

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПЕДАГОШКОГ ФАКУЛТЕТА У УЖИЦУ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Предмет: Извештај комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата и предложеног ментора за израду докторске дисертације

Одлуком Стручног већа за друштвено-хуманистичке науке Универзитета у Крагујевцу бр.IV-02-208/20 од 11.03.2020. године, а на предлог Наставно-научног већа Педагошког факултета у Ужицу (Одлука бр. 07-3/9 од 13.02.2020. године), именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Милана Миликића и предложеног ментора за израду докторске дисертације под насловом *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике*. На основу увида у поднету документацију Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

Кандидат Милан Миликић поднео је Наставно-научном већу Педагошког факултета у Ужицу захтев да наслов докторске дисертације буде *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике*. Комисија за писање извештаја сагласна је са предложеном темом докторске дисертације. Тема припада ужој научној области *Методика наставе математике*.

У пријави теме, Кандидат је образложио теоријска полазишта, предмет, циљ и задатке, хипотезе, методе, технике и инструменте које ће користити у истраживању и приказао план дисертације са образложењем и списком литературе. Предмет истраживања је теоријско и експериментално истраживање ефикасности примене софтверског пакета *GeoGebra* на геометријским садржајима наставе математике у четвртм разреду основне школе. Истраживањем се желе испитати ефекти на побољшање образовних постигнућа ученика, трајност знања, мотивацију ученика за учење и испитати ставови ученика и учитеља о успешности примене пакета *GeoGebra* и у другим областима математике.

У конципирању теме докторске дисертације Кандидат полази од чињенице да је у теоријским оквирима акценат на настави заснованој на конструктивистичкој парадигми учења, настави у којој је ученик активни учесник процеса стицања знања. Да би такав

конструктивистички приступ настави био могућ, да ученик сâм конструише нова знања (сазнајне структуре), потребно је да буду испуњени одговарајући услови. У том контексту, Кандидат указује на потребу за очигледношћу у почетној настави математике, јер су знања и искуства ученика о математичким појмовима и садржајима којима располажу углавном визуелног карактера. Истраживачи математичког образовања такође сугеришу да настава треба да буде очигледна, да буде заснована на активном учешћу ученика у процесу учења и изградње геометријских појмова. Наглашавајући улогу визуелизације у развоју геометријских појмова Херкович их повезује са Ван Хилеовим нивоима (Hershkowitz, 1989, према Clements, Battista, 1992). Ван Хилеов модел развоја геометријског резонавања ученика идентификује пет хијерархијски детерминисаних нивоа геометријског знања које ученик пролази од основног препознавања геометријских облика до дедуктивних доказа (Chua et al., 2017; Ђокић, 2014; Милинковић, Мићић, 2008; Patsiomitou, Emvalotis, 2010; Романо, 2009а; Романо, 2009б) и то: ниво 0 (ниво *визуелизације*); ниво 1 (ниво *описа и анализе*); ниво 2 (*апстрактни или релациони* ниво или ниво *неформалне дедукције*); ниво 3 (ниво *формалне дедукције*); ниво 4 (*ригидноматематички* ниво или ниво *строгости*). За почетну наставу математике од највеће важности јесу нивои 0 и 1, а карактерише их препознавање геометријских фигура, именовање облика без адекватног објашњења, идентификација и описивање односа и својстава појединих облика без логичког уређења (Van Hiele, 1986).

Имајући у виду да садржаји геометрије заузимају велики део у програму математике за основну школу (Милинковић, Мићић, 2008), геометрија има посебан значај у разумевању, описивању и интеракцији са околином у којој појединац живи и вероватно је најинтуитивнији, најконкретнији и најочигледнији део математике са којим се ученик среће током свог школовања (*The International Commission on Mathematical Instruction*, 1995). Геометријски појмови предвиђени наставним програмом почињу на опажајном нивоу, а затим уз помоћ иконичних представа праћених вербалним изражавањем достижу виши степен апстракције (Марјановић, 2004). Зато је за изградњу апстрактног геометријског мишљења неопходно управо искуство у раду са визуелним средствима.

У конципирању теоријских и емпиријских полазишта Милан Миликић полази од чињенице да је питање методичке трансформације садржаја геометрије у почетној настави математике од изузетне важности. Ту тезу потврђују и међународна истраживања TIMSS2011 и TIMS2015. Резултати поменутих истраживања указују да су постигнућа ученика четвртог разреда основне школе из Србије у садржинском домену геометрије слабија од укупно постигнутог скорa из математике (Гашић-Павишић, Станковић, 2012; Kadijevich, Žakelj, Gutvajn, 2015; Marušić Jablanović, Gutvajn, Jakšić, 2017; Mullis et al., 2015). Разлоге због којих су постигнућа ученика слабија, Кандидат проналази у начину припреме, организацији и реализацији наставе геометрије. Док природа математике захтева висок ниво менталних процеса са акцентом на критичко мишљење, резонавање, разматрање различитих феномена који у основи садрже сличне карактеристике,

традиционална настава геометрије заснива се на увођењу апстрактних појмова и формула без осврта на развој логичког мишљења.

Бројне студије бавиле су се утицајем визуелизације у формирању основних геометријских појмова (Fischbein, 1993; Fujita, Jones, 2007). Бројне су и теорије развоја (Пијаже, Брунер, Ван Хиле, Дувал) које за основу имају визуелизацију у сазнајном процесу. Дувалова теорија геометријског резонувања укључује три врсте когнитивних процеса који имају специфичне епистемиолошке функције: *визуелизацију*, *конструкцију* и *резонување* (Duval, 1998: 38-39). Он такође наводи да ова три различита процеса могу да функционишу одвојено, али је за учење неопходна интеракција сва три процеса (Ђокић, 2017).

Ограничења традиционалног приступа настави геометрије захтевају промену парадигме. Једна од могућности јесте дати прилику ученицима да уз коришћење адекватних динамичних модела у току наставе самостално изграђују сазнајне структуре. NCTM препознаје и истиче чињеницу да деца одрастају у окружењу у коме важно место заузимају дигиталне технологије и зато их треба искористити за конципирање методичког поступка учења у настави геометрије (NCTM, 2000). Истраживања потврђују да управо употреба ових технологија значајно утиче на увећање постигнућа ученика (Goodwin, 2008; Little, 2009). Све то, утицало је да дође до појаве динамичких образовних софтвера намењених изучавању математичких, а у оквиру њих и геометријских садржаја.

У циљу промене парадигме, Кандидат наводи визуелизацију која, као заједнички именован динамичких образовних софтвера, доприноси процесу геометријског резонувања. Из великог броја софтвера издваја два важна облика која доприносе поучавању и учењу математике - *системерачунарске алгебре* (Computer Algebra Systems - CAS) и *системе динамичке геометрије* (Dynamic Geometry Systems - DGS). Као типичне представнике CAS алата истиче: *Maple*, *MatLab*, *Mathematica*, *Derive*, *Scientific WorkPlace*, *MuPad*, *MathCad*, док као примере DGS-а софтвера наводи: *Logo*, *Cabri*, *Cinderella*, *Euklides*, *Dynageo*, *Geometer's Sketchpad*, *Geometrix*, *GEONExT*, *Zirkel und Lineal*, *GeoGebra* (Doğan, İçel, 2010; Guven, 2012; Herceg, 2008; Љајко, 2014; Patsiomitou, Emvalotis, 2010; Zengin, Furkan, Kutluca, 2012). Са посебним акцентом на *GeoGebra*-и, Кандидат истиче да DGS софтвери могу користити у настави математике у циљу подстицања учења путем открића и експериментисања, олакшавајући процес представљања идеја, апстрактних појмова, појава, теорема, проблема и сл. Томе у прилог, све је више истраживања чији закључци указују на бенефите и сугеришу употребу динамичких софтверских пакета у почетној настави (Bulut et al, 2016; Kay, Kwak, 2018; Psycharis, 2006; Thambi, Eu, 2013).

