

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА СПЕЦИЈАЛНУ ЕДУКАЦИЈУ И
РЕХАБИЛИТАЦИЈУ

Анита А. Ковачић Поповић

**УТИЦАЈ ВИЗУО-ПРОСТОРНЕ РАДНЕ
МЕМОРИЈЕ НА УСВАЈАЊЕ
МАТЕМАТИЧКИХ ВЕШТИНА КОД ДЕЦЕ
СА ТЕШКОЋАМА У УЧЕЊУ
МАТЕМАТИКЕ**

докторска дисертација

Београд, 2018.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

Anita A. Kovačić Popović

**VISUO-SPATIAL WORKING MEMORY
INFLUENCE ON ADOPTION OF
MATHEMATICAL SKILLS IN CHILDREN
WITH LEARNING DIFFICULTIES IN
MATHEMATICS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018.

Ментор:

Др Снежана Николић, редовни професор, Универзитет у Београду - Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију,

Комисија:

Др Снежана Николић, редовни професор, Универзитет у Београду - Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију,

Др Горан Недовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију,

Др Србољуб Ђорђевић, редовни професор, Универзитет у Нишу - Педагошки факултет у Врању.

Датум одбране: _____

Утицај визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике

Резиме

У већини досадашњих истраживања испитиван је значај радне меморије код деце различитог узраста и стања, као и повезаност са другим когнитивним системима. Тако је уочена и значајна повезаност између радне меморије и математичких вештина код деце која испољавају тешкоће у учењу математике (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella & Altoè, 2008; Toll, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2011). Заинтересованост истраживача за процену радне меморије код деце која похађају наставу математике порасла је током протеклих година. С тога бројни истраживачи су истакли важност радне меморије на усвајање знања из математике, као и да она представља важан фактор индивидуалних разлика код деце у постигнућима у математици.

Основни циљ овог истраживања је утврђивање капацитета визуо-просторне радне меморије и његов утицај на усвајање математичких знања и вештина, као и на општи успех у школи ученика III разреда основне школе.

Узорком истраживања обухваћено је 504 ученика, оба пола, узраста 9-10 година. Према неуропсихолошком тесту за обраду бројева и рачунања (Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children) идентификовали смо децу која испољавају тешкоће у учењу математике (N=50) и формирали групу деце која немају тешкоће у учењу математике (N=72). Визуо-просторну радну меморију проценили смо уз помоћ два инструмента: препознавање кућа (The Recognition test), који мери пасивну функцију визуо-просторне радне меморије и слагалица (The Jigsaw Puzzle task) који мери активне процесе визуо-просторне радне меморије.

Резултати истраживања су показали да је капацитет визуо-просторне радне меморије директно пропорционалан резултатима на тесту математичких вештина. Анализом резултата математичких вештина утврђена је статистички значајна разлика између деце која испољавају тешкоће и деце која немају тешкоће у учењу математике ($p < 0,05$). Такође, разлике између ове две групе се запажају на нивоу активне ($F=81,955$, $p < 0,01$) и пасивне

($F=51,23$, $p<0,01$) визуо-просторне радне меморије, с тим што бољи резултат постижу ученици који немају тешкоће у учењу математике.

Статистичком анализом смо утврдили да деца која немају тешкоће у учењу математике се значајно разликују у учинку на свим тестовима који процењују знање из математике. Тако, разлике су присутне на тестовима Сабирања ($F=21,02$, $p<0,01$), Одузимања ($F=45,73$, $p<0,01$), Множења и дељења ($F=16,97$, $p<0,01$), Јединица мере ($F=26,16$, $p<0,01$) и Геометрије ($F=29,38$, $p<0,01$). Међутим, статистички значајна разлика између ове две групе добијена је и на основу њихових оцена из математике ($F=107,985$, $p<0,01$), српског језика ($F=27,305$, $p<0,01$), енглеског језика ($F=16,665$, $p<0,01$), природе и друштва ($F=19,300$, $p<0,01$) и музичког васпитања ($F=6,253$, $p<0,05$), као и узимајући у обзир њихов општи успех у школи ($F=44,431$, $p<0,01$).

Добијени резултати указују на то да деца која испољавају тешкоће у учењу математике имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије која утиче на математичке вештине, усвајање знања из математике, као и на опште постигнуће у школи. С тога би будућа истраживања требало усмерити на идентификовање деце која имају нижи капацитет радне меморије и њихово укључивање у програме тренинга радне меморије. На тај начин би опште способности деце биле унапређене, што би довело и до бољег постигнућа у школи.

Кључне речи: визуо-просторна радна меморија, деца са тешкоћама у учењу математике, математичке вештине, знање из математике, општи успех у школи

Научна област: Специјална едукација и рехабилитација

Ужа научна област: Соматопедија

Visuo-spatial working memory influence on adoption of mathematical skills in children with learning difficulties in mathematics

Abstract

It has been examined the importance of working memory in children of different ages and disabilities, as well as connections to other cognitive systems in the most previous studies. It has been observed significant association between working memory and mathematical skills in children with mathematical difficulties (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella & Alto, 2008, Toll, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2011). The interest of researchers for the assessment of working memory in children attending classes in mathematics increased in recent years. Therefore, many researchers have been given the importance of working memory on the acquisition of knowledge in mathematics, and it is an important factor of individual differences among children in achievement in mathematics.

The aim of research is to determine the visuo-spatial working memory capacity and its influence on the adoption of mathematical knowledge and skills, as well as on the success in school third grade childrens of primary schools.

Sample consists of 504 students of both gender, aged 9-10 years. According to a Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children we have identified children with mathematical difficulties (N=50) and formed a group of children who have not difficulty in learning mathematics (N=72). Visuo-spatial working memory we estimated with the help of two instruments: The Recognition test, which measures the passive function of visuo-spatial working memory and The Jigsaw Puzzle task which measures the active visuo-spatial working memory.

The results showed that the capacity of visuo-spatial working memory directly proportional to the results of a test of mathematical skills. By analyzing the results of mathematical skills it has been determined statistical significant difference between the children with mathematical difficulties and children who have not mathematical difficulties ($p < 0.05$). Also, differences between the two groups was observed at the level of the active ($F = 81.955$, $p < 0.01$) and passive ($F = 51.23$, $p < 0.01$) visuo-spatial working memory, with the best results obtained by students who have not mathematical difficulties.

Statistical analysis we found that children who have not mathematical difficulties are significantly different in performance in all tests that assess knowledge of mathematics. Differences are present in the assays of addition ($F=21.02$, $p<0.01$) subtracting ($F=45.73$, $p<0.01$), multiplication and division ($F=16.97$, $p<0.01$), unit of measure ($F=26.16$, $p<0.01$), and geometry ($F=29.38$, $p<0.01$). However, the statistically significant difference between these two groups is obtained and based on their score in Mathematics ($F=107.985$, $p<0.01$), in Serbian language ($F=27.305$, $p<0.01$), the English language ($F=16.665$, $p<0.01$), Nature and society ($F=19.300$, $p<0.01$) and the Musical education ($F=6.253$, $p<0.05$), as well as taking into account their general performance in school ($F=44.431$, $p<0.01$).

The results indicate that children with mathematical difficulties have a lower capacity of active and passive visuo-spatial working memory, which affects the mathematical skills, acquire knowledge in mathematics, as well as on general achievement in school. Therefore, future research should focus on identifying children with lower working memory capacity and involving them in training programs of working memory. In that way the general ability of children would be improved, which would lead to better achievement in school.

Key words: visuo-spatial working memory, children with mathematical difficulties, mathematical skills, mathematics knowledge, success in school

Scientific Field: Special Education and Rehabilitation

Specialized Scientific Field: Special Education and Rehabilitation of Persons with Motor Disabilities

Садржај

УВОД.....	1
I ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА.....	3
1.1. Специфични развојни поремећаји школских способности	4
1.2. Математика у основном образовању и васпитању	6
1.3. Математичке способности деце у основном образовању и васпитању.....	7
1.4. Тешкоће у учењу математике код деце млађег школског узраста.....	14
1.4.1. Дефиниција тешкоћа у учењу математике	14
1.4.2. Преваленца тешкоћа у учењу математике	17
1.4.3. Специфичности деце са тешкоћама у учењу математике.....	18
1.4.4. Облици тешкоћа у учењу математике	22
1.5. Радна меморија.....	27
1.5.1. Дефиниција радне меморије	27
1.5.2. Компоненте (модел) радне меморије	28
1.5.3. Капацитет радне меморије.....	33
1.5.4. Значај радне меморије у настави математике	35
II ПРОБЛЕМ И ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА.....	41
2.1. Проблем истраживања	42
2.2. Предмет истраживања	42
III ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	44
3.1. Циљ истраживања.....	45
3.2. Задаци истраживања.....	45
3.3. Хипотезе истраживања.....	46
IV МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА.....	47
4.1. Узорак, место и време истраживања.....	48
4.2. Варијабле истраживања	50
4.3. Организација истраживања.....	50
4.4. Методе истраживања.....	51
4.5. Поступци и инструменти истраживања.....	51
4.5.1. Поступак истраживања	51
4.5.2. Инструменти и начини прикупљања података	52
4.5.2.1. Општи упитник о основним подацима о испитанику	52
4.5.2.2. Тест за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике.....	52
4.5.2.3. Процена визуо-просторне радне меморије	53
4.5.2.4. Процена знања из математике	54
4.5.2.4.1. Поузданост тестова знања из математике	55
4.6. Статистичка обрада података	56

V	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	58
5.1.	Процена тешкоћа у учењу математике	59
5.2.	Процена математичких знања	60
5.3.	Процена математичких вештина	69
5.4.	Процена успеха у школи	77
5.5.	Процена утицаја активне и пасивне визуо-просторне радне меморије на усвајање знања и вештина у настави математике.....	81
5.6.	Предиктивна моћ тестова.....	87
5.7.	Групни показатељ утицаја пола и узраста деце на резултате коришћених тестова и успеха у школи.....	92
VI	ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА.....	96
6.1.	Резултати процене тешкоћа у учењу математике.....	97
6.2.	Резултати процене математичких знања	100
6.3.	Резултати процене математичких вештина.....	103
6.4.	Резултати процене успеха у школи.....	105
6.5.	Резултати процене утицаја активне и пасивне визуо-просторне радне меморије на усвајање знања и вештина у настави математике.....	107
6.6.	Тестирање хипотеза.....	110
VII	ЗАКЉУЧАК.....	113
7.1.	Закључци	114
	Литература	118
	ПРИЛОЗИ.....	139

Увод

Прегледом досадашњих истраживања показало се да радна меморија игра суштинску улогу у свакодневним когнитивним задацима. Поред тога, што је повезана са другим способностима, установљена је и корелација са успехом у различитим академским областима. Тако, њен утицај можемо приметити код деце различитог узраста и стања.

Велики помак у психологији људског памћења представља вишекомпонентни модел Бедлија и Хича (Baddeley & Hitch, 1974) који се састоји од централног извршитеља, који контролише целокупни систем радне меморије, уз помоћ два потчињена система: фонолошка петља и визуо-просторна контура. Како истиче Бедли (Baddeley, 2000), у модел радне меморије уведен је и концепт епизодичког складишта. Основна карактеристика радне меморије је њено складиштење и манипулација информацијама, која је ограниченог капацитета. Код деце која имају нижи капацитет радне меморије, може доћи до губљења информација које су сачуване у истој и довести до тешкоћа у учењу.

Када се ради о специфичним тешкоћама у учењу, важно је истаћи да су то тешкоће или поремећаји у једном или више процеса у когнитивном систему, који се односи на психолошке процесе укључене у разумевање и коришћење језика, у његовој писаној или говорној форми. Прве тешкоће могу да се испоље када дете крене у школу, с тим што знакови ових тешкоћа датирају још из предшколског узраста. Тешкоће у математици могу да обухватају опште или специфичне грешке у процесу учења математике, од раног развојног периода, па до одраслог доба. С тога, можемо рећи да је тешкоћа у учењу математике делимичан поремећај у процесу усвајања математике, који се може појавити у свим или само одређеним математичким подручјима. Ови ученици, посебно у нижим разредима основне школе, чешће него њихови вршњаци имају тешкоће у савладавању основних рачунарских вештина (Kavkler, 2011; Maccini & Gagnon, 2006), разумевању алгебре (Maccini & Gagnon, 2006) као и у вештинама решавања математичких проблема (Kavkler, 2011; Maccini & Gagnon, 2006; Passolunghi, 2010). Учесталост математичких тешкоћа у школској популацији, креће се од 5% до 9% (Fuchs et al., 2009; Geary, 2004).

Што се тиче радне меморије, постоје бројна истраживања која доказују да је она важан предиктор постигнућа у математици (Bull & Scerif, 2001; Gathercole, Pickering, Knight & Stegmann, 2004). Кључну улогу у учењу и примењивању математичких знања има визуо-

просторна радна меморија (Holmes & Adams, 2006; Li & Geary, 2017; Van Der Ven, Van Der Maas, Straatemeier & Jansen, 2013). Она је специфична компонента радне меморије, одговорна за одржавање и обраду визуелних и просторних информација, које су значајне за успешно решавање задатака.

