашању и субјективна норма утичу на намеру понашања, која утиче на стварно понашање. Теорија планираног понашања (TPB), (Ajzen, 1991) проширила је TRA додавањем променљиве перцепција контроле понашања. Међутим, TAM је мање општи од TRA, и

посебно је дизајниран да предвиди прихватање и коришћење информационих технологија на послу, иако је то био први модел који је укључио психолошке факторе који утичу на прихватање технологије. ТАМ претпоставља да доживљај лакоће коришћења и доживљај корисности утичу на ставове појединца према коришћењу технологије који хипотетички утичу на намеру коришћења технологије, што је у вези са стварном употребом.

С друге стране, Венкатеш и сар. (Venkatesh et al., 2003) емпиријски су упоредили осам модела и њихова проширења како би истражили прихватање информационих технологија у различитим организацијама. Венкатеш и сарадници (2003) интегрисали су осам модела прихватања технологије и развили Обједињену теорију прихватања и коришћења технологије (UTAUT) намењену објашњењу и предвиђању прихватања корисника нове технологије. UTAUT сугерише испитивање четири основне конструкције: Очекивање перформанси (еквивалентно доживљају корисности), очекивање напора (еквивалентно доживљају лакоће коришћења), обезбеђење услова и друштвени утицај, уз ублажавање односа са променљивама, као што су пол, узраст, искуство и добровољност. То модел чини мање уским од ТАМ.

Као што је поменуто, један од најпопуларнијих и најутицајнијих истраживачких модела у студијама о предикторима прихватања информационих система/информационих технологија (IS/IT) је модел прихватања технологије (ТАМ), због своје стабилности и економичности (Davis et al., 1989). У ТАМ моделу, доживљај корисности, доживљај лакоће употребе и ставови су постављени хипотезама и емпиријски подржани као основни предиктори прихватања датог IS/IT од стране корисника.

ТАМ је коришћен као оквир за педагошка истраживања (Тео, 2009b). Међутим, критички осврт на ТАМ открива да је у циљу пружања шире слике о усвајању технологије, потребно укључити и друге променљиве (Legris, Ingham & Collette, 2003). Оне варирају у зависности од различитих аспеката учења, као што су контекст или предмет. Неке студије у образовном контексту укључују испитивање променљивих као што су технолошка сложеност (Тео, 2009b, 2010, 2012), рачунарска самоефикасност (Cheung & Vogel, 2013), субјективна норма (Cheung & Vogel, 2013; Рупоо et al., 2012; Тео, 2011), олакшавајући услови (Тео, 2009b, 2011) и ефикасност наставе уз коришћење рачунара (Wong et al., 2012). Такође, као значајне променљиве

које могу имати утицаја на намеру коришћења рачунара у образовном контексту показале су се пол (Adebowale et al., 2009; Agbatogun, 2010; Bakr, 2011; Fančovičová & Prokop, 2008; Dogan, 2010; Ocaк, 2005), узраст (Fančovičová & Prokop, 2008; Adebowale et al., 2009; Ocaк, 2005) и тип наставника (Adebowale et al., 2009; Тео, 2008; Kadijevich, 2006).

Изазов за едукаторе наставника је да идентификују предикторе који највише доприносе ефикасној интеграцији рачунара у настави и учењу. Истраживања (Drent & Meelissen, 2008; Hermans et al., 2008; Mumtaz, 2000; Тео, 2010; Тео et al., 2009; Тео , 2009b) су утврдила различите предикторе прихватања технологије од стране наставника а један од најважнијих је став наставника према коришћењу рачунара (Kadijevich, 2006; Kadijevich & Наарасало, 2008; Milutinovic, 2009; Тео, 2009b). У математичком образовању, истраживачи и едукатори су нагласили улогу коју ставови наставника према информационим технологијама играју у успешном коришћењу рачунара у настави и учењу (Yushau, 2006; Reed, Drijvers & Kirschner, 2010; Kadijevich, Наарасало & Hvorecky, 2005; Handal, Cavanagh, Wood & Petocz, 2011; Hoyles & Lagrange, 2010)

Са друге стране, на ставове према употреби рачунара утичу различите променљиве. Међу њима су уверења корисника о различитим факторима коришћења технологије. Ови фактори су у интеракцији једни са другима утичући на ставове према рачунарима. Вонг и сар. (Wong, Ng, Nawawi & Tang, 2005) испитивали су коришћење интернета код будућих наставника и открили да на њихову употребу интернета утичу подршка пријатеља, ниво самопоуздања, ставови према интернету и доживљај корисности. Тео, Ли и Чаи (Тео, Lee & Chai, 2008) и Тео, Вонг и Чаи (Тео, Wong & Chai, 2008) утврдили су да на ставове будућих наставника према коришћењу рачунара значајно утиче доживљај корисности, доживљај лакоће употребе и субјективна норма. Тео и Ван Шажк (Тео & van Schaik, 2009) су утврдили да, поред доживљаја корисности, доживљај лакоће коришћења и субјективне норме, олакшавајући услови имају значајан утицај на ставове према употреби рачунара индиректно преко доживљаја лакоће употребе. Осим тога, Тео (Тео, 2010) је утврдио да технолошка сложеност има директан и значајан утицај на ставове према употреби рачунара .

Имајући у виду дати преглед литературе, може се закључити да успех било каквих иницијатива интеграције технологије у наставу и учење у великој мери зависи

од подршке наставника. У многим случајевима, ова подршка се односи на намере наставника да користе технологију. С тим у вези, издвојили смо предикторе намере употребе рачунара у настави математике које желимо испитати у овој студији и дајемо њихов појединачни преглед, као и поставке хипотеза истраживања у вези са њима.

2.2. ПРЕДИКТОРИ НАМЕРЕ КОРИШЋЕЊА РАЧУНАРА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

2.2.1. Модел прихватања технологије (ТАМ)

ТАМ је коришћен као оквир за образовна истраживања (Cheung & Vogel, 2013; Jan & Contreras, 2011; Motaghian, Hassanzadeh & Moghadam, 2013; Pynoo et al., 2012; Teo, 2009b; Teo & Milutinovic, 2015). У ТАМ су променљиве: доживљај корисности (енг. Perceived Usefulness – PU), доживљај лакоће коришћења (енг. Perceived Ease of Use – PEU) и ставови према употреби рачунара (енг. Attitudes Towards Computer Use – ATCU) дате помоћу хипотеза и емпиријски подржане као основни предиктори прихватања датог информационог система или технологије од стране корисника. Доживљај корисности се дефинише као степен у којем особа верује да ће коришћење одређене технологије унапредити њен учинак на послу (Davis, 1989), а доживљај лакоће употребе се односи на степен у којем особа верује да ће коришћење посебне (одређене) технологије бити једноставно и лако, тј. без напора.

ТАМ прецизира односе између доживљаја корисности, доживљаја једноставности употребе, ставова према употреби и намере корисника да користе технологију. Намера корисника да користе технологију би требало да је под утицајем ставова према употреби, као и директних и индиректних ефеката доживљаја корисности и доживљаја лакоће коришћења. Поред тога, доживљај корисности и доживљај лакоће коришћења заједнички утичу на ставове према употреби, док доживљај лакоће коришћења има директан утицај на доживљај корисности. Коначно, претпоставља се да доживљај једноставности употребе има директан утицај на доживљај корисности.

У изградњи модела који предвиђа ниво прихватања технологије будућег наставника у Сингапуру, Тео (Тео, 2009) је нашао, између осталих променљивих, да доживљај корисности и ставови према употреби имају директан утицај на намеру

будућег наставника да користи технологију, а доживљај лакоће употребе индиректно утиче на намеру понашања кроз ставове и доживљај корисности. Чанг и сар. (Chang, Yan & Tseng, 2012) су пружили доказе да су доживљај практичности, доживљај лакоће коришћења и доживљај корисности имали значајне позитивне утицаје на ставове према коришћењу, а доживљај корисности и ставови према коришћењу су имали значајан позитиван утицај на намеру коришћења мобилног учења енглеског међу студентима у Тајвану.

У истраживању спроведеном међу будућим наставницима у Шведској (Ma, Andersson & Streith, 2005) дошло се до резултата који су указивали на то да је доживљај корисности компјутерске технологије, код будућих наставника, имао директан значајан утицај на њихову намеру коришћења. Са друге стране, њихов доживљај једноставности употребе имао је само индиректан утицај, док субјективна норма, као екстерна променљива, није имала ни директан ни индиректан утицај на њихову намеру употребе компјутерске технологије.

Из горе наведеног прегледа литературе формулисане су следеће хипотезе:

X1: Ставови према коришћењу рачунара будућих наставника значајно утичу на њихову намеру да користе рачунар у настави математике;

X2: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихову намеру да користе рачунар у настави математике;

X3: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара;

X4: Доживљај корисности будућих наставника значајно утиче на ставове према коришћењу рачунара;

X5: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности.

Упркос популарности ТАМ као оквира за објашњавање намере корисника да користе технологију у образовању, било је позива да се продуби и прошири модел како би се повећала његова способност објашњавања. ТАМ је еволуирао током времена и ТАМ2 је проширио садашњи модел са променљивом *друштвени утицаји*, где је субјективна норма као једна од њих значајно утицала на доживљај корисности и намеру коришћења (Venkatesh & Davis, 2000). С друге стране, Тејлор и Тод (Taylor & Todd, 1995) су утврдили да ТРВ, посебно декомпонован ТРВ даје потпуније

разумевање понашања и намере понашања него ТАМ, урачунавањем ефеката нормативних и контролних уверења. Њихова препорука је да се, како би се боље управљало процесом имплементације информационог система, обрати пажња на друштвене утицаје и факторе контроле у организацији који такође утичу на његово коришћење.

Матхиесон (Mathieson, 1991) је пронашао да су оба модела, ТАМ и ТРВ емпиријски јака, где ТАМ пружа брз и економичан начин да се прикупе опште информације о перцепцији појединаца у вези са системом, док ТРВ доставља конкретније информације. Иако ТАМ генерално називају најутицајнијом и најчешће коришћеном теоријом у информационим системима, Бенбасат и Барки (Benbasat & Barki, 2007) сматрају да истраживачи треба да преиспитају основе теорије ТРВ. Да би се дошло до свеобухватнијег разумевања шта утиче на усвајање и прихватање различитих информационих технологија у различитим контекстима, како би се пружиле корисније препоруке за праксу, истраживачи треба да преусмере фокус својих истраживања на испитивање различитих предиктора (Benbasat & Barki, 2007).

Укључивањем спољних променљивих у ТАМ више би се обратила пажња на софистициране односе у образовању (Drent & Meelissen, 2008; Franklin, 2007; Hermans et al., 2008; Mumtaz, 2000; Тео, 2011; Тео & Milutinovic, 2015). У литератури су предложени и потврђени разни проширени ТАМ модели како би се објаснила намера будућих наставника да користе технологију (на пример, Тео, 2009, 2010, 2011; Тео & Milutinovic, 2015). У овим моделима, спољне променљиве су усвојене из других теорија, попут Теорије планираног понашања (Ajzen, 1991), Јединствене теорије о прихватању и коришћењу технологије (Venkatesh et al., 2003) и педагошког знања садржаја (енг. Pedagogical Content Knowledge), (Shulman, 1986). Међу тим променљивама су и субјективна норма и технолошка сложеност.

У образовним истраживањима, на пример, научници (Punoo, Tondeur, Braak, Duysk, Sijneve and Duysk, 2012) су комбиновали ТАМ и ТРВ како би проценили прихватање и коришћење наставника белгијског образовног портала. Ови су утврдили да све предикторске променљиве, субјективна норма, доживљај корисности, доживљај лакоће употребе, ставови према употреби рачунара и доживљавај контроле понашања, директно и индиректно утичу на прихватање портала од стране наставника, али са различитим нивоом значајности, у зависности од типа корисника.

Однос између ТАМ и ТРВ може се сагледати из перспективе ставова, субјективне норме и перцепције контроле понашања. За субјективну норму је претпостављено да има директан утицај на доживљај корисности кроз механизме интернализације (Venkatesh & Davis, 2000). С друге стране, перцепција контроле понашања у јакој је вези са доживљајем лакоће коришћења (Ajzen, 1991; Venkatesh, 2000). У складу са горе поменути, покушали смо да проширимо ТАМ и пронађемо модел који представља синтезу ставова, социјалних фактора и контролних фактора како бисмо објаснили коришћење рачунара у настави математике. Спољне променљиве укључене у ТАМ модел су субјективна норма, као социјални фактор, и знање садржаја, као фактор контроле. Ове променљиве имале су значајан утицај на ТАМ променљиве у различитим образовним истраживањима и о њима ће се дискутовати са више појединости у следећим одељцима.

Поред њих, у овом раду укључили смо у ТАМ модел, као екстерне променљиве, искуство, потребу будућег наставника за ТРСК, и технолошку комплексност.

2.2.2. Искуство

Истраживачи сугеришу да је искуство са компјутерском технологијама једна од значајних променљивих која предвиђа разлике у коришћењу рачунара у настави и учењу од стране наставника (Drent & Meelissen, 2008; Hermans et al., 2008; Mueller, Wood, Willoughby, Ross & Specht, 2008; Kadjevich & Naapasalo, 2008). Мартин и Херера (Martin & Herrera, 2007) сматрају да, ако наставник треба да научи како да створи позитивно окружење које промовише решавање проблема кроз сарадњу, инкорпорира технологију на смислен начин, позива на интелектуално истраживање, а подржава размишљање ученика, он мора да искуси учење у таквом окружењу. Расел је са сарадницима (Russel et al., 2003) утврдио да искуство наставника утиче на њихово самопоуздање у коришћењу технологије. Они препоручују да припрема наставника буде побољшана пружањем могућности за наставнике да виде и искусе позитивне ефекте технологије на наставу и учење још за време студија. Ритцаут и сар. (Ritzhaupt, Dawson & Cavanaugh, 2012) су показали да искуство наставника у настави са технологијом има значајан и позитиван утицај на њихово коришћење технологије. Кадијевић и Хапасало (Kadjevich & Naapasalo, 2008) су показали да променљива *искуство са технологијом* има директан и позитиван утицај на ставове према

рачунарима и интересовања за постизање стандарда образовне технологије код будућих учитеља и наставника, како у Србији тако и у Финској.

Из наведеног прегледа литературе формулисане су следеће хипотезе:

Х6: Искуство будућих наставника значајно утиче на њихову намеру да користе технологију;

Х7: Искуство будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара.

2.2.3. Технолошко-педагошко знање садржаја (ТРСК)

У математичком образовању, према Дукакису са сарадницима (Doukakis, Chionidou-Moskofoglou, Mangina-Phelan & Roussos, 2010), кључни фактори за интеграцију образовног софтвера и сценарија у наставу математике су позитивни ставови према информационо-комуникационим технологијама и образовном софтверу, као и самоефикасност у коришћењу технолошких алата и математике. Самоефикасност у коришћењу технолошких алата и математике представља део технолошко-педагошког знања садржаја (енг. Technological Pedagogical Content Knowledge – ТРСК). ТРСК је теорија изграђена на Шулмановој (Shulman, 1986) идеји педагошког знања садржаја укључивањем технолошког знања (Angeli & Valanides, 2009; Mishra & Koehler, 2006). Од свог зачећа, ТРСК се показао као користан оквир за испитивање употребе технологије у математичком образовању наставника (Niess, 2005; Niess, 2007). Мишра и Келер (Mishra & Koehler, 2006) су описали односе између три основне компоненте знања наставника, односно знања садржаја (енг. Content Knowledge – СК), педагошког знања (енг. Pedagogical Knowledge – РК) и технолошког знања (енг. Technological Knowledge – ТК). Они препознају РК, СК и ТК као генеричке делове ТРСК оквира. У математичком образовању то представља значајна нова софистицирана знања које наставници треба да стекну како би разумели разне начине примене технологију у циљу оснаживања учења математике. Вацхира и Кенгве (Wachira & Keengwe, 2011) су идентификовали недостатак ТРСК као једну од главних препрека у примени технологије у учионици од стране наставника математике. Наставници у њиховој студији су били одушевљени улогом коју би ИКТ могла играти у побољшању учења, али су признали да им недостају вештине и стручност да ефикасно интегришу технологију у свакодневну праксу у разреду.

Формулисане су следеће хипотезе за ову студију:

X8: ТРСК будућих наставника значајно утиче на намеру коришћења технологије;

X9: ТРСК будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности.

2.2.4. Технолошка комплексност

Технолошка комплексност (енг. Technological Complexity – TC) се односи на степен у којем се сматра да је систем релативно тешко схватити и користити (Thompson, Higgins & Howell, 1991). Томпсон и сар. (Thompson et al., 1991) су утврдили да постоји значајна негативна веза између перцепције о комплексности употребе и коришћења рачунара. Логично је очекивати да ће, уколико корисници сматрају систем тешким за схватање и коришћење, доживљај једноставности употребе бити под тим утицајем. У недавним студијама прихватања технологије у образовању, утврђено је да технолошка сложеност има значајан директан утицај на ставове према употреби рачунара (Тео, 2010, 2012).

Међу различитим проблемима у вези са коришћењем технологије, управљање временом и приступ технологији могу бити важни фактори који би могли да утичу на ставове према коришћењу рачунара у математичкој учионици (Bennison & Goos, 2010; Lee, Feldman & Beatty, 2012; Pierce & Ball, 2009).

Испитаћемо следеће хипотезе:

X10: Технолошка комплексност значајно утиче на ставове будућих наставника према коришћењу рачунара;

X11: Технолошка комплексност значајно утиче на доживљај лакоће коришћења рачунара код будућих наставника.

2.2.5. Субјективна норма

Ослањајући се на Теорију разумног деловања (енг. The Theory of Reasoned Action – TRA), Фишбејн и Ајзен (Fishbein & Ajzen, 1975) дефинисали су субјективну норму као перцепцију притисака, односно реакције и мишљења других о извршавању датог понашања (или обављању задатка). Аутори истичу да ефекат субјективних норми на понашање индивидуе зависи од значаја који особа приписује мишљењу

других (што значи да, ако некој индивидуи није стало до мишљења других, та особа неће ни разматрати субјективне норме при доношењу одлуке).

Субјективна норма се показала као јак предиктор за намеру понашања и за широк спектар социјалног понашања (Fishbein & Ajzen, 1975). Субјективна норма је емпиријски тестирана и имала је значајан директан (Mathieson, 1991; Taylor & Todd, 1995) или индиректан утицај (Venkatesh & Davis, 2000) у предвиђању намере појединца да користи компјутерску технологију. Венкатеш и Дејвис (Venkatesh & Davis, 2000) су пронашли значајан индиректан утицај субјективне норме на намеру понашања кроз доживљај корисности. Такође су истакли гранична ограничења у смислу да значајно директно утиче на намеру понашања само када је употреба обавезујућа.

У студијама о прихватању технологије, субјективна норма (енг. Subjective Norm – SN) одражава уверење особе да људи који су важни или значајни за њих сматрају да они треба или не треба да користе технологију. Другим речима, то је степен у коме нека особа доживљава захтеве "важних" или референтних других појединаца да користи технологију. На узорку у овој студији, појам "референтни други" може се односити на њихове колеге, професоре и управе универзитетских институција. Претпоставка је да субјективна норма има директан утицај на доживљај корисности. Из Теорије планираног понашања (Ajzen, 1991) и Јединствене теорије о прихватању и коришћењу технологије (Venkatesh et al., 2003) за променљиву субјективна норма (или социјални утицај) се претпоставља, тј. дато је помоћу хипотеза да има директан ефекат на намеру понашања и доживљај корисности. Венкатеш и Дејвис (Venkatesh & Davis, 2000) су тврдили да када сарадник сматра да је систем користан, и особа ће вероватно имати исту идеју. Ово је подржано од стране Шеперса и Вецелса (Schepers & Wetzels, 2007) који су обавили мета анализу 88 студија о односу између субјективне норме и ТАМ променљивих. Они су доказали да је значајан однос између субјективне норме и доживљаја корисности. Могуће је да ће појединци који примете да други очекују да би требало да користе технологију имати високу намеру да користе технологију. Испитивањем, помоћу проширеног ТАМ оквира, ставова будућих наставника да користе рачунар, Тео (Тео, 2010) је пронашао значајан утицај субјективне норме на доживљај корисности рачунара. Мотагхиан и сар. (Motaghian et al., 2013) су користили интегрисани модел како би се проценили усвајање инструктора система за учење базираног на вебу и утврдили да је субјективна норма имала позитиван утицај на

дживљај корисности. У истраживању спроведеном међу будућим наставницима у Шведској (Ma et al., 2005) дошло се до резултата да субјективна норма као екстерна променљива није имала директан утицај на њихову намеру употребе компјутерске технологије. Са друге стране, Дејвис је са сарадницима (Davis et al., 1989) поставио претпоставку на основу Келмановог рада (Kelman, 1958) да субјективна норма утиче на ставове према употреби рачунара, али је није испитивао у оригиналној ТАМ студији због неизвесног теоријског и психометријског статуса субјективне норме. Када особа доживљава да важне особе мисле да он или она треба да користе систем, он или она прихвата та уверења стварајући осећај припадности. Малхотра и Галета (Malhotra & Galletta, 1999) су тестирали ову хипотезу и пронашли значајан утицај. И у неким новијим истраживањима показано је да субјективна норма значајно утиче на ставове према употреби рачунара (Jan & Contreras, 2011; Park, 2009; Schepers & Wetzels, 2007). Према студији коју је урадио Парк (Park, 2009), пронађено је да је субјективна норма значајан фактор који је утицао на намеру студената да користите е-учење, као и њихову перцепцију корисности.

Из горе наведеног прегледа литературе формулисане су следеће хипотезе у вези са односом ТАМ променљивих и субјективне норме у настави математике:

X12: Субјективна норма будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности;

X13: Субјективна норма будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара.

2.2.6. Познавање садржаја математике

Шулман (Shulman, 1986) је предложио педагошко или методичко познавање садржаја предмета изучавања као оквир за објашњавање стварног знања наставника и улогу коју игра у настави. Овај оквир касније су Мишра и Кохлер (Mishra & Koehler, 2006) проширили укључивши технолошко знање, поред знања садржаја и педагошког знања. Студије показују да наставници који имају висок ниво познавања садржаја, генерално прихватају нове идеје и педагошке концепте у иновативним програмима, као што је употреба нових технологија у настави и учењу, упркос претходно усвојеним традиционалним приступима (Lloyd & Wilson, 1998). Докази у истраживањима указују на то да је знање математичких садржаја важно за ефикасну употребу технологије у

настави математике (Crisan, 2001). Лагранж (Lagrange, 1999) је сугерисао да математичка знања и концептуализације могу да зависе од нових техника као што је коришћење нове алатке или наставе у новом окружењу, што подразумева преиспитивање организације наставника математике. Познавање садржаја, као генерички део ТРСК, могло би да игра веома важну улогу у намери наставника да користе технологију у настави математике (Wachira & Keengwe, 2011).

У студији коју су обавили Димитријевић и сар. (Dimitrijević et al., 2012) пронађено да је један од главних предиктора наставничког коришћења рачунара у настави математике у Србији њихова просечна оцена за време студија. Како се на студијама у великој мери проучава математика, то може значити да постоји већа вероватноћа да ће наставници са бољим знањем математичког садржаја сматрати технологију лакшом за коришћење у својој наставној пракси и самим тим имати позитивније ставове и намере коришћења.

Истраживања су показала корелацију између доживљаја корисника да је лако или тешко користити систем и интерне и екстерне контроле (Ajzen, 1991; Venkatesh, 2000). Ово значи да је доживљај контроле понашања у јакој вези са доживљајем лакоће коришћења. У контексту коришћења информационих система, унутрашња контрола се обично односи на рачунарску самоефикасност (Taylor & Todd, 1995). С друге стране, у настави математике са контекста употребе рачунара, знање садржаја из математике може се посматрати као самоефикасност корисника у математици, која може бити важан део перцепције унутрашње контроле понашања. Другим речима, ако наставници сматрају да је њихово знање математике високо, то би утицало на њихово расуђивање о тешкоћама да користе рачунар у сврху наставе математике на начин који они сматрају да је једноставан за коришћење. Дакле, пошто многи емпиријски докази указују на то да је рачунарска самоефикасност значајан мотиватор доживљаја једноставности употребе специфичних система (Venkatesh & Davis, 1996) претпостављамо да би познавање садржаја математике утицало на доживљај лакоће коришћења рачунара у настави математике .

Желимо да испитамо следећу хипотезу:

Х14: Познавање садржаја математике будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај лакоће коришћења.

Из наведеног прегледа литературе и постављених хипотеза дошли смо до модела истраживања приказаног на Слици 2.1.

2.3. НИВОИ КОРИШЋЕЊА РАЧУНАРА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

Истраживања су показала различите нивое употребе рачунара у образовању (Drent & Meelissen, 2008; Jonassen, 2000; Maddux, Johnson & Willis, 1997; Тео, 2009; Tondeur et al., 2007; Tubin, 2006; Voogt, 2010). Јонасен у својој књизи (Jonassen, 2000) наводи да се рачунари могу користити у образовању као алати за семантичку организацију, за динамичко моделовање (енг. dynamic modelling tools – DMT), интерпретацију (енг. interpretation tools – IT), конструкцију знања (енг. knowledge construction tools – KCT) и конверзацију (енг. conversation tools – CT). Тондеур и сар. (Tondeur et al., 2007) разликују три врсте употребе рачунара у области образовања: рачунар као информационо средство, као средство за учење и као средство за развој основних рачунарских вештина. Међутим, у последње време, студије о различитим начинима коришћења рачунара у образовању наглашавају стратегије које наставници користе при интеграцији технологије у учионици (Drent & Meelissen, 2008; Тео, 2009а; Tubin, 2006; Voogt, 2010).

За потребе ове студије, усвојили смо дефиниције засноване на примени технологије односно, наставничком коришћењу рачунара на два начина, у зависности од стратегије његове интеграције (Tubin, 2006; Maddux et al., 1997). Примена типа I је она која доприноси лакшој, бржој и погоднијој настави на традиционални начин (Tubin, 2006). Овај тип назваћемо традиционална употреба. Примена типа II је она која омогућава нове и боље начине учења и наставе, који не би били могући без коришћења технологије (Tubin, 2006), и назваћемо је иновативном употребом. Даље, у оквиру ова два нивоа покушали смо да укључимо што више начина коришћења рачунара које је поменуо Јонасен (Jonassen, 2000).

2.3.1. Традиционални ниво употребе рачунара

Традиционални ниво употребе рачунара је употреба ИКТ у настави математике као подршке настави којом руководи наставник, засноване на фронталном облику наставе путем предавања, како би се постигли исти традиционални циљеви под истим условима без значајних измена у активностима на часу. Ово виђење традиционалног

нивоа је подржано и ранијим истраживањима (Тео, 2009а). Традиционални ниво односи се на коришћење рачунара као средства информисања, кроз рад са студентима на истим материјалима за учење, истим темпом или процењивањем усвојених знања ученика коришћењем квизова и тестова (Voogt, 2010). Примене рачунара, пре свега, усмерена је на замену постојеће наставне праксе (на пример дрил и пракса, обрада текста, програми који доприносе да процес учења буде ефикаснији). Досадашња пракса у настави математике сугерише да би се у овај ниво коришћења могле сврстати активности као што су: пројекције већ спремних презентација, креирање нових презентација (тј. ИТ, КСТ према Јонасену), коришћење готових модела спремних за симулацију (тј. ИТ, КСТ, ДМТ), употреба онлајн тестова (СТ према Јонасену).