Приликом конципирања теоријских оквира и самог рада Кандидат полази од теоријских основа софтверског пакета *GeoGebra*, које почивају на учењу путем открића (Bruner, 2009, према Kay, Kwak, 2018; Tranet al., 2014). У настави математике, користи се за подстицање учења путем открића и експериментисања, а нарочито за обезбеђивање услова потребних за визуелизацију геометријских појмова. Управо визуелизација јесте и

најчешће истицана дидактичка компонента овог пакета (Kadunz, 1998; Klllogjeri, 2015; Lavicza, 2007; Žilinskienė, 2014), јер ученицима омогућава боље сагледавање проблема и избегавање алгебарских препрека, што све има позитиван утицај на решавање проблема (Iranzo, Fortuny, 2011; Murni, Sariyasa, Ardana, 2017).

Увидом у литературу уочено је да, иако је у фокусу страних истраживача примена пакета *GeoGebra* и у млађим разредима основне школе (Bulut et al., 2016; Ismail, Rahman, 2017; Thambi, Eu, 2013), у нашој земљи постоје искључиво радови у којима су се аутори бавили ефектима примене поменутог пакета у настави математике у старијим разредима основне школе, на средњошколском или универзитетском нивоу (Diković, 2009; Љајко, 2014; Herceg, Herceg, 2010; Милановић, Такачи, 2012; Mihajlov Carević, Denić, 2017). Зато се јавља потреба за теоријским и експерименталним истраживањима о овој проблематици у настави математике у млађим разредима основне школе.

Планом дисертације Кандидат је предвидео да обликује садржаје геометрије предвиђене програмом Математике у четвртном разреду основне школе моделовањем уз примену пакета *GeoGebra*. Полазиште за диференцијацију садржаја Кандидату су представљали општи образовни стандарди постигнућа за крај првог циклуса обавезног образовања за наставни предмет Математика и Блумова таксономија когнитивних нивоа. Моделовани садржаји обухватиће три групе задатака: најлакше задатке који захтевају поседовање знања на основном нивоу образовних постигнућа; задатке средњег степена сложености који подразумевају знања средњег нивоа постигнућа; најтеже задатке који подразумевају знања на напредном нивоу. Ученици који реше задатке који захтевају поседовање основних знања (препознавање, репродукција наученог) сврставају се у групу са основним нивоом постигнућа, ученици са просечним нивоом постигнућа решиће задатке средњег степена сложености (примена, повезивање података), док ће ученици са високим постигнућима решити најсложеније задатке напредног нивоа (тумачење података, евалуација).

Циљ истраживања јесте да се имплементацијом пакета *GeoGebra* у настави и учењу утиче на развој геометријског резоновања. Да се омогући ученицима интерпретација окружења у којем живе и феномена са којима се сусрећу, али и да им се омогући да самостално дају претпоставке, износе примере и предлажу доказе. Идеја је да се очигледност у настави геометрије заснована на конкретном прошири динамичним моделима израђеним у *GeoGebra*-иради боље визуелизације и неформалне дедукције 2D и 3D објеката. Кроз специфичне активности омогућити ученицима лакше и интересантније усвајање садржаја везаних за одређивање обима и површине геометријских фигура, мере и мерење површине површи геометријских тела, а са циљем побољшања постигнућа ученика, обезбеђивања трајности знања и повећања математичке писмености. Тежња је искористити интерактивност која карактерише *GeoGebra*-у, могућност да се изабраним објектима манипулише, да им се мењају својства, димензије, врше модификације, трансформације, ротације, пресликавања. Рад у једном таквом окружењу даје прилику за

развијање нових начина за повезивање, проширивање и обогаћивање наставних садржаја зарад подстицања бољег разумевања будућих апстрактних математичких концепата од стране ученика (Furner, Marinas, 2012: 68; Karadag, McDougall, 2009; Xistouri, Pitta-Pantazi, 2013).

Истаживањем обављеним у оквиру докторске дисертације Кандидат жели да прикаже другачији иновативни приступ учењу математике у млађим разредима основне школе, конкретно геометрије. Приступ је заснован на примени софтверског пакета у припреми и реализацији наставе, а који због својих карактеристика доприноси развоју геометријског мишљења и дубље разумевање математичких појмова.

2. Образложење предмета, метода и циља и значај предложене теме за развој науке

Као проблем у нацрту докторске дисертације кандидат Милан Миликић одабрао је примену софтверског пакета *GeoGebra* садржајима геометрије у почетној настави математике. Образложење избора проблема проналази у чињеници да би добро познавање садржаја геометрије и развијено геометријско резонување допринело лакшем превазилажењу препрека са којима се ученици сусрећу учећи и оне садржаје математике који нису геометријски. Суштинско повезивање математичких садржаја утицало би на повећање постигнућа ученика, њихову математичку писменост и обезбедило трајност усвојених знања. Зато ће у истраживању посебна пажња бити посвећена теоријским основама на којима лежи пакет *GeoGebra*, анализи настанка и развоја, одређивању суштинских обележја и структуралних елемената софтвера *GeoGebra*, као и емпиријској провери успешности његове примене на геометријским садржајима у почетној настави математике.

Научни и педагошки значај истраживања огледа се у чињеници да ово подручје није проучавано на овакав начин, на овом узрасту и у овој настави, у домаћој литератури, било на теоријском или емпиријском плану. Анализом радова страних аутора уочено је да примена пакета *GeoGebra* подстиче учење путем открића, дајући прилику наставнику да боље упозна когнитивне способности својих ученика. Коришћењем интерактивних динамичних модела креираних у овом пакету омогућен је визуелни приказ апстрактних геометријских појмова што помаже ученицима да самостално, снагом сопствене мисли долазе до закључака. Коришћењем софтвера током реализације наставе повећава се мотивација ученика за математику као предмет, и геометрију као њен саставни део.

Ово истраживање представљало би прву научно-истраживачку студију на нашим просторима у којој се на овом узрасту систематски желе испитати ефекти посебног програма, заснованог на примени софтверског пакета *GeoGebra* на садржајима геометрије у почетној настави математике. Посебно, значај докторске дисертације огледа се у доприносу теорији методике наставе математике, јер су у раду издвојене специфичности наставе геометрије у почетној настави математике, проблеми са којима се ученици

сусрећу приликом усвајања геометријских садржаја, специфичности примене образовног софтвера и савремених тенденција у настави математике.

Експериментални програм, креиран за потребе истраживања, може послужити унапређивању почетне наставе математике. У том смислу, креирани моделрада може бити од користи практичарима (учитељима и методичарима) за методичку трансформацију садржаја геометрије и даља истраживања специфичности почетне наставе математике. Имајући у виду да садржаје који подразумевају коришћење пакета *GeoGebra* није могуће пронаћи у актуелним уџбеничким комплетима за математику у млађим разредима основне школе, израда динамичних модела апстрактних геометријских појмова у оквиру истраживања имали би посебан допринос повећању ефикасности наставе геометрије. То би допринело потпунијем и јаснијем сагледавању проблема визуелизације и очигледности како геометрије тако и других области почетне наставе математике.

Друштвени значај истраживањалежи у чињеници да XXI век представља век дигитализације. NCTM истиче технологију као суштински важну за поучавање и учење математике (NCTM, 2000), а појаве софтверских пакетакаква је *GeoGebra* то потврђују. У ери дигиталних технологија ученици усавшавају свој рад уз ИКТ, постепено напуштајући моделе рада уз примену физичких наставних средстава. Применом образовног софтвера ученици су у прилици да интерпретирају окружење у којем живе и обрнуто, да на феномене из реалног живота примене стечена знања. Тиме, знања ученика добијају функционалну димензију, постају употребљива, а усвојени начин размишљања омогућава да континуирано трагају за новим путевима решавања проблемских ситуација.

3. Оригиналност идеје или оригиналан начин анализирања проблема (веза са досадашњим истраживањима)

Предложена тема докторске дисертације *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* представља значајан и актуелан проблем педагошке теорије и праксе почетне наставе математике и наставе математике уопште. Предмет обављеног истраживања првенствено је проистекао из потребе за стицањем функционалних знања, применљивих у свакодневним ситуацијама. Анализи проблема истраживања Кандидат приступа свеобухватно, јасно дефинишући предмет, циљ, задатке и хипотезе, уз све то јасно и исправно образлажући научну заснованост предложене теме. Кандидат је свеобухватно анализирао теоријске конструкте учења и наставе на чијим основама је изграђен модел наставе, примењен у оквиру емпиријског дела рада. Посебно вредан допринос дисертације огледа се у идентификовању потешкоћа које се јављају при изградњи апстрактног геометријског мишљења и одабиру садржаја са циљем унапређивања учења геометрије у почетној настави математике.