Сходно томе, деци са тешкоћама у учењу математике требало би посветити више пажње, ради идентификовања фактора који узрокују тешкоће у учењу и на тај начин утичу на смањене могућности ученика, као и слабија постигнућа у школи.

I ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА

1.1. Специфични развојни поремећаји школских способности

Постигнуће ученика у школи резултат је дејства међусобно повезаних фактора. Некада се веровало да је главни узрок неуспеха у школском постигнућу снижена интелигенција, међутим издвајају се и други значајни чиниоци који могу имати утицаја на школско постигнуће, а то су: здравствени, мотивациони, емоционални и социо-културни (Bleuer & Walz, 2002; Hoover-Schultz, 2005; Maksimović, 2007; Malinić, 2007). Последњих деценија, као један од честих узрока сниженог школског постигнућа су различити развојни поремећаји, а посебно специфичне сметње у учењу.

Термин сметње у учењу користи се од 1963. године ради описа озбиљних тешкоћа и проблема које су нека деца имала при учењу (Reid, 2000). Код те деце присутно је ниже школско постигнуће у односу на њихов интелектуални потенцијал, услове за учење, ниво подучавања, као и услове социјалне средине у којој се налазе (Collins & Rourke, 2003; Gadeyne, Ghesquiere & Onghena, 2004). Специфичне сметње у учењу не представљају јединствен термин, већ се односе на поремећаје који се манифестују специфичним и значајним потешкоћама у стицању и коришћењу слуха, говора, читања, писања, резоновања или математичких способности (Hallahan, Kauffman & Pullen, 2012). Тако, бројне дефиниције (настале као последица сложености самога феномена) неретко збуњују и отежавају схватање суштине самог проблема.

Етиологија специфичних сметњи у учењу још увек није довољно испитана. Голубовић (2011), као могуће етиолошке факторе наводи: заостајање у сазревању, абнормалности мождане латерализованости, генетски фактори, минимална церебрална функција, неуролошка оштећења мозга. Такође, и други аутори указују да су специфичне сметње у учењу неуролошки поремећаји, који утичу на један или више основних психолошких процеса укључених у разумевање или коришћење говорног или писаног језика (Edyburn, 2006; Hallahan, Kauffman, & Pullen, 2012). Док други аутори сматрају да оне постоје и поред просечне или надпросечне интелигенције, одговарајућег сензорног и моторног функционисања и адекватних услова за учење (Obradović, Vjekić i Zlatić, 2011).

Сметње у учењу углавном се идентификују приликом поласка у школу када дете није у могућности да савлада школско градиво. Међутим, и поред овога, коначна дијагноза специфичних сметњи у учењу не поставља се пре осме године живота (Žikić, Golubović i

Panić, 2015). Према Међународној класификацији болести (МКБ-10), да би се поставила тачна дијагноза мора да постоји:

- Клинички значајно оштећење одређене школске способности;
- Оштећење мора да буде специфично (не интелектуална ометеност);
- Оштећење мора да буде развојно;
- Одсуство спољних ометајућих фактора;
- Да није директна последица некоригованих оштећења вида или слуха;
- Школским сметњама претходе развојна кашњења или одступања;
- Комбиноване сметње (слаба пажња, хиперактивност, емоционални поремећај или проблеми понашања);
- Ниво постигнућа испод очекиваних за његов ментални узраст.

Код деце са специфичним сметњама у учењу испољавају се тешкоће у следећим доменима: касне или испољавају немогућност савладавања читања, разумевања писаног текста; имају лош рукопис, пишу са пуно грешака, прескачу или додају слова, спајају речи, не поштују интерпункцију; испољавају немогућност усвајања правописних норми, немогућност усвајања граматичких правила, не диференцирају велика и мала слова, штампана и писана, ћирилична и латинична; имају тешкоће у учењу и памћењу серија, проблеме у просторној оријентацији, тешкоће у разумевању математичких проблема. Ова деца могу испољавати тешкоће у перцепцији, представама, памћењу (заборављању), мишљењу, пажњи и концентрацији, говору, мотивацији и самопоуздању с обзиром на учење, емоције, социјалну зрелост, рад, радне навике и искуства, као и координацију моторике (Lazarević i Plečević, 2011).

Додатне карактеристике које су често повезане са тешкоћама у учењу подразумевају когнитивне дефиците, оштећење пажње и дефиците меморије (Eduburn, 2006). Затим, код деце која имају потешкоће у читању, писању, рачунању, слушању, перцепцији, разумевању и одлучивању могу се јавити различити проблеми у вези са њиховим видом, слухом, говором, складиштењем информација, памћењем или пажњом (Hallahan & Kauffman, 2003).

У односу на област у којој се испољава специфична тешкоћа, поремећаји који спадају у ову групу деле се на дислексију (поремећај читања), дисграфију (поремећај писања) и дискалкулију (поремећај рачунања).

Истраживања су показала да велики број ученика са проблемима приликом савладавања школских обавеза има специфичне сметње у учењу. Подаци о преваленци специфичних сметњи у учењу веома су различити, што је вероватно повезано са различитим начинима њиховог дефинисања. У САД-у, преваленца специфичних сметњи у учењу креће се око 4%, у Великој Британији 4%, у Грчкој око 4,5–6%, у Шведској између 5 и 10%, у Србији око 4,3% деце, што представља значајан број ученика са којима би требало да раде наставници, и да се на одговарајући начин припреме (Obradović, Vjekić i Zlatić, 2011).

Рано откривање и третман детета са специфичним развојним сметњама истовремено представља и превенцију поремећаја у развоју, који може прогресивно обухватити више области дечије личности и понашања (Крстић, 2002). Исти аутор наводи да значај ране интервенције подразумева и шире могућности коришћења природних биолошких ресурса, пластицитет мозга у детињству, на основу којих се може постићи већи напредак.

1.2. Математика у основном образовању и васпитању

Математика као наставни предмет у основном образовању и васпитању има велики значај за сваког ученика. Као основни предмет, који се изучава у разредној настави назива се почетна или елементарна математика. Она је одређена садржајима, циљевима и задацима који су дати одговарајућим наставним плановима и програмима. Младеновић (2009) тврди да је један од захтева наставе математике, да се код ученика развија смисао за самосталан организован рад, способност јасног, логичког и прецизног изражавања и усвајања осећаја одговорности и уредности у извршавању школских и других задатака. Организацијом почетне наставе математике, користећи одговарајући модел учења, стварају се могућности за развијање посебног начина размишљања, закључивања и посебне менталне активности ученика при решавању проблема, развијања психичких процеса, почев од пажње до апстракције, правилног расуђивања и закључивања, као и развијања свих интелектуалних способности ученика (Raskov, 2011).

У почетној настави математике формирају се дечији ставови према математици, који могу значајно утицати на њихов будући математички развој. Истраживања су показала да се до дечије једанаесте године обликује њихов однос према математици, ако је тај однос негативан, деца не воле, избегавају и зазиру од математике (Pavleković, 1997). Та уверења

значајно утичу на њихов даљи математички напредак и успешност. Процес промена у почетној настави математике и у настави уопште треба да тежи решењима која ће се у ближој и даљој перспективи осавременити и унапредити наставу овог предмета. Зато је потребно ускладити циљеве образовања, потребе, интересовања и могућности ученика са захтевима савременог живота, применом савремених наставних средстава и створити услове за несметан ток рада. То захтева уношење озбиљних програмских, организацијских и дидактичко-методичких иновација у настави, са чиме се извођачи наставе, путем различитих облика стручног усавршавања, перманентно упознају (Пић, Гајић и Малјковић, 2008). Проблеми методике наставе математике не свде се искључиво на наставу која подразумева само образовање, већ методика наставе математике решава и проблеме васпитања и формирања личности ученика.

Миљевић и Црвенковић наводе да математика има широку примену у свакодневном животу и пружа људима корисна знања за наставак образовања и живот уопште. Осим образовне, она има и васпитну функцију, јер доприноси развоју интелекта и моралних квалитета личности. Зато, математичко образовање мора бити наслоњено на све промене савременог друштва, кроз дефинисање циљева, исхода и садржаја кроз наставне планове и програме, остављајући школама висок степен самосталности у организацији учења и подучавања на начин који одговара њиховим ученицима и условима рада (Миљевић и Црвенковић, 2015).

1.3. Математичке способности деце у основном образовању и васпитању

Током предшколског периода одвија се развој готово свих способности и вештина, па тако и математичких. Математичка способност је могућност да се развије и примени математичко мишљење да би се решио низ проблема у свакодневним ситуацијама. Она је изграђена на познавању нумерације са нагласком на сам процес, активност и знање. Укључује различите способности и вољности да се употребе математички начини размишљања, као што су: логичко и просторно мишљење, тако и презентовање разних формула, модела, графика, конструкција и графикона (Kurtuma i Marković, 2013). Математичке способности су израз повезаности различитих способности и вештина: опште

интелектуалне способности, егзекутивне функције, вербалне и спацијалне способности (Gligorović i Buha Đurović, 2011).

Математичке способности се још дефинишу као стабилна психолошка стања и карактеристике особе у току обављања математичких активности. Основне математичке способности за формирање способности анализирања и решавања проблема, подразумевају:

- Способност посматрања;
- Способност асоцијације;
- Способност рачунања;
- Способност апстрактног сумирања;
- Способност логичког резоновања;
- Способност записивања и изражавања (Crvenković, 2009).

Шварцбурд (1964) наводи да је неопходно узети у обзир чињеницу да су поједини садржаји математике повезани са способностима различите природе и сматра да се математичке способности изражавају у следећем:

- Развијање просторног предочавања;
- Способност за одвајање битног од небитног;
- Способност апстрактног мишљења;
- Способност прелаза са конкретне ситуације на математичку формулацију питања, ка шеми која сажето упућује на суштину проблемског задатка;
- Овладавање навикама дедуктивног мишљења и закључивања;
- Примена научних достигнућа, закључака на конкретне садржаје;
- Способност критичког промишљања и постављање нових проблемских питања;
- Поседовање довољно развијеног, како писменог, тако и усменог, математичког изражавања;
- Поседовање довољно стрпљења при решавању математичких задатака.

Надаље, за праћење, савладавање и усвајање математичких садржаја потребно је да дете има одређене способности, које му омогућују разумевање основних математичких појмова, идеја и метода за самостално решавање задатака. Тако, математичке способности могу бити у разним комбинацијама, где су неке од њих:

- Способност брзог извођења рачунарских операција;
- Способност лаког извођења сложених рачунарских операција;
- Способност вештог трансформисања сложених алгебарских израза;
- Способност налажења успешних нестандартних начина решавања једначина;
- Способност лаког и јасног предочавања просторних објеката и односа;
- Способност лаког разумевања и улажење у бит проблема;
- Способност спровођења анализе;
- Способност откривања различитих начина решавања проблема;
- Способност уочавања и постављања нових проблема;
- Способност стварања и изношења нових идеја;
- Способност извођења правилног логичког расуђивања;
- Способност упоређивања и повезивања добијених резултата;
- Способност успостављања аналогија;
- Способност уопштавања;
- Способност специјализирања;
- Способност апстраховања;
- Способност конкретизације (Kurnik, 2001).

Можемо рећи, да се у основи математичких способности налазе и следеће вештине:

- Разумевање и именовање математичких појмова, операција и преобликовање писмених математичких проблема у математичке симболе;
- Препознавање и читање нумеричких симбола и аритметичких знакова;
- Тачно преписивање бројева или знакова;
- Тачно разумевање знакова за математичке операције;
- Праћење следа математичких корака;
- Бројање објеката и учење таблице множења (Folnegović-Šmalc, 1996).

Глигоровић и Буха (2015:331) наводе да су „математичке вештине веома значајне у готово свим областима живота, од академских постигнућа до концепата неопходних за самостално функционисање“. Исти аутори истичу да се као најпоузданији критеријуми за процену математичких вештина код деце млађег школског узраста издвајају елементарне логичке структуре, кореспонденција, перманентност бројног низа, поређење бројева,

процедурални (успостављање редоследа бројног низа) и концептуални (могућност поређења и манипулације бројевима) аспекти бројања (Desoete & Ghesquière, 2006; Desoete, Stock, Schepens, Baeyens & Roeyers, 2009; Geary et al., 2007; Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Gligorović, 2013; Mazzocco, 2005; Stock, Desoete & Roeyers, 2007).

Истраживања о развоју математичких вештина говоре о томе да код особе постоји више компоненти способности, и да има индивидуалних разлика у развоју сваке компоненте (Dowker, 2005; Munn, 2004). Са друге стране, Голубовић (2004) у свом раду наводи да вештине и способности које су неопходне за усвајање математике и које стварају основу за њено успешно савладавање у основи нису математичке природе. Тако, Шарма (Sharma, 2012) истиче да су то следеће вештине:

- Способност праћења редоследа налога;
- Просторна оријентација и организација;
- Препознавање облика и форми;
- Визуализација;
- Процена величине, тежине и броја;
- Дедуктивно и индуктивно мишљење.