2.3.2. Иновативни ниво употребе рачунара

Иновативна употреба рачунара у настави математике је употреба ИКТ као подршке иновативном учењу, усмереном на ученика и заснованом на технологији, ради постизања образовних циљева заснованих на потребама садашњег друштва знања и циљева целоживотног учења (Drent & Meelissen, 2008; Тео, 2009а; Tubin, 2006). То значи употребу ИКТ ради проширивања граница учионице, повезивања студената са догађајима из реалног света, и усмеравања студената како би постали независни корисници (Тео, 2009а). Иновативни ниво односи се на коришћење рачунара као наставног средства за развој сарадничких и организационих способности ученика за рад у тимовима или индивидуализацију учења ученика (Voogt, 2010). Досадашња пракса у настави математике сугерише да би у иновативну употребу могле да се сврстају активности као што су: развој нових модела помоћу динамичких геометријских софтвера (DMT према Јонасену), коришћење *Wiki* или других *Web 2.0* алата за размену информација, као и комуникација и сараднички (тимски) рад на развоју пројеката и решавању проблема (СТ, КСТ према Јонасену).

2.4. КОНТЕКСТ ИСТРАЖИВАЊА

Србија је земља у развоју у југоисточној Европи, са популацијом од око 7,12 милиона. Бесплатно образовање обезбеђено је за децу узраста између 7 и 15 година (од првог до осмог разреда), као и оних између 15 и 19. Они похађају основне и средње школе, респективно, иако похађање средњих школа није обавезно по закону. Основно

образовање и васпитање траје осам година и остварује се у два образовна циклуса. Први циклус обухвата први до четвртог разреда, за које се организује разредна настава, док други циклус обухвата пети до осмог разреда, за које се организује предметна настава, у складу са школским програмом.

У зависности од нивоа разреда и предмета, наставници основних и средњих школа стичу образовање на релевантним факултетима и универзитетима (UNESCO-IBE, 2011). Наставници разредне наставе тј. учитељи од првог до четвртог разреда, у обавези су да заврше учитељски или педагошки факултет, а наставници предметне наставе од петог до осмог разреда, треба да заврше одговарајуће наставничке факултете за дати предмет (природно-математички, филолошки, академију уметности итд.), (UNESCO-IBE, 2011). Сви наставници треба да стекну образовање на нивоу мастер студија из области психологије, педагогије и методике садржаја изабраног предмета како би могли да започну рад у школи.

Према српском закону о основама система образовања и васпитања, између осталог, циљеви образовања су да се ђацима на свим нивоима пруже могућности за стицање квалитетних знања, вештина и ставова које су свима неопходне за лично остварење и развој, инклузију и запослење и стицање и развијање основних компетенција. Поред осталих, у изузетно важне компетенције спадају математичка писменост, основне компетенције у науци и технологији, дигиталне компетенције као и компетенције учења како се учи. Такође, један од важних циљева образовања је и развој способности проналажења, анализирања, примене и саопштавања информација, уз вешто и ефикасно коришћење информационо-комуникационих технологија (ИКТ) (видети Закон о основама система образовања и васпитања, UNESCO-IBE, 2011). У 2010. години, српска влада је иницирала пројекат "Дигитална школа", са циљем да подржи интеграцију технологије у образовање кроз опремање основних школа компјутерским лабораторијама за употребу у настави, ваннаставним активностима и слободном времену. Уз буџет од око 15 милиона евра, кључни исходи пројекта били су повећање дигиталне писмености, развој скупа е-вештина и побољшање наставе и учења у основним школама. Као резултат пројекта, 1589 великих основних школа у Србији опремљено је савременим рачунарским лабораторијама (са по 5 до 30 места), док је 1321 малих школа у сеоским срединама (са мање од 40 ученика по школи) опремљено лаптоповима и пројекторима (UNESCO, 2013).

У циљу припреме будућих учитеља и наставника као главних чинилаца промена при постизању образовних циљева, све установе за образовање наставника дужне су да понуде бар један обавезни курс будућим учитељима и наставницима за стицање неопходних вештина у ИКТ. Важно је обезбедити и стручно усавршавање и подршку наставницима који су већ запослени у школи и користе компјутерске лабораторије.

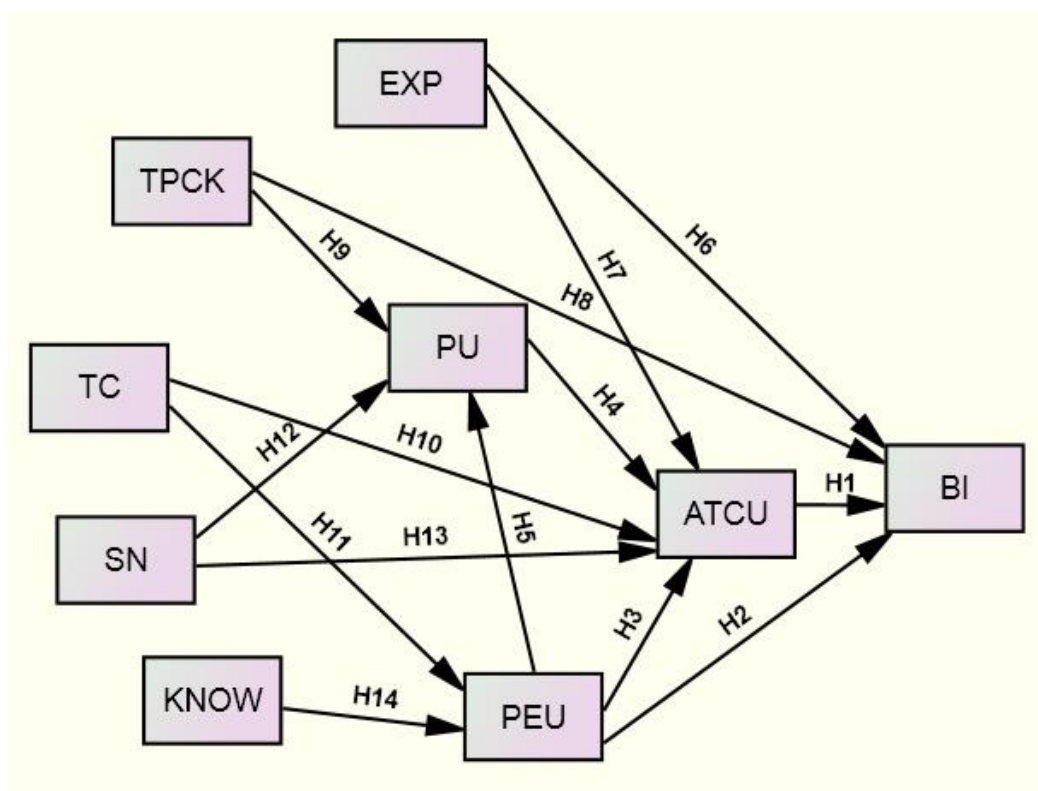
Међутим, и поред свега наведеног, истраживања су показала да је употреба технологије од стране наставника за наставу и учење недовољна и ограничена углавном на употребе ниског нивоа, као на пример за дигитално складиштење. Димитријевић и сар. (Dimitrijević et al., 2012) су приметили да је учесталост коришћења технологије од стране наставника математике у Србији у професионалне сврхе знатно нижа од њихове употребе технологије у приватне сврхе. Поред тога, ИКТ се углавном користи недовољно и неадекватно у настави математике, како у основним тако и у средњим школама у Србији. Аутори претпостављају да се главни разлози за овакво стање могу наћи у недостатку знања и вештина наставника математике везаних за употребу рачунара у настави, као и недостатку позитивних ставова према коришћењу савремене технологије у настави. Међу онима који користе технологију за наставу, млађи наставници приказују виши ниво способности и посвећености континуираном образовању, што се показало значајним факторима који имају утицаја на коришћење технологије у настави и учењу. Аутори такође тврде да је за ефикасну интеграцију технологије у наставном процесу, изузетно важно да се обезбеде услови да се наставници унапред добро припреме пре запослења у настави. У својој студији Кадиевић и Хапасало (Kadijevich & Haapasalo, 2008) показали су да је у циљу побољшања интересовања за постизање стандарда образовне технологије код будућих учитеља у Србији и Финској, потребно поправити њихове ставове према рачунарима путем стицања позитивног искуства.

2.5. МОДЕЛ ИСТРАЖИВАЊА

У овој студији, зависна променљива је намера коришћења технологије због своје блиске везе са стварним понашањем (Hu, Clark & Ma, 2003; Kiraz & Ozdemir, 2006). Намера понашања показује колико су људи спремни да покушају да га изврше (Ajzen, 1991). У свом прегледу 79 емпиријских студија, Турнер и сарадници (Turner, Kitchenham, Brereton, Charters & Budgen, 2010) су доказали позитиван однос између

намере коришћења и стварне употребе технологије. Овај налаз подржава испитивање променљиве *намера коришћења* у овом истраживању, ради предвиђања будућег понашања иницијалног наставника у коришћењу технологије.

У овом раду, желимо да испитамо, поред ТАМ променљивих, утицај искуства будућих учитеља и наставника математике у коришћењу технологије у настави и учењу математике, њихове потребе за ТРСК, технолошке сложености, субјективне норме и познавања садржаја математике као предиктора намере коришћења рачунара у настави математике у основној школи. Модел истраживања за проучавање је приказан на Слици 2.1. Међутим, у овој студији, такође желимо да упоредимо утицај променљивих у моделу на традиционалном и иновативном нивоу коришћења рачунара.



Слика 2.1 Модел истраживања

PU = доживљај корисности; PEU = доживљај лакоће коришћења; ATCU = ставови према употреби рачунара; EXP = искуство; TPCK = потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја математике; SN = субјективна норма; TC = технолошка комплексност; KNOW = перцепција познавања математике; BI = намера понашања.

3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање које је предмет ове студије захтева примену различитих метода, како информатичких тако и педагошко-образовних: развој мултимедијалног видео стимулуса, анкетирање, методе статистичке анализе, моделовање структуралним једначинама.

3.2. ЗНАЧАЈ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Када је у питању настава математике у 21. веку, јасно је да су наставници генерално, па самим тим и наставници математике, под сталним притиском да користе савремене информационо-комуникационе технологије, како због потребе да ђаци стекну знања и вештине које ће им бити потребне у модерном друштву, тако и због потенцијалних вредности ових технологија као алата у учењу. Јилдирим (Yildirim, 2000) је утврдио да наставници који више користе рачунаре обично развијају позитивне ставове и намере употребе, што промовише њихово даље коришћење рачунара у професионалним обавезама, као што су подучавање и администрација. Зато је потребно будућим наставницима обезбедити све потребне предуслове и адекватно образовање и праксу, како би били у стању да користе рачунар у настави на адекватан начин. Да би предуслови били обезбеђени, потребно је што прецизније идентификовати предикторе њихове намере употребе рачунара у настави.

Циљ ове студије је да испита променљиве које би могле утицати на намеру коришћења рачунара у настави математике уопштено, на традиционалном и иновативном нивоу, међу будућим учитељима и наставницима математике у Србији. Узимајући у обзир резултате бројних студија (Kadijevich & Naapasalo, 2008; Mueller et al., 2008 Тео, 2009b, 2010; Venkatesh et al., 2003;) у оквиру ТАМ модела (Davis et al.1989), издвојили смо кључне предикторе и формирали модел истраживања представљен на Слици 2.1. Ова студија користи девет променљивих: PU – доживљај корисности, PEU – доживљај лакоће употребе, ATCU – ставови према употреби рачунара, TPCK – потреба за технолошко-педагошким познавањем садржаја математике, EXP – искуство и BI – намера употребе. EXP и BI су затим подељене на по две одвојене групе EXP (TR), EXP (INN) и BI (TR), BI (INN), које представљају

искуство и намеру употребе на традиционалном и иновативном нивоу употребе респективно.

Узимајући у обзир различите нивое употребе рачунара, ово истраживање ће испитати предикторе који би могли утицати на намере студената, будућих учитеља и будућих наставника математике у основној школи. Истраживање међу будућим учитељима и наставницима у овој студији има за циљ да нам омогући да разумемо како би они могли да реагују на технологију.

Ова студија има потенцијала да допринесе постојећим дебатама о значају модела прихватања технологије (ТАМ) као оквира за објашњавање и предвиђање употребе технологије у контексту образовања учитеља и наставника. Применом проширеног ТАМ у не-западним културама, резултати овог истраживања омогућавају истраживачима да процене његову ваљаност и робусност у разним културама. Ова студија би могла послужити за информисање директора, лидера у образовању и едукатора наставника у вези са променљивама које директно утичу на намере будућег наставника да користи технологију у својим будућим пословима. Вођени налазима ове студије, будући учитељи и наставници би могли ојачати своју намеру да користе технологију у својству будућих наставника математике.

Циљ ове студије је:

- (1) идентификација видова коришћења рачунара у настави математике и подела на традиционални и иноваивни ново употребе;
- (2) утврђивање опредељења тј. намере будућих учитеља и наставника да примене идентификоване видове коришења рачунара;
- (3) утврђивање утицаја искуства са идентификованим видовима коришења рачунара на намеру будућих учитеља и наставника да их примене у настави математике;
- (4) тестирање ваљаности коришћеног модела за традиционални и иновативни ниво коришћења рачунара и
- (5) утврђивање предиктора који утичу на намеру употребе рачунара будућих учитеља и наставника на традиционалном и иновативном нивоу.

Ова студија покушава да одговори на следећа истраживачка питања:

- (1) У којој мери модел истраживања адекватно објашњава намеру будућих наставника да користе технологије у настави математике, на традиционалном и иновативном нивоу?
- (2) Како се модел истраживања уклапа када је у питању традиционални и иновативни ниво коришћења?
- (3) Да ли постоје значајне разлике у намери будућих наставника да користе технологију у настави математике у зависности од нивоа употребе?
- (4) Да ли постоје значајне разлике по полу, старости и типу наставника (нижи разреди наспрам виших разреда основне школе) које утичу на намеру будућих наставника да користе технологију у настави математике?

3.3. ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Реализација постављених циљева истраживања биће операционализована посредством следећих задатака:

- за сваки тип нивоа употребе, испитати ваљаност коришћеног модела;
- за сваки ниво употребе, утврдити предикторе који утичу на намеру употребе код будућих учитеља и наставника математике заједно;
- за сваки ниво употребе, утврдити предикторе који утичу на намеру употребе код будућих учитеља;
- за сваки ниво употребе, утврдити предикторе који утичу на намеру употребе код будућих наставника математике;
- за сваки тип будућих наставника, упоредити предикторе употребе на нижем и вишем нивоу.

Утврдити да ли постоје значајне разлике по полу, старости и типу наставника (нижи разреди наспрам виших разреда основне школе) које утичу на намеру будућих наставника да користе технологију у настави математике.

3.4. ХИПОТЕЗЕ

Из претходно наведеног прегледа литературе и представљеног модела истраживања формулисане су већ наведене главне хипотезе за ову студију, које овде поново представљамо на једном месту:

X1: Ставови према коришћењу рачунара будућих наставника значајно утичу на њихову намеру да користе технологију;

X2: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихову намеру да користе технологију;

X3: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара;

X4: Доживљај корисности будућих наставника значајно утиче на ставове према коришћењу рачунара;

X5: Доживљај лакоће коришћења рачунара будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности;

X6: Искуство будућих наставника значајно утиче на њихову намеру да користе технологију;

X7: Искуство будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара;

X8: ТРСК будућих наставника значајно утиче на намеру коришћења технологије;

X9: ТРСК будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности;

X10: Технолошка комплексност значајно утиче на ставове будућих наставника према коришћењу рачунара;

X11: Технолошка комплексност значајно утиче на доживљај лакоће коришћења рачунара код будућих наставника;

X12: Субјективна норма будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај корисности;

X13: Субјективна норма будућих наставника значајно утиче на њихове ставове према коришћењу рачунара;

X14: Математичко знање будућих наставника значајно утиче на њихов доживљај лакоће коришћења.

3.5. УЗОРАК

3.5.1. Учесници истраживања и прикупљање података

Због тога што се трајање универзитетских студија може повезати са рачунарским искуством у тој области, као и са нивоом ТРСК, фокусирали смо се у овом истраживању на популацију будућих учитеља и наставника математике са завршних година студија. Учесници су били студенти основних студија, и регрутовани су са факултета за образовање учитеља (педагошки или учитељски факултети) и наставника математике (природно-математички факултети), који су одслушали већину својих предмета из технологије, педагогије, математике и методике наставе математике.

У истраживању је учествовало 455 будућих учитеља и наставника математике са три Универзитета у Србији. Од укупног броја испитаника, њих 209 је похађало Факултет педагошких наука у Јагодини Универзитета у Крагујевцу, 100 Учитељски факултет у Ужицу и 29 Природно-математички факултет истог Универзитета. Са Математичког факултета Универзитета у Београду учествовало је 75 испитаника и њих 42 са Департмана за математику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Међу учесницима 11,6% (53) су били мушкарци, а просечна старост свих учесника била је 22.52 ($SD = 1,29$) године. Учесници у овој студији представљају око 60% популације будућих наставника на три Универзитета. Већина учесника, њих 250 (54,9%) је одслушало трећу годину својих студија, док су остали одслушали четврту.

Позив за учешће у овој студији издат је током наставе и добровољци су добили анкетни упитник на попуњавање од стране истраживача ове студије. Испитаницима који су учествовали у истраживању представљена је сврха ове студије и указано на њихово право да се повуку у било ком тренутку током или након попуњавања упитника. Сви учесници најпре су одгледали кратак видео стимулус (филмски инсерт) како би боље схватили видове коришћења рачунара у настави математике на које се односе питања у вези са искуством и намером понашања, а затим су попунили анкетни листић. У просеку, сваком учеснику је било потребно око 20 минута за попуњавање упитника. Учесници ове студије нису добили додатне поене на курсевима или награде, а учешће је било добровољно.

Величина узорка ($n = 455$) поштује Стивенсову (Stevens, 1996) препоруку да буде најмање 15 случајева по мереној променљивој, што за девет променљивих разматраних у овом истраживању износи 135 испитаника. Исти узорак коришћен је за оба нивоа употребе рачунара, док је за испитивање по типовима наставника било 309 будућих учитеља, а 146 будућих наставника математике.

3.6. ПРОЦЕДУРА

3.6.1. Променљиве истраживања

Независне променљиве:

EXP – Искуство у коришћењу рачунара – представља досадашње искуство будућих учитеља и наставника математике у коришћењу рачунарских технологија које се испитују у настави и учењу математике.

Искуство је затим подељено на две варијабле: EXP (TR) – искуство у коришћењу рачунара у настави математике на традиционалном нивоу и EXP (INN) – искуство у коришћењу рачунара у настави математике на иновативном нивоу.

TPCK – Потреба за технолошко-педагошким познавањем садржаја математике

TC – Технолошка комплексност – односи се на степен у коме се употреба рачунара у настави математике сматра релативно тешком за разумевање.

SN – Субјективна норма – представља степен у коме нека особа опажа да друге важне особе верују да би она требало да користи рачунар у настави математике.

KNOW – Познавања садржаја математике.

Зависне променљиве су:

PU – Доживљај корисности – представља степен у коме нека особа верује да ће уз помоћ употребе рачунара унапредити резултате у настави математике.

PEU – Доживљај лакоће употребе – односи се на степен једноставности руковања рачунаром за потребе наставе математике.

ATCU – Ставови према употреби рачунара.

VI – Намера понашања тј. намера употребе рачунара у настави математике.

Као и искуство, намера је подељена на две варијабле: VI (TR) – намера употребе рачунара у настави математике на традиционалном нивоу и VI (INN) – намера употребе рачунара у настави математике на иновативном нивоу.

3.6.2. Инструменти

Инструмент се односи на више предиктора намере употребе рачунара у настави математике на традиционалном и иновативном нивоу код будућих учитеља и будућих наставника математике.

За потребе ове студије конструисан је комбиновани упитник како бисмо мерили намеру коришћења рачунара у настави математике. Већи део ставки преузет је и прилагођен из различитих публикованих извора наведених у Прилогу 2, тако што су преведене на српски језик. Поред демографских питања, у упитнику је било још 45 ставки састављених тако да процењују одговоре учесника на питања која мере променљиве у истраживачком моделу.

Намера коришћења рачунара (VI) и искуство у коришћењу рачунара у настави и учењу математике (EXP) мерени су скалама повезаним са видео стимулусом који су учесници погледали пре попуњавања упитника и садрже свака по осам питања (види Прилог 2). Подела ставки на традиционалну и иновативну употребу извршена је након статистичке анализе података.

Искуство (EXP) је мерено у сатима кратким упитником, прикупљајући податаке о укупном искуству, за сваки представљени тип употребе рачунара поменут у видео стимулусу. Као код Кадијевића и Хапасала (Kadijevich & Naarasalo, 2008) укупно искуство је требало да буде наведено (у сатима) за сваку активност. Одговори у виду временског интервала као '10-20 h' су такође били дозвољени, али средња вредност одговарајућих бројева је узимана као одговор. Затим су одговори кодирани и претворени у петостепену Ликертову скалу са вредностима 1 – за одговоре од 0 до 9, 2 – за 10 до 19, 3 – за 20 до 29, 4 – за 30 до 39, и 5 – за веће од 39.

Свака ставка променљиве (скале) VI је мерена избором учесника на петостепеној Ликертовој скали, са значењима од 1 – уопште се не слажем, до 5 – слажем се у потпуности.

Као у Теовом истраживању (2009) ТАМ променљиве које су коришћене у упитнику су: PU – доживљај корисности (четири ставке), PEU – доживљај лакоће употребе (четири ставке) и ATCU – ставови према употреби рачунара (четири ставке). Свака ставка је мерена тако што је испитаник изражавао свој став заокружујући једну од пет понуђених могућности на Ликертовој петостепеној скали, са значењима 1 – уопште се не слажем, 2 – не слажем се, 3 – нити се слажем нити се не слажем, 4 –

–слажем се, 5 – слажем се у потпуности. Ове ставке су преузете и прилагођене из разних објављених извора наведених у Прилогу 2 (на пример Davis et al., 1989; Taylor & Todd 1995; Тео, 2009б; Thompson et al. 1991) чији закључци су подржали њихову поузданост (Тео, 2012, 2014; Тео & Noyes, 2014; Тео & van Schaik, 2009; Wong et al., 2013). Све ставке су дате на српском језику.

На пример, променљива опажена корисност (PU) испитивана је скалом адаптираном од Дејвиса (Davis, 1989) чије неке од ставки гласе:

PU1: Коришћење рачунара унапредиће мој рад, и

PU4: Сматрам рачунар корисним алатом у свом раду.

Вредност PU добија се из одговора на ставке PU1, PU2, PU3 и PU4 рачунањем средње вредности.

Променљива опажена лакоћа употребе (PEU) испитивана је скалом адаптираном од Дејвиса (Davis, 1989). Пример ставки:

PEU1: Мој рад на рачунару ми је јасан и разумљив, и

PEU4: Било би ми лако да постанем вешт у коришћењу рачунара.

Вредност PEU добија се из одговора на ставке PEU1, PEU2, PEU3 и PEU4.

Тео (Тео, 2009б) је користио ове ставке у образовном контексту и нашао врло добре мере поузданости, са фактором изнад 0,7 на нивоу сваке ставке, композитном поузданошћу сваке скале променљиве изнад 0,9 и адекватном конвергентном валидношћу за предложене скале (просечна екстракована варијанса је изнад 0,6). Да би поузданост била адекватна, Форнел и Ларкер (Fornell & Larcker, 1981) предложили су три процедуре у процени конвергентне валидности: мере поузданости сваке ставке, композитну поузданост сваке скале и просечну екстраковану (издвојену) варијансу. Препоручене вредности фактора су 0,5 и више (Hair, Black, Babin & Anderson, 2010), композитне поузданости 0,7 и више (Nunnally & Bernstein, 1994) и просечна издвојена варијанса треба да буде једнака или већа од 0,5 (Segars, 1997).

Да би композитна поузданост примењене мере (Cronbach α) била адекватна, препоручује се вредност која је једнака или већа од 0,70 (De Vellis, 2003; Schumacker & Lomax, 2010). Као што је приказано у Табели 4.1, композитна поузданост предложених констраката је у распону од 0,70 до 0,89.

Скала за ТРСК је развијена усвајањем скале са 7 ставки коришћене за мерење ТРСК наставника уводног програмирања (Kadijevich, 2012) прилагођавањем

учитељима /наставницима математике. Композитна поузданост скале коју је Кадијевић (Kadijevich, 2012) користио била је 0.88. Сваком ставком, студент је изражавао сопствене ставове избором једне од пет понуђених могућности на петостепеној Ликертовој скали, са значењима од 1 – не у потпуности, до 5 – да у потпуности.

Скале за TC, SN и KNOW испитиване су ставкама представљеним у Прилогу 2. Извори из којих су преузете ставке променљивих наведени су такође у прилогу 2. Свака ставка променљиве је мерена избором испитаника на петостепеној Ликертовој скали, са значењима од 1 – уопште се не слажем, до 5 – слажем се у потпуности.

Коначно, разврставање променљивих у групе традиционалне и иновативне употребе рачунара обављено је након претходног статистичког испитивања коришћењем истраживачке факторске анализе (енг. exploratory factor analysis – EFA) спроведене у програму SPSS 15.0. Ова анализа показала је да неке променљиве није могуће разврстати у неку од две групе јер се појављују унакрсне вредности у више група. Тако је променљива EXP(TR), која означава искуство у коришћењу рачунара на традиционалном нивоу, представљена ставкама EXP1 и EXP3, док EXP (INN) тј. искуство на иновативном нивоу, је репрезентовано помоћу EXP5 и EXP6. Слично, скала VI(TR) означава намеру коришћења рачунара на традиционалном нивоу и представљају је ставке VI1 и VI3. С друге стране, VI(INN) је заступљена са VI5 и VI6 и представља намеру коришћења рачунара на иновативном нивоу.

На крају, традиционалну употребу рачунара испитивали смо са укупно 33 ставке у упитнику, које су мериле девет променљивих. Исто толико ставки испитано је за иновативну употребу такође за девет променљивих. Ставке су процењене коришћењем EFA спроведене у програму SPSS 15.0 и потврдне факторске анализе (енг. confirmatory factor analysis – CFA) спроведене коришћењем програма AMOS 7.0. Резултати CFA су приказани у Табели 4.7.

3.6.3. Превод упитника

Валидација превода већине ставки у истраживању обављена је преводом и контра-преводом. Оригинални упитник је преведен од стране аутора са енглеског на српски. Затим је српска верзија упитника преведена на енглески од стране професионалног преводиоца ради унакрсне провере и модификације. На крају, наставник који ради као предавач за енглески језик на Факултету упоредио је две

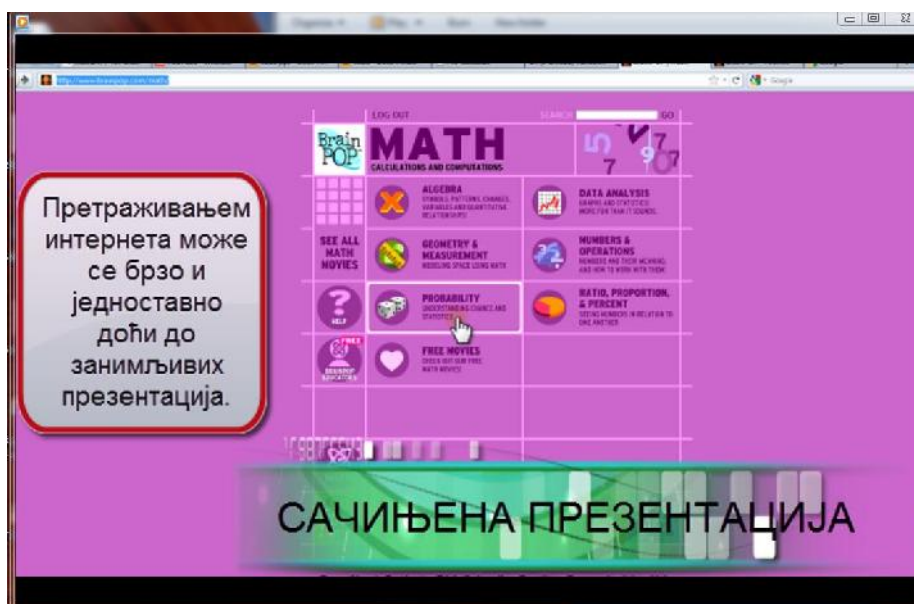
верзије упитника, оригиналну и преведену, и извршио је измене српске верзије сходно потребама, како би се осигурало да значење и намера сваке ставке остану непромењене. Измене су се углавном односиле на различите синониме речи, а не на структуру или значење ставки скале.