На основу свеобухватно постављеног проблема Комисија констатује да су идеја и начин анализе проблема оригинални. Приликом разматрања проблема истраживања, Кандидат консултује релевантну литературу која се односи на област којој истраживање припада. У фокусу интересовања истраживача углавном је примена пакета *GeoGebra* на математичким садржајима, и испитивање ефеката примене на развој геометријског резоновања и постигнућа ученика. Као полазишта за рад Кандидат истиче радове аутора који су се бавили проблемом визуелизације математичких идеја испитујући ефекте примене софтверског пакета *GeoGebra* на побољшање квалитета знања, повећање нивоа постигнућа, трајност знањаученика и ставове према математици (Arbain,Shukor, 2015; Bulut et al., 2016; Diković, 2009; Љајко, 2014; Mihajlov Carević, Denić, 2017; Murni, Sariyasa, Ardana, 2017; Thambi, Eu, 2013; Tuan Anh, 2015; Zulnaidi, Zakaria, 2012 и други).

Како би испитали ниво геометријског резоновања ученика приликом учења геометрије у равни и просторне геометрије, Исмаил и Рахман осмислили су истраживање засновано на прва три нивоа Ван Хилеовог модела које су спровели на узорку ученика другог разреда основне школе у Малезији (Ismail, Rahman, 2017). Упоређујући резултате тестирања аутори су уочили да постоји статистички значајна разлика у постигнућима у домену визуелизације и неформалне дедукције 2D објеката, док је у резултатима ученика у раду са 3D објектима уочен позитиван скор на сва три нивоа резоновања. Чињеница да су ученици постигли знатно више перформансе у анализи и неформалној дедукцији него у визуелизацији сугерише да је за учење 3D објеката потребна додатна зрелост у резоновању и више рада уз употребу *GeoGebra*-е. Резултати истраживања показали су и да негативни ставови учитеља нису основани када је реч о доприносу који *GeoGebra* даје постизању добрих резултата ученика решавањем тестова на папиру.

Тривахунингтас са својим сарадницима (Triwahyuningtyas, Rahayu, Agustin, 2019) бавио се испитивањем утицаја примене *GeoGebra*-е на исходе учења геометрије ученика петог разреда основне школе. Узорак истраживања чинили су ученици једне основне школе у Индонезији. Док је у раду са ученицима из експерименталне групе током извођења наставе коришћен пакет *GeoGebra*, са ученицима контролне групе користили су Microsoft Power Point. На основу анализе добијених података, статистички тестови показали су да употреба *GeoGebra*-е има позитиван утицај на учење геометрије ученика петог разреда. Она охрабрује ученике да лакше схвате настанак физичког простора и анализирају низ процеса који воде формирању геометријског простора.

Булут је са својим сарадницима истраживао ефекте примене пакета *GeoGebra* на постигнућа ученика трећег разреда основне школе из области разломака (Bulut et al., 2016). Аутори су на основама актуелног курикулума припремили шест активности у којима су користили динамичне моделе који се разликују од илустрација датих у оквиру стандардних уџбеника. Примењени статистички тестови указали су на значајну разлику у постигнућима експерименталне групе у односу на контролну групу која је учила традиционалном наставом. Настава која обухвата вишеструко представљање појма

разломка („area model, set model and number line model“ (Bulut et al., 2016: 353)) уз употребу *GeoGebra*-е на динамичан и интерактиван начин доприноси бољем разумевању појма разломка. Аутори су истакли велику сличност у добијеним резултатима са претходним студијама које су показале позитивне ефекте примене поменутог пакета (Goodwin, 2008; Thambi, Eu, 2013).

Тхамби и Еу бавили су се питањем нивоа разумевања појма разломка (рачунских операција над разломцима) ученика четвртог разреда у Малезији (Thambi, Eu, 2013). Они су након квази-експеримента са паралелним групама извршили тестирање обе групе испитаника, а резултати су указали на статистички значајну разлику у средњим вредностима постигнућа у корист експерименталне групе ученика. Закључак истраживања је да поред визуелизације, *GeoGebra* доприноси бољем разумевању појма разломка и за ученике, али и за учитеље.

Да би испитали ниво разумевања појма круга Шадан и Еу су реализовали квази-експериментално истраживање са ученицима деветог разреда (Shadaan, Eu, 2013). Како би испитали да ли *GeoGebra* може да допринесе постизању бољих резултата, истраживачи су приступили експерименту са паралелним групама при чему је у експерименталној групи коришћен пакет *GeoGebra*, а у раду контролне групе ученици су примењивали традиционални приступ. Резултати независног *t*-теста показали су статистички значајне разлике за обе групе, међутим резултати упареног *t*-теста показали су да су постигнућа ученика који су у раду користили *GeoGebra*-у знатно виша. Дескриптивна анализа одговора добијених упитником који су након спроведеног експерименталног програма попуњавали ученици показала је да ученици имају позитиван однос према *GeoGebra* софтверу. Већина ученика сматрала је да су много научили примењујући софтвер, да су тако били у стању да визуелизују појам круга и дају одговор на питања која су пратила активности.

Обимно експериментално истраживање у оквиру израде докторске дисертације спровела је Мукири (Mukiri, 2016). Истраживала је примену пакета *GeoGebra* средњошколској настави геометрије и начине како се може унапредити настава геометрије у Кенији. На пригодном узорку ученика разматрала је однос постигнућа ученика који су приликом учења геометријских садржаја користили поменути пакет у односу на ученике који су радили класичним моделом наставе, као и постигнућа ученика у односу на пол. Поред тога, на узорку наставника средњих школа вршила је процену њихових ставова о спроведеној обуци за коришћење *GeoGebra*-е у настави. Резултати студије показали су да је *GeoGebra* корисна у повећању постигнућа средњошколских ученика у области геометрије уколико су наставници добро обучени за коришћење пакета. Такође, аутор истиче да *GeoGebra* подједнако утиче на повећање постигнућа и ученика и ученица, што је важно за превазилажење разлика у постигнућима у односу на пол. Као препоруке за даља истраживања наводи да би требало испитати ефекте примене *GeoGebra*-е у другим

областима математике, као и испитати да ли коришћење другог софтвера (или више њих) може повећати резултате учења геометријских садржаја.

И Тран се са својим сарадницима бавио испитивањем ставова наставника и ученика о Брунеровом учењу путем открића имплементацијом пакета *GeoGebra* (Tran et al., 2014). Циљ истраживања био је да се испитају ставови испитаника о помоћи коју *GeoGebra* пружа наставницима у извођењу часова математике, подршци ученицима у учењу, колико коришћење овог пакета доприноси сарадњи наставника и ученика и колико побуђује интересовање наставника за употребу технологије у настави. Студија је обухватила велики број учесника, узорак је чинило 37 наставника и 282 ученика средњих школа у Вијетнаму. Аутори су дошли до закључка да учење путем открића подржано пакетом *GeoGebra* даје добре резултате на свим пољима. Ученици су заинтересовани за учење математике, софтвер води ефикаснијем учењу геометријских појмова, теорема и дефиниција, а интеракција наставника и ученика је на високом нивоу.

Будински је истраживала ставове наставника математике са територије Републике Србије о коришћењу рачунара у настави (Budinski, 2013). Између осталог, осврнула се и на учесталост примене рачунара како у припреми наставе тако и у самој реализацији. Закључци истраживања говоре да иако у школама постоје потребни материјални услови наставници и даље не примењују образовне софтвере током извођења часова. Премда имају позитивне ставове према пакету *GeoGebra*, мање од половине испитаних наставника изјаснило се да га примењује на часовима математике. Учионице су опремљене рачунарима и *GeoGebra* је доступна бесплатно на интернету али аутор закључује – наставници немају довољно сигурности у своје способности за коришћење рачунара током извођења наставе.