С тога, развој математичких вештина може се упоредити са когнитивним развојем. Према Пијажеовој теорији когнитивног развоја (Пијаже, 1997) интелектуална способност детета, самим тим и развој математичких вештина, пролази кроз четири стадијума:

- Сензо-моторни стадијум (од рођења до 2. године);
- Стадијум преоперационог мишљења (од 2. до 5 или 6 године);
- Стадијум конкретних операција или логичког мишљења (од 7. до 12. године);
- Стадијум формално-логичких операција или апстрактног мишљења (од 12. године па на даље).

Редослед стадијума когнитивног развоја је константан и секвенционалан. Структура сваког стадијума се уклапа једна у другу и неопходне су за сваки следећи стадијум. Наведене узрасте треба само условно схватити, јер су индивидуалне варијације у том периоду велике. За математику у предшколском узрасту значајан је преоперационални стадијум и стадијум конкретних операција. Период преоперационалне интелигенције одликује се настанком квалитативно нове симболичке функције, која укључује говор,

менталне представе и одложено подражавање. Мишљење детета на преоперационалном нивоу, према теорији Пијажеа, умногоме зависи од перцептивних конфигурација, од презентоване перцептивне ситуације. На овом стадијуму деца још не овладавају нормама логичког мишљења, па проблеме решавају ослањајући се искључиво на интуитивна и перцептивна средства конкретне опажајне ситуације. У овој етапи развоја, интелигенција више није ограничена само на радњу детета, већ се користе симболи (језик). Међутим, код стадијума конкретних операција, у процесу мишљења настају целовите логичко-психолошке структуре (груписање, серијација, класификација, кореспонденција, конзервација и реверзибилност).

Такође, Рид (Reid, 2001) истиче важност опших подручја когнитивног развоја која су битна за усвајање академских вештина, као и школског градива, а односе се на: лингвистичко-концептуално; визуопросторно-конструктивно; секвенцијално-аналитичко и подручје моторичког планирања, извршавања и регулације активности. Тако, математичке вештине зависе од концептуалног разумевања и процесног знања у датој области математике, које су подржане од стране различитих когнитивних система (Geary, 2004).

Стицање предматематичких и математичких знања започиње врло рано. Програмски садржаји предшколске математике, као и математике на свим нивоима образовања, подстичу логичко-математичко мишљење и доприносе развоју когнитивних способности детета, као и развоју интелигенције. Математички задаци представљају средство којим деца у предшколском периоду усвајају садржаје логичко-математичких активности и постају сигурни у примени различитих стратегија решавања проблема.

Садржај програма предшколског васпитања и образовања обухвата садржаје који доприносе остваривању наставног плана и програма у првом разреду. Значај математике и математичког образовања у предшколском васпитању и образовању произилази из потребе и места математичког образовања у систему општег образовања и васпитања, као и значаја који математика има у друштву. Будући да предшколски период представља почетак математичког образовања, у њему се користе веома једноставни проблемски задаци чије проблемске ситуације произилазе из најнепосредније околине детета и чије квантитативне податке и односе је могуће очигледно представити. Такви су задаци утемељени на очигледности непосредне реалне ситуације и решавање се често поткрепљује очигледним средствима. Како деца напредују у развијању математичких појмова, очигледна компонента

се постепено смањује, а појачава интелектуална, мисаона, која представља циљ решавања математичких проблема (Милинковић, 2011).

Деца у предшколском узрасту не могу до краја да изграде ни један математички појам, али развој појма на интуитивном нивоу представља основу за изграђивање математичких појмова. Дете овог узраста кроз опажање, памћење, непосредно искуство, ствара на мисаоном плану опште представе које воде развоју математичког појма (Ибро и Гајтановић, 2014). Тако се код ове деце могу јавити тешкоће у усвајању математичких појмова у свим или само одређеним подручјима, које касније на старијем узрасту могу представљати тешкоће у учењу математике. Развој предматематичких вештина који ће довести до развоја појма броја пролази кроз више фаза које би требале да се развијају равномерно да би се омогућило складно деловање свих сегмената и структура одговорних за математичко мишљење (Голубовић, 2004). На тај начин могли бисмо на раном узрасту да откријемо децу која ће имати проблема са математиком на основношколском нивоу, јер разумевање појма броја има централно место у почетном учењу математике (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Почетна настава математике заузима доминантно место у развијању мишљења ученика. Математичка знања и вештине се код ученика разредне наставе формирају низом мисаоних активности и операција (Никић, 2008). Почетна математичка знања и вештине, које деца усвајају на почетку школовања, представљају основу за учење математичких садржаја касније у току школовања. Процес формирања појмова, који су резултат извођења интелектуалних операција, чине основу за учење свих школских дисциплина у основној школи. Прве интелектуалне операције, према Пијажеу, које се јављају око 7-8 године старости детета јесу операције класификовања, формирања класа, схватања хијерархијских односа класа, прављење матрица класа, односно класа са више обележја, операције серијације, операције са бројевима, прсторним односима, односима делова и целина. Ово су базичне интелектуалне операције на којима би требало да почива све оно што се учи у почетним разредима основне школе (Радомировић, 2003).

Наставним програмом математике за основну школу у Србији предвиђено је да се у разредној настави математике изучавају следеће целине: скупови, бројеви, аритметички садржаји, алгебарски садржаји, геометријски садржаји, мере и мерења. Скуп је основни појам почетне наставе математике, чијим разумевањем и коришћењем се изграђују други

појмови, међу којима је и појам природног броја. Да би ученици формирали појам природног броја, најпре се врши упоређивање скупова према бројности елемената. Придруживање елемената једног скупа елементима другог претходи појму једнако бројних скупова, појму више-мање и појму релације функције (Pinter, Krekić & Ćetković, 2002). Састављање и растављање скупова је увод у сабирање и одузимање. На узрасту од осам година деца су способна да пишу троцифрене бројеве, препознају математичке симболе и изводе основне задатке сабирања и одузимања. Множење и дељење као сложеније активности захтевају дуготрајну обуку, обично се савлађују на узрасту од 9 до 12. година (Dehaene, 1997; O'Hare, 1999; Shalev, Manor, Amir & Gross-Tsur, 1993).

Програм математике у разредној настави предвиђа да ученици поступно упознају бројеве природног низа и број нулу како би на крају четвртог разреда у потпуности савладали систем природних бројева и његова својства (Jablan, Kovačević i Vujačić, 2010). Исти аутори наводе да алгебарски садржаји који се обрађују у разредној настави представљају појмове у вези са променљивом, изразима са променљивом, функцијама, једначинама и неједначинама. Геометријски садржаји су издвојени као посебне целине, али су у директној вези са другим садржајима почетне наставе математике. Изучавање геометријског садржаја повезује се са другим садржајима почетне наставе математике, тако да се геометријске фигуре користе у процесу формирања појма броја и операција са бројевима, док се бројеви користе за изучавање својства геометријских фигура. Наставним програмом је предвиђено да се у разредној настави математике обраде и садржаји о мерењу и мерним јединицама. Кроз изучавање дужине, површине, запремине, масе и времена ученици добијају конкретне представе о тим величинама, упознају јединице за њихово мерење, овладавају поступцима мерења и њихове резултате изражавају у различитим јединицама.

Циљ наставе математике у основној школи јесте да се осигура да сви ученици стекну базичну језичку и математичку писменост и да напредују ка остварењу задатих образовних стандарда. У процесу васпитања и образовања у Републици Србији се тежи постизању следећег циља: да ученици усвоје елементарна математичка знања која су потребна за схватање појава и односа међу појавама у животу и друштву, да оспособи ученике за примену усвојених математичких знања у решавању разноврсних задатака из животне праксе, за успешно настављање математичког образовања и за самообразовање, као и да

доприносе развијању менталних способности, формирању научног погледа на свет и свестраном развоју личности ученика.

1.4. Тешкоће у учењу математике код деце млађег школског узраста

1.4.1. Дефиниција тешкоћа у учењу математике

Када се ради о тешкоћама у учењу математике, у студијама које су рађене разликују се термини који се користе. Пре тридесет година, да би се описале тешкоће у учењу математике коришћени су термини психолошке сметње у математици (Allardice & Ginsburg, 1983) и сметње у учењу аритметике (Siegel & Ryan, 1989). Како се овој проблематици давало више пажње, истраживачи су почели да користе и друге термине, као што су: математички поремећај (Geary, 1993), поремећаји у учењу математике (American Psychiatric Association, 2000), развојна дискалкулија (Butterworth, 2003; Rubinsten & Henik, 2009), дискалкулија (Chinn, 2004; Ernest, 2011), тешкоће у учењу математике (Hopkins & Egeberg, 2009, Karagiannakis, Vassaglini-Frank, Papadatos, 2014). У нашем раду користимо термине: тешкоће у учењу математике или дискалкулија, који се користе да опишу широки спектар дефицита математичких вештина, које се односе на области аритметике и решавања проблема у математици.

У Међународној класификацији болести (МКБ-10), овај поремећај се означава као Специфични поремећај у вештини рачунања (F81.2), а обухвата одређена оштећења вештина рачунања, која нису објашњива општом душевном заосталошћу или неодговарајућим школовањем. Недостатак се односи на савладавање основних вештина сабирања, одузимања, множења и дељења, више него на апстрактне математичке вештине у алгебри, тригонометрији и геометрији (WHO, 2005).

Дискалкулија је скуп специфичних тешкоћа у учењу математике и у обављању математичких задатака (Војанин, 2002). То су таква одступања, која доводе до поремећаја нумеричких вештина и особи стварају озбиљне тешкоће у савладавању математике, без обзира на степен интелектуалног развоја, нормално функционисање чула, и оптималне услове редовног учења (Rubinsten & Tannock, 2010).

Међутим, Бутерворт (Butterworth, 2002) дискалкулију дефинише према Дијагностичком и статистичком приручнику за менталне поремећаје (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fourth Edition, DSM-IV) на основу три критеријума:

- Математичке способности (мерене индивидуално примереним стандардизованим тестовима математичког рачунања и размишљања) су знатно ниже од очекиваних с обзиром на календарски узраст, измерену интелигенцију и едукацију примерену узрасту.
- Сметње математичких способности значајно утичу на достигнут академски ниво или свакодневне активности у којима су потребне математичке вештине. Ако постоји сензорни дефицит, тешкоће с математичким способностима знатно су јаче од оних које се обично јављају уз такав дефицит.
- Много различитих вештина може бити оштећено у поремећају математичких способности, укључујући лингвистичке вештине (нпр. разумевање или именовање математичких појмова, операција или концепата, претварање писмено заданих проблема у математичке симболе), перцептуалне вештине (нпр. препознавање или читање нумеричких симбола или аритметичких знакова, као и сврставање објеката у групе), вештине пажње (нпр. тачно преписивање бројева или знакова, присећање да треба додати пренесене бројеве, те примећивање знакова за операције) и математичке вештине (нпр. праћење следа математичких корака, бројање објеката и учење таблице множења).

Код деце се најчешће ради о развојној дискалкулији, односно о тешкоћама које се формирају у раној развојној доби и испољавају се одмах чим је дете почело упознавати појам броја и обављати елементарне рачунске радње. Основ за придев „развојна“ јесте у томе што се најчешћи узрок овог поремећаја везује за развој, али узрок дискалкулије може бити и другачији, као што је физичка повреда мозга. Прецизан механизам настанка равојне дискалкулије није још увек дефинисан (као што је то случај за стечене, најчешће трауматске дискалкулије), али се наводи да се ради о тешкоћама које се формирају у раном развојном добу, као последица неуједначеног развоја појединих структура централног нервног система: првенствено паријеталног, окципиталног и темпоралног кортекса (Golubović i Golubović, 2003).

Дискалкулија може да се дефинише као структурални поремећај математичких способности који вуче своје корене из оних делова мозга који су анатомски и психолошки непосредно одговорни за сазревање математичких способности у складу са узрастом, а при томе нису последица поремећаја општих менталних функција (Kosc, 1974). Исти аутор наводи да порекло може да буде генетско или стечено у пренаталном развоју. То потврђују и други аутори, који наводе да је дискалкулија генетски, неуролошки поремећај који утиче на индивидуалне математичке способности (Wadlington & Wadlington, 2008). Истражујући, дошли смо до података да су поједини истраживачи идентификовали неке од могућих узрока дискалкулије, а то су:

- *Генетика и наследност.* Улога генетике код деце са дискалкулијом је испитивана применом модела студије близанаца (Alarcon, DeFries, Light & Pennington, 1997). Студије су показале да се дискалкулија јавља код деце чији родитељи или браћа и сестре имају сличан проблем у математици (Fletcher, Lyon, Fuchs & Barnes, 2007; Shalev, Manor, Kerem et al., 2001).
- *Развој мозга.* Применом савремених скенера, истраживачи су снимили мозак особа са дискалкулијом и без дискалкулије, и утврдили да постоји разлика на површини мозга, у дебљини и обиму делова мозга. Те области су повезане са учењем и памћењем, постављањем и праћењем задатка, као и памћењем математичких чињеница (Ranpura, Isaacs, Edmonds et al., 2013).
- *Животна средина.* Дискалкулија се може појавити и као последица превремене рођености и ниске телесне тежине на рођењу (Klebanov, Brookc-Gunn & McCormick, 1994; Shalev, 2004) или излагањем фетуса алкохолу (Wilson, 2010).
- *Повреда мозга.* Истраживања показују да повреда на одређеном делу мозга може да доведе до стечене дискалкулије.