3.6.4. Стимулус (Видео)

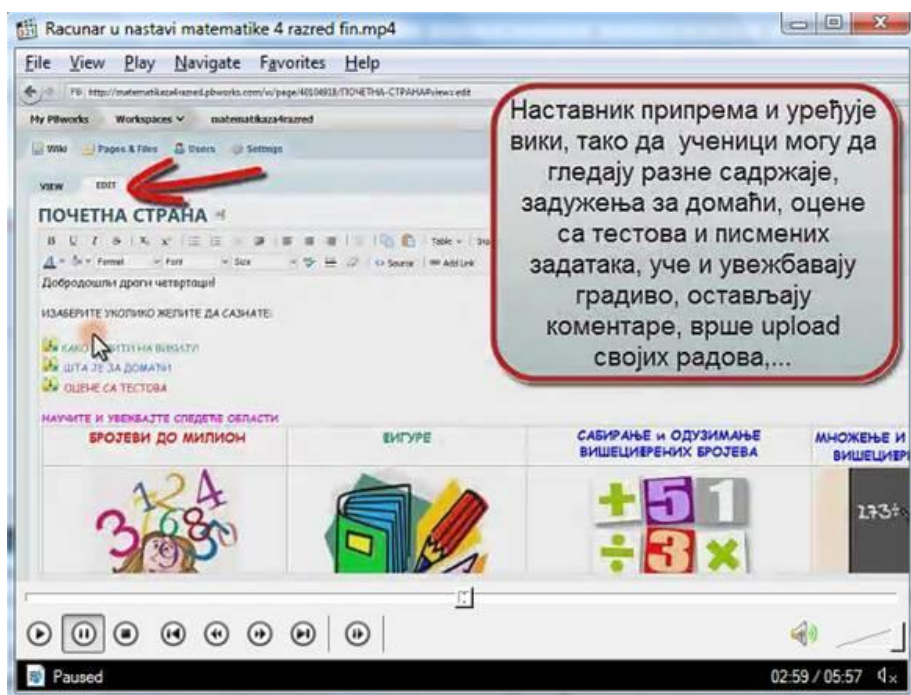
Истраживачи су сугерисали да гледање видео материјала помаже наставницима да усмере своју пажњу на важне аспекте наставе и учења (Lampert & Ball, 1998). Бројни истраживачи су сугерисали да гледање видео материјала од стране учитеља и наставника носи потенцијал да скрене пажњу на важне аспекте наставе и учења (Lampert & Ball, 1998; Sherin & Han, 2004; Star & Strickland, 2007).

Имајући у виду да будући учитељи и наставници математике у Србији, због различите доступности рачунарске опреме у основним школама, ограничено користе или прате у пракси коришћење ИКТ у настави математике, аутори су развили шестоминутни видео запис – стимулус (види поједине слике екрана на Слици 3.1). Филм је припремљен према важећем Наставном плану и програму предмета Математика за четврти и осми разред основне школе. За филм су одабрани садржаји погодни за сваки вид испитиване употребе уз коришћење одговарајућег софтвера. Филм са припремљеним материјалима за четврти разред основне школе употребљен је при анкетирању будућих учитеља, а са материјалима који приказују коришћење у осмом разреду основне школе употребљен је при анкетирању будућих наставника математике.

На тај начин обезбеђено је да се учесници усредсреде на технологију када одговорају на анкету и на исти начин схвате типове употребе који се помињу у упитнику. Стимулус садржи кратке наставне видео клипове који илуструју осам различитих коришћења рачунара у наставној пракси математике. Наглашене су предности и недостаци сваког представљеног типа тако што се у сваком сегменту појављују оквири за текст на српском језику указујући на исте.



(a)



(b)

Слика 3.1 Сlike екрана видео стимулуса: (a) за традиционалну употребу; (б) за иновативну употребу

Уређени видео клипови приказују: употребу сачињених презентација спремних за коришћење, прављење (израду) нових презентација, коришћење готових модела, прављење (израду) нових модела (на пример, коришћењем програма *GeoGebra*), размену информација у неком *Wiki* окружењу, развој групних пројеката (на пример,

рачунање трошкова екскурзије) у неком *Wiki* окружењу, тестирање знања коришћењем већ начињених тестова и прављење нових тестова знања. У Прилогу 3. дат је пратећи текст уз филм.

Уз ову студију приложен је CD на коме су снимљене обе везије видео стимулуса употребљене у истраживању.

3.7. ОРГАНИЗАЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА И СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

3.7.1. Дизајн истраживања

Ова студија двапут користи модел путева са девет променљивих приказан на Слици 2.1, једном за традиционалну употребу, а други пут за иновативну употребу. Променљиве су доживљај корисности (PU), доживљај лакоће коришћења (PEU), ставови према употреби рачунара (ATCU), потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја математике (TPCK), субјективна норма (SN), технолошка комплексност (TC), искуство (EXP), познавање садржаја математике (KNOW) и намера понашања (BI). EXP и BI су подељени у по две одвојене групе EXP (TR), EXP (INN) и BI (TR), BI (INN) које представљају искуство и намеру понашања на традиционалном и иновативном нивоу употребе респективно. За традиционалну употребу променљиве у моделу су: PU, PEU, ATCU, TPCK, TC, KNOW, SN, EXP (TR) и BI (TR). За иновативну употребу променљиве су: PU, PEU, ATCU, TPCK, TC, KNOW, SN, EXP (INN) и BI (INN). У студији се користе хи-квадрат тестови, Ман–Витнијеви (Mann-Whitney u) тестови, моделовање структуралним једначинама и MIMIC моделовање са циљем да се истраже разлике у предикторима намере коришћења рачунара у настави математике на традиционалном нивоу и иновативном нивоу употребе. За потребе студије, као и за проналажење директних и индиректних ефеката између зависних и независних променљивих истовремено, коришћена је анализа путева (Stage, Carter & Nora, 2004).

У студији је коришћен модел путева са девет променљивих приказан на Слици 2.1.

3.7.2. Анализа података

Подаци су анализирани коришћењем моделовања структуралним једначинама (SEM). SEM је у складу са тим како су хипотезе концептуално и статистички изражене

(Hoyle, 2011) и то је корисно за анализу односа између латентних и посматраних (манифестних) променљивих. Поред тога, случајне грешке у посматраним променљивама се процењују директно, што се помоћу традиционалних техника (на пример вишеструке регресије, MANOVA) не може урадити. Сходно томе, SEM производи прецизнија мерења ставки и променљивих у истраживању. Анализа подразумева тестирање нормалности података и истраживање модела који представља односе између поменутих девет променљивих у овој студији. У истраживачком моделу, сви слободни параметри су процењени и оцењена је њихова статистичка значајност.

Пратећи стандардни двостепени SEM приступ (Schumacker & Lomax, 2010), у првом кораку врши се процена модела мерења (CFA) за све неопсервабилне (латентне) променљиве у моделу. Модел мерења описује колико добро посматрани индикатори (ставке упитника) мере латентне променљиве. У другом кораку, процењује се структурни део SEM (Слика 2.1). Овај део наводи релације између егзогених и ендогених латентних променљивих. У циљу добијања поузданих резултата у SEM, истраживачи препоручују узорак од 100 до 150 случајева (Kline, 2011). Истраживачи такође препоручују Хоелтеров критични N , који се односи на величину узорка за коју би била прихваћена хипотеза да је предложени модел истраживања тачан на нивоу значајности 0,05. Хоелтеров критични N за модел у овој студији за традиционалну употребу је 260, а за иновативну употребу 258. С обзиром да је величина узорка ове студије 455, моделовање структуралним једначинама се сматра одговарајућом техником за анализу података у оба случаја.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

4.1. ОСНОВНИ НАЛАЗИ

4.1.1. Дескриптивна статистика

Коришћењем SPSS софтвера¹ утврдили смо дескриптивне статистике променљивих и приказали их у Табели 4.1. Испитали смо за свих девет променљивих у упитнику њихову средњу вредност, стандардну девијацију, асиметрију (енг. Skewness) и спљоштеност (енг. Kurtosis). Осим за EXP(TR) и EXP (INN), све средње вредности су биле изнад средишта 3,00, што указује на претежно позитивне одговоре на променљиве у моделу.

Табела 4.1 Дескриптивна статистика променљивих коришћених у истраживању (скала) и композитна поузданост (Кронбахов алфа)

Променљива	Средња вредност	Стандардна девијација	Асиметрија	Сплљоштеност	Кронбахов алфа
PU	4,35	0,69	-1,004	0,897	0,89
PEU	3,93	0,75	-0,455	-0,051	0,85
ATCU	4,08	0,81	-0,970	1,155	0,89
TPCK	3,78	0,72	-0,425	0,233	0,85
SN	3,62	0,88	-0,498	0,311	0,75
TC	2,00	0,84	0,702	-0,061	0,84
KNOW	3,94	0,76	-0,454	-0,034	0,86
VI (TR)	3,77	0,88	-0,691	0,364	0,70
VI (INN)	3,30	1,02	-0,411	-0,100	0,85
EXP (TR)	2,92	1,24	0,057	-1,113	0,75
EXP (INN)	1,91	1,21	1,153	0,130	0,82

Напомена. PU = доживљај корисности; PEU = доживљај лакоће коришћења; ATCU = ставови према употреби рачунара; EXP = искуство; TPCK = потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја математике; SN = субјективна норма; TC = технолошка комплексност; KNOW = перцепција познавања математике; VI = намера понашања; TR = традиционални ниво и INN = иновативни ниво коришћења рачунара.

Стандардне девијације су биле у распону од 0,69 до 1,24, одражавајући релативно мала одступања одговора учесника од средње вредности. Индекси асиметрије и спљоштености одражавају прихватљив степен нормалности за потребе ове студије, јер, према начелу, за податке се може претпоставити да су нормални ако

¹ видети <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>

су вредности асиметрије и спљоштености у оквиру прихватљивог нивоа од $| 3 |$ и $| 10 |$ респективно (Schumacker & Lomax, 2010; Kline, 2011).

Како би поузданост примењене мерне скале тј. Кронбахов коефицијент алфа (енг. Cronbach α), био адекватан, препоручује се вредност 0,70 и виша (De Vellis, 2003). Као што је приказано у Табели 4.1, све поузданости (тј. унутрашње сагласности) свих променљивих кретале су се између 0,70 и 0.89.

Корелације између измерених променљивих према нивоима употребе су приказане у Табели 4.2. Добијени коефицијенти корелације углавном су показали позитивне односе између девет променљивих у истраживању, а већина тих вредности је била значајна.

Табела 4.2 Корелације између променљивих за: (а) традиционалну и (б) иновативну употребу

	PU	PEU	ATCU	SN	KNOW	TC	TPCK	EXP(TR)
PEU	0,381(**)							
ATCU	0,606(**)	0,571(**)						
SN	0,341(**)	0,145(**)	0,279(**)					
KNOW	0,245(**)	0,359(**)	0,268(**)	0,195(**)				
TC	-0,358(**)	-0,565(**)	-0,476(**)	-0,057	-0,267(**)			
TPCK	0,292(**)	0,156(**)	0,208(**)	0,201(**)	0,159(**)	-0,090		
EXP(TR)	0,014	0,078	0,044	0,015	0,062	-0,032	0,075	
BI(TR)	0,186(**)	0,146(**)	0,205(**)	0,092(*)	0,122(**)	-0,077	0,331(**)	0,189(**)

(а)

	PU	PEU	ATCU	SN	KNOW	TC	TPCK	EXP(INN)
PEU	0,381(**)							
ATCU	0,606(**)	0,571(**)						
SN	0,341(**)	0,145(**)	0,279(**)					
KNOW	0,245(**)	0,359(**)	0,268(**)	0,195(**)				
TC	-0,358(**)	-0,565(**)	-0,476(**)	-0,057	-0,267(**)			
TPCK	0,292(**)	0,156(**)	0,208(**)	0,201(**)	0,159(**)	-0,090		
EXP(INN)	0,036	0,048	0,076	0,033	0,037	-0,101(*)	0,059	
BI(INN)	0,221(**)	0,103(*)	0,183(**)	0,149(**)	0,133(**)	-0,115(*)	0,325(**)	0,308(**)

(б)

** Корелација је значајна на 0,01 нивоу значајности (2-tailed).

* Корелација је значајна на 0,05 нивоу значајности (2-tailed).

Од укупно 455 испитаника са три Универзитета у Србији који су учествовали у истраживању, њих 309 је било будућих учитеља а 146 будућих наставника математике. Међу учесницима, 11,6% (53) су били мушкарци, а просечна старост свих учесника

била је 22.52 (SD = 1,29) године. Исти узорак коришћен је за оба нивоа употребе рачунара.

4.1.2. Искуство у употреби рачунара у настави математике у односу на тип будућих наставника (будући учитељи наспрам наставника математике)

Просечне вредности променљивих, као и медијане, указују на то да највише искуства у руковању рачунаром и одговарајућим софтвером обе групе испитаника показују у вези са коришћењем готових и креирањем нових презентација и модела (видети Табелу 4.3). Будући наставници математике показују веће искуство у односу на учитеље, док и једни и други најмање искуства имају у развоју групних пројеката у неком *Wiki* окружењу и прављењу нових тестова знања.

Табела 4.3 Дескриптивна статистика за искуство у употреби рачунара и Ман-Витнијев тест

		Ман-Витнијев тест				
Тип студената		п	Аритм. средина	Станд. дев.	Медијана (25. перц. – 75. перц.)	р
EXP 1	Будући учитељи	309	13,92	13,81	10,00 (5,00 – 25,00)	0,001
	Будући наст. математ.	146	34,06	87,62	19,00 (5,00 – 35,00)	
	Укупно	455	20,38	51,67	10,00 (5,00 – 20,00)	
EXP 2	Будући учитељи	309	18,76	17,11	15,00 (6,00 – 25,00)	0,000
	Будући наст. математ.	146	31,82	32,54	20,00 (10,00 – 40,00)	
	Укупно	455	22,95	23,96	20,00 (10,00 – 30,00)	
EXP 3	Будући учитељи	309	10,21	14,53	5,00 (0,00 – 11,00)	0,066
	Будући наст. математ.	146	15,90	22,49	10,00 (0,00 – 20,00)	
	Укупно	455	12,04	17,66	5,00 (0,00 – 15,00)	
EXP 4	Будући учитељи	309	9,53	16,37	5,00 (0,00 – 10,00)	0,005
	Будући наст. математ.	146	21,09	84,12	10,00 (0,00 – 20,00)	
	Укупно	455	13,24	49,71	5,00 (0,00 – 15,00)	
EXP 5	Будући учитељи	309	7,34	11,50	1,00 (0,00 – 10,00)	0,625
	Будући наст. математ.	146	10,60	20,35	1,00 (0,00 – 15,00)	
	Укупно	455	8,39	14,98	1,00 (0,00 – 10,00)	
EXP 6	Будући учитељи	309	4,27	8,20	0,00 (0,00 – 5,00)	0,145
	Будући наст. математ.	146	4,66	12,41	0,00 (0,00 – 1,00)	
	Укупно	455	4,40	9,74	0,00 (0,00 – 5,00)	
EXP 7	Будући учитељи	309	9,01	13,06	5,00 (0,00 – 10,00)	0,122
	Будући наст. математ.	146	9,15	17,71	2,00 (0,00 – 10,00)	
	Укупно	455	9,06	14,69	3,00 (0,00 – 10,00)	
EXP 8	Будући учитељи	309	7,22	12,41	2,00 (0,00 – 10,00)	0,022
	Будући наст. математ.	146	6,39	14,70	0,00 (0,00 – 5,00)	
	Укупно	455	6,96	13,18	1,00 (0,00 – 10,00)	

р – вероватноћа

Како се испитивањем променљивих од EXP1 до EXP8, у овом истраживању,

показало да оне немају нормалну расподелу, за испитивање разлика у искуству код будућих учитеља и будућих наставника математике, користили смо непараметарски Ман-Витнијев тест. Сви резултати Ман-Витнијевих тестова приказани су у Табели 4.3. Овај тест урађен је за сваки вид коришћења технологије у настави математике и испитане су разлике средњих вредности искуства у настави математике будућих учитеља и будућих наставника математике ($p < 0,05$). Статистички значајне разлике пронађене су између учитеља и будућих наставника математике, у случајевима коришћења готових презентација ($p = 0,001$), креирања нових презентација ($p < 0,0005$) као и креирања нових модела ($p = 0,005$) у корист будућих наставника математике. Значајном се показала и разлика у искуству између учитеља и будућих наставника математике код креирања нових тестова ($p = 0,022$) у корист будућих учитеља. У осталим случајевима разлика није статистички значајна.

4.1.3. Намера употребе рачунара у настави математике у односу на тип будућих наставника (будући учитељи наспрам наставника математике)

Фреквенције и проценти ставова студената о намери коришћења разних видова технологије у настави математике као и просечне вредности променљивих и медијане указују на то да обе групе испитаника највише намеравају да користе рачунар и одговарајући софтвер за коришћење готових и креирање нових презентација и модела (видети Табеле 4.4 и 4.5). И једни и други, за сада, најмање намеравају да користе *Wiki* окружење, како за развој групних пројеката, тако и за размену информација. Ипак, ставови студената генерално су позитивни, с обзиром на то да су аритметичке средине свих променљивих веће од средишње вредности 3.

За испитивање разлика у намери употребе разних видова технологије у настави математике (тј. променљивих од В11 до В18) код будућих учитеља и будућих наставника математике користили смо непараметарски Ман-Витнијев тест. Овај тест урађен је за сваки вид коришћења технологије у настави математике и испитане су разлике средњих вредности намере употребе одређене информационе технологије у настави математике будућих учитеља и будућих наставника математике ($p < 0,05$). Статистички значајне разлике пронађене су између учитеља и будућих наставника математике, у случају коришћења готових тестова ($p = 0,039$), у корист будућих

учитеља. У осталим случајевима разлика није статистички значајна.

Табела 4.4 Фреквенције и проценти ставова студената о намери коришћења разних видова технологије у настави математике

Питање	Испитаници		уопште се не	не слажем се	нити се	слажем се	слажем се у	Укупно
			слажем	не слажем се	ниги се слажем нити се не слажем	слажем се	потпуности	
В11	Будући учитељи	f	9	18	70	106	106	309
		%	2,9%	5,8%	22,7%	34,3%	34,3%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	4	11	36	61	34	146
		%	2,7%	7,5%	24,7%	41,8%	23,3%	100,0%
В12	Будући учитељи	f	4	10	45	100	150	309
		%	1,3%	3,2%	14,6%	32,4%	48,5%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	2	8	20	54	62	146
		%	1,4%	5,5%	13,7%	37,0%	42,5%	100,0%
В13	Будући учитељи	f	9	25	87	117	71	309
		%	2,9%	8,1%	28,2%	37,9%	23,0%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	3	13	38	68	24	146
		%	2,1%	8,9%	26,0%	46,6%	16,4%	100,0%
В14	Будући учитељи	f	13	29	87	100	80	309
		%	4,2%	9,4%	28,2%	32,4%	25,9%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	3	13	39	55	36	146
		%	2,1%	8,9%	26,7%	37,7%	24,7%	100,0%
В15	Будући учитељи	f	24	26	119	88	52	309
		%	7,8%	8,4%	38,5%	28,5%	16,8%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	9	23	50	40	24	146
		%	6,2%	15,8%	34,2%	27,4%	16,4%	100,0%
В16	Будући учитељи	f	27	37	107	101	37	309
		%	8,7%	12,0%	34,6%	32,7%	12,0%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	10	22	60	39	15	146
		%	6,8%	15,1%	41,1%	26,7%	10,3%	100,0%
В17	Будући учитељи	f	7	15	67	124	96	309
		%	2,3%	4,9%	21,7%	40,1%	31,1%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	5	15	35	54	37	146
		%	3,4%	10,3%	24,0%	37,0%	25,3%	100,0%
В18	Будући учитељи	f	3	10	44	112	140	309
		%	1,0%	3,2%	14,2%	36,2%	45,3%	100,0%
	Будући наст. математ.	f	3	5	22	40	76	146
		%	2,1%	3,4%	15,1%	27,4%	52,1%	100,0%

Табела 4.5 Дескриптивна статистика за намеру коришћења рачунара у настави математике и Ман-Витнијев тест

Тип студената		N	Аритм. средина	Станд. дев.	Ман-Витнијев тест	
					Медијана (25. перц. – 75. перц.)	p
B11	Будући учитељи	309	3,91	1,03	4,00 (3,00 – 5,00)	0,071
	Будући наст. математ.	146	3,75	0,99	4,00 (3,00 – 4,00)	
	Укупно	455	3,86	1,02	4,00 (3,00 – 5,00)	
B12	Будући учитељи	309	4,24	0,91	4,00 (4,00 – 5,00)	0,263
	Будући наст. математ.	146	4,14	0,94	4,00 (4,00 – 5,00)	
	Укупно	455	4,20	0,92	4,00 (4,00 – 5,00)	
B13	Будући учитељи	309	3,70	1,00	4,00 (3,00 – 4,00)	0,659
	Будући наст. математ.	146	3,66	0,93	4,00 (3,00 – 4,00)	
	Укупно	455	3,69	0,98	4,00 (3,00 – 4,00)	
B14	Будући учитељи	309	3,66	1,09	4,00 (3,00 – 5,00)	0,587
	Будући наст. математ.	146	3,74	0,10	4,00 (3,00 – 4,00)	
	Укупно	455	3,69	1,06	4,00 (3,00 – 5,00)	
B15	Будући учитељи	309	3,38	1,10	3,00 (3,00 – 4,00)	0,518
	Будући наст. математ.	146	3,32	1,11	3,00 (3,00 – 4,00)	
	Укупно	455	3,36	1,10	3,00 (3,00 – 4,00)	
B16	Будући учитељи	309	3,27	1,10	3,00 (3,00 – 4,00)	0,273
	Будући наст. математ.	146	3,18	1,04	3,00 (3,00 – 4,00)	
	Укупно	455	3,24	1,08	3,00 (3,00 – 4,00)	
B17	Будући учитељи	309	3,93	0,96	4,00 (3,00 – 5,00)	0,039
	Будући наст. математ.	146	3,71	1,06	4,00 (3,00 – 5,00)	
	Укупно	455	3,86	1,00	4,00 (3,00 – 5,00)	
B18	Будући учитељи	309	4,22	0,88	4,00 (4,00 – 5,00)	0,436
	Будући наст. математ.	146	4,24	0,97	5,00 (4,00 – 5,00)	
	Укупно	455	4,22	0,91	4,00 (4,00 – 5,00)	

p – вероватноћа

4.1.4. Утицај искуства на намеру коришћења разних видова технологија и одређеног софтвера у настави математике

Хи-квадрат тест независности спроведен је више пута како би се утврдило постојање међузависности искуства и намере употребе рачунара и одређеног софтвера у настави математике. Тестови су показали да намера коришћења сваке од поменутих технологија зависи од искуства са том технологијом (видети Табелу 4.6). Односно, постоје статистички значајне везе између искуства и намере употребе, између група формираних на основу одговора на питања о искуству. Они испитаници који су

показали нижи степен искуства у мањој мери намеравају да користе технологије у односу на оне са више искуства.

Табела 4.6 Хи-квадрат тестови за испитивање зависности у различитим случајевима искуства и намере употребе рачунара у настави математике

2x5 табела	χ^2	df	n	p	ϕ	ЗНАЧАЈ ВЕЗЕ
EXP1_COD x BI1	12,171	4	455	0,016	0,164	Значајна
EXP1_COD x BI2	1,682	4	455	0,794	0,061	Није значајна
EXP2_COD x BI2	24,912	4	455	0,000	0,234	Значајна
EXP2_COD x BI1	22,774	4	455	0,000	0,224	Значајна
EXP3_COD x BI3	17,021	4	455	0,002	0,193	Значајна
EXP3_COD x BI4	24,546	4	455	0,000	0,232	Значајна
EXP4_COD x BI4	39,215	4	455	0,000	0,294	Значајна
EXP4_COD x BI3	5,505	4	455	0,239	0,110	Није значајна
EXP5_COD x BI5	38,119	4	455	0,000	0,289	Значајна
EXP5_COD x BI6	16,974	4	455	0,002	0,193	Значајна
EXP6_COD x BI6	31,210	4	455	0,000	0,262	Значајна
EXP6_COD x BI5	28,016	4	455	0,000	0,248	Значајна
EXP7_COD x BI7	19,989	4	455	0,001	0,210	Значајна
EXP7_COD x BI8	4,309	4	455	0,366	0,097	Није значајна
EXP8_COD x BI8	13,657	4	455	0,008	0,173	Значајна
EXP8_COD x BI7	4,537	4	455	0,338	0,100	Није значајна

Желели смо да испитамо не само да ли су у вези конкретна искуства са одређеним видом технологија и намера коришћења тих технологија, већ и искуство у раду са одређеним софтвером и коришћење тог софтвера на исти или другачији начин. На пример, да ли искуство у креирању презентација има утицаја на намеру коришћења готових презентација, или искуство у коришћењу готових презентација утиче на намеру креирања нових. Резултати указују на то да не утиче свако коришћење одређеног софтвера на било какву намеру употребе тог софтвера.

4.2. ВАЉАНОСТ МОДЕЛА

4.2.1. Евалуација модела мерења (потврдна факторска анализа)

Модел мерења је процењен помоћу потврдне факторске анализе (CFA) спроведене у програму AMOS 7.0 коришћењем процедуре оцене максималне веродостојности (енг. maximum likelihood estimation – MLE). MLE је популарна и робустна процедура за употребу у SEM (Schumacker & Lomax, 2010). Како MLE процедура претпоставља мултинормалну расподелу посматраних променљивих, подаци у овој студији су испитани помоћу Мардијине нормализоване мултиваријационе вредности спљоштености. Мардијин коефицијент (M), (Mardia, 1970) за податке у овој студији је 227,968, за традиционални модел, и 231,499, за иновативни модел, што је ниже од вредности 1155 која је добијена коришћењем формуле $M = p(p+2)$, где је p једнак броју посматраних променљивих у моделу ($p = 33$), (Raykov & Marcoulides, 2008). На основу тога, мултиваријациона нормалност података у овој студији је потврђена.

Општа подесност (фитовање) модела је процењено коришћењем χ^2 теста. Међутим, с обзиром на то да је он веома осетљив на величину узорка, израчунат је такође и количник хи-квадрата и степени слободе (χ^2 / df), за који вредност до 3,0 указује на прихватљиву подесност између хипотетичког модела и података узорка (Wheaton, Muthen, Alwin & Summers, 1977). Осим тога, други индекси подесности као што су Такер-Луисов индекс (енг. Tucker-Lewis Index – TLI), индекс компаративног фитовања (енг. Comparative Fit Index – CFI), квадратни корен просечне квадриране грешке апроксимације (енг. the root mean square error of approximation – RMSEA) и стандардизовани квадратни корен просечног квадрата резидуала (енг. Standardized Root Mean Residual – SRMR) су консултовани.