Диковић је истражујући примену *GeoGebra-e* у настави математике на високошколском нивоу дала преглед предности и ограничења коришћења овог пакета (Diković, 2009). Као предности истиче окружење једноставно за рад, вишејезичност пакета, могућност вишеструких репрезентација и учење путем открића. Једна од могућности коју аутор истиче је и што креирани радови лако могу да буду извезени као веб страница. *GeoGebra* подстиче наставнике да користе информационе технологије за визуелизацију математичких појмова, истраживање у математици, интерактивне часове математике, примену математике у реалним ситуацијама. Међу недостацима рада са *GeoGebra*-ом наводи искуство које је потребно студентима у раду, како би могли коришћењем алгебарског дела пакета креирати нове објекте. У техничком смислу, истиче да *GeoGebra* даје ограничене могућности динамичног приказа само користећи клизаче.

У истраживању спроведеном у оквиру докторске дисертације Љајко је испитивао могућности које *GeoGebra* даје у иновирању наставе аналитичке геометрије у трећем и четвртном разреду средње школе и потешкоће које се могу појавити приликом примене истог (Љајко, 2014). Резултати до којих је аутор истраживањем дошао говоре у прилог корисности *GeoGebra-e*, уз напомену да је могућа појава техноцентризма - ситуације у

којој ученици повезују разумевање појма искључиво са применом рачунара. Због тога, као најједноставнији начин да се избегне овакав став ученика аутор сугерише комбиновање наставе која обухвата рад на рачунару и рад на табли и папиру.

На основу претходно изнетог, Комисија констатује да ће кандидат Милан Миликић у оквиру израде докторске дисертације применити оригиналан приступ, пре свега из разлога што на нашим просторима слична истраживања нису спроведена. У том смислу, сама идеја је оригинална и начин анализирања проблема примене пакета *GeoGebra* на садржајима геометрије у почетној настави математике. Тиме ће дисертација допринети да се обогати и теорија и пракса математичког образовања.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Анализом предате пријаве докторске дисертације кандидата Милана Миликића Комисија констатује да су јасно представљена теоријска полазишта на којима се заснива емпиријски део рада, као и да је изнет детаљан план свих активности на плану израде дисертације. Теоријски оквир истраживања Кандидат планира да изгради кроз интердисциплинарни приступ расветљавања питања методичких поставки учења садржаја геометрије кроз разматрање овог питања са позиција методике наставе математике, дидактике и психологије, кроз систематичну и усмерену анализу теоријских поставки и емпиријских радова.

Предмет истраживања јасно је одређен и детаљно операционализован кроз формулисање циља и задатака истраживања. Све варијабле (зависне и независне) јасно су дефинисане и операционализоване. Хипотезе су јасно и недвосмислено дефинисане и произилазе из постављених задатака. Предвиђеном методологијом истраживања и одабиром одговарајућих статистичких поступака могуће их је тестирати и на основу тога извести веродостојне закључке.

Анализа литературе коју је Кандидат користио у конципирању теме и разраде активности рада на њој указује да је разматрана релевантна литература из области на коју се тема односи, да су у обзир узета истраживања релевантна за предложену тему и да је извршена систематична и детаљна припрема истраживања.

Спроведено емпиријско истраживање у оквиру дисертације треба да верификује следеће хипотезе:

- 1) Применом софтверског пакета *GeoGebra* могуће је побољшати постигнућа ученика у области геометрије у односу на класични модел извођења наставе математике у млађим разредима основне школе.

- 2) Примена софтверског пакета *GeoGebra* доприноси повећању трајности усвојених геометријских садржаја у почетној настави математике.
- 3) Примена софтверског пакета *GeoGebra* у настави геометрије у млађим разредима основне школе доприноси мотивацији ученика и стварању позитивнијих ставова према математици као наставном предмету.
- 4) Учитељи одељења која чине експерименталну групу имају позитивне ставове и мишљења према примени софтверског пакета *GeoGebra* у почетној настави математике.

Комисија констатује да је дефиниција предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извор података, метода анализе докторске дисертације *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* у потпуности усклађена са критеријумом науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације. На основу претходно изнетог може се закључити да ће кандидат Милан Миликић испоштовати све критеријуме науке и принципе савременог научно-истраживачког рада и да ће налази и закључци добијени истраживањем бити веродостојни.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата и кратка биографија

Милан Миликић рођен је 8.8.1988. године у Крагујевцу. Основну школу „Драгиша Михаиловић“ и Прву крагујевачку гимназију завршио је у Крагујевцу. Основне академске студије првог степена на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу (студијски програм *Математика*) завршио је 2010. године са просечном оценом 8,27, а мастер академске студије другог степена на студијском програму *Математика*, на истом факултету, завршио је 2012. године са просечном оценом 8,50. Мастер рад на тему *Три нормалне пројекције тела чије су основе у пројекцијским равнима* одбранио је са оценом 10 (десет) и тиме стекао академско звање *Мастер математичар*. Школске 2014/2015. године уписао је студијски програм докторских академских студија на Учитељском факултету у Ужицу, одабрао изборни блок *Методика наставе математике*, и положио све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија са просечном оценом 9,50.

Професионални ангажман започео је 2013. године у „Паланачкој гимназији“ у Смедеревској Паланци, као наставник математике, где је радио до 2015. године. Од 2015. године ангажован је на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, у Јагодини, као асистент за ужу научну област *Методика наставе математике*.

Научни и стручни радови

1. Mihajlović, A., Vulović, N., Milikić, M. (2020). Using the Fangcheng method to develop pre-algebra concepts in primary-grade students. *Иновације у настави*, 33 (1), 72–88, ISSN 0352-2334 (ERIHPLUS, DOAJ) (M24)
2. Миликић, М., Вуловић, Н., Михајловић, А. (2020). Геометријска интерпретација разломака применом образовног софтвера. *Узданица*, 17 (1), (потврда о прихватању за објављивање) (M51)
3. Михајловић, А., Вуловић, Н., Миликић, М. (2020). Примена јапанске студије часа у припреми будућих васпитача за извођење усмерених активности у области развоја математичких појмова. *Зборник радова са четврте међународне конференције Методички аспекти наставе математике IV*, 2-3. новембар 2017. Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, (потврда о прихватању за објављивање) (M63)
4. Mihajlović, A., Milikić, M. (2019). Fangcheng method as a tool for developing pre-algebra concepts in primary grade students. In S. Lawrence, A. Mihajlović, O. Đokić (Eds.). *Proceedings of the Training Conference History of Mathematics in Mathematics Education*, October 26 - 30. 2018. Jagodina: University of Kragujevac, Faculty of Education, pp. 52–57, ISBN 978-86-7604-176-3, COBISS.SR-ID 274359308 (M63)
5. Mihajlović, A., Milikić, M. (2018). The Impact of Lesson Study on Pre-service Kindergarten Teachers' Mathematics Teaching Anxiety. In E. Kopas-Vukašinić, J. Lepičnik-Vodopivec (Eds.). *INNOVATIVE TEACHING MODELS IN THE SYSTEM OF UNIVERSITY EDUCATION: OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND DILEMMAS*, 107–119. Jagodina/Koper. (M14)
6. Миликић, М. (2018). Трајност математичких знања ученика средњих школа стечених у првом циклусу обавезног образовања. *Узданица*, 15(1), 221–231. (M52)
7. Вуловић, Н., Миликић, М. (2017). Мишљења учитеља и наставника математике о применљивости стечених знања. *Учење и настава*, 3(4), 697–706.
8. Вуловић, Н., Миликић, М. (2017). Контекст реалних ситуација у уџбеницима математике за први циклус основног образовања. *Зборник резимеа четврте међународне конференције Методички аспекти наставе математике IV*, 2-3. новембар 2017. Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу. (M64)
9. Вуловић, Н., Миликић, М. (2015). Национални оквир исхода математичких такмичења ученика четвртог разреда. *Зборник радова са трећег међународног научног скупа Методички аспекти наставе математике III*, 14-15. јун 2014. 119–129, Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу. (M63)

10. Миликић, М.(2015). Примена аудиовизуелних наставних средстава у овладавању почетним математичким појмова. *Зборник радова са трећег међународног научног скупа Методички аспекти наставе математике III*, 14-15. јун 2014. 159–164. Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу. (М63)

Учешће у научним и стручним скуповима

1. Међународни научни скуп *Методички аспекти наставе математике III*
Организатор: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу
Време и место одржавања: 14-15. јун 2014. године у Јагодина
Излагање на тему *Примена аудиовизуелних наставних средстава у овладавању почетним математичким појмова* (М. Миликић)
2. Међународна конференција *Методички аспекти наставе математике IV*
Организатор: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу
Време и место одржавања: 2. новембар 2017. године у Јагодина
Излагање на тему *Контекст реалних ситуација у уџбеницима математике за први циклус основног образовања* (Н. Вуловић, М. Миликић)
3. Конференција *History of Mathematics in Mathematics Education*
Организатори: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Учитељски факултет Универзитета у Београду
Време и место одржавања: 26-30. октобар 2018. у Јагодина
4. Округли сто *Иновативни наставни модели и квалитет универзитетског образовања*
Организатор: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу
Време и место одржавања: 29. март 2019. у Јагодина

Увидом у биографију и библиографију може се констатовати да је целокупно ангажовање кандидата Милана Миликића везано за ужу научну област Методика наставе математике и да испуњава све услове за пријаву докторске дисертације под називом *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике*.