Међутим, нису сви истраживачи мишљења да је развојна дискалкулија генетски условљена и да има биолошку основу. Други сматрају да је етиологија овог поремећаја низак степен социјалне средине (Broman, Bien & Shaughness, 1985), низак IQ, (Miller & Mercer, 1997), лоша настава и математичка анксиозност (Ashcraft, 1995), док неки аутори наводе да радна меморија може бити основа неуропсихолошког механизма настанка развојне дискалкулије (Geary, 2005; Holmes, Adams & Hamilton, 2008; Noel, Seron & Trovarelli, 2004; Passolunghi & Siegel, 2001). У основи, ту се ради о дисхармоничном развоју

личности и способностима детета са специфичним односом „снага и слабости” које карактеришу опште одлике карактеристичне за тзв. „дефицит десне хемисфере”: наглашене сметње сензомоторне и визуо-просторне обраде и интеграције информација; лоше аритметичке способности; тешкоће адаптације на нове и комплексне ситуације; недовољна способност сагледавања узрочно-последичних веза (Голубовић, 2004).

1.4.2. Преваленца тешкоћа у учењу математике

Дискалкулија је тешкоћа у формирању математичких појмова и усвајању математичких релација и операција, док је Бојанин (1984) дефинише као појаву недограђености или поремећаја способности рачунања.

Преваленца поремећаја је различита, зависи од примењених критеријума, и креће се од 1% до 6,5% (Kosc, 1974; Lewis, Hitch & Walker, 1994; Share, Moffitt & Silva, 1988; von Aster, 2000). Број деце са дискалкулијом у основним школама варира у распону од 3-6,5% (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996; Hein, Neumarker & Bzufka, 2000; Lewis, Hitch & Walker, 1994).

Варијабилност преваленце условљена је коришћењем различитих дефиниција, инструмената, узраста, земље рођења, као и временског периода у ком се процена вршила. У лонгитудиналној студији (von Aster, Schweiter & Weinhold Zulauf, 2007) истраживачи су открили да је укупна преваленца дискалкулије 6%. Међутим, од тога само 1,8% чинила су деца која имају једино дискалкулију, док преосталих 4,2% деце имала су комбинацију дискалкулије са дислексијом. Преваленца у овој студији у складу је са резултатима у другим раније спроведеним студијама (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996; Kucian, Loenneker, Dietrich et al., 2006).

Најновија истраживања показала су да се њена преваленца креће до 9,9% код ученика млађих разреда основне школе (Jovanović i sar., 2013), док у неким истраживањима она иде и до 10,5% (Mogasale, Patil, Patil, & Mogasale, 2012).

1.4.3. Специфичности деце са тешкоћама у учењу математике

Манифестације развојне дискалкулије су повезане са узрастом детета (Geary, 1994). Најчешће их препознајемо код деце на узрасту од 9 или 10 година. Ове тешкоће се огледају у отежаном савладавању рачунских радњи, нарочито када се оне врше са већим бројем цифара и у оквиру сложенијих математичких операција (Бојанин, 1984). Развојна дискалкулија је присутна када говоримо о разлици која постоји између едукативног нивоа детета, његових општих способности и постигнућа у математици (Gaddes & Edgell, 1994; Krstić, 2001; Sharma, 2001).

Код деце са дискалкулијом постоји велики раскорак између њиховог менталног узраста и математичке доби. Математичка доб таквог детета је знатно испод просека, док је ментална доб нормална (Sharma, 2001).

Велишек-Брашко (2008) даје опис специфичности дискалкулије, наводећи да деца приликом бројања прескачу бројеве или десетице, користе почетничку технику или се служе погрешном техником приликом математичких операција, имају тешкоће са мерним јединицама и претварањем истих, проблеме са таблицом множења, показују несигурност у редоследу десетица или стотина у низу, односно редослед бројева (нпр. 49, 199), не разумеју концепцију месне вредности (јединице, десетице, стотине, хиљаде), не увиђају супротности операција (нпр. + и – или x и $:$); показују тешкоће приликом препознавања и примењивања математичких симбола (+, -, x , $:$, =, >, <), показују неспособност да запамте неке аутоматизоване редоследе и низове (нпр. дани у недељи или месеци у години), глобално не препознају количину.

Деца са дискалкулијом разликују се по томе што чине специфичне грешке у процесу учења математике. Према Шарми (Sharma, 2001), најчешће су то следеће грешке:

- *Парафазичне супституције* подразумевају неисправну употребу бројева при читању, писању и рачунању. Дете замењује један број са неким другим. Такве замене немају никакве везе са тешкоћама у разумевању појма броја;
- *Персервација* или грешке „заглављивања“ односе се на понављање истог броја или радње више пута, тако да дете није у стању прећи на следећи корак како у писању, тако и у рачунању;

- *Огледалске грешке* препознајемо по огледалском окретању цифара, као и нарушавање или огледалско окретање редоследа цифара у вишецифреним бројевима, како у читању, тако и у писању бројева;
- *Успореност* се огледа у томе да дете даје исправан одговор, али му је потребно много више времена, него што је уобичајено за његов узраст;
- *Стављање бројева у узајамно неприкладан просторни положај* односи се на обављање писменог рачунања, где дете не уме да потписује цифре или их записује у узајамно неприкладном односу и због тога долази до погрешног резултата;
- *Визуелне грешке* настају када се погрешно препознају рачунски симболи и релевантан положај цифара и због тога обавља погрешна радња или неисправно препознавање броја;
- *Процедуралне грешке* подразумевају изостављање или „прескакање“ једног од обавезних корака у решавању задатка;
- *Слабо памћење или препознавање низа бројева* односи се на тешкоће у препознавању бројева који су изговорени или записани на другачији начин од оног како је дете усвојило. Потешкоће се јављају и код понављања запамћеног низа бројева уназад.

Током решавања аритметичких задатака, постоје различите врсте тешкоћа које ученик са дискалкулијом може да испољи, и препознајемо их као један од следећих облика понашања:

- *Тешкоће логичке природе*, које су везане за неразумевање математичког проблема, односно издвајање елемената задатка из задатог редоследа (тешкоћа да се препозна шта са чим треба повезати да би се дошло до решења), или тешкоће у разумевању инструкције у просторном односу геометријских фигура (нпр. квадрат унутар круга);
- *Тешкоће у планирању* повезане су са претходном тешкоћом и испољавају се тако што дете не уме да испланира процес решавања, већ ради оним редоследом којим је задатак постављен, па често није у стању да дође до решења. Ученик са дискалкулијом не опажа задатак у целини, него перцепира изоловане делове што омета формирање менталне шеме, односно плана решавања задатог проблема;
- *Тешкоће у провери задатка*, ученик није у стању да провери урађено, јер сваки пут добије другачији резултат, не увиђа своју грешку нити начин за њену корекцију;

- *Тешкоће у учењу рачунских операција*, има ученика који никада не савладају таблицу множења, посебну тешкоћу показују у дељењу и у том случају неопходне су измене курикулума (Obradović i Vučetić, 2012).

У прилог овоме, потешкоће које се јављају код деце са дискалкулијом Голубовић (2004) дели на опште и специфичне. Тако, у сваком индивидуалном случају могуће су разне комбинације симптома, односно облика развојне дискалкулије. С тога, неко дете може да има неколико облика дискалкулије или само један. Што је већи број облика присутан, тиме је сложенији поступак дијагностике и терапије (Голубовић, 2004).

Мичелсон (Michaelson, 2007) наводи да постоје и други начини детектовања тешкоћа у учењу математике који обухватају непосредну опсервацију већине следећих понашања:

- Неразвијена стратегија за решавање проблема (Geary, 1990);
- Грешке у рачунању настале услед лоше радне меморије (Siegel & Ryan, 1989);
- Недостаци у присећању аритметичких чињеница из дугорочне меморије (Geary, Hamson, & Hoard, 2000);
- Слабија обрада основних математичких способности (Geary & Brown, 1991);
- Неспособност препознавања знакова сабирања и множења (Kaufmann, Handl, & Thony, 2003);
- Велики број грешака у раду (Geary, 1993);
- Проблеми са визуелним и просторним функционисањем (Rourke & Finlayson, 1978).

Осим тога, Бирд (Bird, 2009) истиче листу индикатора који би помогли наставницима да идентификују децу са дискалкулијом. Ови индикатори укључују децу која имају:

- Немогућност препознавања објеката у мањој групи, без бројања;
- Неспособност процене тачности одговора;
- Смањена способност краткорочне и дугорочне меморије;
- Немогућност тачног бројања уназад;
- Нижа способност визуелне и просторне оријентације;
- Дезоријентација (лево/десно);
- Споро процесирање математичких операција;
- Проблем у разумевању редоследа бројева;
- Склоност ка неправилном тумачењу образаца;
- Проблем вредновања новца;

- Проблем гледања на сат;
- Неспособност организације времена у свакодневним активностима.

Поред тога, деца са тешкоћама у учењу математике могу да испољавају и друге потешкоће, које су индивидуалне за свако дете:

- *Поремећај основних нумеричких чињеница*, дете има проблем у памћењу и задржавању основних рачунских операција, као и неразвијене меморијске стратегије;
- *Поремећај рачунања*, приликом решавања математичких задатака, дете има потешкоће у рачунању и често даје погрешне одговоре;
- *Поремећај мишљења*, ова деца не могу да функционишу на вишем когнитивном нивоу, који подразумева апстрактно мишљење, већ су на нивоу конкретних информација.
- *Поремећај перцептивне процене*, немогућност одређивања количине одређеног скупа објеката;
- *Поремећај математичког језика*, присутне су тешкоће у праћењу вербалних објашњења, као и слабије вербалне способности за праћење инструкција у сложеним математичким задацима. Такође, деца су збуњена када је у питању математичка терминологија;
- *Поремећај мерења*, деца имају потешкоће у претварању мерних јединица;
- *Поремећај памћења бројева унапред и уназад*, ова деца могу да запамте одређене секвенце бројева, али имају потешкоће да их репродукују унапред и уназад;
- *Поремећај организације*, неспособност организације објеката на логичан начин;
- *Поремећај редоследа*, деца имају проблем са секвенцама, укључујући и оријентацију лево/десно. Понекад су збуњени о редоследу догађаја из прошлости и догађаја које тек треба испланирати;
- *Поремећај математичких операција*, тешкоће у писању бројева који су исказани речима (десет, сто, хиљаду) и бројевима (по месту вредности);
- *Поремећај времена*, потешкоће у организацији времена, процени времена, манипулисању новцем;
- *Визуо-просторни поремећај*, деца са овим поремећајем могу да имају потешкоће у визуо-просторно-моторној организацији, што може довести до слабијег разумевања

концепата, проблеме са илустрацијама, писања на папиру, погрешно рачунање задатака са потписивањем;

- *Поремећај писања симбола*, тешкоћа у писању математичких симбола, где дете има проблем приликом писања и преписивања знакова и бројева по диктату (Pierangelo & Giuliani, 2007).

Већ је познато, да се код деце са дискалкулијом могу јавити тешкоће у учењу математичких чињеница (Geary & Hoard, 2001; Rosselli & Matute, 2005; Shalev & Gross-Tsur, 2001), у репродуковању математичких чињеница (Roselli, Matute, Pinto & Ardila, 2006), као и коришћење неадекватних стратегија у решавању проблемских задатака (Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004). Ова деца имају проблем у присећању информација које се односе на бројеве (Dowker, 2004), спорије обрађују информације (Geary, 2004; Bird, 2009), имају потешкоће у употреби јединица мера за време, па тако и гледања на сат (Hannell, 2005). Поједина деца могу да имају тешкоће у краткорочној меморији, дугорочном памћењу и визуелној меморији (Chinn, 2004). Када је у питању краткорочна меморија, деца са дискалкулијом не могу да прате дуге инструкције за решавање задатака. Дугорочно памћење, у вези са математичким информацијама, игра битну улогу у учењу и присећању математичких чињеница. Ово потврђује студија (Chinn, 1995) у којој деца са дискалкулијом нису могла да се сете једноставне рачунске операције сабирања у року од 4 секунде, док су деца без дискалкулије истог узраста то могла. Ова студија указује на то да су деца са дискалкулијом задатке сабирања могле да реше за 12 секунди, јер су имали другачије стратегије за решавање задатка, уместо да се ослањају на присећање. Ово доказује да нижи капацитет радне меморије и дугорочног памћења може имати повратан ефекат на вештине потребне за математику, као што је брзина при којој ученици обављају своје задатке.