Ху и Бентлер (Hu & Bentler, 1999) су предложили да TLI и CFI статистике веће од 0,90 одражавају добру подесност модела, а за RMSEA и SRMR, вредности 0,06 и 0,08 би представљале горњи лимит за прихватљиву подесност модела (Steiger, 2007). Из резултата, CFA модел за традиционалну употребу у овој студији има добру подесност ($\chi^2 = 896,303$; $\chi^2/df = 1,961$; TLI = 0,933; CFI = 0,942; RMSEA = 0,046;

SRMR = 0,046), као и модел за иновativну употребу ($\chi^2 = 889,859$; $\chi^2/df = 1,943$; $TL1 = 0,931$; $CFI = 0,941$; $RMSEA = 0,046$; $SRMR = 0,046$).

Поузданост ставки које су наведене да мере сваку променљиву у истраживачком моделу (Слика 2.1) мерена је помоћу композитне поузданости (енг. composite reliability – CR) уместо Кронбаховог алфа. Упркос својој популарној употреби, Кронбах алфа није употребљен у овом испитивању, јер је био склон нарушавању кључних претпоставки када се користио са мултидимензионалним променљивама (као што је на пример ATCU) и скалама са више ставки, као што су оне коришћене у овој студији (Teo & Fan, 2013). У процени валидности ставки упитника, испитани су смер, магнитуда и статистички значај сваке ставке, тј. t-вредности (Schumacker & Lomax, 2010). Свака ставка објашњава добро своју променљиву ако је стандардизована процена већа од 0,50 (Hair et al., 2010). Користећи конзервативнији показатељ валидности, израчуната је просечна издвојена варијанса (енг. average variance extracted – AVE) за сваку променљиву, која мери износ варијансе коју фактор обухвата у односу на износ варијансе која се може приписати грешци мерења. Оба CR и AVE се процењују као адекватни када су већи од 0,50 или једнаки 0,50 (односно, када износ варијансе обухваћен променљивом превазилази варијансу због грешке мерења) (Fornell & Larcker, 1981).

Резултати две одвојене CFA за традиционалну и иновativну употребу су приказани у Табели 4.7. Из резултата, све t-вредности, стандардизоване процене, CR, и AVE свих ставки, као и променљиве, задовољавају препоручене смернице. Све процене параметара су биле значајне на $p < 0,05$ нивоу, као што је приказано њиховим t-вредностима (веће од 1,96). Стандардизоване вредности кретале су се од 0,51 до 0,90, и оне су сматране прихватљивим (Hair et al., 2010). Из приказаних података у Табели 4.6 може се видети да су све ставке биле поуздани показатељи очекиване променљиве за коју је наведено да је мере у складу са нивоима употреба.

Табела 4.7 Резултати CFA за модел мерења за: (а) традиционалну употребу и (б) иновативну употребу

Ставка	UE	t-вредност	SE	AVE (> 0,50)*	Композитна поузданост
PU1	,815	21,087	0,785		
PU2	,978	26,796	0,905	0,673	0,891
PU3	1,000	---	0,889		
PU4	,713	16,969	0,684		
PEU1	,889	14,646	0,712		
PEU2	1,125	16,634	0,807	0,600	0,857
PEU3	1,148	17,039	0,829		
PEU4	1,000	---	0,745		
ATCU1	,828	18,132	0,775		
ATCU2	,946	20,838	0,862	0,676	0,893
ATCU3	1,003	20,232	0,842		
ATCU4	1,000	---	0,807		
BI1	,875	7,727	0,673	0,546	0,705
BI3	1,000	---	0,799		
TPCK1	,804	11,529	0,563		
TPCK2	,678	10,329	0,507		
TPCK3	,729	10,655	0,527		
TPCK4	,975	14,982	0,719	0,443	0,844
TPCK5	1,036	16,728	0,801		
TPCK6	,915	14,651	0,705		
TPCK7	1,000	---	0,771		
TC1	1,000	---	0,687		
TC2	,873	14,236	0,778	0,561	0,836
TC3	1,175	14,461	0,795		
TC4	1,037	13,557	0,732		
EXP1C	1,000	---	0,851	0,612	0,758
EXP3C	,880	4,186	0,707		
MK1	,921	19,931	0,866		
MK2	1,000	---	0,879	0,675	0,861
MK3	,810	16,487	0,709		
SN1	1,177	11,270	0,802		
SN2	,938	11,070	0,694	0,513	0,758
SN3	1,000	---	0,643		

(a)

Ставка	UE	t-вредност	SE	AVE (> 0,50)*	Композитна поузданост
ATCU1	0,829	18,082	0,774		
ATCU2	0,948	20,799	0,862	0,676	0,893
ATCU3	1,006	20,203	0,843		
ATCU4	1	---	0,806		
BI5	1,033	12,414	0,861	0,734	0,847
BI6	1	---	0,853		
EXP5C	1	---	0,841	0,691	0,817
EXP6C	0,795	8,081	0,821		
MK1	0,923	19,965	0,866		
MK2	1	---	0,878	0,675	0,861
MK3	0,812	16,513	0,71		
PEU1	1,006	13,456	0,739		
PEU2	1,261	14,551	0,829	0,577	0,844
PEU3	1,179	17,445	0,78		
PEU4	1	---	0,682		
PU1	0,813	21,068	0,784		
PU2	0,977	26,863	0,905	0,673	0,891
PU3	1	---	0,89		
PU4	0,712	16,98	0,684		
SN1	1,177	11,268	0,802		
SN2	0,94	11,07	0,695	0,513	0,758
SN3	1	---	0,643		
TC1	1	---	0,689		
TC2	0,869	14,266	0,777	0,562	0,836
TC3	1,172	14,511	0,795		
TC4	1,033	13,585	0,732		
TPCK1	0,819	11,522	0,566		
TPCK2	0,693	10,367	0,512		
TPCK3	0,744	10,683	0,532		
TPCK4	0,99	14,849	0,721	0,444	0,845
TPCK5	1,046	16,443	0,799		
TPCK6	0,933	14,587	0,71		
TPCK7	1	---	0,762		

(б)

t-вредност статистике; UE: нестандардизована процена (вредност); SE: стандардизована процена (вредност); * означава прихватљиви ниво; --- ова вредност је фиксирана на 1,00 за потребе идентификације модела; AVE: Просечна издвојена варијанса (Average Variance Extracted); CR: композитна поузданост.

4.2.2. Провера структуралног модела

Пошто смо добили добру подесност за CFA модел, тестирана је подесност структуралног модела (Слика 2.1). Коришћењем показатеља (индекса) и применом истих критеријума за проверу подесности као и за CFA, открили смо да структурални модел има добру подесност и за традиционалну и за иновативну употребу (Табела 4.8).

Табела 4.8 Индекси фитовања за процену подесности истраживачког модела (традиционална и иновативна употреба)

Индекси подесности за процену подесности модела (препоручене смернице)	Традиционални	Иновативни	Референце
χ^2 (није значајан)	41,966 ($p = 0,136$)	44,739 ($p = 0,083$)	Kline (2011), Schumacker & Lomax (2010), Klem (2000), McDonald & Ho (2002)
χ^2/df (< 3)	1,272	1,356	Kline (2011)
SRMR ($< 0,05$ добра подесност)	0,022	0,025	Hair et al. (2010), McDonald & Ho (2002), Klem (2000)
RMSEA ($< 0,05$ добра подесност)	0,017	0,020	Hair et al. (2010), Schumacker & Lomax (2010), McDonald & Ho (2002)
CFI ($\geq 0,95$)	0,995	0,993	Hair et al. (2010), Schumacker & Lomax (2010), McDonald & Ho (2002), Klem (2000)
TLI ($\geq 0,95$)	0,983	0,978	Hair et al. (2010), McDonald & Ho (2002), Klem (2000)

Уобичајена је пракса да се користе различити индекси за мерење подесности модела као што је препоручено у литератури (Kline 2011; McDonald & Ho, 2002; Schumacker & Lomax 2010; Klem, 2000). Индекси подесности за истраживачки модел по нивоима коришћеним у овој студији приказани су у Табели 4.8 као и препоручене вредности прихватљиве подесности. Поред коришћења хи-квадрат теста, који је веома осетљив на величину узорка, количник хи-квадрата и степени слободе је израчунат приликом процене подесности модела. Пратећи препоруке Хуа и Бентлера (Hu & Bentler, 1999), квадратни корен просечне квадриране грешке апроксимације, тј. RMSEA, и стандардизовани квадратни корен просечног квадрата резидуала, односно SRMR, коришћени су као мере апсолутне подесности, а индекс компаративног фитовања (CFI) и Такер-Луисов индекс (TLI) коришћени су као индекси инкременталног фитовања. Из литературе (на пример, Hair et al., 2010), вредности веће или једнаке 0,95 за CFI и TLI, и вредности 0,05 или мање за RMSEA и SRMR,

респективно, одражавају добру подесност. Из резултата, структурални модел за оба нивоа употребе има добру подесност.

Као што је приказано од стране разних индекса подесности у Табели 4.8, вредности задовољавају препоручени ниво прихватљиве подесности, што значи да модел истраживања има добру подесност за сваки ниво употребе рачунара.

4.3. ТЕСТИРАЊЕ ХИПОТЕЗА

4.3.1. Намера употребе рачунара укупно код будућих учитеља и наставника математике у односу на разматране предикторе и ниво употребе

Будући да су анализе два пута спроведене, резултати за традиционални (TR) и иновативни (INN) ниво употребе су приказани истовремено (паралелно). Анализе спроведене на комплетном узорку, који је обухватао и учитеље и наставнике математике, показале су да је, од четрнаест, подацима подржано по дванаест хипотеза за TR и за INN. Табела 4.9 приказује резултате тестирања хипотеза.

Осим X2, све хипотезе (X1 до X5) које се односе на везе између променљивих из основног ТАМ модела су подржане и за TR и INN у овој студији. Од хипотеза везаних за променљиве изван ТАМ, све осим X7 су подржане (X6, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14).

Тестиране су четири ендogene променљиве (намера коришћења рачунара, ставови према употреби, доживљај корисности, и доживљај лакоће коришћења) у истраживачком моделу (Слика 2.1). За ставове према употреби рачунара, испитивани директни предиктори су доживљај корисности, доживљај лакоће коришћења, технолошка комплексност, искуство и субјективна норма. Индиректни предиктори везани за ставове, испитивани у овој студији, су ТРСК, доживљај лакоће коришћења, технолошка комплексност, субјективна норма и знање математике.

За доживљај корисности, посматрани директни предиктори у нашем моделу су доживљај лакоће коришћења, ТРСК и субјективна норма, док су индиректни технолошка комплексност и знање математике. Доживљај лакоће коришћења

претпоставља се да директно предвиђају променљиве технолошка комплексност и знање математике.

Табела 4.9 Резултати тестирања хипотеза за учитеље и наставнике математике

Хипотеза	Ниво	Путања	Коефицијент	t- вредност	p	Резултат
X1	TR	ATCU → BI(TR)	0,130	2,459	0,014	Подржана
	INN	ATCU → BI(INN)	0,112	2,184	0,029	Подржана
X2	TR	PEU → BI(TR)	0,014	0,267	0,790	Није подржана
	INN	PEU → BI(INN)	-0,020	-0,402	0,688	Није подржана
X3	TR	PEU → ATCU	0,327	8,054	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → ATCU	0,328	8,088	< 0,0005	Подржана
X4	TR	PU → ATCU	0,402	10,642	< 0,0005	Подржана
	INN	PU → ATCU	0,402	10,656	< 0,0005	Подржана
X5	TR	PEU → PU	0,559	7,933	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → PU	0,559	7,933	< 0,0005	Подржана
X6	TR	EXP(TR) → BI(TR)	0,161	3,708	< 0,0005	Подржана
	INN	EXP(INN) → BI(INN)	0,284	6,711	< 0,0005	Подржана
X7	TR	EXP(TR) → ATCU	0,007	0,216	0,829	Није подржана
	INN	EXP(INN) → ATCU	0,029	0,886	0,376	Није подржана
X8	TR	TPCK → BI(TR)	0,290	6,591	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → BI(INN)	0,288	6,749	< 0,0005	Подржана
X9	TR	TPCK → PU	0,185	4,533	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → PU	0,185	4,533	< 0,0005	Подржана
X10	TR	TC → ATCU	-0,145	-3,558	< 0,0005	Подржана
	INN	TC → ATCU	-0,141	-3,469	< 0,0005	Подржана
X11	TR	TC → PEU	-0,512	-13,444	< 0,0005	Подржана
	INN	TC → PEU	-0,512	-13,444	< 0,0005	Подржана
X12	TR	SN → PU	0,253	6,221	< 0,0005	Подржана
	INN	SN → PU	0,253	6,221	< 0,0005	Подржана
X13	TR	SN → ATCU	0,087	2,511	0,012	Подржана
	INN	SN → ATCU	0,086	2,488	0,013	Подржана
X14	TR	KNOW → PEU	0,212	5,760	< 0,0005	Подржана
	INN	KNOW → PEU	0,212	5,760	< 0,0005	Подржана

У случају традиционалне употребе, утврђено је да су значајни директни предиктори намере коришћења искуство, став, доживљај лакоће коришћења и TPCK са укупним утицајем од 16,2%, 13% , 8,5% и 30% респективно. У случају иновативне употребе, искуство, став, доживљај лакоћа коришћења и TPCK су имали значајан директан ефекат са укупним утицајем од 28,7%, 11,2% , 4,2% и 29,7% респективно.

Од четири ендогене променљиве, став према употреби рачунара има највећи износ варијансе који одређују његови директни и индиректни предиктори и то је

приближно $R^2 = 0,513$ за TR и $R^2 = 0,514$ за INN. То значи да заједно TPCK, PEU, EXP, PU, TC, SN и KNOW чине 51,3% варијансе у ATCU за TR и 51,4% варијансе за INN. Затим, променљива PU је била објашњена својим директним (PEU, TC и SN) и индиректним предикторима (TPCK и KNOW) у износу од 19,6% за оба TR и INN. Променљива PEU објашњена је својим директним предикторима (TC и KNOW) у износу од 36,5% за оба TR и INN.

Коначно, зависну променљиву у овој студији, намеру коришћења технологије (BI), објаснило је осам променљивих, четири са директним и индиректним утицајем (TPCK, PEU, EXP и ATCU) и четири са само индиректним утицајем (TC, PU, SN и KNOW) са R^2 у износу 0,151 за TR и 0,198 за INN. То значи да, заједно, ових осам променљивих чине 15,1% варијансе у намери коришћења рачунара на традиционалном нивоу, а 19,8% варијансе у намери коришћења рачунара на иновативном нивоу, у настави математике.

Разлагање тј. декомпозиција ефеката из установљеног модела путева за два нивоа коришћења дата су у Табели 4.10. Ова табела показује стандардизоване укупне ефекте, директне и индиректне ефекте у вези са сваком од осам променљивих за традиционалну и иновативну употребу. У оба нивоа, доминантни предиктор у намери понашања је TPCK са укупним ефектом 30% за традиционалну употребу и 29,7% за иновативну употребу.

Разлике у намери понашања између две групе, традиционалне и иновативне употребе, на комплетном узорку, израчунате су помоћу t-теста за упарене узорке и величине утицаја. Налази су показали да је, у просеку, BI (TR) била значајно изнад BI (INN) ($t_{454} = 8,839$, $p < 0,0005$), а да је величина утицаја (ета квадрат је био око 0,147) указивала на велику разлику (Cohen, 1988).

Табела 4.10 Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за учитеље и наставнике математике

Исход	Предиктор	Стандардизоване вредности		
		Директни	Индиректни	Укупно
Традиционална употреба	TPCK	0,290	0,010	0,300
	PEU	0,014	0,072	0,085
	EXP(TR)	0,161	0,001	0,162
	ATCU	0,130	-	0,130
	PU	-	0,052	0,052
	TC	-	-0,063	-0,063
	SN	-	0,025	0,025
	KNOW	-	0,018	0,018
Намера понашања ($R^2 = 0,151$)	TPCK	-	0,074	0,074
	PEU	0,327	0,225	0,552
	EXP(TR)	0,007	-	0,007
	PU	0,402	-	0,402
	TC	-0,145	-0,283	-0,427
	SN	0,087	0,102	0,189
	KNOW	-	0,117	0,117
Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,513$)	TPCK	0,185	-	0,185
	PEU	0,559	-	0,559
	TC	-	-0,286	-0,286
	SN	0,253	-	0,253
	KNOW	-	0,119	0,119
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,196$)	TPCK	0,185	-	0,185
	PEU	0,559	-	0,559
	TC	-	-0,286	-0,286
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,365$)	TC	-0,512	-	-0,512
	KNOW	0,212	-	0,212
Иновативна употреба	TPCK	0,288	0,008	0,297
	PEU	-0,020	0,062	0,042
Намера понашања ($R^2 = 0,198$)	EXP(INN)	0,284	0,003	0,287
	ATCU	0,112	-	0,112
	PU	-	0,045	0,045
	TC	-	-0,037	-0,037
	SN	-	0,021	0,021
	KNOW	-	0,009	0,009
	TPCK	-	0,074	0,074
	PEU	0,328	0,225	0,553
Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,514$)	EXP(TR)	0,029	-	0,029
	PU	0,402	-	0,402
	TC	-0,141	-0,283	-0,425
	SN	0,086	0,102	0,188
	KNOW	-	0,117	0,117
	TPCK	0,185	-	0,185
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,196$)	PEU	0,559	-	0,559
	TC	-	-0,286	-0,286
	SN	0,253	-	0,253
	KNOW	-	0,119	0,119
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,365$)	TC	-0,512	-	-0,512
	KNOW	0,212	-	0,212

4.3.2. Намера употребе код будућих учитеља у односу на разматране предикторе

Анализе спроведене на узорку будућих учитеља, који је обухватао 309 студената, показале су да је, од четрнаест, подацима подржано једанаест хипотеза за TR и дванаест хипотеза за INN. Табела 4.11 приказује резултате тестирања хипотеза.

Табела 4.11 Резултати тестирања хипотеза за будуће учитеље

Хипотеза	Ниво	Путања	Коефици. пута	t-вредност	p (< 0,05)	Резултат
X1	TR	ATCU → BI(TR)	0,061	0,963	0,336	Није подржана
	INN	ATCU → BI(INN)	0,162	2,661	0,008	Подржана
X2	TR	PEU → BI(TR)	0,179	2,855	0,004	Подржана
	INN	PEU → BI(INN)	-0,062	-1,034	0,301	Није подржана
X3	TR	PEU → ATCU	0,359	7,481	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → ATCU	0,365	7,642	< 0,0005	Подржана
X4	TR	PU → ATCU	0,392	8,980	< 0,0005	Подржана
	INN	PU → ATCU	0,392	9,022	< 0,0005	Подржана
X5	TR	PEU → PU	0,502	5,347	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → PU	0,502	5,347	< 0,0005	Подржана
X6	TR	EXP(TR) → BI(TR)	0,088	1,690	0,091	Није подржана
	INN	EXP(INN) → BI(INN)	0,285	5,661	< 0,0005	Подржана
X7	TR	EXP(TR) → ATCU	0,037	0,938	0,348	Није подржана
	INN	EXP(INN) → ATCU	0,049	1,229	0,219	Није подржана
X8	TR	TPCK → BI(TR)	0,313	5,967	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → BI(INN)	0,315	6,229	< 0,0005	Подржана
X9	TR	TPCK → PU	0,171	3,327	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → PU	0,171	3,327	< 0,0005	Подржана
X10	TR	TC → ATCU	-0,158	-3,270	0,001	Подржана
	INN	TC → ATCU	-0,151	-3,124	0,002	Подржана
X11	TR	TC → PEU	-0,510	-10,635	< 0,0005	Подржана
	INN	TC → PEU	-0,510	-10,635	< 0,0005	Подржана
X12	TR	SN → PU	0,238	4,641	< 0,0005	Подржана
	INN	SN → PU	0,238	4,641	< 0,0005	Подржана
X13	TR	SN → ATCU	0,084	2,025	0,043	Подржана
	INN	SN → ATCU	0,086	2,081	0,037	Подржана
X14	TR	KNOW → PEU	0,157	3,388	< 0,0005	Подржана
	INN	KNOW → PEU	0,157	3,388	< 0,0005	Подржана

Став према употреби рачунара има највећи износ варијансе који одређују његови директни (PEU, EXP, PU, TC и SN) и индиректни (TPCK, PEU, TC, SN и KNOW) предиктори, а то је приближно 51,7% варијансе у ATCU за TR и 52% варијансе

за INN. Затим, променљива PU је била објашњена својим директним (PEU, TC и SN) и индиректним предикторима (TPCK и KNOW) у износу од 12% за оба TR и INN. PEU променљива објашњена је својим директним предикторима (TC и KNOW) у износу од 32,8% за оба, и TR и INN.

Коначно, зависну променљиву у овој студији, намеру коришћења технологије (BI), објаснило је осам променљивих, четири са директним и индиректним утицајем (TPCK, PEU, EXP и ATCU) и четири са само индиректним утицајем (TC, PU, SN и KNOW) са R² у износу 0,171 за TR и 0,234 за INN. То значи да, заједно, ових осам променљивих чине 17,1% варијансе у намери коришћења рачунара на традиционалном нивоу, а 23,4% варијансе у намери коришћења рачунара на иновативном нивоу, у настави математике. У случају традиционалне употребе, укупни утицај директних предиктора намере коришћења, тј. искуства, става, доживљаја лакоће коришћења, и TPCK је био 9,1%, 6,1% , 21,2% и 31,7% респективно. Међутим искуство и став нису показали значајан директан утицај. У случају иновативне употребе, искуство, став, доживљај лакоће коришћења, и TPCK су имали укупни утицај на намеру коришћења од 29,3%, 16,2% , 2,9% и 32,5% респективно, али, показало се, доживљај лакоће коришћења нема значајан директни утицај на намеру.

Разлагање ефеката из установљеног модела путева за два нивоа коришћења дата су у Табели 4.12. Ова табела показује стандардизоване укупне ефекте, директне и индиректне ефекте у вези са сваком од осам променљивих за традиционалну и иновативну употребу. У оба нивоа, доминантни предиктор у намери понашања је TPCK са укупним ефектом 31,7%, за традиционалну употребу, и 32,5%, за иновативну употребу.

Разлике у намери традиционалне и иновативне употребе рачунара у настави математике, на узорку будућих учитеља, израчунате су помоћу t-теста за упарене узорке и величине утицаја. Резултати су показали да је, у просеку, BI (TR) била значајно изнад BI (INN) ($t_{454} = 7,686$, $p < 0,0005$), а да је величина утицаја (ета квадрат је био око 0,16) указивала на велику разлику (Cohen, 1988).

Табела 4.12 Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за будуће учитеље

Исход	Предиктор	Стандардизоване вредности			
		Директни	Индиректни	Укупно	
Традиционална употреба	TPCK	0,313	0,004	0,317	
	PEU	0,179	0,034	0,212	
	EXP(TR)	0,088	0,002	0,091	
	ATCU	0,061	-	0,061	
	PU	-	0,024	0,024	
	TC	-	-0,118	-0,118	
	SN	-	0,011	0,011	
	KNOW	-	0,033	0,033	
Намера понашања ($R^2 = 0,171$)	TPCK	-	0,067	0,067	
	PEU	0,359	0,197	0,556	
	EXP(TR)	0,037	-	0,037	
	PU	0,392	-	0,392	
	TC	-0,158	-0,283	-0,441	
	SN	0,084	0,093	0,177	
	KNOW	-	0,087	0,087	
	Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,517$)	TPCK	0,171	-	0,171
PEU		0,502	-	0,502	
TC		-	-0,256	-0,256	
SN		0,238	-	0,238	
KNOW		-	0,079	0,079	
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,120$)	TC	-0,510	-	-0,510	
	KNOW	0,157	-	0,157	
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,328$)	TPCK	0,315	0,011	0,325	
	PEU	-0,062	0,091	0,029	
Иновативна употреба	EXP(INN)	0,285	0,008	0,293	
	ATCU	0,162	-	0,162	
	PU	-	0,064	0,064	
	TC	-	-0,039	-0,039	
	SN	-	0,029	0,029	
	KNOW	-	0,005	0,005	
	Намера понашања ($R^2 = 0,234$)	TPCK	-	0,067	0,067
		PEU	0,365	0,197	0,562
EXP(TR)		0,049	-	0,049	
PU		0,392	-	0,392	
TC		-0,151	-0,286	-0,437	
SN		0,086	0,093	0,179	
KNOW		-	0,088	0,088	
Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,520$)		TPCK	0,171	-	0,171
	PEU	0,502	-	0,502	
	TC	-	-0,256	-0,256	
	SN	0,238	-	0,238	
	KNOW	-	0,079	0,079	
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,120$)	TC	-0,510	-	-0,510	
	KNOW	0,157	-	0,157	
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,328$)	TPCK	0,315	0,011	0,325	
	PEU	-0,062	0,091	0,029	

4.3.3. Намера употребе код будућих наставника математике у односу на разматране предикторе

Анализе спроведене на узорку будућих наставника математике, који је обухватао 146 студената, показале су да је, од четрнаест, подацима подржано дванаест хипотеза за TR и десет хипотеза за INN. Табела 4.13 приказује резултате тестирања хипотеза.

Табела 4.13 Резултати тестирања хипотеза за будуће наставнике математике

Хипотеза	Ниво	Пућања	Коефици. пућа	t-вредност	p (< 0,05)	Резултат
X1	TR	ATCU → BI(TR)	0,247	2,668	0,008	Подржана
	INN	ATCU → BI(INN)	-0,008	-0,080	0,936	Није подржана
X2	TR	PEU → BI(TR)	-0,290	-3,185	0,001	Подржана
	INN	PEU → BI(INN)	0,087	0,914	0,361	Није подржана
X3	TR	PEU → ATCU	0,318	4,135	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → ATCU	0,317	4,122	< 0,0005	Подржана
X4	TR	PU → ATCU	0,325	4,227	< 0,0005	Подржана
	INN	PU → ATCU	0,327	4,256	< 0,0005	Подржана
X5	TR	PEU → PU	0,697	7,079	< 0,0005	Подржана
	INN	PEU → PU	0,697	7,079	< 0,0005	Подржана
X6	TR	EXP(TR) → BI(TR)	0,266	3,640	< 0,0005	Подржана
	INN	EXP(INN) → BI(INN)	0,275	3,562	< 0,0005	Подржана
X7	TR	EXP(TR) → ATCU	0,012	0,200	0,842	Није подржана
	INN	EXP(INN) → ATCU	0,000	-0,006	0,995	Није подржана
X8	TR	TPCK → BI(TR)	0,282	3,734	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → BI(INN)	0,225	2,833	0,005	Подржана
X9	TR	TPCK → PU	0,241	3,850	< 0,0005	Подржана
	INN	TPCK → PU	0,241	3,850	< 0,0005	Подржана
X10	TR	TC → ATCU	-0,151	-1,997	0,046	Подржана
	INN	TC → ATCU	-0,151	-1,988	0,047	Подржана
X11	TR	TC → PEU	-0,497	-8,431	< 0,0005	Подржана
	INN	TC → PEU	-0,497	-8,431	< 0,0005	Подржана
X12	TR	SN → PU	0,223	3,515	< 0,0005	Подржана
	INN	SN → PU	0,223	3,515	< 0,0005	Подржана
X13	TR	SN → ATCU	0,118	1,801	0,072	Није подржана
	INN	SN → ATCU	0,116	1,784	0,074	Није подржана
X14	TR	KNOW → PEU	0,361	6,299	< 0,0005	Подржана
	INN	KNOW → PEU	0,361	6,299	< 0,0005	Подржана

Став према употреби рачунара има највећи износ варијансе који одређују његови директни (PEU, EXP, PU, TC и SN) и индиректни (TPCK, PEU, TC, SN и

KNOW) предиктори и то је приближно $R^2 = 0,505$ за TR и $R^2 = 0,505$ за INN. То значи да заједно TPCK, PEU, EXP, PU, TC, SN и KNOW чине 50,5% варијансе у ATCU и за TR и за INN. Променљива PU је била објашњена својим директним (PEU, TC и SN) и индиректним предикторима (TPCK и KNOW) у износу од 37,1% за оба TR и INN. PEU променљива објашњена је својим директним предикторима (TC и KNOW) у износу од 48% за оба TR и INN.