6. Анализа очекиваних резултата докторске дисертације

Резултати до којих ће се доћи у току израде дисертације под називом *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* треба да укажу на потребу и могућности коришћења поменутог пакета у почетној настави математике. Очекивано је да би овакав приступ организацији, припреми и реализацији наставе допринео даљем развоју геометријског резонавања ученика и

савладавању препрека за усвајање геометријских садржаја. Будући да добро познавање геометријских садржаја омогућава боље разумевање других математичких појмова, радом ће бити обухваћен поступак мерења, с обзиром да „мерење представља сусрет геометрије и броја и одлично је средство за разумевање квантитативног дела наше свакодневице“ (Parmaretal., 2011, према Антић, Ђокић, 2018).

У раду ће акценат бити на примени пакета *GeoGebra* садржајима геометрије који се обрађују у оквиру предмета Математика у четвртом разреду основне школе, на основу резултата претходних истраживања која су се бавила ефектима примене истог софтвера на овој и другим областима математике. Поред тога, у деловима који су посвећени очигледности и настави математике на млађем школском узрасту биће издвојени проблеми карактеристични за учење и наставу почетне геометрије. Очекује се да ће резултати истраживања показати да примена пакета *GeoGebra* доприноси дубљем разумевању геометријских садржаја, подстиче развој геометријског мишљења и омогућава јаснију визуелизацију апстрактних математичких појмова. Како су очекивања да ће ученици који су радили према експерименталном програму показати боље резултате и више нивое постигнућа у учењу садржаја геометрије, закључци истраживања биће од користи свим учесницима образовног процеса, како у теоријском тако и у практичном смислу. Сматра се да коришћење *GeoGebra*-е неће допринети само бољим образовним постигнућима, већ и стварању позитивнијих ставова ученика према математици и решавању математичких проблема. Такође, очекује се да ће учитељи одељења у којима буде реализован експериментални програм показати позитивне ставове и увидети предности које омогућава коришћење поменутог пакета у организацији и извођењу почетне наставе математике. Истраживањем се жели испитати и трајност знања усвојених применом овог модела рада. Имајући у виду управо садржаје који ће бити обухваћени и примену знања као једну од кључних компетенција савременог поимања образовања, закључци истраживања треба да допринесу и бољем схватању когнитивног развоја ученика.

На послетку, од рада се очекује да ће представљати полазиште и отворити нове идеје за будућа истраживања овог и сличних проблема примене образовних софтвера у почетној настави математике. Очекује се да ће докторска дисертација бити од велике користи учитељима и практичарима при организацији, планирању и реализацији наставе математике и њеном унапређивању. Имплементација софтверског пакета *GeoGebra* у настави није ограничена само и искључиво на геометријске садржаје, напротив, дometи *GeoGebra*-е далеко су већи. Управо зато, од изузетне је важности препознати бенефите које коришћење овог пакета пружа и искористити их како у теорији тако и у пракси.

7. Анализа методологије рада кандидата и критички осврт

Анализом методолошког оквира истраживања, планираног у оквиру докторске дисертације *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике*, уочено је да је кандидат Милан Миликић сходно постављеном предмету, циљу и задацима истраживања, изабрао адекватне методе, технике и инструменте истраживања. Имајући у виду да је у питању експериментално истраживање, да се експериментална варијабла уноси, прати и мери у природним условима (у оквиру редовне наставе математике која се одвија по одређеном наставном плану и програму рада), истраживање се одређује као теренско. Будући да истраживање треба да унапреди процес учења у настави математике и квалитет њених исхода, истраживање спада у категорију примењених.

У реализацији циља и постављених задатака истраживања Кандидат ће применити методу теоријске анализе, експерименталну и дескриптивну методу. Истраживање ће започети методом теоријске анализе, коју ће користити у изради теоријског приступа проблему и проучавању релевантне литературе. Истражиће научне радове теоријског и емпиријског карактера који се односе на когнитивне теорије учења, теорије развоја геометријског мишљења, анализу настанка, развој и одређивање суштинских обележја и структурних елемената софтверског пакета *GeoGebra* и његову примену у настави математике. Дескриптивну научно-истраживачку методу користиће приликом прикупљања, обраде и анализе података, и извођења закључака у раду.

Експерименталну методу Кандидат ће користити у оквиру експеримента са паралелним групама са циљем утврђивања постојања узрочно-последичних веза између примене софтверског пакета *GeoGebra* и повећања нивоа ученичких постигнућа у настави геометрије у четвртом разреду основне школе. У иницијалној етапи истраживања Кандидат неће примењивати вештачко уједначавање група већ ће статистички контролисати разлике које постоје између група одговарајућим статистичким поступцима. Рад у експерименталној групи састојаће се у примени садржаја који је методички трансформисан уз коришћење пакета *GeoGebra* и обухватиће све садржаје наставне теме *Геометрија* предвиђене наставним планом и програмом Математике у четвртом разреду основне школе: Обим фигуре; Површина фигуре. Мерење површине; Јединице мере за површину; Израчунавање површине правоугаоника и квадрата; Квадар и коцка. Особине квадрата и коцке; Мрежа квадрата и коцке; Израчунавање површине квадрата и коцке.

Од научно-истраживачких техника током истраживања биће примењено: тестирање, анкетање, скалирање и интервјуисање. Тестирање Кандидат користи како би се утврдио утицај експерименталног програма на ниво постигнућа ученика. Тестирање ће бити реализовано у три наврата. Прво, иницијално тестирање, пре почетка деловања експерименталног фактора. Друго, финално, након завршетка експерименталног програма. Треће, ретест, биће реализовано три месеца након експерименталног програма, са циљем утврђивања трајности знања ученика. Анкетање и скалирање биће коришћено

приликом испитивања мишљења и ставова ученика о математици као наставном предмету и мотивацији ученика за учење у оквиру овог предмета, а са циљем да се утврди да ли под утицајем експерименталног фактора долази до промене у ставовима ученика према математици. Интервјуисање као истраживачку технику Кандидат користи како би путем вођеног интервјуа испитао мишљења учитеља одељења експерименталне групе о примени пакета *GeoGebra* почетној настави математике.

Од инструмената истраживања Кандидат ће користити тестове знања, упитник за ученике о настави математике и квалитативни интервју за учитеље. Планирано је да сви инструменти буду пилотирани и утврђене њихове метријске карактеристике.

За потребе истраживања биће коришћена два узорка: узорак ученика и узорак учитеља. Узорак ученика биће одабран из популације ученика четвртог разреда из две основне школе на територији града Јагодина и чиниће га укупно 217 ученика. Узорак учитеља чиниће четири учитеља одељења експерименталне групе.

Статистичка обрада података биће заснована на употреби стандардних статистичких поступака уз употребу софтверског пакета IBM SPSS, верзија 17.0. Статистичку обраду података Кандидат ће засновати на употреби стандардних статистичких поступака, статистичког описивања и закључивања. При обради података прикупљених техником анкетирања користиће се дескриптивне статистичке методе (аритметичка средина, стандардна девијација, дистрибуција фреквенције, проценти), а подаци ће бити образложени текстуалним, табеларним и графичким путем. За утврђивање значајности разлика између аритметичких средина експерименталне и контролне групе примењиваће се *t*-тест независних узорака, као и ANOVA и ANCOVA (анализа коваријанса). За утврђивање нормалности расподеле иницијалног и финалног теста знања користиће се Колмогоров-Смирнов, а за корелацију Пирсонов и Кронбах-алфа коефицијент корелације. Мишљења учитеља одељења експерименталне групе Кандидат ће испитивати применом квалитативне анализе.