1.4.4. Облици тешкоћа у учењу математике

Дискалкулија, као смањена способност учења и извођења рачунских операција, може се јавити уз дисграфију и дислексију. О развојној дискалкулији говоримо у случају да се тешкоће формирају врло рано, а манифестују се чим се почне са математичким операцијама. Тешкоће у усвајању математике манифестују се као лаке, умерене и тешке. У зависности од степена говоримо о потпуној или делимичној

неспособности за рад са математичким појмовима. Делимичан поремећај процеса усвајања математичких појмова се може јавити у свим или само одређеним областима математике. У том случају дете има нижи успех од својих вршњака када је овај предмет у питању.

Када говоримо о дискалкулији постоји неколико облика, а то су:

1) Вербална дискалкулија подразумева да дете тешко усваја вербалне математичке изразе, односно математички речник: именовање количине и броја предмета, рачунских симбола и радњи. Можемо разликовати *сензорну вербалну дискалкулију*, када дете има проблем у препознавању усмено изговореног назива броја, када не види пред собом конкретне предмете чија количина одговара том броју, и *моторичку вербалну дискалкулију*, када дете не може самостално именовати количине, али може читати и писати диктиране бројеве.

2) Практогностичка (диспраксична) дискалкулија подразумева поремећај способности манипулисања стварним или насликаним објектима. У исте, јављају се тешкоће у збрајању предмета, упоређивању према количини и препознавању просторних особина. Разликујемо *сензорички облик* (неспособност идентификовања количине предмета) и *моторички облик* (неспособност сабирања стварних предмета).

3) Лексичка (нумеричка) дислексија која подразумева поремећај способности читања математичких симбола и њихових комбинација. Специфичне грешке које се јављају су: замена бројева сличних изгледом (3 и 8; 6 и 9; 2 и 5); читање двоцифрених бројева као у огледалу (нпр. 12 чита као 21 и обрнуто); уместо да прочита број, дете именује само изоловане цифре (нпр. 238 чита као “два, три, осам”); изоставља “0” унутар броја (нпр. 20028 чита као “двеста двадесет осам”).

4) Графичка (нумеричка дисграфија) која је поремећај способности писања математичких симбола.

5) Идеогностичка обухвата поремећај способности разумевања математичких појмова и рачунања у себи и

6) Операцијска је поремећај способности извођења рачунских операција (Posokhova, 2001; Wadlington & Wadlington, 2008).

Дискалкуличне сметње могу бити самосталне или, што је чешће, комбиноване са сметњама читања и писања (Вичек, 2007). Неки облици математичких сметњи могу да произилазе из слабости у говорно-језичким способностима, визуо-просторној оријентацији,

конфузији, потешкоћама памћења и задржавања математичких података, потешкоћама у одржавању редоследа радњи, као и превеликој анксиозности (Pearn, 1997). Међутим, Шавел и сарадници (Shalev, Manor, Amir & Wertman, 1995) наводе да се дисфункција обе хемисфере приближно једнако јавља код деце са дискалкулијом, с тим што оштећење леве хемисфере доводи до већих тешкоћа са математиком. У случају оштећења десне хемисфере јављају се поред дискалкулије и оштећење визуо-спацијалних способности, вербални IQ је већи од манипулативног, јављају се графомоторне, емоционалне и интерперсоналне тешкоће (Gross-Tsur, Shalev, Manor & Amir, 1995). Бојанин (1984) исказује да проблеме на паријето-темпоро-окципиталној промени у мозгу код детета изазивају тешкоће у разликовању леве и десне стране, проблем у оријентацији у простору, што изазива тешкоће у схватању односа међу стварима и симболима уопште (Suzić, 2008).

Гери (Geary, 1994) је био један од првих који је покушао да повеже тешкоће у учењу математике са неуро-физиолошким дефицитом. У његовој студији (Geary & Hoard, 2005) објашњена су три типа дискалкулије:

- *Процедурални тип* (лева хемисфера), у којима деца касне у усвајању простих математичких стратегија, што може бити резултат дефицита вербалне радне меморије или дефицита у концептуалном знању;
- Подтип *Семантичко памћење* (лева хемисфера), у којој деца испољавају потешкоће у репродуковању математичких чињеница са великим бројем грешака, због дефицита дугорочне меморије;
- *Визуо-просторни подтип* (десна хемисфера), деца имају тешкоће са просторним представљањем бројева и других математичких информација.

Прегледом литературе клиничких истраживања, аутори (Karagiannakis, Vassaglini-Frank, Papadatos, 2014) предлажу модел класификације тешкоћа у учењу математике, који описује четири основна когнитивна домена, укључене специфичне системе и математичке потешкоће у оквиру њих.

1. **Формирање појма броја** укључује специфичне системе за обраду количине: *систем приближног броја, систем праћења објекта, обележавање бројева, представљање симбола и немогућност праћења*. У оквиру наведеног можемо идентификовати

математичке вештине, у којима се могу јавити математичке потешкоће. Аритметички домен обухвата следеће математичке вештине:

- Основно бројање (Butterworth, 2005) и тачно процењивање мале количине објекта, 4-5 предмета (Butterworth, 2010; Piazza, 2010);
 - Процена приближно различите количине (Pizza et al, 2010);
 - Представљање бројева на скали (Menon et al., 2000; Siegler & Opfer, 2003; Zorzi, Priftis & Umiltà, 2002; Zorzi, Stoianov & Umiltà, 2005);
 - Коришћење арапских бројева (Ansari, Dhital & Soong 2006; Rousselle & Noël, 2007);
 - Представљање броја из једног облика у други (писано-вербално) (Wilson & Dehaene, 2007);
 - Схватање основних принципа бројања (Gallistel & Gelman, 1992; Geary & Hoard, 2005);
 - Познавање значења месне вредности (укључујући и децималне бројеве) (Geary, 1993; Russell & Ginsburg, 1984);
 - Познавање основних симбола за базичне аритметичке операције (+, -, ×, :).
2. **Меморија** (*проналажење и обрада*) као когнитивни домен укључује два специфична система, а то су: *инхибиција информација у радној меморији и семантичка меморија*. Ови системи су одговорни за све наведене математичке домене, а у оквиру њих се могу јавити потешкоће:
- Памћење математичких чињеница (Geary, 1993; 2004; von Aster, 2000; Woodward & Montague, 2002);
 - Тумачење математичких термина (бројилац, именилац, једнакокрак, једнакостранични и др.) (Geary, 1993; Hecht et al., 2001);
 - Представљање вербалних правила или усмено представљање задатака (Andersson, 2007; Brysbaert, Fias & Noel, 1998; Rourke, 1993; Rourke & Finlayson, 1978; Swanson, Jerman & Zheng, 2008);
 - Рачунање (Andersson & Östergren, 2012; Ashcraft, 1992; Campbell, 1987a, 1987b, 1991);
 - Присећање и спровођење поступка, правила и формула у рачунању (Gerber, Semmel & Semmel 1994; Pellegrino & Goldman, 1987);

- Решавање проблемских задатака (праћењем корака) (Andersson, 2007; Fuchs & Fuchs, 2002, 2005; Jitendra & Xin, 1997; Passolunghi & Siegel, 2001, 2004; Swanson et al., 2008).
3. **Расуђивање** подразумева разне извршне механизме, где су неки од њих: *прагматичност, инхибиција, обнављање релевантних информација и пребацивање једне стратегије рачунања у другу, обнављање и стратешко планирање, одлучивање*. У складу са тим, ови специфични системи одговорни су за следеће математичке домене:
- Схватање математичких концепата, идеја и односа (Geary, 1993; Schoenfeld, 1992);
 - Разумевање више корака у сложеним задацима (Bryant, Bryant & Hammill, 2000; Geary, 2004; Russell & Ginsburg, 1984);
 - Схватање основних логичких принципа (Núñez & Lakoff, 2005);
 - Решавање проблема (одлучивање) (Desoete & Roeyers, 2006; Schoenfeld, 1992).
4. **Визуо-просторна обрада** укључује два специфична система, а то су: *визуо-просторна радна меморија и визуо-просторно опажање*. Ови системи су укључени у следећим областима: писање математичких задатака, геометрија, алгебарски садржаји, аналитичка геометрија, рачунање (Geary, 1993, 2004; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010; Rourke & Conway, 1997; Venneri, Cornoldi & Garuti, 2003). У оквиру ових домена истичу се поједине математичке вештине, у оквиру којих може да се јаве потешкоће.
- Тумачење и коришћење просторне организације приликом представљања математичких објеката (нпр. бројева у децималном запису, геометријске фигуре);
 - Позиционирање бројева на скали (Cooper, 1984; Dehaene & Cohen, 1997);
 - Препознавање арапских бројева и других математичких симбола (конфузија међу сличним симболима) (Venneri et al., 2003);
 - Писано рачунање, посебно када је важно место (нпр. рачунање са потписивањем) (Heathcote, 1994; Mammarella et al., 2010; Szucs et al., 2013);
 - Контрола визуо-просторних информација (Mammarella & Cornoldi, 2005; Mammarella, Giofrè, Ferrara & Cornoldi, 2013);
 - Визуализација и анализирање геометријских фигура, посебно визуализација објеката код задатака ротације (Thompson, Nuerk, Moeller & Cohen Kadosh, 2013);

- Тумачење графикана, разумевање и тумачење информација из математике које су организоване визуо-просторно (нпр. табеле).

Како наставни план и програм постаје све захтевнији, тешкоће у математици се манифестују на различите начине. Наставни планови из математике прављени су у складу са узрастом деце која би требала да их савладају, а у оквиру њих се не показује како су деца усвојила математичке садржаје. Они често представљају гомилу нових математичких знања које треба повезати са претходним, а да се при томе не води рачуна о индивидуалним разликама деце. С обзиром на потешкоће које прате децу са тешкоћама у учењу математике, није изненађујуће да је већина те деце укључена у индивидуализован облик наставе математике или ради по индивидуалном образовном плану из овог предмета.

1.5. Радна меморија

1.5.1. Дефиниција радне меморије

У когнитивној психологији о радној меморији говорио је Милер (Miller, 1956) у свом раду који описује „магични број“ седам, плус или минус два, где је утврдио да је капацитет краткорочног памћења одређен бројем когнитивних целина које се обрађују као једна честица, јер представљају познату целину. Аткинсон и Шифрин (Atkinson & Shiffrin, 1968) су о радној меморији (краткорочној меморији) писали кроз „Модални модел“ меморије и памћења. Њихов модел визуелно-информационог процесирања представља процес који се одиграва у когнитивној структури од момента деловања стимулације до организовања одговора на тај адекватни стимулус. Информације се обрађују на начин да паралелно пролазе кроз низ сензорних регистра као што су: визуелни, аудитивни, тактилни, а онда прелази у краткорочно складиште, у којем се информације привремено задржавају и онда путем контролних процеса прелази у дугорочно складиште. Краткорочно памћење, осим што има функцију привременог складишта, функционише и као радна меморија, у којем се привремено задржавају информације и њима манипулише, како би се могли извршити когнитивни задаци као што су учење, разумевање и расуђивање (Rončević Zubković, 2010).

Бедли и Хич (Baddeley & Hitch, 1974) су званично увели термин радна меморија, који је прерађен и објашњен у Бедлијевој књизи „Радна меморија“ (Baddeley, 1986). Бедли

(Baddeley, 1992) дефинише радну меморију на следећи начин: појам радне меморије се односи на когнитивни систем који обезбеђује привремено складиштење и манипулацију информацијама потребним за сложене когнитивне задатке, као што су језичко схватање, учење и резоновање. У свом основном значењу радна меморија је систем ограничених капацитета који омогућује да се информације чувају и привремено њима манипулише (Baddeley, 2000). Другачије речено, појам радне меморије се користи за означавање динамичког менталног радног простора, намењеног привременом чувању информација, којима се актуелно манипулише у току сложених свакодневних активности (разумевање туђег говора или решавање аритметичких задатака). Она представља способност да се експлицитно одражава ментална представа неких информација, док се истовремено дешавају и други ментални процеси (Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto, 2004).

Сам термин „радна меморија“ еволуирао је од ранијег концепта краткорочног памћења, с тим што се краткорочно памћење односи на привремено складиштење и присећање података, за разлику од радне меморије која подразумева комбинацију складиштења и манипулације подацима (Baddeley, 2012). Самим тим, краткорочно памћење битно је за разумевање, јер има улогу у задржавању површинских кодова као што су конкретне речи и реченице, док је радна меморија важна за изградњу менталног модела текста (Engle, Canton & Carullo, 1992). Резултати неких истраживања потврђују да постоје основе за разликовање краткорочног памћења од радне меморије, потврђујући анатомску одвојеност тих процеса у мозгу (Smith & Jonides, 1997). Тако, факторским анализама потврђено је да задаци краткорочног памћења и радне меморије имају оптерећења на различитим факторима (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006; Alloway, Gathercole, Willis & Adams, 2004).