На крају, зависну променљиву у овој студији, намеру коришћења технологије (BI), објаснило је осам променљивих, четири са директним и индиректним утицајем (TPCK, PEU, EXP и ATCU) и четири са само индиректним утицајем (TC, PU, SN и KNOW) са R^2 у износу 0,224 за TR и 0,141 за INN. То значи да, заједно, ових осам променљивих чине 22,4% варијансе у намери коришћења рачунара на традиционалном нивоу, а 14,1% варијансе у намери коришћења рачунара на иновативном нивоу, у настави математике. У случају традиционалне употребе, укупни утицај директних предиктора намере коришћења, тј. искуства, става, доживљаја лакоће коришћења, и TPCK, је био 26,9%, 24,7% , -15,5% и 30,1% респективно. У случају иновативне употребе, искуство, став, доживљај лакоћа коришћења и TPCK су имали укупни утицај на намеру коришћења од 27,5%, 0,8% , 8,3% и 22,4% респективно, али се показало да став и доживљај лакоћа коришћења немају значајан директни утицај на намеру.

Декомпозиције ефеката из установљеног модела путева за два нивоа коришћења дата су у Табели 4.14. Ова табела показује стандардизоване укупне ефекте, директне и индиректне ефекте у вези са сваком од осам променљивих за традиционалну и иновативну употребу. У оба нивоа, доминантни предиктор у намери понашања је TPCK са укупним ефектом 30,1% за традиционалну употребу и 22,4% за иновативну употребу.

Разлике у намери коришћења традиционалне и иновативне употребе, на узорку будућих наставника математике, израчунате су помоћу t-теста за упарене узорке и величине утицаја. BI (TR) била је значајно изнад BI (INN) ($t_{454} = -4,489$, $p < 0,0005$), а величина утицаја (ета квадрат је био око 0,122) указивала је на умерено до велику разлику (Cohen, 1988).

Табела 4.14 Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел за будуће наставнике математике

Исход	Предиктор	Стандардизоване вредности		
		Директни	Индиректни	Укупно
Традиционална употреба	TPCK	0,282	0,019	0,301
	PEU	-0,290	0,135	-0,155
	EXP(TR)	0,266	0,003	0,269
	ATCU	0,247	-	0,247
	PU	-	0,080	0,080
	TC	-	0,040	0,040
	SN	-	0,047	0,047
	KNOW	-	-0,056	-0,056
Намера понашања ($R^2 = 0,224$)	TPCK	-	0,078	0,078
	PEU	0,318	0,226	0,544
	EXP(TR)	0,012	-	0,012
	PU	0,325	-	0,325
	TC	-0,151	-0,270	-0,421
	SN	0,118	0,072	0,190
	KNOW	-	0,197	0,197
Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,505$)	TPCK	0,241	-	0,241
	PEU	0,697	-	0,697
	TC	-	-0,346	-0,346
	SN	0,223	-	0,223
	KNOW	-	0,252	0,252
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,371$)	TPCK	0,241	-	0,241
	PEU	0,697	-	0,697
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,480$)	TC	-0,497	-	-0,497
	KNOW	0,361	-	0,361
Иновативна употреба	Предиктор	Директни	Индиректни	Укупно
	TPCK	0,225	-0,001	0,224
Намера понашања ($R^2 = 0,141$)	PEU	0,087	-0,004	0,083
	EXP(INN)	0,275	-	0,275
	ATCU	-0,008	-	-0,008
	PU	-	-0,003	-0,003
	TC	-	-0,040	-0,040
	SN	-	-0,001	-0,001
	KNOW	-	0,030	0,030
	TPCK	-	0,079	0,079
Ставови према употреби рачунара ($R^2 = 0,505$)	PEU	0,317	0,228	0,544
	EXP(TR)	-	-	-
	PU	0,327	-	0,327
	TC	-0,151	-0,270	-0,421
	SN	0,116	0,073	0,189
	KNOW	-	0,197	0,197
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2 = 0,371$)	TPCK	0,241	-	0,241
	PEU	0,697	-	0,697
	TC	-	-0,346	-0,346
	SN	0,223	-	0,223
	KNOW	-	0,252	0,252
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,480$)	TPCK	0,241	-	0,241
	PEU	0,697	-	0,697
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2 = 0,480$)	TC	-0,497	-	-0,497
	KNOW	0,361	-	0,361

4.3.4. Испитивање намере употребе у односу на пол, старост и тип будућих наставника коришћењем MIMIC моделовања

За процену да ли постоје значајне разлике у у намери коришћења рачунара међу будућим наставницима према њиховом полу, старости и студијском програму (учитељи наспрам наставника математике), коришћен је модел зван “више показатеља, више узрока” (енг. multiple indicators, multiple causes – MIMIC). У питању је модел у коме се прати више показатеља и више узрока једне латентне променљиве. Са једне стране, латентна променљива линеарно је одређена скупом егзогених узрока, док са друге стране, она сама линеарно одређује скуп посматраних ендогених показатеља. Ова метода се користи када се верује да посматране променљиве представљају показатеље основне латентне променљиве, која се не посматра али је под утицајем других егзогених променљивих (Joreskog & Goldberger, 1975). У нашој студији мерене посматране ендогене променљиве су пол, старост и студије, које су показатељи основне латентне променљиве намера понашања. Егзогене променљиве, тј. узроци који одређују намеру понашања у овој студији, су: доживљај корисности, доживљај лакоће коришћења, ставови према употреби рачунара, искуство, потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја математике, субјективна норма, технолошка комплексност и перцепција познавања математике.

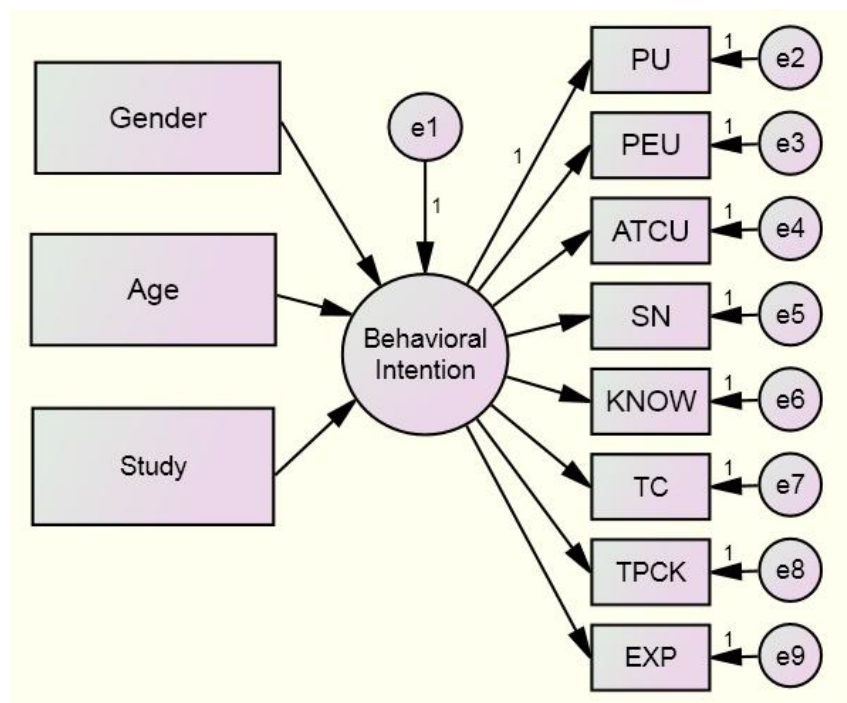
У овој студији, употребљено је MIMIC моделовање због његових предности у односу на коришћење традиционалних техника за упоређивање група (нпр, између мушкараца и жена) као што су t-тестови или ANOVA. Прво, MIMIC моделовање омогућава истовремену анализу латентне променљиве са посматраним индикаторима. Друго, грешке мерења су моделоване и израчунате ради веће прецизности у процени поузданости ставке. Даља предност MIMIC моделовања је да оно омогућава поређења дихотомних група коришћењем каузалних индикатора, као егзогених променљивих. Ово се често користи као алтернатива за поређење више група где су потребне веће величине узорка (Brown, 2006). Кроз спецификације MIMIC модела, могле би се проценити групне разлике утицаја фактора на латентне променљиве на укупном узорку. Тако, за MIMIC анализу, узорак није подељен на подузорке и не постоје посебни захтеви за идентификацију изван уобичајених за анализе једног узорка (Kline, 2011).

Процес MIMIC моделовања је специјални случај SEM моделовања и укључује процену мерног дела (која приказује узрочно-последичну везу између латентних променљивих и посматраних узрока) и структуралног дела (који показује како су латентне променљиве процењене кроз посматране променљиве или показатеље). Ово моделовање обухвата додатне променљиве, за које се претпоставља да утичу на латентне факторе и омогућава тестирање хипотезе о правцу дејства између различитих фактора. MIMIC модел има супротан распоред од модела путева, тако што је зависна променљива представљена на левој страни уместо на десној страни модела.

Најједноставнији MIMIC модел укључује једну непосматрану латентну променљиву коју је "изазвало" неколико посматраних променљивих на коју указује неколико уочених егзогених променљивих (Joreskog & Goldberger, 1975). Егзогене променљиве у овој студији за које се претпоставља да објашњавају бихевиоралну намеру коришћења технологије (изазваном посматраним променљивама PU, PEU, ATCU, SN, EXP, TPCK, KNOW и TC) јесу пол, старост и студијски програм. Овај део модела може се посматрати као три вишеструке регресије: PU, PEU, ATCU, SN, EXP, TPCK, KNOW и TC на пол, старост, и студије. Дакле, ако је пол кодиран тако да су мушкарци означени са 0 а жене са 1, негативни коефицијент за регресију PU на пол би указивао на то да жене имају нижи ниво перцепције доживљаја корисности од својих мушких колега. Дакле, постоји више индикатора, који одражавају основни (латентни) фактор, и више узрока који утичу на основни фактор. За старосну променљиву, израчунава се средња вредност и ова вредност се користи за конверзију свих узраста у 0 и 1 тако да представљају млађе и старије учеснике, респективно. У овој студији средња вредност за старост је 22,52 године. За променљиву студије, будући учитељи означени су са 0, а будући наставници математике са 1.

Процес моделовања у овој студији прати установљене процедуре које је препоручио Клине (Kline, 2011). На Слици 4.1 приказан је MIMIC модел који представља утицај пола, старости и студија на намеру коришћења рачунара. Ове променљиве приказане су са леве стране променљиве намера коришћења рачунара и стрелице су усмерене од њих ка латентном фактору (тј. намери). Ово је структурални део MIMIC модела који користи посматране дихотомне променљиве за предвиђање латентне променљиве. Са друге стране, латентна променљива стелицама указује на посматране индикаторске променљиве помоћу којих је објашњена (доживљај

корисности, доживљај лакоће коришћења, ставови према употреби рачунара, искуство, потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја математике, субјективна норма, технолошка комплексност и перцепција познавања математике). Ово је мерни део МИМИС модела који дефинише латентну променљиву. Коефицијенти путева за директне ефекте променљивих, као што су пол, старост и студије, пружиће информације о томе да ли разлике између мушкараца и жена, млађих и старијих учесника, као и будућих учитеља и наставника математике предвиђају намеру коришћења рачунара у настави математике.



Слика 4.1 МИМИС модел са полом, старашћу и студијама као узрочницима

Подесност МИМИС модела је установљена коришћењем процедуре оцене максималне веродостојности (MLE) и процењена коришћењем бројних индекса подесности који представљају апсолутне и компаративне аспекте подесности модела (Hair et al. 2010). То су: χ^2 , χ^2/df , Такер-Луисов индекс (TLI), индекс компаративног фитовања (CFI), квадратни корен просечне квадрираних грешке апроксимације (RMSEA) и квадратни корен просечног квадрата резидуала (SRMR). За постизање прихватљиве подесности модела, однос χ^2/df би требало да буде мањи или једнак 3,0,

док би TLI и CFI требало да буду већи или једнаки од 0,90. RMSEA и SRMR би требало да буду мањи или једнаки од 0,05 и 0,08, респективно (Hair et al., 2010).

Резултати су показали прихватљиву подесност модела, како за традиционални ниво ($\chi^2 = 62,576$; $df = 31$; $p = 0,001$; $\chi^2/df = 2,019$; TLI = 0,93; CFI = 0,96; RMSEA = 0,047 [CI=0,030; 0,064]; SRMR = 0,04), тако и за иновативни ниво намере употребе ($\chi^2 = 53,774$; $df = 31$; $p = 0,007$; $\chi^2/df = 1,735$; TLI = 0,95; CFI = 0,97; RMSEA = 0,04 [CI=0,021; 0,058]; SRMR = 0,036).

Статистичка анализа моделовања структуралним једначинама је показала да је већина егзогених променљивих у MIMIC моделу за иновативну употребу била значајна у објашњавању намере коришћења технологије (PU: $\beta = 0,647$; PEU: $\beta = 0,612$; ATCU: $\beta = 0,933$; SN: $\beta = 0,311$; TPCK: $\beta = 0,229$ и FC: $\beta = -0,516$) осим KNOW: $\beta = -0,965$ и EXP(INN): $\beta = 0,081$. Регресиони део модела (лева страна) показао је да нису пронађене значајне разлике у намери коришћења рачунара према полу ($\beta = -0,005$; $p = 0,84$) и старости ($\beta = 0,017$; $p = 0,55$), док јесте пронађена значајна разлика према студијама ($\beta = -0,202$; $p < 0,0005$).

Када је у питању традиционална употреба рачунара, егзогене променљиве у MIMIC моделу које су биле значајне у објашњавању намере коришћења технологије су PU: $\beta = 0,647$; PEU: $\beta = 0,612$; ATCU: $\beta = 0,933$; SN: $\beta = 0,311$; TPCK: $\beta = 0,229$ и FC: $\beta = -0,515$, док KNOW: $\beta = -0,967$ и EXP(INN): $\beta = 0,047$ нису показале значај. Регресиони део модела показао је да јесте пронађена значајна разлика према студијама ($\beta = -0,202$; $p < 0,0005$), док значајне разлике у намери коришћења рачунара према полу ($\beta = -0,004$; $p > 0,868$) и старости ($\beta = 0,018$; $p > 0,526$) нису пронађене.

Иако се није показао значајним, утицај старости на намеру коришћења технологије био је јачи него утицај пола, а најзначајнији је утицај студија. Негативне вредности за променљиве пол и студије, а позитивна за старост показују да старији мушкарци који се школују да постану учитељи обично приказују позитивнију намеру према употреби рачунара од њихових колега. Будући учитељи показују значајно позитивнију намеру према употреби рачунара у настави математике од будућих наставника математике.

5. ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА

5.1. ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ГЛАВНИХ НАЛАЗА ИСТРАЖИВАЊА

5.1.1. Видови коришћења рачунара у настави математике код будућих учитеља и наставника математике и намера њихове употребе

Циљ ове студије била је идентификација видова коришћења рачунара у настави математике, утврђивање нивоа искуства и намере коришћења идентификованих видова код будућих учитеља и наставника математике. Такође, циљ је био и испитивање постојања значајних разлика у искуству и намери коришћења различитих видова технологије у настави математике, као и утврђивање утицаја искуства на намеру коришћења.

Идентификовани видови коришћења рачунара су употреба готових презентација спремних за коришћење, производња (креирање) нових презентација, коришћење готових модела спремних за употребу тј. за симулацију, развој нових модела у динамичким геометријским софтверима, коришћење *Wiki* или других *Web 2.0* алата за размену информација, комуникацију, сараднички тимски рад на развоју пројеката и решавању проблема, употреба онлајн тестова и креирање нових тестова знања. Резултати истраживања показали су да највише искуства у руковању рачунаром и одговарајућим софтвером обе групе испитаника показују у вези са коришћењем готових и креирањем нових презентација и модела, али будући наставници математике показују веће искуство у односу на учитеље у Србији. Будући учитељи као и наставници математике најмање искуства имају у развоју групних пројеката у неком *Wiki* окружењу и прављењу нових тестова знања. Ови налази не изненађују с обзиром да групе испитаника имају слично академско искуство, а опет међусобно различито. Будући учитељи и наставници математике у овој студији били су старији студенти који су завршавали основне студије, завршили су већину курсева из информатике, педагогије и предметне области (математике). Међутим, будући да се програми за образовање учитеља доста разликују од програма за образовање наставника математике, то се одразило и на њихова различита искуства у коришћењу технологије.

Са друге стране, тај различит ниво академског образовања студената није довео и до значајних разлика у намери употребе рачунара у настави математике код будућих учитеља и код будућих наставника математике, јер су оне генерално позитивне за сваки вид употребе. Ипак, додатна тестирања показала су да намера коришћења зависи

од конкретног искуства са тим видом технологије. То значи да студенти схватају значај коришћења савремене технологије у својој будућој настави и желе да је користе на различите начине, али у зависности од стеченог искуства њихове намере су више или мање изражене.

У овој студији искуство је имало директан позитиван утицај на намеру понашања за било који вид коришћења рачунара. Дакле, ако студенти, будући учитељи и наставници математике имају лоше искуство са употребом рачунара у настави математике њихова намера ће бити у складу са тим искуством. Ово је у складу са студијом Дрента и Мелисена (Drent & Meelissen, 2008) који су пронашли да фактор рачунарско искуство има директан позитиван утицај на зависну променљиву, употреба ИКТ на иновативном нивоу, од стране наставника едукатора. Мулер и сар. (Mueller et al., 2008) такође су нашли да је искуство са коришћењем компјутерских технологија важан фактор који предвиђа разлике у коришћењу рачунара од стране учитеља.

Међутим, резултати хи-квадрат тестова показали су да не утиче свако искуство у коришћењу неког одређеног софтвера на било какву намеру употребе тог софтвера. За студенте је изузетно важно да стекну одговарајуће искуство у коришћењу одређене технологије и софтвера у настави математике.

5.1.2. Предиктори намере употребе рачунара заједно код будућих учитеља и наставника математике у односу на ниво употребе

Циљ ове студије је био да се развије и тестира модел за објашњавање намере будућих учитеља и наставника математике да користе рачунаре на традиционалном и иновативном нивоу у настави математике (тј. намере понашања) у Србији. Користећи SEM у два случаја, ова студија је показала да је проширени ТАМ модел адекватно подесан прикупљеним подацима, без обзира на степен коришћења који смо испитивали, традиционални или иновативни. Резултати студије сугеришу да су ТАМ променљиве, заједно са ТРСК, искуством, субјективном нормом, технолошком комплексношћу и знањем математике значајни предиктори намере будућих учитеља и наставника математике да користе рачунаре у настави математике на традиционалном, као и иновативном нивоу у Србији. Резултати t-теста за упарене узорке и величина утицаја указују да је, у просеку, намера понашања будућих наставника да користе рачунар на традиционалном нивоу знатно изнад иновативног нивоа, у настави

математике. Величина утицаја указује на постојање велике разлике између два нивоа коришћења рачунара.

Ова студија је показала да потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја има најзначајнији утицај на намеру понашања (око 30%) у оба случаја, подржавајући хипотезу Х8. Можемо закључити да је већа и вероватноћа да ће будући учитељи и наставници математике у Србији користити рачунар и на традиционални и на иновативни начин онда када схвате могућности коришћења рачунара у настави математике, и препознају потребу за већим ТРСК. Будући учитељи и наставници математике осећају потребу да стекну конкретна знања о томе како, када, где и у којим ситуацијама треба да користе рачунар у настави математике. Њихове потребе могу се схватити као одраз њихове предузимљивости. Дрент и Мелисен (Drent & Meelissen, 2008) су открили да је "лична предузимљивост" најзначајнији фактор који има директан и позитиван утицај на иновативну употребу информационо-комуникационих технологија од стране едукатора наставника. Кадијевић (Kadijevich, 2012) је утврдио да стручно усавршавање наставника почетног програмирања у Србији, треба да буде усмерено на педагошка питања у оквиру ТРСК.

Следећа променљива за коју је утврђено да има директан позитивни значајан утицај на намеру понашања, за оба нивоа употребе, јесте став према употреби рачунара, чиме се поджава хипотеза Х1. Овај налаз је у складу са недавним студијама које су испитивале утицај ставова према употреби рачунара међу будућим наставницима у другим земљама (Тео, 2011; Yuen & Ma, 2008). Иусхау (Yushau, 2006) је сугерисао да је најпре потребно помоћи наставницима да развију позитивне ставове према рачунару како би се постигла шира употреба рачунара у настави математике. То значи да ће будући учитељи и наставници математике у Србији, са позитивним осећањима према коришћењу рачунара, вероватније да користе рачунаре на било ком нивоу у настави математике све док је употреба подржана позитивним ефектима.

Дакле, ако студенти на неки начин промене свој став, намера да користе рачунар у својој настави математике ће бити у складу са овим променама. Овај исход је исти за традиционалну и иновативну употребу, а једина разлика је у процентима утицаја. Ови налази су у складу и са многим другим истраживањима у образовним контекстима и различитим културама (Cheung & Vogel, 2013; Drent & Meelissen, 2008; Jan & Contreras, 2011; Pynoo et al., 2012; Тео, 2009b).

У моделима путева, неке променљиве индиректно утичу једне на друге, преко једне или више посредних променљивих. У моделу ове студије доживљај корисности и ставови према употреби рачунара посредовали су ефекту доживљаја једноставности употребе и ТРСК на намеру понашања у оба случаја, што је илустровано подршком за хипотезе Х3, Х4, Х5 и Х9. Ово указује на то да корисници неће користити рачунаре на било ком нивоу у настави математике само зато што их доживљавају као лаке и ненапорне за коришћење, или осећају потребу да стекну ТРСК, већ зато што их сматрају корисним и имају позитивне ставове према коришћењу рачунара. Подршке за хипотезе Х3, Х4, Х5 у складу су са многим другим истраживањима у образовним контекстима и различитим културама (Cheung & Vogel, 2013; Drent & Meelissen, 2008; Jan & Contreras, 2011; Рупоо et al., 2012; Тео, 2009b). Слично томе, доживљај корисности индиректно, преко ставова према употреби рачунара, утиче на намеру понашања у оба случаја подржавајући хипотезу Х4. То значи да, иако корисници виде технологију као корисну у настави математике, они ће је користити само ако су и њихови ставови такође позитивни.

Ова студија подржава новија истраживања која су показала да је доживљај корисности један од кључних предиктора ставова према употреби рачунара, подржавајући хипотезу Х4 у различитим образовним контекстима (на пример Cheung & Vogel, 2013; Jan & Contreras, 2011; Pituch & Lee, 2006; Тео, 2010; Тео, Lee & Chai, 2008; Тео, Wong & Chai, 2008). Доживљај корисности односи се на практично користан аспект употребе рачунара у смислу да ли ће његова употреба за последицу имати већу продуктивност или не. Разумно је претпоставити да ће, када будући наставници у Србији сматрају да би употреба рачунара омогућила већу продуктивност, њихови ставови према употреби рачунара бити позитивно ојачани. То такође значи и да, иако корисници виде технологију као корисну у настави математике, они ће је користити уколико су и њихови ставови такође позитивни.

Показано је да је доживљај једноставности коришћења значајан предиктор ставова према употреби рачунара међу будућим наставницима, чиме се подржава хипотеза Х3. Овај налаз подржава постојећа истраживања која показују да позитиван став према рачунарима може да се објасни перцепцијом корисника колико је коришћење те технологије релативно ослобођено улагања напора (Тео, 2010; Тео, Lee & Chai, 2008; Тео, Wong & Chai, 2008). Недавна студија (Рупоо et al., 2012) о

прихватању наставника образовног портала у Белгији је открила да је доживљај једноставности коришћења посебно значајан у формирању позитивног става према употреби рачунара међу новим и слабијим (лакшим, ређим) корисницима. Овај налаз је релевантан за будуће наставнике у овој студији, јер су релативно нови корисници ИКТ у математичком образовању. Због тога је разумно веровати да су њихове перцепције о мери у којој је ИКТ једноставна за коришћење имале предиктивни утицај на њихове ставове.

Међутим, у овој студији показано је да доживљај једноставности коришћења не утиче значајно на саму намеру коришћења рачунара на било ком нивоу у потребе, тј. хипотеза Х2 није подржана. То значи да, чак иако студенти сматрају да је једноставно користити рачунаре у настави математике, њихова намера не мора бити у складу са тим, јер можда њихови ставови према рачунарима нису позитивни или имају лоше искуство у учионици.

За будуће учитеље и наставнике математике, није било подршке за хипотезу Х7 ни на једном нивоу употребе, док је хипотеза Х6 подржана за оба нивоа коришћења. Искуство будућих учитеља и наставника са употребом рачунара у настави математике није директно утицало на њихове ставове према употреби рачунара у настави математике на оба нивоа коришћења. Међутим, искуство је директно значајно утицало на намеру студената да користе информационе технологије. У Србији, чак иако студенти имају лоше искуство, они ипак могу развити позитивне ставове према рачунарима и намеравати да их користе, јер, на пример, осећају потребу да развију свој ТРСК.

Ова студија је показала да је субјективна норма (SN) имала значајан утицај на доживљај корисности и на ставове, подржавајући Х12 и Х13. То значи да ако би будући наставници имали утисак да људи, битни за њих, подржавају коришћење информационих технологија за наставу математике, и они би сматрали технологију корисном и имали би позитивније ставове. Ови налази су у складу са актуелним истраживањима (Тео, Lee & Chai, 2008; Тео, Wong & Chai, 2008).

Ова студија је показала значајан утицај на РЕУ променљиве знање математике (KNOW) подржавајући хипотезу Х14. Када будући наставници сматрају своје знање из математике високим, они доживљавају коришћење рачунара у настави математике релативно лаким.

Ова студија такође проналази технолошку комплексност као значајан предиктор ставова према коришћењу рачунара, подржавајући тако хипотезу X10, и у складу је са актуелним истраживањима која су пронашла директну везу са ставовима будућих наставника према употреби рачунара (Sime & Priestley, 2005; Тео, 2010). Важно је напоменути да, упркос прилично слабом напредовању у образовној технологији у српским школама у односу на друге западне колеге, перцепције сложености код будућих наставника слично су повезане са њиховим ставовима према коришћењу рачунара, што сугерише да такав однос постоји у различитим културама и националним границама.

Емпиријски је показан и значај технолошке комплексности на доживљај једноставности употребе, подржавајући хипотезу X11. Што је студентима технологија комплекснија и сложенија за учење, доживљаваће је компликованијом за коришћење.

5.1.3. Предиктори намере употребе код будућих учитеља у односу на ниво употребе

На узорку будућих учитеља у Србији, слично као у случају комплетног узорка, доказана је подршка за хипотезе X3, X4, X5, X8, X9, X10, X11, X12, X13 и X14, а није подржана хипотеза X7, на традиционалном као и на иновативном нивоу. Подаци такође указују на то да је модел адекватно подестан у оба случаја.