Емпиријско истраживање спроводиће се према следећим фазама:

- 1) Прикупљање и проучавање релевантне литературе из области истраживања;
- 2) Израда експерименталног програма (израда модела часова уз примену софтверског пакета *GeoGebra* у складу са програмима Математике за четврти разред према наставном плану и програму);
- 3) Упознавање директора, педагошко-психолошке службе, учитеља и родитеља о садржају и динамици истраживања;
- 4) Консултације са учитељима, договор око организације рада и реализације истраживања;
- 5) Израда прелиминарних инструмената истраживања и спровођење пилот испитивања у циљу утврђивања метријских карактеристика израђених тестова;

- 6) Израда и реализација иницијалних тестова;
- 7) Израда и реализација упитника за ученике о настави математике;
- 8) Планирање, припремање и обезбеђивање материјално-техничких ресурса;
- 9) Реализација експерименталног програма. Кандидат ће у одељењима експерименталне групе изводити наставу према утврђеном експерименталном програму. У одељењима контролне групе учитељи ће реализовати геометријске садржаје класичним моделом наставе;
- 10) Израда финалног теста и реализација тестирања након завршеног експерименталног програма;
- 11) Израда и реализација упитника за ученике о настави математике након реализованог експерименталног програма;
- 12) Израда питања и реализација вођеног интервјуа са учитељима одељења која су учествовала у реализацији експерименталног програма;
- 13) Ретестирање ученика ради утврђивања нивоа трајности знања истеклом три месеца од финалног тестирања.
- 14) Обрада, анализа прикупљених података, дискусија резултата, израда докторске дисертације, извођење закључака са акцентом на смернице за будућа истраживања.

Након увида у предложену методологију рада на изради докторске дисертације *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* констатујемо да су истраживачке методе добро одабране и у складу са постављеним предметом, циљем, задацима и хипотезама истраживања. Предвиђени статистички поступци, обрада и анализа прикупљених података воде ка доношењу валидних и веродостојних закључака.

8. Оквирни садржај дисертације

Кандидат је уз Пријаву теме поднео и оквирни садржај, односно структуру рада. Рад, поред увода, закључка, литературе и прилога имаће три структурне целине: Теоријски приступ проблему истраживања, Методолошке основе истраживања, Анализа и интерпретација резултата истраживања. Оквирни садржај по целинама је:

ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА

1. Геометрија у почетној настави математике
 - 1.1. Почетна настава математике – основни циљ и задаци
 - 1.2. Теорије развоја геометријског мишљења
 - 1.3. Очигледност у настави геометрије

- 1.4. Заступљеност геометријских садржаја у почетној настави математике
- 1.5. Проблеми усвајања геометријских садржаја у почетној настави математике
2. Софтверски пакет *GeoGebra* – настанак и особине
 - 2.1. Појава образовних софтвера
 - 2.2. Настанак и развој софтверског пакета *GeoGebra*
 - 2.3. Софтверски пакет *GeoGebra* у настави математике
 - 2.4. Улога софтверског пакета *GeoGebra* у учењу геометријских садржаја
 - 2.5. Предности и ограничења примене софтверског пакета *GeoGebra* у настави математике
3. Примена софтверског пакета *GeoGebra* у настави и учењу – преглед досадашњих истраживања

МЕТОДОЛОШКЕ ОСНОВЕ ИСТРАЖИВАЊА

1. Увод у истраживање
2. Проблем и предмет истраживања
3. Циљ и задаци истраживања
4. Хипотезе истраживања
5. Варијабле истраживања
6. Дефинисање основних појмова
7. Методе, технике и инструменти истраживања
8. Популација и узорак истраживања
9. Ток истраживања
10. Статистичка обрада података

АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

1. Софтверски пакет *GeoGebra* и геометријски садржаји у почетној настави математике
 - 1.1. Разлике у нивоима постигнућа између ученика из експерименталне и контролне групе након примене софтверског пакета *GeoGebra*
 - 1.2. Разлике у нивоима постигнућа ученика у настави геометрије у односу на пол након примене софтверског пакета *GeoGebra*
 - 1.3. Разлике у нивоима постигнућа ученика у настави геометрије у односу на оцену из математике на крају претходне школске године након примене софтверског пакета *GeoGebra*
 - 1.4. Разлике у нивоима постигнућа ученика у настави геометрије у односу на општи успех постигнут на крају претходне школске године након примене софтверског пакета *GeoGebra*

2. Утицај софтверског пакета *GeoGebra* на повећање трајности усвојених геометријских садржаја у почетној настави математике
3. Ставови ученика према математици као наставном предмету након употребе софтверског пакета *GeoGebra*
4. Мотивисаност ученика за учење геометријских садржаја у почетној настави математике након употребе софтверског пакета *GeoGebra*
5. Ставови учитеља одељења која чине експерименталну групу о примени софтверског пакета *GeoGebra* у настави математике

ЗАКЉУЧАК

Методичке импликације

Отворена питања за даља истраживања

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЗИ

Прилог 1. Иницијални тест знања

Прилог 2. Финални тест знања

Прилог 3. Ретест знања

Прилог 4. Експериментални програм

Прилог 5. Анкетни упитник за ученике

Прилог 6. Квалитативни интервју за учитеље

Прилог 7. Дескриптивна статистика

9. Научна област дисертације

Предложена тема докторске дисертације *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* припада пољу друштвено-хуманистичких наука, научној области педагошке и андрагошке науке. Ужа научна област дисертације је *Методика наставе математике*.

10. Подаци о ментору

За ментора у изради докторске дисертације под називом *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* кандидата Милана Миликића предложена је др Сања Маричић, ванредни

професор за ужу научну област *Методика наставе математике*. Предложени ментор запослен је на Педагошком факултету у Ужицу Универзитета у Крагујевцу од 1998. године. На факултету изводи наставу на основним, мастер и докторским академским студијама на предметима из уже научне области *Методика наставе математике*. Акредитован је ментор од стране комисије за акредитацију. Област научно-истраживачког рада предложеног ментора уско је везана за питања која припадају области унапређивања наставе математике у млађим разредима основне школе. До сада је објавила више од 140 научних и стручних радова из области методике наставе математике, више уџбеника за основну школу, уџбеник и практикуме за студенте на студијском предмету *Методика наставе математике* и три монографије. Члан је националног пројекта које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја, а носилац је Педагошки факултет *Настава и учење – проблеми, циљеви и перспективе* и пројекта у оквиру програмске активности "Развој високог образовања" под називом *Методички оквир развоја дигиталних компетенција учитеља* (МОДиКУ). Учествовала је као члан комисије у одбрани једне докторске дисертације, била члан комисије за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата докторске дисертације и именована је за ментора докторске дисертације на Педагошком факултету у Ужицу. Ментор је великог броја мастер и завршних радова из области Методике наставе математике на Педагошком факултету у Ужицу и члан је комисија за њихову одбрану.