1.5.2. Компоненте (модел) радне меморије

Најраспрострањеније прихваћен концепт радне меморије је Бедлијев вишекомпонентни модел (Baddeley, 1986, 2000) којег су први описали Бедли и Хич (Baddeley & Hitch, 1974).

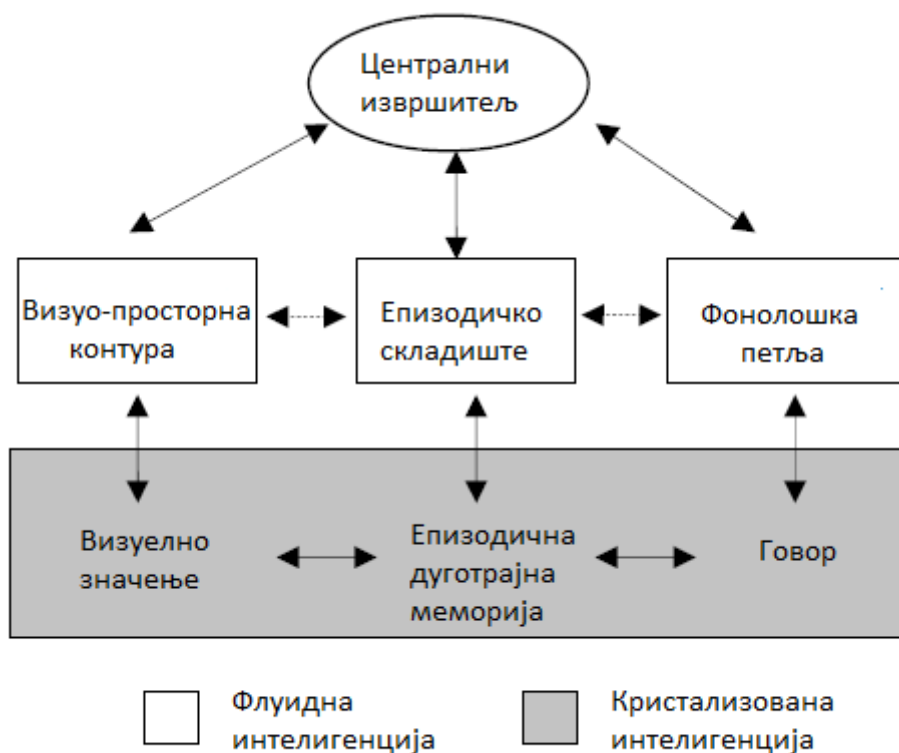
Према Бедлију и у раду Хенрија (Baddeley, 2000; Henry, 2001) радну меморију конституишу најмање три компоненте:

- *Централни извршитељ* је задужен за контролу и регулацију целокупног система радне меморије и преузимање информација из дугорочне меморије. Ова компонента представља основу радне меморије, и у првобитном моделу Бедлија и Хича (Baddeley & Hitch, 1974) описана је као систем који има капацитет за опште процесирање, задужена за комплексне задатке који нису директно или на други начин у вези са подређеним системима. Истраживања (Baddeley, 2002; Baddeley & Hitch, 1974; Ну, Allen, Baddeley & Hitch, 2016; Shallice, 2002) су показала да је централни извршитељ задужен за контролу и усмеравање пажње (Baddeley, 1992; Gathercole & Pickering, 2001; Swanson & Siegel, 2001; Vellutino, 2003), дистрибуцију когнитивних ресурса, започињање обнављања задржаног материјала и доношење различитих врста одлука. Укључен је у процесирање материјала који се налази у потчињеним модално специфичним системима, фонолошкој петљи и визуо-просторној контури.
- *Фонолошка петља* је одговорна за задржавање вербалних информација, с тим што укључује и контролне процесе који се базирају на унутрашњем говору и који омогућавају претварање визуелног материјала у фонолошки код. Ови контролни процеси омогућавају дуже задржавање фонолошког кода путем субвокалног понављања, с обзиром на то да је меморијски запис без понављања подложен брзом пропадању у року од једне до две секунде (Baddeley, 1990). Подсистеми фонолошке петље су фонолошко складиште, које има улогу у перцепцији говора и памћењу изговорених речи на једну до две секунде, као и процес и контрола артикулације, која је повезана са изговором речи и складиштењем информација из фонолошке петље (Baddeley, 2000). Сматра се да је функција фонолошке петље олакшавање усвајања нових речи и посебно привремено чување непознатих гласовних секвенци (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998).
- *Визуо-просторна контура* (матрица) је задужена за привремено чување визуелних и просторних информација. Њена улога је интегрисање просторних, визуелних и кинестетичких информација у јединствене представе које је могуће привремено ускладиштити и са којима се може манипулисати (Baddeley, 1990; Костић, 2010). Овај систем је комплексан и може се поделити на визуелни и

спацијални подсистем, где сваки од њих има посебне процесе одржавања и манипулације (Rončević Zubković, 2010).

Бедли је 2000. године ревидирао свој првобитни модел радне меморије (Слика 1) и увео концепт:

- *Епизодичког складишта* („бафера“), који је представљен као модално неутрална компонента складишта, задужена за интеграцију информација из подкомпоненти радне меморије и дугорочне меморије (Бућа & Глигоровић, 2012; Gathercole & Baddeley, 2014). Епизодички бафер је подређен централном извршитељу који има контролу над њим и који може да манипулише и модификује информације у оквиру овог складишта. У домену функционисања епизодичког складишта спада присећање реченица, зато што укључује интеграцију информација из привремених система меморије (подршка вербалном присећању речи и њиховог редоследа) са продуктима семантичке и синтаксичке анализе језичког система процесирања (Alloway et al, 2004). С тога, ова компонента радне меморије може да се процени задацима у којима се захтева репродуковање реченица.



Слика 1. Бедлијев вишекомпонентни модел радне меморије (Baddeley, 2000, 2012)

Досадашњим истраживањима утврђено је да различите компоненте радне меморије могу да предвиде различите аспекте интелигенције (Mackintosh & Bennett, 2003), као и да радна меморија игра важну улогу у индивидуалним разликама у интелигенцији код деце (Conway et al., 2002, Engle et al., 1999; Gignac & Watkins, 2015). Кател (Cattell, 1963, 1971) је дао теорију два општа фактора интелигенције: флуидне и кристализоване (Слика 1). Флуидна интелигенција је општа способност опажања односа, повезана са неуралним развојем мождане коре и независна је од других специфичних способности. То је способност разумевања нових ситуација и решавања нових проблема, без употребе постојећег знања и искуства. У току стицања искуства из флуидне интелигенције се, под утицајем мотивације и срединских фактора, развија кристализована интелигенција која се испољава као високо организована вештина расуђивања и почива на дугорочној меморији. Настављајући Кателов рад, Хорн (Horn, 1991) долази до закључка да је и кристализована интелигенција, а не само флуидна интелигенција, резултат генетских фактора, али да различите групе гена утичу на њихов развој. Затим, и флуидна и кристализована интелигенција се развијају под утицајем образовања и учења. Међутим, кристализована интелигенција је углавном зависна од образовања, док је флуидна интелигенција под утицајем индивидуалног развоја личности у свакодневним ситуацијама. Флуидна интелигенција достиже врхунац у касној адолесценцији и раном зрелом добу, након чега почиње да опада. Она представља фактор опште когнитивне способности, коју меримо са тестовима интелигенције. Прегледом литературе, показало се да капацитет радне меморије игра важну улогу у предикцији флуидне интелигенције (Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuehl & Jaeggi, 2015; Jaeggi, Buschkuehl, Jonides & Perrig, 2008; Unsworth, Fukuda, Awh & Vogel, 2014; Westerberg & Klingberg, 2007).

Надаље, можемо рећи да је радна меморија одговорна за чување информација, као што су подаци о редоследу, контролише пажњу, инхибицију, флексибилност, планирање и координацију информацијама (Dahlin, 2013a). Колико је значајна улога радне меморије, можемо приметити у истраживањима која су дошла до резултата да, услед нижег капацитета радне меморије, ученицима је потребна помоћ како у извршавању школских задатака, тако и код задатака који захтевају планирање и пажњу (St Clair-Thompson, 2011). Да би се у меморији обрадиле и ускладиштиле нове информације неопходна је пажња,

способност фокусирања (Cowan, 2005; Goswami, 2008; Klingberg, 2007). Са радном меморијом повезује се и епизодна меморија у дугорочном памћењу која је важна приликом присећања делова прочитаног текста, памћења имена приликом упознавања (Nyberg & Bäckman, 2007), као и на стицање нових знања (Gathercole, Lamont & Alloway, 2006; Nyberg & Bäckman, 2007). Код деце која имају нижи капацитет радне меморије ова способност је умањена (Gathercole, Lamont & Alloway 2006), с тога ученици заборављају информације које се тичу дешавања у току дана или претходног дана. Ковен (Cowan, 1999) наглашава важност дугорочног памћења и предлаже модел радне меморије према којем радна меморија представља комплексни конструкт који укључује све информације доступне за време извођења задатка.

Аутори бројних истраживања (Gersten, Jordan & Flojo, 2005; Keeler & Swanson, 2001; Pickering & Gathercole, 2004; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Wilson & Swanson, 2001) сматрају да је радна меморија неопходна за читање, математичке способности, као и за привремено задржавање важних информација. Вербална радна меморија је укључена у процес језичког разумевања, изражавања, разумевања прочитаног и семантику (Dehn, 2008). Ова меморија нам омогућава да визуелне информације запамтимо на неколико секунди (Luck & Vogel, 1997), док само око четири визуелна објекта могу бити запамћена истовремено (Pashler, 1988; Vogel, Woodman & Luck, 2001).

Математичке вештине зависе од концептуалног разумевања и процесног знања у датој области математике, које су подржане од стране различитих когнитивних система (Geary, 2004), као што су радна меморија и њене компоненте. Кључну улогу у рачунању, обради и интеграцији информација има визуо-просторна радна меморија (De Stefano & LeFevre, 2004; Holmes & Adams, 2006), која има две функције: пасивну и активну. Пасивна се односи на једноставно складиштење визуо-просторних информација, док активна има комплекснију улогу обраде (Cornoldi & Vecchi, 2003). Задаци којима се процењује пасивна функција захтевају повлачење информација у истом облику како што су запамћене, у односу на задатке помоћу којих се процењује активна функција и који изискују да се информације мењају, трансформишу или да се на одређен начин њима манипулише (Mohr & Linden, 2005).

Бедлијев модел радне меморије примењен је у различитим студијама код деце (Alloway, Gathercole, Willis & Adams, 2004; Alloway, Gathercole & Pickering, 2006), и код

одраслих пацијената са неуропсихолошким сметњама (Baddeley, 1996; Gathercole & Baddeley, 1993). Услед недостатка неке од компоненти долази до различитих дефицита код деце у извршавању когнитивних задатака (Baddeley, 2007, Baddeley, 2012). Деца са тешкоћама у учењу математике могу да имају проблем у функционисању било које компоненте радне меморије (Gathercole & Pickering, 2001; Swanson & Siegel, 2001; Thevenot, Barrouillet, & Fayol, 2001). Основно познавање математике, усвајање бројева и основне аритметичке операције првенствено зависе од капацитета централног извршитеља (Lemaire, Abdi, & Fayol, 1996). Централни извршитељ има битну улогу, јер је у садејству са дугорочним памћењем, вербалном радном меморијом и визуо-просторном радном меморијом (Lemaire et al., 1996; Gersten et al., 2005).

1.5.3. Капацитет радне меморије

Радна меморија има ограничен капацитет, па свако преоптерећење информацијама током неке когнитивне активности може довести до њиховог потпуног губитка из овог привременог меморијског система (Gathercole, Alloway, Willis & Adams 2006). Ограничење когнитивног система се односи на број смисаоних јединица са којима је могуће истовремено процесирати. Максимални број елемената који смисаона јединица може да садржи, зависи од карактеристике класе којој припада смисаона целина (нпр. реч или низ бројева). Милер је први утврдио да радна меморија има ограничен капацитет. У студији коју је спровео, а која се заснивала на серији тестова радне меморије, којом је испитиван број елемената информације које појединац може да запамти. Утврђено је, да је наша радна меморија ограничена и да може привремено да задржи свега седам информација плус, минус две (Miller, 1956, 1994). Занимљиво је да и други аутори (Cowan, 2001; Luck & Vogel, 1997; Rouder, Morey, Morey, & Cowan, 2011; Unsworth & Engle, 2007) наводе да се радна меморија тумачи као ограничен капацитет складиштења од 3 до 5 ставки у било ком тренутку.