Разлика у налазима односи се на хипотезе X1, X2 и X6. Наиме, у случају традиционалне употребе рачунара у настави математике код будућих учитеља, показало се да је утицај доживљаја једноставности коришћења значајан за намеру коришћења (X2 је подржана), док се ставови и искуство нису показали као значајни предиктори намере (X1 и X6 нису подржане). Код иновативне употребе, обрнут је случај. Односно, једноставност употребе није значајна (X2 није подржана), док су ставови и искуство значајни предиктори намере коришћења рачунара на овом нивоу (X1 и X6 јесу подржане).

У овој студији, искуство је имало директан позитиван утицај на намеру понашања на иновативном нивоу коришћења рачунара, подржавајући хипотезу X6 у овом случају. Дакле, ако студенти, будући учитељи имају лоше искуство са иновативном употребом рачунара у настави математике, њихова намера ће бити у складу са тим искуством. Ово је у складу са студијом Дрента и Мелисена (Drent &

Meelissen, 2008) који су пронашли да фактор рачунарско искуство има директан позитиван утицај на зависну променљиву намера употребе рачунара на иновативном нивоу од стране наставника едукатора. Милер и сар. (Mueller et al., 2008) такође су нашли да је искуство са компјутерском технологијом важан фактор који предвиђа разлике у коришћењу рачунара од стране учитеља.

Поред тога, резултати су утврдили значајан директан утицај доживљаја једноставности употребе на намеру коришћења рачунара само на традиционалном нивоу, подржавајући хипотезу Х2 у том случају. То је разлог што претпостављамо да када будући учитељи у Србији сматрају да је коришћење рачунара једноставно, они ће га вероватно више користити на традиционалном нивоу, у настави математике, без обзира колико лоше искуство имају. Будући учитељи у овој студији су одслушали већину часова из информacionих технологија, педагогије и садржаја наставе математике. Током тих курсева имали су пуно могућности за стицање искуства и вештина у традиционалној употреби рачунара у образовању, а много мање у вези са иновативном употребом рачунара. Они су можда стекли корисна сазнања из искуства, али на њихову намеру да користе рачунар на традиционалан начин више је утицала чињеница колико су сматрали да је једноставан за коришћење, него искуство у настави математике.

С друге стране, за иновативну употребу, као што је већ поменуто, резултати су показали подршку за хипотезу Х6, али недостатак подршке за хипотезу Х2. То значи да ће студенти, будући учитељи у Србији, вероватно више користити рачунар на иновативни начин у настави математике, уколико је њихово искуство позитивно, без обзира колико сматрају да им је тешко или лако коришћење. Неки други предиктори, не доживљај лакоће употребе, могу имати директан утицај на намеру употребе рачунара на иновативном нивоу у настави математике. То би могли бити понуђена подршка, лични ангажман, педагошки приступ, самопоуздање у вези са ИКТ компетенцијама, наставничка уверења о наставној пракси и други фактори који су у другим студијама показали позитивни утицај на оријентацију наставе и учења као целоживотног учењу (Drent & Meelissen, 2008; Hermans et al., 2008; Voogt 2010).

5.1.4. Предиктори намере употребе код будућих наставника математике у односу на ниво употребе

Код будућих наставника математике у Србији, слично као у случају учитеља или комплетног узорка, доказана је подршка за хипотезе X3, X4, X5, X8, X9, X10, X11, X12 и X14, а није подржана хипотеза X7, на традиционалном као и иновативном нивоу. Подаци такође указују да је модел адекватно подестан за оба случаја.

Разлика у налазима такође се односи на хипотезе X1, X2 и X6, као у случају учитеља. Међутим, код будућих наставника математике, у случају традиционалне употребе рачунара у настави, показало се да доживљај једноставности коришћења, ставови и искуства имају директан значајан утицај на намеру коришћења (тј. X1, X2 и X6 јесу подржане). Код иновативне употребе показало се нешто другачије. Односно, једноставност употребе и ставови нису се показали као значајни предиктори (X1 и X2 нису подржане), док је искуство значајан предиктор намере коришћења рачунара на овом нивоу (X6 јесте подржана).

Када је у питању доживљај лакоће (једноставности) коришћења, значајан директан ефекат на намеру коришћења утврђен је само код традиционалног нивоа употребе. То значи да ће будући наставници математике вероватно више користити рачунар у настави математике на традиционалан начин ако сматрају да је лако користити рачунар. Међутим, када је у питању иновативни начин, неки други предиктори имају директан ефекат, а не једноставност коришћења.

Показано је да намеру употребе на традиционалном нивоу такође предвиђају и искуство и ставови. То значи да ће будући наставници математике са позитивним искуствима и ставовима вероватно да користе рачунаре у настави математике у већој мери на овај начин, док год се у коришћењу одржавају позитивни ефекти. Дакле, ако студенти, будући наставници, имају лоше искуство или на неки начин промене свој став, коришћење рачунара у настави математике на традиционалан начин ће бити у складу са овим променама.

У случају будућих наставника математике, пронађено је да субјективна норма није значајан предиктор ставова према употреби рачунара, побијајући тако хипотезу X13. Ови налази указују на то да ставови будућих наставника математике нису били погођени мишљењем њима важних особа, што је супротно актуелним истраживањима (на пример, Тео, Lee & Chai, 2008; Тео, Wong & Chai, 2008). Овај налаз је у складу са

неким истраживањима (Motaghian et al., 2013; Тео, 2011) која су утврдила да SN није утицала на намеру наставника и инструктора да користе информационе технологије за наставу и на коришћење засновано на веб-систему учења, респективно. Ови аутори су сматрали да су будући и запослени наставници били у стању да остваре већу одлучност (вољу) него њихове колеге у бизнису и индустријским контекстима о томе када и како треба да користе информационе технологије на радном месту.

Међутим, Венкатеш и Дејвис (Venkatesh & Davis, 2000) су утврдили да би субјективна норма вероватно имала значајан утицај на ставове корисника у обавезном окружењу, али не би имала никаквог ефекта у добровољном окружењу. Могуће је да су будући наставници математике у овој студији сматрали употребу рачунара као добровољну, због недостатка снажнијег утицаја од стране образовних институција да се у српским школама користи рачунар у настави, оцењивању или у административне сврхе.

5.1.5. Намера употребе у односу на пол, старост и тип будућих

наставника

Ова студија је такође настојала да испита да ли постоје значајне разлике у намери будућих учитеља и наставника математике да користе рачунар у настави према полу, старости и врсти студија (будући учитељи и наставници математике).

Користећи MIMIC моделовање, ова студија није показала значајне разлике у VI према полу и старости, али јесте према типу будућих наставника. Ови налази су у складу са актуелним истраживањима која су подржала недостатак полне и старосне разлике у прихватању информационих технологија за наставу и учење код будућих наставника и студената (Ong & Lai, 2006; Pan & Jordan-Marsh, 2010; Тео, 2008; Тео, Luan, Thammetar & Chattiwat, 2011). Недостатак разлика по полу може се приписати глобалном тренду, где владе снажно заговарају равноправност полова у коришћењу информационих технологија, што резултира да се мушкарцима и женама у свим друштвима обезбеђују једнаке могућности и приступ обуци и хардверу (Bakr, 2011; Mayer-Smith, Pedretti & Woodrow, 2000; Sam, Othman & Nordin, 2005). Поред наведеног, ови налази су у складу и са студијама спроведеним у неким земљама. Фанчовичова и Прокоп (Fančovičová & Prokop, 2008) су пронашли да је ефекат пола на ставове према ИКТ и коришћење рачунара у словачким школама слаб, а Адебовале,

Адедивура и Бада (Adebowale, Adediwura & Bada, 2009) су показали да пол није утицао на ставове, самоефикасност и анксиозност средњошколаца према рачунарима у Нигерији.

Недостатак старосне разлике је био у складу са релативном младошћу узорка у овој студији (просечна старост $22.52 \pm 1,29$ год.). Ово је такође у складу са студијом коју су спровели Димитријевић и сар. (Dimitrijević et al., 2012), који су нагостили да су млађи наставници предводници у имплементацији образовне технологије у Србији. Аутори су такође навели да ниво школе (тј. основна школа наспрам средње) није био значајан у предвиђању ставова према употреби рачунара у настави математике код будућих наставника.

На крају, недостатак разлика по полу и старости може се објаснити и развојем земље. Сви будући учитељи и наставници у Србији имали су прилику да стекну рачунарску писменост потребну за живот у савременом друштву и развију способности да користе информационо-комуникационе технологије (ИКТ) и да проналазе, анализирају, користе и размењују информације (UNESCO-IBE, 2011). Недостатак разлика према полу у њиховим намерама коришћења рачунара може вероватно бити позитиван исход оваквог оквира српског образовања, у коме су постављени ови поменути циљеви.

Показане разлике према смеру студија у овом истраживању могу се објаснити помоћу профила узорка. Будући учитељи и наставници математике у овој студији били су старији студенти који су завршавали основне студије, завршили су већину курса из педагогије и предметне области (математике). Како се програми за образовање будућих учитеља доста разликују од програма за образовање будућих наставника математике, различита искуства у коришћењу технологије током студија и њихов различит ниво академског образовања можда су довели до значајних разлика у намери употребе рачунара у настави математике код једних и других.

5.2. ДОПРИНОС СТУДИЈЕ

Ова студија доприноси литератури о прихватању информационих технологија наглашавајући утицај одабраних променљивих на прихватање рачунара од стране корисника у математичком образовању. Када је реч о теорији, односи између ТАМ променљивих (доживљај корисности, доживљај једноставности употребе, ставови

према коришћењу рачунара и бихејвиоралне намере) и пет екстерних променљивих (искуство будућих учитеља и наставника математике, технолошка комплексност, субјективна норма, знање математике и потреба за ТРСК) у настави математике су наглашене. Испитани су начини коришћења рачунара у настави математике и извршена подела на традиционални и иновативни ниво употребе. Емпиријски докази у овој студији показали су значајну везу између сопственог схватања искуства, једноставности употребе, ставова, корисности, потребе за ТРСК, знања математике, утицаја значајних особа из окружења, комплексности технологије и планова будућих учитеља и наставника математике да користе рачунар на традиционалном и иновативном нивоу у настави математике.

Генерално, истраживачки модел пружио је информативни приказ механизма који кроз дизајн курикулума утичу на прихватање различитих начина употребе рачунара у настави математике од стране будућих учитеља и будућих наставника математике.

Због тога би ова студија требало да буде од помоћи у примењеном контексту код предвиђања и вредновања прихватања коришћења рачунара будућих учитеља (и наставника математике), као и при пројектовању наставних програма за образовање учитеља и наставника математике.

5.3. ОГРАНИЧЕЊА СТУДИЈЕ

Иако су предузете све методолошке мере предострожности у вези са методологијом, постоје ограничења. Прво, подаци су прикупљени путем само-извештаја што има своје предности, али може довести до уобичајене варијансе методе (енг. *common method variance*), и на тај начин се могу “напумпати” вредности правих односа између променљивих. Друго, избор студената, будућих учитеља и наставника математике, као узорка уместо запослених наставника, изгледало је као добро решење. С друге стране, њихов недостатак искуства у пракси и стресова који су укључени у интеграцију рачунара у стварном наставном процесу, може да доведе до лошег представљања праве слике. Наставници математике у основној школи од 5 до 8 разреда и наставници математике у средњој школи, као ни учитељи нису испитивани у овој студији.

Како су само будући наставници, који се обучавају за наставнике математике, испитивани у овој студији, може се десити да су они, у вези са употребом технологије, одговарали у складу са специфичном природом предмета, тако ограничавајући генерализацију налаза ове студије за наставнике или студенте других предмета.

Подаци су пружили емпиријску подршку за одабраних осам променљивих које су биле у стању да објасне 15,1% од варијансе у намери коришћења рачунара у настави математике код традиционалне употребе и 19,8% код иновативне употребе. То значи да је преко 80% остало необјашњено, што наводи на закључак да смо неке друге променљиве, које могу значајно да утичу на прихватање информационих технологија у настави математике, превидели или искључили.

Такође, ограничење ове студије је испитивање будућих наставника из само једне земље. Због културних и друштвено-политичких утицаја, профил овог узорка не може бити представник будућих наставника уопште и то се одражава на генерализовање (уопштавање) резултата. Још једно од ограничења истраживања је мали распон старости испитаника што се можда одразило на недостатак старосне разлике у резултатима ове студије.

Будућа истраживања би могла укључивати студије међу наставницима из праксе и испитивање осталих променљивих од интереса за математичко образовање. Она би могла укључити испитивања проширења ТАМ модела са другим променљивама од интереса, у вези са прихватањем информационих технологија на различитим нивоима у математичком образовању код запослених учитеља и наставника математика у основним и средњим школама. Такође, истраживања би се могла проширити и на проучавање међу наставницима других предмета.

Треба бити опрезан приликом примене налаза ове студије на будуће наставнике у другим културама и друштвима. Будућа истраживања могла би се усредсредити на поређење запослених наставника са будућим наставницима, како би се разумеле разлике, ако их има, у њиховим ставовима према употреби рачунара и да ли на њих утичу сличне променљиве од интереса. Лонгитудиналне студије могу бити дизајниране да прате фазе промене ставова које доживљавају будући наставници када постану активни наставници. На крају, корисно је испитати да ли постоје разлике између самоизвештаја и праксе и, ако постоје, идентификовати факторе који објашњавају ту празнину.

5.4. ПЕДАГОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

5.4.1. Импликације за праксу

Налази ове студије специфични су за будуће наставнике у Србији и едукаторе учитеља и наставника математике у сличним земљама у развоју. Ова студија би требало да помогне менаџерима у образовним установама да обрате посебну пажњу на факторе који имају одлучујућу улогу у побољшању прихватања технологије будућег учитеља и наставника у настави математике.

Упитник, уоквирен моделом прихватања технологије, проширен са пет променљивих, показао се брзим и ефикасним инструментом за прикупљање података о перцепцији будућих учитеља и наставника математике. Док је, са једне стране, сажет и једноставан, са друге је информативан и прилагодљив разним ситуацијама у којима је фокус на одговарајућем софтверу. Упитник пружа довољно информација и омогућава истраживачима и лидерима у образовању да измере прихватање коришћења рачунара на традиционалном и иновативном нивоу у настави математике код будућих учитеља и наставника математике.

Резултати ове студије дају неколико импликација за руководиоце институција и едукаторе наставника у Србији. Одговори на упитник указују на чињеницу да образовање будућег наставника треба, између осталог, да се бави ставовима, перцепцијом корисности, као и развојем ТРСК вештина. Јуен и сар. (Yuen, Law & Chan, 1999) су утврдили да наставници треба да стекну одговарајуће вештине и успешна искуства у коришћењу технологије још у фази обуке, како би олакшали и прилагодили своје наставне стратегије, ради оптимизације учења својих ученика.

Ова студија је дала емпиријске доказе који сугеришу да се ставови будућег наставника према коришћењу рачунара могу предвидети преко њиховог доживљаја корисности, доживљаја једноставности употребе, субјективне норме као и технолошке сложености. Када будући наставници поседују позитивне ставове према рачунарима, они имају тенденцију да буду више фокусирани на коришћење рачунара, што је основни чинилац за успешно коришћење рачунара (Shapka & Ferrari, 2003). Како би искористили позитиван утицај ставова на употребу рачунара, едукатори наставника и руководиоци институција треба да обезбеде могућности не би ли тиме осигурали успешну интеракцију са рачунарима међу студентима.

Рачунари пружају наставницима и ученицима могућности да истражују различите аспекте математике. Могуће је да је позитивне ставове према употреби рачунара у настави математике лакше развити међу будућим наставницима. Ако се обучавају да буду агенти промена, будући наставници могу довести до интеграције рачунара у настави математике, када почну да раде у струци након дипломирања. Грејндер и Толхурст (Grainger & Tolhurst, 2005) су утврдили да нечији позитиван став према употреби рачунара може бити развијен помоћу снажног вођства, оперативне изврсности, позитивне етике, сарадничке културе и добро мотивисаних и брижних вршњака. По том питању, Пирс и Бал (Pierce & Ball, 2009) залагали су се да стручно усавршавање наставника математике треба да се бави питањима која се тичу ставова и перцепција корисника, као и развоја технолошких вештина.

Ова студија је показала да је искуство један од значајних предиктора намере коришћења рачунара на иновативном нивоу у настави математике и код будућих учитеља и код будућих наставника математике. Због тога је важно да руководства одговарајућих факултета уложе свестан напор у стварању повољног окружења за учење у коме студенти могу стећи успешна искуства у коришћењу информационих технологија за наставу и учење. Сечена искуства у коришћењу рачунара на иновативном нивоу у математичкој учионици још за време студирања, могла би бити драгоцену у формирању њихових ставова и намере коришћења. Разумно је очекивати да би успешно искуство са коришћењем информационих технологија могло да подстакне развој позитивних ставова према употреби рачунара међу студентима, а да би, заузврат, значајно утицало на њихову намеру да користе информационе технологије. Међутим, емпиријски је доказано да је такав случај једино код намере употребе рачунара у настави математике на иновативном нивоу, док, када је у питању традиционална употреба рачунара, искуство нема значајнији утицај на ставове, већ директно утиче на намеру употребе.

У овој студији, перцепције лакоће коришћења показала се као важан предиктор у намери коришћења рачунара на традиционалном нивоу у настави математике на комплетном узорку. Да би мотивисали студенте да користе рачунаре у настави математике, на начин који је описан у овој студији као традиционалан, њихови едукатори треба да осигурају да ученици имају довољно могућности и одговарајуће курсеве за стицање основних вештина неопходних за интеграцију рачунара на

традиционалним нивоу. На тај начин би почели да га доживљавају једноставним за коришћење.

Из ове студије, PU, PEU и SN су важне променљиве које обликују намере будућих наставника да користе технологију (BI) путем међусобног утицаја као и посредством ставова. Едукатори наставника могу да моделују интеграцију технологије кроз своја предавања и дизајн оцењивања (процене). Моделовањем коришћења технологије, едукатори наставника могу деловати као помагачи у обликовању доживљаја корисности (PU) код будућег наставника и доживљаја лакоће употребе рачунара (PEU). Због њиховог статуса у институцијама, ти едукатори делују као "људи чије мишљење се уважава", што значи да субјективна норма студената може бити под њиховим позитивним утицајем.

Посебно, потреба будућих учитеља и наставника за технолошко-педагошким знањем садржаја је веома значајна у фирмирању њихове намере да користе рачунар на оба нивоа у настави математике. Како будући учитељи и наставници математике постају свесни предности које пружа употреба рачунара у настави математике, њихова потреба за ТРСК вештинама расте и то највише утиче на намеру коришћења. Јуен и сар. (Yuen et al., 1999) су утврдили да, како би наставници олакшали и прилагодили своје наставне стратегије оптимизацији учења њихових ученика, они треба да стекну релевантне вештине и успешна искуства у коришћењу рачунара још у фази обуке. У подстицању интеграције рачунара на оба нивоа, веома је важно да се студентима обезбеде примери добре праксе, као и могућности да се постигне позитивно искуство и да они испуне своје потребе за ТРСК у настави и учењу математике. Барак (Barak, 2014) тврди да су институције за образовање наставника одговорне за постављање примера интеграције ИКТ на иновативни начин. STEM едукатори наставника треба да уложе значајне напоре да интегришу ИКТ које ће подржати учење усмерено на ученика, учење кроз рад, истраживачко учење и сарадничко учење. То би учинило процес и изазовним и забавним (Barak, 2014, p. 14). Програми за образовање наставника треба нашироко да усвоје развој ТРСК вештина будућих наставника као што су неки истраживачи то већ урадили (Niess, 2005; Niess, 2007), а основна орјентација треба да буде окренута педагошким питањима (Kadijevich, 2012). Наведено би се могло постићи кроз студентску праксу и адекватну промену наставних планова и

програма за образовање наставника, према ТРАСК стандардима за наставнике математике (Niess et al., 2009).

Припрема наставника да предају са информационим технологијама требало би да буде усмерена првенствено на наставу са информационим технологијама, уместо искључиво на саме информационе технологије (Russel et al., 2003). Кенгве и сар. (Keengwe, Onchwari & Wachira, 2008) сматрају да би школе требало да настоје да створе јаке визије засноване на интеграцији информационих технологија и да пружају релевантне програме стручног усавршавања, који би подржавали наставнике да експериментишу са новим образовним ИКТ. Посебно, резултати овог истраживања показују да едукатори наставника, који су одговорни за пружање стручног усавршавања будућим наставницима у настави математике, треба да организују своје наставне активности са циљем да омогуће својим полазницима да развијају позитивне перцепције у вези са својом продуктивношћу, лакоћом и једноставности коришћења рачунара.

Вугт (Voogt, 2010) је утврдио да "наставници природних наука који обимно користе ИКТ, много више од својих колега, који мало користе ИКТ, теже постизању наставних циљева и пружању знања оријентисаним ка доживотном учењу". Важно је да студенти, будући учитељи (наставници), поред педагошке оријентације ка традиционално важним циљевима добију и оријентацију ка наставним циљевима доживотног учења и праксе.

За подстицање иновативног начина интеграције рачунара најважније је да се студентима пруже могућности за стицање праксе, затим дају примери добре праксе, као и могућности стицања позитивног искуства и задовољења њихових потреба за ТРАСК вештинама у настави и учењу математике, што такође важи и за традиционалну употребу. Поред тога, едукатори наставника би требало да интензивно користе рачунаре на иновативан начин, како би развили вештине целоживотног учења код својих студената, будућих учитеља и наставника математике и тако им пружили добре примере. На тај начин би их припремили за коришћење нових рачунарских алата, софтвера или других нових ИКТ у будућности, у настави математике, а не само информационе технологије данашњице (Hunt, 1997).

5.5. НАУЧНЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

Ова студија доприноси методологији истраживања истицањем коришћења видео стимулуса у спреси са упитником. Учесници су морали да одговоре на питања у вези са конкретним аспектима коришћења рачунара приказаних у видео стимулусу, а не уопштено. Пример једне од ставки у упитнику: " Планирам да у настави математике често користим рачунар и одговарајући софтвер за развој групних пројеката (на пример рачунање трошкова екскурзије) у неком *Wiki* окружењу ".

Циљ ове студије била је идентификација видова коришћења рачунара у настави математике на нижем и вишем новоу употребе, утврђивање одређења будућих учитеља и наставника да примене видове коришћења рачунара на овим нивоима, тестирање ваљаности коришћеног модела и утврђивање предиктора који утичу на ова одређења, како би се добиле препоруке за унапређење наставе и процеса учења математике. По свом садржају тема представља теоретски и практични допринос актуелним истраживањима у области учења.

Ово истраживање указује на предикторе који утичу на одлуку будућих учитеља и наставника математике да користе рачунар у настави математике и отвара могућност њиховог сагледавања у наставном процесу.

Друштвени допринос резултата огледа се најпре у идентификацији одговарајућих софтвера и активности које будући учитељи и наставници намеравају да користе у настави математике у основној школи. Затим, дат је одговор на питање да ли постоје разлике у њиховом одређењу, тј. избору активности у нижим и вишим разредима основне школе и у избору једноставнијих и сложенијих активности. На крају, приказано је који то предиктори утичу на одређење будућих учитеља и наставника математике да користе рачунар у настави математике на различитим нивоима и одређују разлике у њиховим одлукама. Добијени резултати дају смернице и препоруке за унапређење даљег образовања будућих учитеља и наставника у области математике.

Научни значај и допринос овог истраживања огледа се у креирању модела прихватања информационих технологија и утврђивању његове валидности за различите нивое примене рачунара и различите типове будућих наставника.

Резултати треба да буду примењени у пракси и да допринесу унапређењу наставе и процеса учења.

6. ЗАКЉУЧАК

6.1. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Ова студија испитује променљиве које утичу на намеру будућих учитеља и наставника математике у Србији да користе рачунар у настави математике на различитим нивоима употребе. Модел прихватања технологије (ТАМ) проширен је са пет спољашњих променљивих (искуство будућих учитеља и наставника математике, технолошка комплексност, субјективна норма, знање математике и потреба за ТРСК) како би се објаснила намера учесника да користе рачунар. Овим истраживањем дошло се до неколико налаза.

Намера будућих учитеља и наставника математике да користе информационе технологије у настави математике је дефинисана њиховом потребом за ТРСК, на првом месту, а затим искуством, и на традиционалном и на иновативном нивоу употребе. Међутим, на традиционалном нивоу значајан утицај показали су и ставови према употреби рачунара као и искуство. На намеру учитеља да користе рачунар на традиционалном нивоу највише утиче потреба за ТРСК, а затим доживљај лакоће коришћења, док на иновативном потреба за ТРСК, затим искуство, а, на крају, ставови. Код будућих наставника математике намеру коришћења рачунара на традиционалном нивоу формирају углавном највише потреба за ТРСК, затим искуство па ставови, док на иновативном нивоу само потреба за ТРСК и искуство, док ставови немају утицаја. Доживљај лакоће коришћења има значајан директан утицај на намеру коришћења само на традиционалном нивоу употребе рачунара.

Ставови будућих учитеља и наставника математике према коришћењу рачунара на оба нивоа употребе објашњени су на првом месту доживљајем корисности, затим доживљајем лакоће коришћења рачунара, и на крају технолошком сложености и субјективном нормом. Једина разлика у посебним налазима за будуће учитеље и будуће наставнике математике огледала се у томе да код будућих наставника математике утицај субјективне норме није значајан ни на једном нивоу употребе.

Доживљај корисности будућих учитеља и наставника математике се значајно приписује доживљају једноставности употребе, субјективној норми и потреби за ТРСК у свим случајевима које смо испитивали.

Доживљај једноставности употребе код будућих учитеља и наставника математике објашњава се помоћу технолошке комплексности и знања математике на свим испитиваним узорцима и нивоима употребе.

Не постоје значајне разлике између променљивих које утичу на намеру будућих наставника да користе информационе технологије у настави математике према полу и старости, али постоје у односу на врсту студија, у корист будућих учитеља.

Утврђено је да је променљиве променљиве, доживљај корисности, доживљај лакоће употребе, технолошка комплексност и субјективна норма, такође посредно, преко променљиве ставови према коришћењу рачунара, објашњавају намеру коришћења рачунара на оба нивоа. Субјективна норма, технолошка комплексност и знања из математике, такође су утицали на намеру понашања индиректно и преко доживљаја корисности, доживљаја једноставности употребе, као и ставова према коришћењу рачунара. Потреба за ТРСК утицала је на ставове према употреби рачунара индиректно, кроз доживљај корисности.

Изнети су емпиријски докази у овој студији да постоји значајна веза између сопственог виђења (самоперцепције) будућих учитеља и наставника математике у вези са својом способношћу коришћења ТРСК и стеченог искуства и њихових планова у вези са коришћењем рачунара у настави математике.

С обзиром на мали број истраживања у овој области у земљама у развоју, ова студија може да послужи као полазна тачка у разумевању намере будућих учитеља и наставника математике да користе рачунар на различитим нивоима употребе у настави математике у Србији и друштвима која деле сличан ниво технолошког развоја.

Из теоријске перспективе, ова студија доприноси истраживањима о прихватању рачунара на различитим нивоима употребе за предметну наставу (на пример математике) међу корисницима у не-западним културама које немају исти ниво технолошког напретка као оне о којима се доста говори у литератури, омогућавајући тако поређења са тим друштвима.

7. КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

Литература

- [1] O. F. Adebowale, A. A. Adediwura and T. A. Bada, *Correlates of computer attitude among secondary school students in Lagos state, Nigeria*, International Journal of Computing and ICT Research **3**(2) (2009), 20–30.
- [2] A. O. Agbatogun, *Self-concept, computer anxiety, gender and attitude towards interactive computer technologies: A predictive study among Nigerian teachers*, International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology **6**(2) (2010), 55–68.
- [3] I. Ajzen, *The theory of planned behavior*, Organizational Behavior and Human Decision Processes **50** (1991), 179–211.
- [4] AMTE (Association of Mathematics Teacher Educators), (2006), *Preparing Teachers to Use Technology to Enhance the Learning of Mathematics*, Accessed August 30. <http://amte.net/group/resources/01-06/position-preparing-teachers-use-technology-enhance-learning-mathematics>
- [5] R. Anderson, *Implications of the information and knowledge society for education*. In (eds J. Voogt & G. Knezek) International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education, pp. 5–22. Springer, NewYork, 2008.
- [6] C. Angeli and N. Valanides, *Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK)*, Computers & Education **52** (2009), 154–168.
- [7] J. L. Arbuckle, *AMOS (version 6.0) [Computer software]*, Chicago: SmallWaters, 2005.
- [8] S. Bakr, *Attitudes of Egyptian teachers towards computers*, Contemporary Educational Technology **2**(4) (2011), 308–318.

- [9] M. Barak, *Closing the Gap Between Attitudes and Perceptions About ICT-Enhanced Learning Among Pre-service STEM Teachers*, J Sci Educ Technol **23** (2014), 1–14.
- [10] A. Bennison and M. Goos, *Learning to teach mathematics with technology: A survey of professional development needs, experiences and impacts*, Mathematics Education Research Journal **22**(1) (2010), 31–56.
- [11] I. Benbasat and H. Barki, *Quo vadis TAM?*, Journal of the association for information systems, **8**(4) (2007), 211–218.
- [12] T. Brown, *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. NY: Guildford Press, 2006.
- [13] K. Burns, *Technology, content and pedagogy: united in pre-service teacher instruction*, Technology and Teacher Education Annual **18** (2007), 2177–2179.
- [14] C. C. Chang, C. F. Yan and J. S. Tseng, *Perceived convenience in an extended technology acceptance model: Mobile technology and English learning for college students*, Australasian Journal of Educational Technology **28**(5) (2012), 809–826.
- [15] R. Cheung and D. Vogel, *Predicting user acceptance of collaborative technologies: An extension of the technology acceptance model for e-learning*, Computers & Education **63** (2013), 160–175.
- [16] J. W. Cohen, *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd edn). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [17] C. Crisan, *The Interaction Between The Use of ICT And Mathematics Teachers' Professional Knowledge Base for Teaching*, Research in Mathematics Education **3**(1) (2001), 87–100.
- [18] F. D. Davis, *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*, MIS Quarterly **13**(3) (1989), 319–340.
- [19] F. D. Davis, R. P. Bagozzi and P. R. Warshaw, *User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models*, Management Science **35**(8) (1989), 982–1003.
- [20] R. De Vellis, *Scale development: Theory and applications* (2nd edn.). Thousand Oaks, California: Sage, 2003.
- [21] E. Delen and O. Bulut, *The Relationship Between Students' Exposure to Technology and Their Achievement in Science and Math*, Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET **10**(3) (2011), 311–317.

- [22] S. Dimitrijević, B. Popović and M. Stanić, *Computer use in mathematics teaching – overview of the situation in Serbia*, Croatian journal of education-hrvatski casopis za odgoj i obrazovanje **14** (2012), 387–415.
- [23] M. Dogan, *Primary trainee teachers' attitudes to and use of computer and technology in mathematics: The case of Turkey*, Educational Research and Review **5**(11) (2010), 690–702.
- [24] S. Doukakis, M. Chionidou-Moskofoglou, E. Mangina-Phelan and P. Roussos, *Researching technological and mathematical knowledge (TCK) of undergraduate primary teachers*, International Journal of Technology Enhanced Learning **2**(4) (2010), 372–382.
- [25] M. Drent and M. Meelissen, *Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively?*, Computers & Education **51**(1) (2008), 187–199.
- [26] P. A. Ertmer, *Teacher Pedagogical Beliefs: The Final Frontier in Our Quest for Technology Integration?*, Educational Technology Research and Development **53**(4) (2005), 25–39.
- [27] European Commission, *eEurope 2005: An Information Society for All*. European Commission, Brussels, 2002.
- [28] J. Fančovičová and P. Prokop *Students' attitudes toward computer use in Slovakia*, Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education **4**(3) (2008), 255–262.
- [29] M. Fishbein and I. Ajzen, *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1975.
- [30] C. Fornell and D. F. Larcker, *Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error*. Journal of Marketing Research **48** (1981), 39-50.
- [31] C. Franklin, *Factors that Influence Elementary Teachers' Use of Computers*, JI. of Technology and Teacher Education **15**(2) (2007), 267–293.
- [32] R. Grainger and D. Tolhurst, *Organisational factors affecting teachers' use and perception of information and communications technology*. In Proceedings. South East Asia Regional Computer Confederation (SEARCC) Conference 2005: ICT Building Bridges, Sydney, Australia. CRPIT, 46. Low, G., Ed. ACS. 13–22, 2005.

- [33] M. M. Groves and P. C. Zemel, *Instructional technology adoption in higher education: An action research case study*, International Journal of Instructional Media **27**(1) (2000), 57-65. <http://www.highbeam.com/doc/1G1-60476994.html>
- [34] J. F. Hair, W. C. Black, B. J. Babin and R. E. Anderson, *Multivariate data analysis* (seventh ed.). New Jersey: Prentice-Hall International, 2010.
- [35] B. Handal, M. Cavanagh, L. Wood and P. Petocz, *Factors leading to the adoption of a learning technology: The case of graphics calculators*, Australasian Journal of Educational Technology **27**(2) (2011), 343–360.
- [36] R. Hermans, J. Tondeur, J. van Braak and M. Valcke, *The Impact of Primary School Teachers' Educational Beliefs on The Classroom Use of Computers*, Computers & Education **51**(4) (2008), 1499–1509.
- [37] R. H. Hoyle, *Structural equation modeling for social and personality psychology*. London: Sage Publications, 2011.
- [38] C. Hoyles and J -B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology – Rethinking the Terrain: The 17th ICMI Study*. New York: Springer, 2010.
- [39] L. Hu and P. M. Bentler, *Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives*, Structural Equation Modeling **6** (1999), 1–55.
- [40] P. J. Hu, T. H. K. Clark and W. W. Ma, *Examining technology acceptance by school teachers: a longitudinal study*, Information and Management **41**(2) (2003), 227–241.
- [41] H. M. Huang and S. S. Liaw, *Exploring user's attitudes and intentions toward the web as a survey tool*, Computers in Human Behavior **21**(5) (2005), 729–743.
- [42] N. P. Hunt, *Using technology to prepare teachers for the twenty-first century*, Asia-Pacific Journal of Teacher Education **25**(3) (1997), 345–350.
- [43] International Society for Technology in Education (ISTE), *ISTE Standards for Students (Standards•S)*. Retrieved August 30, 2014, from http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-S_PDF.pdf, 2007.
- [44] International Society for Technology in Education (ISTE), *ISTE Standards for Teachers (Standards•T)*. Retrieved August 30, 2014, from http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-T_PDF.pdf, 2008.
- [45] A. U. Jan and V. Contreras, *Technology acceptance model for the use of information technology in universities*, Computers in Human Behavior **27** (2011), 845–851.

-
- [46] D. H. Jonassen, *Computers as Mindtools for Schools (2nd edition)*. Upper Saddle River, NJ. Merrill, 2000.
- [47] K. Joreskog and S. Goldberger, *Estimation of a model with multiple indicators and multiple causes of a single latent variable*, Journal of American Statistical Association **70** (1975), 631–639.
- [48] M. Joubert, *Using digital technologies in mathematics teaching: developing an understanding of the landscape using three ‘grand challenge’ themes*, Educational Studies in Mathematics **82** (2013), 341–359.
- [49] Dj. Kadujevich, *Achieving educational technology standards: the relationship between student teacher’s interest and institutional support offered*, Journal of Computer Assisted Learning **22** (2006), 437–443.
- [50] Dj. Kadujevich, *TPCK framework: Assessing teachers’ knowledge and designing courses for their professional development*, British Journal of Educational Technology **43**(1) (2012), E28–E30.
- [51] Dj. Kadujevich and L. Haapasalo, *Factors that influence student teacher’s interest to achieve educational technology standards*, Computers & Education **50** (2008), 262–270.
- [52] Dj. Kadujevich, L. Haapasalo and J. Hvorecky, *Educational technology standards in professional development of mathematics teachers: an international study*, The Teaching of Mathematics **8** (2005), 47–52.
- [53] J. J. Kaput and P. W. Thompson, *Technology in Mathematics Education Research: The first 25 years in the JRME*, Journal of Research into Mathematics Education **25**(6) (1994), 676–684.
- [54] J. Keengwe, G. Onchwari and P. Wachira, *Computer Technology Integration and Student Learning: Barriers and Promise*, J Sci Educ Technol **17** (2008), 560–565.
- [55] H.C. Kelman, *Compliance, identification, and internalization: Three processes of attitude change?*, Journal of Conflict Resolution **2**(1) (1958), 51–60.
- [56] E. Kiraz and D. Ozdemir, *The relationship between educational ideologies and technology acceptance in pre-service teachers*, Educational Technology and Society **9**(2) (2006), 152–165.

- [57] L. Klem, *Structural equation modeling*, In L. Grimm and P. Yarnold (Eds.), Reading and understanding multivariate statistics (Vol. II). Washington, DC: American Psychological Association, 2000.
- [58] R. B. Kline, *Principles and practice of structural equation modelling*. 3rd ed. New York: Guilford Press, 2011.
- [59] J. Lagrange, *Complex calculators in the classroom: Theoretical and practical reflections on teaching pre-calculus*, International Journal of Computers for Mathematical Learning **4**(1) (1999), 51–81.
- [60] C. Lai, Q. Wang and J. Lei, *What factors predict undergraduate students' use of technology for learning? A case from Hong Kong*, Computers & Education **59** (2012), 569–579.
- [61] M. Lampert and D. L. Ball, *Teaching, multimedia, and mathematics: Investigations of real practice*. New York: Teachers College Press, 1998.
- [62] C.B. Lee, C.S. Chai, T. Teo and D. Chen, *Preparing preservice teachers' for the integration of ICT based studentcentred learning (SCL) curriculum*, Journal of Education **13** (2008), 15–28.
- [63] H. Lee, A. Feldman and D. I. Beatty, *Factors that Affect Science and Mathematics Teachers' Initial Implementation of Technology-Enhanced Formative Assessment Using a Classroom Response System*, Journal of Science Education and Technology **21** (2012), 523–539.
- [64] P. Legris, J. Ingham and P. Collette, *Why Do People Use Information Technology? A Critical Review of the Technology Acceptance Model*, Information & Management **40**(3) (2003), 191–204.
- [65] C. P. Lim and M. S. Khine, *Managing teachers' barriers to ICT integration in Singapore schools*, Journal of Technology and Teacher Education **14**(1) (2006), 97–125.
- [66] G. M. Lloyd and M. Wilson, *Supporting innovation: The impact of a teacher's conceptions of functions on his implementation of a reform curriculum*, Journal for Research in Mathematics Education **29** (1998), 248–274.
- [67] W. W.-k. Ma, R. Andersson and K.-O. Streith, *Examining user acceptance of computer technology: an empirical study of student teachers*, Journal of Computer Assisted Learning **21** (2005), 387–395. doi: 10.1111/j.1365-2729.2005.00145.x

- [68] C. D. Maddux, D. L. Johnson and J. W. Willis, *Educational computing: Learning with tomorrow's technologies*. Boston: Allyn & Bacon, 1997.
- [69] Y. Malhotra and D. F. Galletta, *Extending the technology acceptance model to account for social influence: Theoretical bases and empirical validation*, In Systems Sciences, 1999. HICSS-32. Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on (pp. 14-pp). IEEE, 1999.
- [70] K. V. Mardia, *Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications*, *Biometrika* **36** (1970), 519–530.
- [71] T. Martin and T. Herrera, *Mathematics Teaching Today*. 1st ed. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2007.
- [72] K. Mathieson, *Predicting user intentions: comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior*, *Information systems research*, **2**(3) (1991), 173–191.
- [73] J. Mayer-Smith, E. Pedretti and J. Woodrow, *Closing of the gender gap in technology enriched Science Education: A case study*, *Computers and Education* **35** (2000), 51–63.
- [74] R. P. McDonald and R. H. Ho, *Principles and practice in reporting structural equation analyses*, *Psychological Methods* **7** (2002), 64–82.
- [75] V. Milutinović, *An algorithm for calculation (+, *) expressions with natural numbers*, *Kragujevac Journal of Mathematics* **25** (2003a), 81-90.
- [76] V. Milutinović, *Razni algoritmi i programi u nastavi matematike*. Neobjavljena magistarska teza, Univerzitet u Kragujevcu, 2003b.
- [77] V. Milutinović, *Introducing ICT*, In Savović, B. (ed.) *Reform of Teacher education Faculty/ Action Research (174-181)*, Jagodina: Faculty of Education, University of Kragujevac, 2006.
- [78] V. Milutinović, *Factors of ICT application in education: Mentors and student teachers*, In M. Meri (Ed.), *Promoting Teacher Education - From Intake System To Teaching Practice: proceedings of the international conference*. Vol.1, pp. 175–187. Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, 2009.
- [79] V. Milutinović, *Analiza iskustva i namere upotrebe računara u nastavi matematike budućih učitelja i nastavnika matematike*. In Egerić, M. (ed.) *Methodological Aspects*

- of Teaching Mathematics book of abstracts 3rd International Conference MATM2014(50). Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, 2014.
- [80] В. Милутиновић, М. Егерић, *Решавање проблемских задатака уз помоћ компјутера*, Зборник 7 (2003), 293-301.
- [81] P. Mishra and M. Koehler, *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*, The Teachers College Record **108**(6) (2006), 1017–1054.
- [82] H. Motaghian, A. Hassanzadeh and D. K. Moghadam, *Factors affecting university instructors' adoption of web-based learning systems: Case study of Iran*, Computers & Education **61** (2013), 158–167.
- [83] J. W. Mueller, E. Wood, T. Willoughby, C. Ross and J. Specht, *Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration*, Computers & Education **51** (2008), 1523–1537.
- [84] S. Mumtaz, *Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature*, Technology, Pedagogy and Education **9**(3) (2000), 319–342.
- [85] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM, 2000.
- [86] National Center for Educational Statistics (NCES), *Internet access in US public schools and classrooms: 1994–2005*. Преузето са <http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2007020>, 2006.
- [87] M.L. Niess, *Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge*, Teaching and Teacher Education **21** (2005), 509–523.
- [88] M.L. Niess, *Developing teacher's TPACK for teaching mathematics with spreadsheets*, Technology and Teacher Education Annual **18** (2007), 2238–2245.
- [89] M. L. Niess, R. N. Ronau, K. G. Shafer, S. O. Driskell, S. R. Harper, C. Johnston, C. Browning, S. A. Özgün-Koca and G. Kersaint, *Mathematics teacher TPACK standards and development model*, Contemporary Issues in Technology and Teacher Education **9**(1) (2009), 4–24.
- [90] J. C. Nunnally and I. H. Bernstein, *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1994.

- [91] M. A. Ocak, *Mathematics teachers' attitudes toward the computers*, The Turkish Online Journal of Educational Technology **4**(3) (2005), 82–88.
- [92] C. Ong and J. Lai, *Gender differences in perceptions and relationships among dominants of e-learning acceptance*, Computers in Human Behavior **22** (2006), 816–829.
- [93] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Lifelong learning*, Observer 1–8 February (2004). Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/17/11/29478789.pdf> (last accessed 21 January 2012).
- [94] V. Otero, D. Peressini, K. A. Meymaris, P. Ford, T. Garvin, D. Harlow, M. Reidel, B. Waite and C. Mears, *Integrating Technology into Teacher Education: A Critical Framework for Implementing Reform*, Journal of Teacher Education **56**(1) (2005), 8–23.
- [95] S. Pan and M. Jordan-Marsh, *Internet use intention and adoption among Chinese older adults: From the expanded technology acceptance model perspective*, Computers in Human Behavior **26** (2010), 1111–1119.
- [96] S. Y. Park, *An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning*, Educational Technology & Society **12**(3) (2009), 150–162.
- [97] Partnership for 21st Century Skills, *Framework for 21st century learning* (2011). Available at: <http://www.p21.org/> (last accessed 27 January 2014).
- [98] R. Pierce and L. Ball, *Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes*, Educational Studies in Mathematics **71** (2009), 299–317.
- [99] K. Pituch and Y. K. Lee, *The influence of system characteristics on e-learning use*, Computers and Education **47**(2) (2006), 222–244.
- [100] B. Pynoo, J. Tondeur, J. V. Braak, W. Duyck, B. Sijnave and P. Duyck, *Teachers' acceptance and use of an educational portal*, Computers & Education **58** (2012), 1308–1317.
- [101] T. Raykov and G. A. Marcoulides, *An introduction to applied multivariate analysis*. New York: Taylor & Francis, 2008.

-
- [102] H. C. Reed, P. Drijvers and P. A. Kirschner, *Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools*, *Computers & Education* **55**(1) (2010), 1–15.
- [103] D. A. Ritzhaupt, K. Dawson and C. Cavanaugh, *An investigation of factors influencing student use of technology in K-12 classrooms using path analysis*, *Journal of Educational Computing Research* **46**(3) (2012), 229–254.
- [104] M. Russel, D. Bebell, L. O’Dwyer and K. O’Connor, *Examining teacher technology use implications for preservice and inservice teacher preparation*, *Journal of Teacher Education* **54**(4) (2003), 297–310.
- [105] K. Ruthven, *Towards a naturalistic conceptualisation of technology integration in classroom practice: the example of school mathematics*, *Education & Didactique* **3**(1) (2009), 131–152.
- [106] H. K. Sam, A. E. A. Othman and Z. S. Nordin, *Computer self-efficacy, computer anxiety, and attitudes toward the internet: A study among undergraduates in Unimas*, *Educational Technology & Society* **8**(4) (2005), 205–219.
- [107] J. Schepers and M. Wetzels, *A meta-analysis of the technology acceptance model: investigating subjective norm and moderation effects*, *Information & Management* **44** (2007), 90–103
- [108] R. E. Schumacker and R. G. Lomax, *A beginner's guide to structural equation modeling (3rd ed.)*. New York: Routledge, 2010.
- [109] A. H. Segars, *Assessing the unidimensionality of measurement: A paradigm and illustration within the context of information systems research*, *Omega International Journal of Management Science* **25**(1) (1997), 107–121.
- [110] J. D. Shapka and M. Ferrari, *Computer-related attitudes and actions of teacher candidates*, *Computers in Human Behaviour* **19**(3) (2003), 319–334.
- [111] M. G. Sherin and S. Y. Han, *Teacher learning in the context of a video club*, *Teaching and Teacher Education* **20** (2004), 163–183.
- [112] L.S. Shulman, *Those who understand: knowledge growth in teaching*, *Educational Researcher* **15** (1986), 4–14.
- [113] D. Sime and M. Priestley, *Student teachers' first reflections on ICT in classroom learning: Implications for initial teacher education*, *Journal of Computer Assisted Learning* **21**(2) (2005), 130–143.

- [114] F. K. Stage, H. C. Carter and A. Nora, *Path analysis: an introduction and analysis of a decade of research*, The Journal of Educational Research **98** (2004), 5–12.
- [115] J. Star and S. Strickland, *Learning to observe: using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice*, Journal of Mathematics Teacher Education **11** (2007), 107–125.
- [116] J. H. Steiger, *Understanding the limitations of global fit assessment in structural equation modeling*, Personality and Individual Differences **42** (2007), 893–898.
- [117] J. Stevens, *Applied multivariate statistics for the social sciences (3rd edn.)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.
- [118] S. Taylor and P. Todd, *Understanding information technology usage: a test of competing models*, Information Systems Research **6**(2) (1995), 144–176.
- [119] T. Teo, *Pre-service teachers' attitudes towards computer use: A Singapore survey*, Australasian Journal of Educational Technology **24**(4) (2008), 413–424.
- [120] T. Teo, *Examining the relationship between student teachers' self-efficacy beliefs and their intended uses of technology for teaching: a structural equation modelling approach*, The Turkish Online Journal of Educational Technology **8**(4) (2009a), 7–16.
- [121] T. Teo, *Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers*, Computers & Education **52** (2009b), 302–312.
- [122] T. Teo, *A path analysis of pre-service teachers' attitudes to computer use: applying and extending the technology acceptance model in an educational context*, Interactive Learning Environments **18**:1 (2010), 65 —79.
- [123] T. Teo, *Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test*, Computers & Education **57** (2011), 2432–2440.
- [124] T. Teo, *Proposing a model to explain teachers' intention to use technology: Identifying constructs and formulating hypotheses*, International Journal of Information and Communication Technology Education **8**(3) (2012), 22–27
- [125] T. Teo, *A comparison of non-nested models in explaining teachers' intention to use technology*, British Journal of Educational Technology **44**(3) (2013), E81–E84.
- [126] T. Teo, *Unpacking Teachers' Acceptance of Technology: Tests of Measurement Invariance and Latent Mean Differences*, Computers & Education **75** (2014), 127–135.

-
- [127] T. Teo and X. Fan, *Coefficient Alpha and beyond: Issues and alternatives for educational research*, *The Asia-Pacific Education Researcher* **22**(2) (2013), 209–213.
- [128] T. Teo and V. Milutinovic, *Modelling the intention to use technology for teaching Mathematics among pre-service teachers in Serbia*, *Australasian Journal of Educational Technology* **31**(4) (2015), 363–380.
- [129] T. Teo and J. Noyes, *Explaining the intention to use technology among educational users: A multi-group analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)*, *Interactive Learning Environment* **22**(1) (2014), 51–66.
- [130] T. Teo and P. van Schaik, *Understanding technology acceptance among pre-service teachers: a structural equation modeling approach*, *The Asia-Pacific Education Researcher* **18**(1) (2009), 47–66.
- [131] T. Teo and S. L. Wong, *Modeling key drivers of e-learning satisfaction among student teachers*, *Journal of Educational Computing Research* **48**(1) (2013), 71–95.
- [132] T. Teo, C. B. Lee and C. S. Chai, *Understanding pre-service teachers' computer attitudes: applying and extending the Technology Acceptance Model (TAM)*, *Journal of Computer Assisted Learning* **24**(2) (2008), 128–143.
- [133] T. Teo, C. B. Lee, C. S. Chai and S. L. Wong, *Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM)*, *Computers & Education* **53** (2009), 1000–1009.
- [134] T. Teo, W. S. Luan, T. Thammetar and W. Chattiwat, *Assessing e-learning acceptance by university students in Thailand*, *Australasian Journal of Educational Technology* **27**(8) (2011), 1356–1368.
- [135] T. Teo, O. F. Ursavas and E. Bahcekapili, *An assessment of pre-service teachers' technology acceptance in Turkey: A structural equation modeling approach*, *The Asia-Pacific Education Researcher* **21**(1) (2012), 199–210.
- [136] R. L. Thompson, C. A. Higgins and J. M. Howell, *Personal computing: toward a conceptual model of utilization*, *MIS Quarterly* **15**(1) (1991), 124–143.
- [137] J. Tondeur, J. Van Braak and M. Valcke, *Towards a typology of computer use in primary education*, *Journal of computer assisted learning* **23** (2007), 197–206.
- [138] D. Tubin, *Typology of ICT implementation and technology application*, *Computers in the Schools*, **23**(1/2) (2006), 85–98.

- [139] M. Turner, B. Kitchenham, P. Brereton, S. Charters and D. Budgen, *Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review*, Information and Software Technology **52** (2010), 463–479.
- [140] UNESCO, *Information and communication technologies in teacher education: A planning guide*. P. Resta (Ed.). Unesco, 2002.
- [141] UNESCO, *Technology, broadband and education, advancing the education for all agenda. A report by the broadband commission working group on education*. Retrieved May 9, 2013, from www.broadbandcommission.org, 2013.
- [142] UNESCO-IBE, *Republic of Serbia, World Data on Education, seventh edition 2010/11*. Retrieved February 7, 2014, from http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Serbia.pdf, 2011.
- [143] V. Venkatesh, *Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model*, Information systems research **11**(4) (2000), 342–365.
- [144] V. Venkatesh and F. D. Davis, *A theoretical extension of technology acceptance model: Four longitudinal field studies*, Management Science **46** (2000), 186–204.
- [145] V. Venkatesh and F. D. Davis, *A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test*, Decision sciences **27**(3) (1996), 451–481.
- [146] V. Venkatesh, M. Morris, G. Davis and F. Davis, *User acceptance of information technology: Toward a unified view*, MIS Quarterly **27**(3) (2003), 425–478.
- [147] J. Voogt and H. Pelgrum, *ICT and curriculum change*, Human Technology; an Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments **1**(2) (2005), 157–175.
- [148] J. Voogt, *Teacher factors associated with innovative curriculum goals and pedagogical practices: differences between extensive and non-extensive ICT-using science teachers*, Journal of Computer Assisted Learning **26**(6) (2010), 453–464.
- [149] P. Wachira and J. Keengwe, *Technology Integration Barriers: Urban School Mathematics Teachers Perspectives*, J Sci Educ Technol **20** (2011), 17–25.
- [150] B. Wheaton, B. Muthen, D. Alwin and G. Summers, *Assessing reliability and stability in panel models*. In D. R. Heise (ed.), *Sociological Methodology* (84–136). San Francisco: Jossey-Bass, 1977.

- [151] P. Williams, *The learning web: The development, implementation and evaluation of internet-based undergraduate materials for the teaching of key skills*, *Active Learning in Higher Education* **3**(1) (2002), 40–53.
- [152] K. T. Wong, T. Teo and S. Russo, *Interactive whiteboard acceptance: Applicability of the UTAUT Model among student teachers*, *The Asia Pacific Education Researcher* **22**(1) (2013), 1–10.
- [153] S. L. Wong, S. F. Ng, M. Nawawi and S. H. Tang, *Experienced and inexperienced internet users among pre-service teachers: Their use and attitudes toward the Internet*, *Journal of Educational Technology and Society* **8**(1) (2005), 90–103.
- [154] E. Wood, J. Mueller, T. Willoughby, J. Specht and T. Deyoung, *Teachers' Perceptions: barriers and supports to using technology in the classroom*, *Education, Communication & Information* **5**(2) (2005), 183–206.
- [155] S. Yildirim, *Effects of an educational computing course on pre-service and inservice teachers: a discussion and analysis of attitudes and use*, *Journal of Research on Computing in Education* **32**(4) (2000), 479–495.
- [156] A. H. K. Yuen and W. W. K. Ma, *Exploring teacher acceptance of E-learning technology*, *Asia-Pacific Journal of Teacher Education* **36**(3) (2008), 229–243.
- [157] H. K. Yuen, N. Law and H. Chan, *Improving IT training for serving teachers through evaluation*. In G. Cumming, T. Okamoto & L. Gomez (Eds.), *Advanced Research in Computers and Communications in Education* **2** (1999), 441–448.
- [158] B. Yushau, *Computer attitude, use, experience, software familiarity and perceived pedagogical usefulness: The case of mathematics professors*, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* **2**(3) (2006), 1–7.
- [159] Закон о основама система образовања и васпитања. Преузето са http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_osnovama_sistema_obrazovanja_i_vaspitanja.html

8. ПРИЛОЗИ

8.1. ПРИЛОГ 1. УПИТНИК О КОРИШЋЕЊУ РАЧУНАРА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

Назив и локација факултета на коме студирате:

Смер који похађате на студијама:

Одлушали сте _____ годину студија.