Комисија издваја следеће радове предложеног ментора као релевантне за оцену његове подобности имајући у виду категорије које се узимају у обзир приликом оцене испуњености услова за ментора:

1. Maričić, S., Stamatović, J. (2017). The Effect of Preschool Mathematics Education in Development of Geometry Concepts in Children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(9), 6175–6187 [ISSN: 1305-8223 (online) 1305-8215 (print), DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01057a>] (M23)
2. Maričić M., Sanja, Lazić, Bojan (2020). Abacus computing tool– from history to application in mathematical education. *Иновације у настави*, XXXIII (1), 57–71. doi: [10.5937/inovacije2001057M](https://doi.org/10.5937/inovacije2001057M) [ISSN 0352-2334; UDC 51(091):371.3 51-35; COBIS.SR-ID 4289026] (ERIHPLUS, DOAJ) (M24)
3. Maričić, S., Stakić, M., Malinović-Jovanović, N. (2018). The Role of Literary Content for Children in Preschool Mathematics Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 4(2), 631-642, [ISSN: 1305-8223 (online) 1305-8215 (print) DOI: [10.12973/ejmste/80627](https://doi.org/10.12973/ejmste/80627)] (M23)
4. Maričić S., Špijunović, K., Lazić, B. (2016). The Influence of Content on the Development of Students` Critical Thinking in the Initial Teaching of Mathematics. *Croatian Journal of Education*, Vol. 18, 1, 11–40. [ISSN 1848-5197, doi: [10.15516/cje.v18i1.1325](https://doi.org/10.15516/cje.v18i1.1325)] (M23)
5. Bikić, N., Maričić, S., Pikula, M. (2016). The effects of differentiation of content in problem-solving in learning geometry in secondary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(11), 2783-2795, doi: [10.12973/eurasia.2016.02304a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02304a) (M23)

6. Špijunović, K., Maričić, S. (2011). Development of pupils' critical thinking in the initial teaching of mathematics, *Didactica Slovenica – pedagoška obzorja*, Novo Mesto: Pedagoška obzorja, Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 26 (4), 66–76. (UDC 37:51:159.955, ISSN: 0353-1392) (M23)
7. Ђелић, Ј., Маричић, С., Шпијуновић, К. (2016). Формативна вредност описних оцена у почетној настави математике. *Зборник института за педагошка истраживања*, 48(1), 127-146. [ISSN 0579-6431; UDC 316.644-057.874:316.624(497.11); 316.6:616.89-008.444.8; COBISS.SR-ID 22481100] (M24)
8. Лазић, Б., Маричић, С., Милинковић, Ј. (2015). Пропедевтичко учење разломака засновано на интеграцији садржаја у почетној настави математике. *Настава и васпитање*, 64 (4), 679–695. [ISSN 0547-3330, UDC 371.3::512.1-028.31, COBISS.SR-ID 220439820] (M24)
9. Маричић, С., Шпијуновић, К. (2014). Уџбеници у функцији развијања критичког мишљења ученика у настави математике у млађим разредима основне школе. *Настава и васпитање*. LXIII(4), 639–652. [ISSN: 0547-3330; UDC 159.955.072-057.874(497.11)"2012/2013" 371.671.046.12:51; COBISS.SR-ID 211870476] (M24)
10. Lazić, B., Maričić, S. (2015). Propaedeutic formation of the concept of fraction in elementary mathematics education. In J. Novotna, H. Moraova (Eds.). *Developing mathematical language and reasoning (Proceeding of International Symposium Elementary Math Teaching)* (212–221). Prague, the Czech Republic: Charles University, Faculty of Education. [ISBN 978-80-7290-833-2] (M14)
11. Maričić, S., Špijunović, K., Malinović Jovanović, N. (2013). The Role of Tasks in the Development of Students' Critical Thinking in Initial Teaching of Mathematics. In J. Novotna, H. Moraova (Eds.). *Task and tools in elementary mathematics* (204–212). Prague, the Czech Republic: Charles University, Faculty of Education.. [ISBN 978-80-7290-637-6] (M14)
12. Špijunović, K., Maričić, S. (2014). Some Questions Regarding the Development of Students' Creative Thinking in Elementary Mathematics Education. U D. Hozjan (ur.). *Izobraževanje za 21. stoletje – ustvarjalnost v vzgoji in izobraževanju*. (451–462). Koper: Univerzitetna Založba Annales. [ISBN 978-961-6862-74-5; UDC 37(082); COBISS.SI-ID 273044992] (M31)
13. Maričić S., Špijunović K. (2015). Education Standards and their Reflections on Elementary Mathematics Education. T. Grušovnik (Ed.). *Obzorja učenja: Vzgojno-izobraževalne perspektive* (423–433). Koper: Univerzitetna založba Annales. [ISBN 978-961-6964-14-2; UDC37.01(082); COBISS.SI-ID 278931968] (M31)
14. Špijunović, K., Maričić, S. (2016). Cilj i zadaci nastave matematike u mlađim razredima osnovne škole od računске nastave do danas. *Pedagogija*, 71(2), 229–238. [ISSN 0031-3807; UDC 371.3::51(497.11) 159.947.5-057.874; COBISS.SR-ID 225092364] (M51)

11. Научна област чланова Комисије

Др Ненад Вуловић, председник Комисије, доцент за ужу научну област Методике наставе математике на Факултету педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.

1. Mihajlović, A., Vulović, N., Milikić, M. (2020). Using the Fangcheng method to develop pre-algebra concepts in primary-grade students. *Teaching Innovations, Special Issue - A Theatre of Mathematical History – A Historical Memoir*, 33 (1), 72–88, ISSN 0352-2334 (ERIHPLUS, DOAJ) (M24)
2. Čutura, I. & Vulović, N. (2020): Developing Writing Skills by Formulating Mathematical Problems, *Pedagogy*, Vol. 92, No. 2, pp. 274-288, Sofia: Az-buki National Publishing House, Bulgaria. ISSN 0861-3982 (Print), 1314-8540 (Online) (Erih+) (M23)
3. Gorjanac Ranitović, M., Vulović, N. & Lazić, B. (2019). History of graphical representation of data. Proceedings of the Training Conference History of Mathematics in Mathematics Education, October 26 – 30, 2018. Jagodina: University of Kragujevac, Faculty of Education, pp. 23 – 28, ISBN: 978-86-7604-176-3 (M33)
4. Чутура, И. & Вуловић, Н. (2016): Формулисање текстуалних задатака на основу математичког израза у четвртном разреду основне школе, *Зборник Института за педагошка истраживања*, год. 48, бр. 1, стр. 106-126, Београд: Институт за педагошка истраживања, ISSN 0579-6431 (M24)
5. Вуловић, Н. (2016): Припрема ученика за математичка такмичења у разредној и предметној настави, *Узданица*, год. XIII, бр. 1, стр. 71-86, Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, ISSN 1451-673X (M52)
6. Михајловић, А., Вуловић, Н. (2014): Прилагођавање наставних садржаја математике циљевима модерног друштва, Посебна издања Научни скупови, Наука и глобализација, Универзитет у Источном Сарајеву, Филозофски факултет Пале, књ. 8, том 3, 241 – 255, ISBN 978-99938-47-61-8 (M14)
7. Вуловић, Н., Поповић, Б. (2012): Оспособљеност учитеља за геометријске садржаје у додатној настави математике, *Узданица*, год. IX, бр. 2, стр. 87-94, Јагодина: Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, ISSN 1451-673X (M52)
8. Вуловић, Н. (2011): Диференцијација геометријских садржаја и активно учење у почетној настави математике, *Настава и васпитање*, год. 60, бр. 3, стр. 529-539, Београд: Савез педагошких друштава Србије, ISSN 0547-3330 (M24)

Др Оливера Марковић, доцент за ужу научну област *Математика са методиком* на Педагошком факултету у Ужицу, Универзитет у Крагујевцу, члан Комисије.

1. Milenko Pikula, Vladimir Vladičić, Olivera Marković (2013). A solution to the inverse problem for the Sturm-Liouville-type equation with a delay, *Филомат*, 1237–1245. Ниш: Природно-математички факултет. 27:7 (2013); DOI 10.2298/FIL 1307237P (M21)
2. Olivera Marković, Milenko Pikula, Marina Zubac (2019). Critical Analysis of the Mathematical Tasks of the PISA Test, *Croatian Journal of Education*, Vol. 21, No. 1. ISSN 1848-5189; DOI 10.15516/cje.v21i1.3245 (M23)
3. Milenko Pikula, Olivera Marković, Dragana Nedić (2012). Computations of first forced regularized trace Sturm-Liouville operator with homogeneous delay, *Proceedings of the 5th International Conference “Science and higher education in function of Sustainable*

development” *SED*, 4–5. oktobar 2012., Užice, 185–187, <http://www.vpts.edu.rs/sed12/> ISBN 978-86-83573-28-8; COBISS.SR-ID 197071372 (M33)