Свилер и сар. (Sweller, Merrienboer & Pass, 1998) су у свом истраживању приказали да су особе способне да раде смо са два или три елемента истовремено, ако је у питању процесирање, а не само задржавање добро познатих информација у радној меморији, с обзиром да се радна меморија најчешће користи за обраду података у смислу организовања, поређења или за процесирање информација на неки други начин.

Поред ограничења у капацитету, радна меморија је ограничена и по питању времена, па може да траје свега 20 секунди (Hudmon, 2006). Према Рапаићу и Недовићу (2011) особина краткорочне радне меморије је да се презентовани задаци могу поновити одмах након њихове презентације, али се такође могу веома брзо изгубити, у периоду од 20 до 40 секунди. Складиштењем вишка информација или обраде захтева у току наредне когнитивне активности, долази до губитка информација из овог привременог система меморије.

Капацитет радне меморије зависи и од узраста детета који се са годинама старости повећава, па у 1. години дете памти 1 елемент, у 3. и 4. години 2 елемента, затим у 5. и 6. години 4 елемента, у 7. и 8. години 5 до 6 елемената, да би у 15. години запамтило 7 до 8 елемената (Gathercole & Alloway, 2007). Истраживања развоја радне меморије код деце школског узраста, указују да се њен учинак линеарно повећава од четврте до приближно дванаесте године, након чега се развој наставља успореним темпом. До петнаесте године, ефикасност радне меморије приближава се свом максимуму, који се достиже у раном адолесцентском добу (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006). У студијама које процењују положај модела и просечни капацитет визуелне радне меморије, показало се да деца не могу повезати више од 3-4 предмета или 3-4 дела неког сложеног објеката. Овај закључак се базира на налазу да измерени капацитет остаје константан, без обзира да ли се у задатку регистровања промена применио један или више стимулуса (Luck & Vogel, 1997).

Капацитет вербалне краткорочне меморије и радне меморије варира од појединца до појединца (Pickering, Gathercole & Peaker, 1998). Што је капацитет радне меморије нижи долази до неусмерености и сањарења током решавања задатка (Kane et al., 2007), као и тешкоћа у домену саморегулације у типичој популацији (Hofmann et al., 2008). Чињеница је да деца која имају нижи капацитет радне меморије, имају проблема са читањем и тумачењем текста, што додатно представља проблем када се у математици раде текстуални задаци. Данеман и Мерикл (Daneman & Merikle, 1996) у својој мета-анализи која обухвата 77 студија са преко 6000 учесника, закључили су да је радна меморија и снажан предиктор читања. Деца са нижим капацитетом радне меморије имају потешкоће у тумачењу значења текста, јер се то односи на потешкоће декодирања појединих речи и складиштења целих реченица у меморији. У математици, посебно сабирање, одузимање, множење и дељење представљају потешкоће за децу са нижим капацитетима радне меморије. Када је

информација превише захтевна, радна меморија може бити преоптерећена, што доводи до потешкоћа у усвајању нових информација, као и губитка претходних.

Код деце са тешкоћама у развоју и учењу, радна меморија је повезана са успехом у различитим академским областима. De Jong (1998) наводи да стицање вештине читања почива на ефикасности радне меморије, пре него на једноставном краткорочном складиштењу језичког материјала. Такође, усвајање знања из математике условљено је ефикасним деловањем радне меморије (Gernsten, Jordan & Flojo, 2005).

У истраживању капацитета визуелне радне меморије, аутори (Eng, Chen & Jiang, 2005) су користили задатке промене регистровања, како би сазнали да ли перцептуална сложеност утиче на визуелну радну меморију и да ли карактерише капацитет визуелне радне меморије за све врсте објекта или је капацитет визуелне радне меморије обрнуто пропорционалан у вези са перцептуалном сложености тих објеката. Укључили су шест типова стимулуса различите сложености: боје, слова, полигони, кукице, коцкице и лица, и открили да је процењена способност смањена за сложеније стимулусе, сугеришући да перцептивна комплексност је важан фактор у одређивању капацитета визуелне радне меморије. Међутим, значајна корелација уочена је између перцептивне сложености и смањеног капацитета визуелне радне меморије уколико је субјектима меморијски узорак приказиван у дужем интервалу. Закључили су да, када је кодирање сведено на минимална ограничења, перцептивна сложеност утиче, али не одређује капацитет визуелне радне меморије.

1.5.4. Значај радне меморије у настави математике

У већини досадашњих истраживања испитиван је значај радне меморије код деце различитог узраста и стања, као и повезаност са другим когнитивним системима. Радна меморија се односи на ментално радни простор који је укључен у контролу, регулацију и активно одржавање релевантне информације која је битна за остваривање сложених когнитивних задатака (Miyake & Shah, 1999). Током извођења неког когнитивног задатка информације се призивају из дугорочне меморије и привремено задржавају у систему радне меморије, докле год је неопходно да се изврши нека ментална активност. Она има значајну

улогу у школским активностима које су предвиђене у наставном плану или програму, било да подразумева математику, усвајање области српског језика или неких других предмета.

Радна меморија, као део когнитивног система, сматра се важном за математичке перформансе (Andersson, 2008). У бројним студијама је испитиван однос памћења и вештине почетног рачунања који су директно пропорционални са радном меморијом (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent & Numtee, 2007; Klein & Bisanz, 2000; Swanson, 2011). Тако је уочена и значајна повезаност између радне меморије и математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella & Altoè, 2008; Toll, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2011).

Прегледом досадашње литературе, показало се да радна меморија има значајан утицај на академска постигнућа у математици и нумеричким активностима. Студије које су истраживале везу између радне меморије и аритметичке вештине, дошли су до резултата који показују да је радна меморија снажан предиктор математичких перформанси (DeStefano & Lefevre, 2004; De Smedt et al., 2009; Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2007).

Математички задаци захтевају или су подржани од стране радне меморије. Математичка компетенција подразумева низ сложених вештина које обухватају нешто другачије концептуалне садржаје и процедуре (аритметика, алгебра, геометрија). Решавање проблема у овим областима често укључује одржавање делимичних информација и обраду нових информација, да би се дошло до решења, које би требало да обухвата ресурсе радне меморије. Овај опис се односи на решавање проблема код деце предшколског узраста (Bisanz, Sherman, Rasmussen & Ho, 2005) као и сложених математичких задатака у старије деце и одраслих (Siegler & Booth, 2005; Swanson, 2004; Tronsky, 2005).

Велики значај за успешно решавање многих задатака у свакодневном животу имају визуо-просторне способности. То је способност разумевања и памћења просторних односа међу објектима, а коришћење истих је значајно у усвајању математике. Према мерењима у тестовима интелигенције визуо-просторна радна меморија је везана за визуо-просторне способности. Просторне способности представљају просторну димензију интелигенције, која се мери тестовима који захтевају менталну ротацију тродимензионалних објеката, који се подударају са одређеном сликом. Међутим, тестови који захтевају прилично низак ниво менталне манипулације више су директно повезани са визуо-просторном радном

меморијом. Штавише, у визуо просторном домену складиштење и процесуирање задатака и складиштени задаци чини се да мере исти предмет проучавања (Miyake et al., 2001).

Визуо-просторна меморија је одговорна за складиштење визуо-просторних информација током кратких периода, која има значајну улогу у произвођењу и манипулацији менталних слика. Према Лоџију (Logie, 1995) визуо-просторна радна меморија је специфична компонента радне меморије, одговорна за одржавање и обраду визуелних (боја, облик, текстура) и просторних (положај објекта у простору) информација. Значајно је напоменути да су поједина истраживања доказала учешће визуо-просторне радне меморије у аритметици (Bull, Espy & Wiebe, 2008; De Stefano & LeFevre, 2004; Holmes & Adams, 2006; Trbovich & LeFevre, 2003). Бул и сар. (Bull et al. 2008) су утврдили да визуо-просторна радна меморија у предшколском узрасту предвиђа исход на крају трећег разреда основне школе о проблемима једноставне и сложеније аритметике, броја секвенцирања и графичког приказа података.

У даљим истраживањима (McKenzie, Bull & Gray, 2003) испитује се значај фонолошких и визуо-просторних кодова у решавању простих математичких задатака (који садрже два или три сабирка (нпр: $5 + 7$ или $5 + 7 + 8$) код млађе (6-7 година) и старије (8-9 година) деце, под три услова: основно, фонолошка сметња (посматрајући децу која читају причу на норвешком језику), и визуо-просторна сметња (екран који приказује матрикс састављен од црно белих квадрата који наизменично мењају боју од црне до беле и обрнуто). Фонолошке сметње се ретко када јављају код млађе деце, док су са друге стране у великој мери изражене визуо-просторне сметње; код старије деце заступљене су и фонолошке и визуо-просторне сметње у истој мери, мада не у истом обиму, као код млађе деце. Млађа деца су у највећој мери усмерена ка визуо-просторној оријентацији, док старија деца користе комбинацију вербалног приступа у комбинацији са визуо-просторним капацитетима. Студије које мере визуо-просторну меморију разликују се по старости учесника, идентификованих математичких тешкоћа, према задацима који се користе за мерење визуо-просторне меморије, као и озбиљности математичких тешкоћа.

Да радна меморија има значајну улогу у аритметици, која се односи на меморисање бројева у аритметичком процесу; просторном представљању проблема са више цифара као и иницирање, управљање и праћење поступака у сложеним аритметичким проблемима, доказује студија Мек Лина и Хича (McLean & Hitch, 1999).

У недавној студији о радној меморији и њеним компонентама (Giofrè, Mammarella, Ronconi & Cornoldi, 2013) аутори су доказали да визуо-просторна радна меморија има кључну улогу у постигнућу из области геометрије и да је важна подршка стицању знања из геометријских појмова, као и основних јединица у математици. У другој студији (Mammarella, Giofrè, Ferrara & Cornoldi, 2013) дошло се до сличног закључка, у којој деца са потешкоћама у невербалном учењу имају нижи капацитет визуо-просторне радне меморије, а то се одликује неуспехом из области геометрије.

У студији Аловеј и сар. (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006) тестиран је алтернативни модел основне структуре радне меморије помоћу потврдног фактора анализе и вишеструка мерења вербалне и визуо-просторне радне меморије, као и вербалне и визуо-просторне краткорочне меморије. Потврдни фактор анализе показује да модел који се састоји од три фактора са одвојеним конструкцијама представљају мере вербалног и визуо-просторног складиштења и трећег фактора који представља дељену варијансу између задатака вербалне и визуо-просторне радне меморије, обезбеђујући најбољи узорак података. Аутори су доказали да су ови налази у складу са ставом да постоје три домена специфичне компоненте за складиштење и општа извршна контролна компонента за обраду информација. Поред тога, ова компонента је присутна од четврте године старости и остаје током детињства.

Како би се дошло до квалитетнијих резултата способности радне меморије и значаја њених компоненти, у студији Алвареза и Кевена (Alvarez & Cavanagh, 2004), истраживана је способност визуелне радне меморије за просте и сложене визуелне објекте, где су укључили боје, слова (кинески карактери), полигоне и осенчене коцке. Стимулусе су приказивали одређен број милисекунди, а онда у другом тестирању су повећали интервал. Аутори су открили да особе могу да се присете два пута више боја него осенчених коцки, иако су обе врсте стимулуса ограничени визуелни објекти. Ови резултати сугеришу да визуелна радна меморија није осетљива само на број визуелних објеката, него и на њихову комплексност. Перцептивна сложеност само делимично може да утиче на капацитет визуелне радне меморије, поред тога на способност визуелне радне меморије могу да утичу и други перцептивни фактори, као што су број објеката и њихове просторно-временске особине.

Математичке потешкоће према Герију (Geary, 2004) представљају дефицит у концептуалним и процедуралним компетенцијама потребним за решавање задатака. Ове потешкоће се могу пратити на основу оштећења когнитивних система, у овом случају радне меморије и њених компоненти. У прилог томе, показује студија (Gathercole & Pickering, 2001), где је способност радне меморије тестирана на узорку од 57 деце, узраста од седам до осам година старости, са или без посебних образовних потреба. Показало се да су потешкоће у учењу код ученика уско повезане са дефицитима радне меморије, посебно код способности да се обради и сачува нова информација у централном извршитељу. То је резултирало тешкоћама у читању, читању и писању речи и аритметици, посебно када су у питању четири операције.

У оквиру појединачних предмета од деце се тражи да следе инструкције у решавању конкретних задатака. У математичким задацима то би подразумевало, да ученик јасно следи дата упутства за извршење проблемске ситуације. У студији (Gathercole & Alloway, 2008) су установили да код деце са нижим капацитетом радне меморије генерални проблем је да прате упутства. Водећи се тиме, деца са нижим капацитетом радне меморије често не успевају да се сете свих корака датих инструкција у решавању задатака. Ово у комбинацији са лошим академским вештинама доводи до потешкоће у праћењу и квалитету рада (Ivarsson & Strohmayer, 2010).