Пол: Мушки Женски

Године живота: _____

А. Интересује нас, мерено у сатима (на пример 20 сати или 30-40 сати), Ваше **укупно досадашње искуство** у раду на рачунару (у школи, на факултету и код куће). Напишите колико оно износи за следеће активности:

- Коришћење сачињених презентација _____
- Прављење (израда) нових презентација _____
- Коришћење готових модела _____
- Прављење (израда) нових модела _____
- Размена информација у неком *Wiki* окружењу _____
- Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком *Wiki* окружењу _____
- Тестирање знања коришћењем већ начињених тестова _____
- Прављење нових тестова знања _____

Б. Планирам да у настави математике **често** користим рачунар и одговарајући софтвер за:

Тврдња	Слагање				
1. Коришћење сачињених презентација	1	2	3	4	5
2. Прављење (израду) нових презентација	1	2	3	4	5
3. Коришћење готових модела	1	2	3	4	5
4. Прављење (израду) нових модела	1	2	3	4	5
5. Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу	1	2	3	4	5
6. Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу	1	2	3	4	5
7. Тестирање знања коришћењем већ начињених тестова	1	2	3	4	5
8. Прављење нових тестова знања	1	2	3	4	5

1 – уопште се не слажем 2 – не слажем се 3 – нити се слажем нити се не слажем 4 – слажем се 5 – слажем се у потпуности

В. Боље бих реализовао/ла наставу математике када бих знао/ла више о:

заокружити одговарајући број код **сваког** тврђења

• математичким појмовима и алгоритмима (процедурама)	1	2	3	4	5
• рачунарским програмима за учење математике (нпр. <i>GeoGebra</i>)	1	2	3	4	5
• различитим наставним методама	1	2	3	4	5
• коришћењу рачунара за приказивање главних садржаја из математике	1	2	3	4	5
• коришћењу рачунара ради имплементације различитих наставних метода	1	2	3	4	5
• наставним методама за обраду различитих садржаја из математике	1	2	3	4	5
• коришћењу рачунара ради имплементације наставних метода за обраду различитих садржаја из математике	1	2	3	4	5

1 – не у потпуности 2 – углавном не 3 – ни да ни не 4 – углавном да 5 – да у потпуности

Г. Молимо Вас да на крају означите колико се слажете са сваком од наведених тврдњи заокружујући одговарајући број. Као и код табеле не претходној страни, бројеви значе следеће:

1 – уопште се не слажем 2– не слажем се 3 – нити се слажем нити се не слажем 4 – слажем се 5 – слажем се у потпуности

Настојте да о одговору не размишљате дуго. Ово је анкета, а **не** тест, па нема тачних и погрешних одговора – одговорите што је могуће искреније.

Тврдња	Слагање				
1. Учење коришћења рачунара ми одузима много времена (у односу на редовне дужности).	1	2	3	4	5
2. Коришћење рачунара је тако компликовано да ми је тешко да разумем шта се дешава.	1	2	3	4	5
3. Коришћење рачунара захтева превише времена (за обављање механичких операција као нпр. унос података).	1	2	3	4	5
4. Потребно је много времена да научимо да користимо рачунар (да би било вредно труда).	1	2	3	4	5
5. Када ми је потребна помоћ у коришћењу рачунара, на располагању ми је корисна литература.	1	2	3	4	5
6. Када ми је потребна помоћ у коришћењу рачунара, могу да користим специјализоване курсеве.	1	2	3	4	5

7. Када ми је потребна помоћ у коришћењу рачунара, могу да се ослоним на одређену особу.	1	2	3	4	5
8. Људи чије мишљење уважавам подстичу ме да користим рачунар.	1	2	3	4	5
9. Људи који су ми важни пружиће ми подршку за коришћење рачунара.	1	2	3	4	5
10. Људи који имају утицаја на моје понашање мисле да треба да користим рачунар.	1	2	3	4	5
11. Коришћење рачунара унапредиће мој рад.	1	2	3	4	5
12. Коришћење рачунара повећаће моју ефикасност.	1	2	3	4	5
13. Коришћење рачунара повећаће моју продуктивност.	1	2	3	4	5
14. Сматрам рачунар корисним алатом у свом раду.	1	2	3	4	5
15. Оно што радим на рачунару ми је јасно и разумљиво.	1	2	3	4	5
16. Лако ми је да постигнем да рачунар уради оно што ја хоћу.	1	2	3	4	5
17. Сматрам да је лако користити рачунар.	1	2	3	4	5
18. Било би ми лако да постанем вешт/а у коришћењу рачунара.	1	2	3	4	5
19. Употреба рачунара чини посао интересантнијим.	1	2	3	4	5
20. Рад на рачунару је забаван.	1	2	3	4	5
21. Волим да користим рачунар.	1	2	3	4	5
22. Радујем се оним аспектима мога посла који захтевају да користим рачунар.	1	2	3	4	5
23. Имам потребно знање из математике.	1	2	3	4	5
24. Знам да примењујем математичко размишљање.	1	2	3	4	5
25. Користим различите начине и стратегије као помоћ да боље разумем математику.	1	2	3	4	5

Хвала Вам за учешће у овој анкети.

Пре предаје упитника, проверите да ли сте одговорили на сва питања како је тражено. Ваши одговори ће се користити за истраживање о коришћењу рачунара у настави математике.

8.2. ПРИЛОГ 2. СПИСАК СКАЛА И ОДГОВАРАЈУЋИХ СТАВКИ КОРИШЋЕНИХ У ОВОЈ СТУДИЈИ

Променљива	Ставка	
Доживљај корисности (енг. Perceived usefulness – PU) (преузето од Davis, 1989)	PU1	Коришћење рачунара унапредиће мој рад.
	PU2	Коришћење рачунара повећаће моју ефикасност.
	PU3	Коришћење рачунара повећаће моју продуктивност.
	PU4	Сматрам рачунар корисним алатом у свом раду.
Доживљај лакоће употребе (енг. Perceived ease of use – PEU) (преузето од Davis, 1989)	PEU1	Оно што радим на рачунару ми је јасно и разумљиво.
	PEU2	Лако ми је да постигнем да рачунар уради оно што ја хоћу.
	PEU3	Сматрам да је лако користити рачунар.
	PEU4	Било би ми лако да постанем вешт/а у коришћењу рачунара.
Ставови према употреби рачунара (Attitudes toward computer use – ATC) (преузето од Compeau and Higgins (1995); Thompson et al., 1991)	ATCU1	Употреба рачунара чини посао интересантнијим.
	ATCU2	Рад на рачунару је забаван.
	ATCU3	Волим да користим рачунар.
	ATCU4	Радујем се оним аспектима мога посла који захтевају да користим рачунар.
Потреба за ТРСК (енг. Technological Pedagogical Content Knowledge – ТРСК) (преузето од Kadijevich, 2012)		Боље бих реализовао/ла наставу математике када бих знао/ла више о:
	ТРСК1	математичким појмовима и алгоритмима (процедурама)
	ТРСК2	рачунарским програмима за учење математике (нпр. <i>GeoGebra</i>)
	ТРСК3	различитим наставним методама
	ТРСК4	коришћењу рачунара за приказивање главних садржаја из математике
	ТРСК5	коришћењу рачунара ради имплементације различитих наставних метода
	ТРСК6	наставним методама за обраду различитих садржаја из математике
ТРСК7	коришћењу рачунара ради имплементације наставних метода за обраду различитих садржаја из математике	

Искуство (Experience – EXP)	EXP1 EXP2 EXP3 EXP4 EXP5 EXP6 EXP7 EXP8	Наведите <u>мерено у сатима</u> . Ваше укупно досадашње искуство у раду на рачунару (у школи, на факултету и код куће). Напишите колико оно износи за следеће активности: Коришћење сачињених презентација Прављење (израду) нових презентација Коришћење готових модела Прављење (израду) нових модела Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу Тестирање знања коришћењем већ начињених тестова Прављење нових тестова знања
Намера употребе (Behavioral Intention – BI)	BI1 BI2 BI3 BI4 BI5 BI6 BI7 BI8	Планирам да у настави математике често користим рачунар и одговарајући софтвер за: Коришћење сачињених презентација Прављење (израду) нових презентација Коришћење готових модела Прављење (израду) нових модела Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу Тестирање знања коришћењем већ начињених тестова Прављење нових тестова знања
Технолошка комплексност	TC1 TC2 TC3 TC4	Учење коришћења рачунара ми одузима много времена (у односу на редовне дужности). Коришћење рачунара је тако компликовано да ми је тешко да разумем шта се дешава. Коришћење рачунара захтева превише времена (за обављање механичких операција као нпр. унос података). Потребно је много времена да научимо да користимо рачунар (да би било вредно труда).
Субјективна норма	SN1 SN2 SN3	Људи чије мишљење уважавам подстичу ме да користим рачунар. Људи који су ми важни пружиће ми подршку за коришћење рачунара. Људи који имају утицаја на моје понашање мисле да треба да користим рачунар.
Математичко знање	KNOW1 KNOW2 KNOW3	Имам потребно знање из математике. Знам да примењујем математичко размишљање. Користим различите начине и стратегије као помоћ да боље разумем математику.

Искуство	Традиционално (TR)		Наведите_ Ваше укупно досадашње
		EXP1	искуство у раду на рачунару за следеће активности:
		EXP3	Коришћење сачињених презентација
	Иновативно (INN)		Коришћење готових модела
		EXP5	Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу
		EXP6	Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу
Намера употребе	Традиционална (TR)		Планирам да у настави математике често
		VI1	користим рачунар и одговарајући софтвер за:
		VI3	Коришћење сачињених презентација
	Иновативна (INN)		Коришћење готових модела
		VI5	Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу
		VI6	Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу

8.3. ПРИЛОГ 3. ПРАТЕЋИ ТЕКСТ УЗ ФИЛМ

Наслов филма:

РАЗНИ НАЧИНИ ПРИМЕНЕ РАЧУНАРА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

Наслов првог сегмента филма:

ПРЕЗЕНТАЦИЈА ГРАДИВА

Поднаслов 1:

Коришћење САЧИЊЕНИХ презентација

Пратећи текст у филму:

Претраживањем интернета може се брзо и једноставно доћи до занимљивих презентација. Међутим, оне не морају бити методички обликоване, језички адекватне, а често траже и одређене промене садржаја, што некада није омогућено.

Поднаслов 2:

ПРАВЉЕЊЕ (ИЗРАДА) НОВИХ презентација

Пратећи текст у филму:

Недостатке коришћења сачињених презентација могуће је превазићи прављењем (израдом) нових (нпр. помоћу програма *MS PowerPoint*).

Једноставно и лако се додају текст, слике, цртежи, видео материјали, линкови, математичке формуле, фигуре, облици, потребне транзиције, анимације и слично. Једном креирана презентација олакшава будући рад, међутим потребно је одвојити пуно времена за учење рада у програму, прикупљање материјала и израду саме презентације.

Наслов другог сегмента филма:

МОДЕЛИРАЊЕ

Поднаслов:

Коришћење ГОТОВИХ модела

Пратећи текст у филму:

Најлакши начин коришћења моделирања у настави математике је проналажење (на интернету) одговарајућих готових модела спремних за коришћење, за одређену наставну јединицу. Модел се користи на часу за експериментисање и посматрање процеса тако што наставник или ученик мењају параметре. Иако се релативно једноставно долази до модела и није потребно познавање рада у програму (*GeoGebra*),

неопходно је обезбедити приступ интернету или инсталирати готов модел, за који адаптација или превод обично нису изводљиви.

Поднаслов:

ПРАВЉЕЊЕ (ИЗРАДА) модела

Пратећи текст у филму:

Други начин је конструкција модела, где је циљ да ученик или посматра, или сам конструише и експериментише са динамичким математичким појмовима у програму *GeoGebra*. Иако је потребно инсталирати програм (*GeoGebra*) и обучити се за његово коришћење, на овај начин, ученицима је омогућен једноставан експериментални прилаз математици, где они индивидуално и уз откриће уче и раде.

Наслов трећег сегмента филма:

СОЦИЈАЛНА МРЕЖА (*Web 2.0*)

Поднаслов:

Размена информација у неком *Wiki* окружењу

Пратећи текст у филму:

За потребе размене информација могуће је креирати разредни сајт приватног карактера помоћу *Wiki* технологије (бесплатна услуга). Као администратор *Wiki* сајта, наставник отвара потребан број налога за своје ученике. Ученици приступају *Wiki* сајту помоћу лозинки које им је доделио наставник. Наставник припрема и уређује *Wiki* тако да ученици могу да гледају разне садржаје, задужења за домаћи, оцене са тестова и писмених задатака, уче и увежбавају градиво, остављају коментаре, врше *upload* својих радова и слично. Иако захтева додатно ангажовање наставника и потребне су инструкције за креирање и коришћење *Wiki* сајта, велика предност огледа се у томе да је олакшана размена потребних информација, документа, наставних материјала, комуникација, итд.

Поднаслов:

Развој групних пројеката (у неком *Wiki* окружењу)

Пратећи текст у филму:

Наставници треба својим ученицима да обезбеде стицање компетенција које прописују стандарди образовне технологије. Тимски рад кроз сараднички развој пројекта групе ученика једноставно је организовати постављањем инструкција на заједнички *Wiki*. Једна од могућности је on-line израда заједничког глогстера што је још

једна од *Web 2.0* (тј. читај и пиши) технологија погодна за мултимедијалне колаборативне пројекте. Ученици једноставно додају интересантне детаље, текст, слике, видео материјале, линкове ка другим странама на интернету и слично. Иако је потребно сваком ученику омогућити приступ интернету и додатну обуку за коришћење *Web 2.0* технологија, ученици се уче тимском раду и повезивању теорије са стварним животом.

Наслов четвртог сегмента филма:

ТЕСТИРАЊЕ

Поднаслов:

Коришћење НАЧИЊЕНИХ тестова

Пратећи текст у филму:

Уколико постоји интернет конекција, могуће је одабрати неки од готових on-line тестова за проверу знања ученика или увежбавање градива. Може се десити да језик не одговара, форма није до краја задовољена, а није могућа адаптација начињеног теста, међутим, једноставност и лакоћа проналажења и руковања чини их zgodним за коришћење.

Поднаслов:

Прављење нових ТЕСТОВА

Пратећи текст у филму:

Помоћу неког од бројних програма за креирање нових математичких тестова, могуће је направити разне типове питања и задатака, као нпр. упаривања, вишеструког избора, допуне, итд. Иако је потребно додатно ангажовање око инсталације, израде, организације тестирања, спречавања злоупотреба, нови тест у потпуности одговара захтевима и обезбеђује објективност у вредновању знања ученика.

Напомена. Уз ову студију приложен је CD на коме су снимљене обе везије видео стимулуса, које су биле употребљене у истраживању. Једна верзија филма је са припремљеним материјалима за четврти разред основне школе, употребљена при анкетирању будућих учитеља. Друга верзија је са материјалима који приказују коришћење рачунара у осмом разреду основне школе, употребљена при анкетирању будућих наставника математике.

8.4. БИОГРАФИЈА АУТОРА

Мр Верица Милутиновић рођена је 6.4.1972. године у Јагодини. Основну школу „25. мај” у Јагодини завршила је 1987. године, као ученик генерације. Природно-математички смер Гимназије „Светозар Марковић” у одељењу математичко-програмерски сарадник завршила је 1991. године. Добитник је диплома „Вук Караџић” за основну у средњу школу и „Михајло Петровић Алас” за средњу школу, за област математике, као и многобројних признања са регионалних и републичких такмичења из математике и физике. Активно се служи енглеским језиком (поседује Cambridge First Certificate in English). Живи у Јагодини, удата је и мајка троје деце.

Дипломирала је на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, на смеру Рачунарство, групи Математика, 1996. год. са просечном оценом 8,2. Последипломске, магистарске студије на смеру Рачунарство, група Математика, уписала је 1996/97. године и све предмете предвиђене планом и програмом положила са просечном оценом 9,8. Магистарску тезу под називом “Разни алгоритми и програми у настави математике” одбранила је на ПМФ-у Крагујевцу, 22.09.2003. године. код ментора проф. др Славише Прешића.

Током 1996. године заснива радни однос на Педагошком факултету у Јагодини у звању асистента-приправника где и данас ради као асистент на предметима Основе информатике, Информатика у образовању и ИСТ у настави. Аутор је званичног сајта факултета Педагошких наука Универзитета у Крагујевцу у Јагодини (адреса: www.refja.kg.ac.rs). Од априла 2007. год. до септембра 2014. год. обављала је послове координатора за финансијско-материјална питања на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина.

Активно је учествовала као коаутор и координатор у развоју и реализацији многих међународних пројеката на Факултету педагошких наука у Јагодини. Учесник је следећих међународних пројеката који су се реализовали или се реализују на Факултету у Јагодини:

1. (2004) – аутор и координатор пројекта АСДИ/ВОСА *Набавка компјутера за Народну библиотеку и Учитељски факултет*. Пројекат је реализован уз подршку Америчке владе.

2. (2004 – 2006) – коаутор и члан тима за реализацију у *Програму професионалног развоја наставника Србије – КОРАК* (билатерална сарадња Министарства просвете и спорта Републике Србије и Министарства спољних послова Републике Финске и Финске амбасаде у Београду), развојни пројекат са научноистраживачким потпројектима.
3. (2007 – 2009) – коаутор и члан тима за реализацију међународног пројекта TEMPUS ЈЕР-41074-2006 под називом *Curriculum Reform in Teacher Education – CRTE*. Пројекат је реализован уз подршку Европске комисије.
4. (2012 – 2015) – члан комисије на TEMPUS Пројекту *Harmonization and Modernization of the Curriculum for Primary Teacher Education – НАМОС* број ЈР 516762-2011. Пројекат се реализује уз подршку Европске комисије.

Била је члан Организационог одбора међународног научног скупа *Методички аспекти наставе математике* одржаног 2008. године на Педагошком факултету у Јагодина. Такође, била је члан Организационих одбора и Програмских одбора међународних научних скупова *Методички аспекти наставе математике II* одржаног 2012. године, и *Методички аспекти наставе математике III*, одржаног 2014. године на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу у Јагодина.

Активно се бави научно-истраживачким радом у области примене рачунара у настави математике и настави уопште. Узела је учешћа на многим домаћим и међународним научним скуповима и конференцијама и објавила више радова у одговарајућим зборницима радова, као и у истакнутим домаћим часописима.

До сада има објављене следеће научне радове:

- [1] Т. Тео and V. Milutinovic, *Modelling the intention to use technology for teaching Mathematics among pre-service teachers in Serbia*, Australasian Journal of Educational Technology **31**(4) (2015), 363-380, ISSN 1449-5554 (**M22**, ИФ2013 0,875).
- [2] V. Milutinović, *Factors of ICT application in education: Mentors and student teachers*, In M. Meri (Ed.), *Promoting Teacher Education – From Intake System To Teaching Practice: proceedings of the international conference*. Vol.1, pp. 175–187. Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, University of Kragujevac, 2009. ISBN 978-86-7604-077-3. M44.
- [3] В. Милутиновић, *Образовни софтвер у развоју почетног математичког резонувања*, У Егерић, М. (ур.), *Зборник радова са међународног научног скупа*

- Методички аспекти наставе математике (93-109). Јагодина: Педагошки факултет у Јагодина, 2008. ISBN 978-86-7604-051-3. М63.
- [4] В. Милутиновић, И. Чутура, *Архитектура софтвера и “архитектура” лексикона: изградња структуре софтвера за подстицање развоја лексикона код деце*, У Росић, Т. (ур.), Зборник радова са међународног научног скупа Књижевност за децу у науци и настави (217-228). Јагодина: Педагошки факултет у Јагодина, 2008. ISBN 978-86-7604-065-0. М63.
- [5] V. Milutinović, *Introducing ICT*, In Savović, B. (ed.) Reform of Teacher education Faculty/ Action Research (174-181), Jagodina: Faculty of Education, University of Kragujevac, 2006. ISBN 86-7604-033-8. М45.
- [6] В. Милутиновић, М. Егерић, *Комуникација у настави математике*, У Јовановић, Б. (ур.), Зборник радова са научног скупа са међународним учешћем Комуникација и медији у савременој настави (361-376). Јагодина: Учитељски факултет у Јагодина и Институт за педагошка истраживања у Београду, 2004. ISSN 0354-9895. М63.
- [7] V. Milutinović, *An algorithm for calculation (+, *) expressions with natural numbers*, Kragujevac Journal of Mathematics **25** (2003), 81-90. ISSN 1450-9628. М51.
- [8] В. Милутиновић, М. Егерић, *Решавање проблемских задатака уз помоћ компјутера*, Зборник **7** (2003), 293-301. ISSN 0354-9895. М53.
- [9] V. Milutinović, *Program for calculating GCD of polynomials and its application to systems of algebraic equations*, In U Krejić, N. & Lužanin, Z. (ur.) Proceedings of the XV Conference on Applied Mathematics PRIM 2002 (239-248). Novi Sad: Faculty of science, University of Novi Sad, 2002. М63.

Учествовала је на следећим научним конференцијама:

- [1] В. Милутиновић, *Programming package for calculating GCD of two or more polynomials in one variable and its application to systems of algebraic equations*, XV Conference on Applied Mathematics “Prim 2002”, Мај 26-31, Златибор, Yugoslavia, 2002.
- [2] В. Милутиновић, *Како усинтаксисти рачуницу?*, XV Conference on Applied Mathematics "Prim 2002", Мај 26-31, Златибор, Yugoslavia, 2002.
- [3] В. Милутиновић, М. Егерић, *Комуникација у настави математике*, Научни скуп “Комуникација и медији у савременој настави”, Учитељски факултет у Јагодина, 17-18. октобар, Јагодина, Србија, 2003.

-
- [4] V. Milutinović, *Use of ICT in Teaching Mathematics*, International Conference “Developing teachers’ and learners’ communicative competencies“, Jagodina, 23-24. septembar, Serbia, 2005.
- [5] В. Милутиновић, И. Чутура, *Архитектура софтвера и “архитектура” лексикона* Научни скуп “Књижевност за децу у науци и настави“, Педагошки факултет у Јагодини, Јагодина, 21-22. Децембар, Србија, 2008.
- [6] В. Милутиновић, *Образовни софтвер у развоју почетног математичког резоновања*, Научни скуп “Методички аспекти наставе математике“, Педагошки факултет у Јагодини, Јагодина, 23-24. јун, Србија, 2008.
- [7] В. Милутиновић, *Фактори употребе ИКТ у образовању: ментори и будући учитељи*, Међународна конференција “Унапређење образовања учитеља и наставника – од селекције до праксе“, Педагошки факултет у Јагодини, Јагодина, 19-21. мај, Србија, 2009.
- [8] V. Milutinović, *Wiki and design of multimedia mathematical lessons*, In Egerić, M. (ed.) Book of abstracts Methodological Aspects of Teaching Mathematics (50), Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, 2011.
- [9] V. Milutinović, *Uloga Web 2.0 tehnologija u nastavi*, U Trifunović, V.(ur.) Zbornik rezimea sa međunarodnog naučnog skupa Škola kao činilac razvoja nacionalnog i kulturnog identiteta i proevropskih vrednosti: obrazovanje i vaspitanje - tradicija i savremenost (67). Jagodina: Pedagoški fakultet u Jagodini, 2011.
- [10] V. Milutinović, *Analysis of the experience and the intention to use computer in mathematics teaching of pre-service classroom and mathematics teachers*, In Egerić, M. (ed.) Book of abstracts, 3rd International Conference Methodological Aspects of Teaching Mathematics [MATM2014] (50), Jagodina: Faculty of Education in Jagodina, Jagodina, June 14-15th, Serbia, 2014.
- [11] V. Milutinović, *Proposing a model to explain pre-service teachers’ intention to use computer in innovative way to teach Mathematics*, the IX International Course-pedagogy Scientific Conference “Course-pedagogy and pedagogy culture in the past and now“, Baja: Eötvös József College, Baja, May 8 – 9th, Hungary, 2014.

Modelling the intention to use technology for teaching mathematics among pre-service teachers in Serbia

Timothy Teo
University of Macau

Verica Milutinovic
University of Kragujevac

This study aims to examine the variables that influence Serbian pre-service teachers' intention to use technology to teach mathematics. Using the technology acceptance model (TAM) as the framework, we developed a research model to include subjective norm, knowledge of mathematics, and facilitating conditions as external variables to the TAM. In addition, we investigated the influence of gender and age on the behavioural intention to use technology. With data gathered from 313 participants using a survey questionnaire, structural equation modelling (SEM) analysis revealed that the proposed model in this study has a good fit and accounted for 5.4% of the variance in the behavioural intention to use technology. Pre-service teachers' attitudes towards computers were found to be the only factor with direct influence on the intention to use technology. All other factors were found to have an indirect influence. Using multiple indicators, multiple causes (MIMIC) modelling, pre-service teachers' intention to use technology was not found to be significantly different by age and gender. Various contributions to research and implications for teacher training are discussed.

Introduction

In today's world, when society is shifting from an industrial towards an information or knowledge society, it is important for students to develop lifelong learning skills, often referred to as a capacity of "learning to learn" (Anderson, 2008, p. 19). Many organisations have implemented initiatives in education, in mathematics in particular, to respond to the challenges in acquiring these new skills (Anderson, 2008; International Society for Technology in Education, 2007; Partnership for 21st Century Skills, n.d.; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2002). Some examples of the desired skills for the 21st century are creativity and innovation, communication and collaboration, research and information fluency, critical thinking, problem solving and decision making, and digital citizenship and technology operations (International Society for Technology in Education, 2007). In preparing for these skills, the appropriate use of technology by teachers in education is crucial.

Despite the strong presence of information and communication technology (ICT) in classrooms all over the world, studies have shown that ICT is underused (Mueller, Wood, Willoughby, Ross, & Specht, 2008; Ruthven, 2009). In Serbia, one reason for the low ICT usage for teaching and learning is teachers' lack of sophisticated knowledge to support effective technology integration (Kadijevich, 2012). However, this situation is mitigated by younger teachers, who have demonstrated their attempts at teaching mathematics in primary and secondary schools in Serbia (Dimitrijević, Popović, & Stanić, 2012).

Serbia is a south-eastern developing country in Europe with a population of 7.12 million. Free education is provided for children between ages 7 and 15 (grades 1–8) and those between ages 15 and 19 to attend elementary and secondary schools, respectively, although the latter is not compulsory by law. Depending on the grade level and subject, elementary and secondary school teachers receive their training at the relevant faculties in universities (UNESCO, 2011). All teachers have to complete their training in pedagogy and subject content at master's level before taking up appointments in schools. Among the goals of Serbian education are that students across all levels should be provided with opportunities to acquire high quality knowledge and skills and attitudes, including linguistic, mathematical, scientific, artistic, cultural, technical, and computer literacy skills necessary for life in modern society and develop the abilities to use ICT to find, analyse, utilise and communicate information. In 2010, the Serbian government initiated the Digital School

- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, 11(4), 342–365. doi:10.1287/isre.11.4.342.11872
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46, 186–204. doi:10.1287/mnsc.46.2.186.11926
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/30036540>
- Wachira, P., & Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers' perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 17–25. doi:10.1007/s10956-010-9230-y
- Yuen, A. H. K., & Ma, W. W. K. (2008). Exploring teacher acceptance of E-learning technology. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(3), 229–243. doi:10.1080/13598660802232779

Corresponding author: Timothy Teo, timothyteo@umac.mo

Australasian Journal of Educational Technology © 2015.

Please cite as: Teo, T., & Milutinovic, V. (2015). Modelling the intention to use technology for teaching mathematics among pre-service teachers in Serbia. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(4), 363-380.