4. Snežana Marinković, Milomir Erić, Olivera Marković (2012). Presentation of social and natural-scientific concepts in the course books of nature and society in junior classes of primary school. In E. Szoradova (ed.): *Learner – Teacher – Research in Serbian-Slovak Education Environment*, pp. 62–70. Nitra: Constantine the Philosopher University – Faculty of Education, International Scientific Proceedings. ISBN 978-80-558-0071-4; EAN 9788055800714 (M33)
5. Olivera Marković, Milomir Erić (2014). The Problem of Inadequate Use of the Mathematical Language in the PISA Test Tasks, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 128, p. 54–59, Elsevier. ISSN 1877-0428; DOI 10.1016/j.sbspro.2014.03.117 (M33)
6. Оливера Марковић, Миломир Ерић (2018). Проблеми разумевања хипотетичко-категоричких силогизама у настави математике, Конференција посвећена проф. др Миленку Пикули, *Књига апстракта* „Савремени математички проблеми“. Универзитет у Источном Сарајеву, 12–13. октобар 2018. године, Универзитет у Источном Сарајеву, Филозофски факултет Пале, стр. 33–34. ISBN 978-99938-47-95-3; COBISS.RS ID 7691288 (M34)

Др Оливера Ђокић, ванредни професор за ужу научну област *Методика наставе математике*, Учитељски факултет у Београду, Универзитет у Београду, члан Комисије

1. Ђокић, О., Јелић, М., & Пић, С. (2020). The Correlation between Figural and Conceptual Properties of Angle and Cube in Pre-Service Teachers Geometric Reasoning. *Teaching Innovations*, 33(1), 1-20. DOI: 10.5937/inovacije2001001D (ERIHPLUS, DOAJ) (M24)
2. Antić, M., Ђокић, О. (2019). The Development of the Components of the Length Measurement Concept in the Procedure of Measurement Using a Ruler. *한국수학교육학회지/시리즈D:수학교육연구*, 22(4), 261–282. <https://doi.org/10.7468/JKSMED.2019.22.4.261>
3. Ђокић, О. и Зељић, М. (2017). Теорије развоја геометријског мишљења према ван Хилу, Фишбајну и Удеммон-Кузникау. *Теме*, XLI (3), 623-637. doi:10.22190/ТЕМЕ1703623D (M24)
4. Антић, М. и Ђокић, О. (2018). Развијеност компоненти појма мерење дужине код ученика првог разреда основне школе. *Иновације у настави*, 31 (1), 58–74. doi:10.5937/inovacije1801058A (ERIHPLUS, DOAJ) (M51)
5. Ђокић, О. (2019). Ставови ученика четвртог разреда основне школе о учењу на часовима геометрије. *Иновације у настави*, 32 (1), 30-52, doi:10.5937/inovacije1901030D (ERIHPLUS, DOAJ) (M51)
6. Јелић, М. и Ђокић, О. (2017). Ка кохерентној структури уџбеника математике – анализа уџбеника према структурним блоковима ТИМСС истраживања. *Иновације у настави*, 30 (1), 67–81. doi:10.5937/inovacije1701067J (M51)
7. Маринковић, К. и Ђокић, О. (2016). Стратегије рада учитеља са потенцијално даровитим ученицима за математику – искуства САД, Русије, Јапана, Кине, Румуније и Србије. *Иновације у настави*, 29 (2), 38–54. doi:10.5937/inovacije1602038M (M51)

8. Zeljić, M., Dabić Boričić, M., & Đokić, O. (2019). Multiplication Strategies: Progressive Development and (or) Systematic Teaching. In: J. Novotná & H. Moraová (Eds.), Proceedings „Opportunities in Learning and Teaching Elementary Mathematics“, International Symposium Elementary Mathematics Teaching (SEMT-2019), 18-22 August, 2019, Charles University in Prague (418-427). Prague: Charles University. ISBN: 978-80-7603-069-5 (WoS - Web of Science) (M13)
9. Zeljić, M., Đokić, O., & Vujisić Živković, N. (2016). The Role of Practical Experience in Developing Criteria for Evaluation of Pre-service Teachers' Lessons of Mathematics. In: Z. Začlona & I. Radovanović (Eds.) (97-108), Special Issue Teachers' education. The perspective of theory and practice. Nowy Sącz: State Higher Vocational School in Nowy Sącz, Institute of Pedagogy and University of Belgrade, Teacher Education Faculty. ISBN: 978-83-63196-97-4 (M14)
10. Đokić, O. (2015). The Effects of RME and Innovative Textbook Model on 4th Grade Pupils' Reasoning in Geometry. In: J. Novotná & H. Moraová (Eds.), Proceedings „Developing mathematical language and reasoning“, International Symposium Elementary Mathematics Teaching (SEMT-2015), 16-21 August, 2015, Charles University in Prague (107-117). Prague: Charles University. ISBN: 978-80-7290-833-2 (WoS - Web of Science) (M14)
11. Zeljić, M., Đokić, O., & Dabić, M. (2016). Teachers' Beliefs Towards the Various Representations in Mathematics Instruction. In: C. Csíkos, A. Rausch, & J. Szitányi, (Eds.). *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education „Mathematics Education – How to Solve It?“* (PME-40), 3–7 August, 2016, University of Szeged, Szeged (Vol. 4, 403-410). International Group for the Psychology of Mathematics Education. (ISSN 0771-100) (M33)
12. Ђокић, О. и Дејић, М. (2016). Мотивација за учење као структурна компонента иновативног модела уџбеника математике. У: А. Пешикан (ур.), *Уџбеник у функцији наставе и учења*, 4. новембар 2016, Учитељски факултет, Ужице (405-418). Ужице: Учитељски факултет. (ISBN 978-86-6191-040-1) (M33)
13. Đokić, O. (2014). RME as a Teaching Approach - A Case Study of Elementary Geometry in Serbian Innovative 4th-grade Textbook. In: K. Jones, C. Bokhove, G. Howson, & L. Fan (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Textbook Research and Development (ICMT-2014)*, 29-31 July, 2014, University of Southampton, Education School, UK (203-208). Southampton: University of Southampton. (ISBN 9780854329847 (pk), ISBN 9780854329854 (ebook)) (M33)
14. Đokić, O. (2013). Mathematical Exercises as a Basis for Pupils' Mathematical Thinking Development. In: Theoretical and methodological basis of quality education, I. Radovanović, Z. Začlona (Eds.) (79-94). University of Belgrade, Belgrade - Teachers' Training Faculty and State Higher Vocational School in Nowy Sącz, Poland. ISBN 978-86-7849-195-5 (M14)
15. Ђокић, О., Трмчић, М. (2012). О мотивацији и учењу геометрије на предшколском узрасту. У: Методички аспекти наставе математике II, Н., Вуловић (ур.) (183-198), 14-15. мај 2011, Факултет педагошких наука у Јагодини. ISBN: 978-86-7604-089-6 (M33)

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

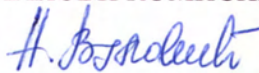
На основу података изнетих у извештају Комисија закључује да кандидат Милан Миликић испуњава све услове за одобрење израде докторске дисертације на Педагошком факултету у Ужицу.

Предложена тема, *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике* према увиду у документацију коју је Кандидат поднео, а с обзиром на актуелност теме, недостатак истраживања у овој области, пројектоване циљеве и задатке и предложену методологију израде, испуњава услове да буде прихваћена као тема за израду докторске дисертације.

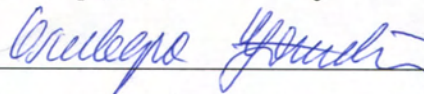
Из наведених разлога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Педагошког факултета у Ужицу да прихвати за израду предложену докторску дисертацију кандидата Милана Миликића под насловом *Ефекти примене софтверског пакета GeoGebra на садржајима геометрије у почетној настави математике*, а да се за ментора при изради докторске дисертације одреди проф. др Сања Маричић, ванредни професор за ужу научну област *Методика наставе математике* на Педагошком факултету у Ужицу Универзитета у Крагујевцу.

У Ужицу, 25.05.2020. године

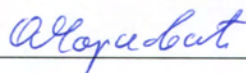
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:



Др Ненад Вуловић, доцент за ужу научну област *Методика наставе математике*, Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу, Јагодина, председник Комисије



Др Оливера Токић, ванредни професор за ужу научну област *Методика наставе математике*, Учитељски факултет у Београду, Универзитет у Београду, члан Комисије



Др Оливера Марковић, доцент за ужу научну област *Математика са методиком*, Педагошки факултет у Ужицу, Универзитет у Крагујевцу, члан Комисије