У психолошкој литератури се школски успех ученика повезује са когнитивним способностима, где се у истраживањима (Alloway, 2009; Passolunghi & Seigel, 2004) помиње повезаност капацитета радне меморије и успеха у школи. Аловеј (Alloway, 2009) је тестирала 37 деце са тешкоћама у учењу у областима писмености, математичке писмености, интелигенције и радне меморије, затим је ретест био након 2 године. Резултати су показали да је радна меморија предиктор школског исхода у односу на традиционално тестирање интелигенције. Тако су и други аутори (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006) дошли до сличних резултата, да су ученици са већим капацитетом радне меморије бољи у школи, док ученици са нижим капацитетом радне меморије постижу лошије резултате у школи.

Када се разматра значај радне меморије код деце са тешкоћама у учењу, њен нижи капацитет има за последицу лоше усвајање знања, а тиме проузрокована снижена постигнућа у школи. Аутори наводе да уколико би се са децом са тешкоћама у учењу радили тренинзи побољшања радне меморије, побољшао би се и успех у школи. Сходно томе,

результати истраживања су показали да тренинг компјутеризованом радном меморијом доводи до значајних побољшања вербалне радне меморије и аритметичких вештина (Ivarsson & Strohmayer, 2010). Затим, су Аловеј и Ворнер (Alloway & Warner, 2008) открили да специфичан програм обуке задатака који се састоји од конкретних свакодневних функционалних радњи побољшава моторичке способности, као и визуо-просторну радну меморију. Међутим, овај ефекат није пренесен на писање и рачунање. Ово потврђује претпоставку, да тешкоће планирања покрета чине темељ неких аспеката извођења визуо-просторних меморијских задатака, а обуком се то може побољшати.

Показало се да радна меморија, као главни когнитивни систем који складишти и обрађује информације, има централну улогу у учењу и мишљењу (Dahlin, 2013b). Аутор даље износи да радна меморија управља успехом учења, јер укључује процесе потребне за усвајање знања. Надаље, деца са потешкоћама у решавању математичких задатака имају дефицит у централним егзекутивним функцијама и радној меморији, који није ограничен на нумеричке задатке радне меморије. Поред тих дефицита, деца имају проблеме са координацијом вербалних и нумеричких информација, са разумевањем концепта знакова у процесу поређења бројева, као и са инхибирањем непотребних информација током извршења задатака (Passolunghi & Siegel, 2004).

Радна меморија има важну улогу у учењу, посебно током детињства. Она представља когнитивни процес који обезбеђује складиштење и манипулацију информацијама неопходним за сложене когнитивне задатке. Истраживања која су рађена, испитивала су однос између капацитета радне меморије код деце и њиховог постигнућа у учењу. Сходно томе, постоји потреба да се додатно проучи однос радне меморије код ученика са тешкоћама у учењу математике у основној школи.

II ПРОБЛЕМ И ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Проблем истраживања

Радна меморија, као део когнитивног процеса памћења, има важну улогу у усвајању различитих академских знања и појединих способности. Она је систем ограниченог капацитета, који омогућава да се информације задржавају и са њима привремено манипулише, док се не изврши нека ментална активност.

Основни проблем овог истраживања односи се на испитивање математичких знања и вештина код деце која похађају трећи разред основне школе. Овде ћемо указати на постојање евентуалних проблема, као што су:

- Неопходност адекватне процене ученика са тешкоћама у учењу математике;
- Неопходност адекватног одређивања капацитета радне меморије;
- Неопходност индивидуализиране наставе математике.

Сви ови проблеми могу довести до потешкоћа у усвајању садржаја, циљева и задатака из математике, који су дати одговарајућим наставним програмима. Сваки школски предмет садржи одређене специфичности, као и то да су поједини предмети сами по себи апстрактнији од других (нпр. математика), и прилагођени ученицима просечних способности. Из тих разлога, теже је приближити њихове садржаје ученицима и пронаћи одговарајуће начине подучавања.

Свака етапа усвајања наставног градива зависи од индивидуалних способности ученика, с тога је од изузетне важности прецизно дефинисати све карактеристике детета. Овладавање математичким садржајима и усвајање математичких знања и вештина разликује се код сваког детета због различитог темпа развоја, великих индивидуалних разлика и капацитета радне меморије, па је примена индивидуализиране наставе математике од изузетне важности за ученике са тешкоћама у учењу математике.

2.2. Предмет истраживања

Студије које су до сада спроведене, показују да радна меморија има суштинску улогу у свакодневним когнитивним задацима и истичу повезаност визуо-просторне радне меморије са способношћу деце да усвоје знање из математике. Сматра се да радна меморија

представља важан фактор индивидуалних разлика код деце у постигнућима у математици. С тога, капацитет радне меморије је од кључног значаја у процесу решавања аритметичких операција. Уколико је радна меморија нижег капацитета може доћи до проблема приликом решавања математичких задатака и усвајања математичких знања и вештина.

Предмет овог истраживања представља утврђивање капацитета активне и пасивне визуо-просторне радне меморије код деце која похађају трећи разред основне школе, која би се испитала кроз повезаност са знањем математике и усвајањем математичких вештина.

Идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике и утврђивање капацитета радне меморије важно је ради праћења ученика у раду и евентуалног прилагођавања активности и садржаја уколико за тим има потребе, како би се овој деци омогућило да раде и уче у оквиру својих могућности.

Такође, требало би утврдити да ли постоји повезаност између визуо-просторне радне меморије и општег успеха у школи.

III ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Циљ истраживања

Циљ овог истраживања био је утврђивање капацитета визуо-просторне радне меморије и његов утицај на усвајање математичких знања и вештина, као и на општи успех у школи ученика III разреда основне школе.

3.2. Задаци истраживања

Из овако дефинисаног циља истраживања произилазе следећи задаци:

- Испитати математичке вештине код целокупног узорка ученика трећег разреда основне школе и издвојити групу деце са тешкоћама у усвајању математике;
- Испитати постигнућа на тестовима знања из математике код групе деце са тешкоћама у усвајању математике и групе деце без ових тешкоћа;
- Испитати општи успех у школи, као и оцену из математике код деце са тешкоћама у учењу математике и групе деце без ових тешкоћа;
- Испитати капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа;
- Испитати повезаност активне визуо-просторне радне меморије и области математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа;
- Испитати повезаност пасивне визуо-просторне радне меморије и области математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа;
- Испитати повезаност активне визуо-просторне радне меморије и постигнућа на тестовима знања из математике код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа;
- Испитати повезаност пасивне визуо-просторне радне меморије и постигнућа на тестовима знања из математике код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа;

- Испитати повезаност активне и пасивне визуо-просторне радне меморије и општи успех у школи, као и оцену из математике код деце са тешкоћама у учењу математике и деце без ових тешкоћа.
- Утврдити утицај пола ученика на капацитет радне меморије и тешкоћа у усвајању математичких знања и вештина.
- Утврдити утицај узраста на капацитет радне меморије и тешкоћа у усвајању математичких знања и вештина.

3.3. Хипотезе истраживања

На основу постављеног циља истраживања општа хипотеза гласи:

Предпостављамо да нижи капацитет визуо-просторне радне меморије значајно утиче на усвајање математичких знања и вештина, као и на општи успех у школи.

На основу истраживачких задатака посебне хипотезе гласе:

- Капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије је нижи код деце са тешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу математике;
- Деца која имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, испољавају више тешкоћа у усвајању математичких вештина;
- Деца која имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, показују ниже постигнуће на тестовима знања из математике;
- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, с тога имају ниже оцене из математике, као и нижи општи успех у школи, у односу на децу без тешкоћа у учењу математике.
- Деца узраста 9 година показује нижи капацитет радне меморије, а тиме и веће тешкоће у усвајању математичких знања и вештина.
- Пол није значајан фактор у усвајању математичких знања и вештина.

IV МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

4.1. Узорак, место и време истраживања

Опис узорка. Иницијални узорак је обухватио 809 ученика, који су током школске 2016. године похађали друго полугодиште трећег разреда по редовном наставном програму, од којих је сагласност родитеља за истраживање добио 591 ученик (м=279, ж=312). Након спроведеног тестирања, имали смо 504 ученика (м=241, ж=263) који су били процењени неуропсихолошким тестом за обраду бројева и рачунања (ZAREKI-R) и 87 ученика који због изостајања из школе нису били процењени или су наставу похађали према индивидуалном образовном плану, с тога нису ни ушли у узорак.

Применом теста за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике (ZAREKI-R) добијена је учесталост деце са тешкоћама у учењу математике 9,92% (N=50), што у наредној обради чини групу деце са тешкоћама у учењу математике. Случјним избором изабрано је 72 ученика који немају никакву тешкоћу у учењу математике.

Обе групе деце су морали да задовоље следеће опште критеријуме: да су редовно похађали наставу, да немају психијатриске и друге психолошке поремећаје, да похађају друго полугодиште трећег разреда по редовном наставном плану и програму.

Даље истраживање се спроводило са 122 ученика.

Табела 1. Дистрибуција испитаника према полу и постојању тешкоћа у учењу математике

Деца без тешкоћа у учењу математике	Укупан узорак		Формиран узорак		
	Фреквенција	Процент (%)	Фреквенција	Процент (%)	
Деца са тешкоћама у учењу математике	Дечаци	213	46,92	30	41,7
	Девојчице	241	53,08	42	58,3
	Укупно	454	100	72	100
Деца са тешкоћама у учењу математике	Дечаци	28	56	28	56
	Девојчице	22	44	22	44
	Укупно	50	100	50	100

У Табели 1 можемо видети да формирана група деце без тешкоћа у учењу математике обухвата 72 детета, од тога 30 дечака (41,7%) и 42 девојчице (58,3%). Група деце која испољавају тешкоће у учењу математике сачињава 50 испитаника, међу којима су 28 дечака (56%) и 22 девојчице (44%).

Табела 2. Дистрибуција испитаника према узрасту и постојању тешкоћа у учењу математике

Деца без тешкоћа у учењу математике	Укупан узорак		Формиран узорак		
	Фреквенција	Процент (%)	Фреквенција	Процент (%)	
9 година	296	65,20	43	59,7	
10 година	158	34,80	29	40,3	
Укупно	454	100	72	100	
Деца са тешкоћама у учењу математике	9 година	41	82	41	82
10 година	9	18	9	18	
Укупно	50	100	50	100	

Као што се може видети из Табеле 2, у оквиру формираног узорка деце која немају тешкоће у учењу математике 59,7% деце имају 9 година, док 40,3% деце има 10 година. Узимајући у обзир узорак деце са тешкоћама у учењу математике, 82% деце има 9 година, док осталих 18% деце има 10 година.

Место и време истраживања. Истраживање је спроведено у периоду од априла до јуна 2016. године, у једанаест основних школа у Београду, и то у:

- ОШ „Иван Горан Ковачић“
- ОШ „Јован Цвијић“
- ОШ „Ослободиоци Београда“
- ОШ „Др Арчибалд Рајс“
- ОШ „Браћа Барух“
- ОШ „Михајло Петровић Алас“
- ОШ „Стари град“
- ОШ „Вук Караџић“
- ОШ „Свети Сава“
- ОШ „Светозар Марковић“
- ОШ „Владисав Рибникар“

4.2. Варијабле истраживања

Категоричне варијабле подразумевају социодемографске карактеристике деце:

- Пол испитаника;
- Узраст испитаника

Критеријумске варијабле:

- Активна визуо-просторна радна меморија (постигнућа на тесту *The Jigsaw Puzzle task*, адаптиран Vecchi & Richardson, 2000).
- Пасивна визуо-просторна радна меморија (постигнућа на тесту *The Houses Recognition test*, адаптиран Mammarella, Cornoldi & Donadello, 2003).
- Математичке вештине (постигнућа на тесту *Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children - ZAREKI-R*, преузет од von Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006).
- Знање из математике (постигнућа на тесту знања из математике, преузет од Jovanović, Jovanović, Banković-Gajić, Nikolić, Svetozarević & Ignjatović-Ristić, 2013; постигнућа из предмета математика на крају првог полугодишта III разреда и општег успеха у школи).

Предикторске варијабле:

- Оцена из математике на крају I полугодишта III разреда;
- Општи успех на крају I полугодишта III разреда.

4.3. Организација истраживања

Током 2014. и 2015. године припремана је тематска библиографија на тему утицаја визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике у основној школи. У другој фази сачињен је предлог истраживања.

У наредној фази, спроведеној 2016. године, прикупљени су подаци коришћењем припремљених мерних инструмената.

Након тога, урађена је статистичка обрада података.

4.4. Методе истраживања

Због природе, предмета, циља и задатака истраживања, користили смо методу теоријске анализе садржаја и дескриптивну методу.

Методу теоријске анализе садржаја применили смо у стварању теоријске основе истраживања, са циљем да се теоријски осветли проблем истраживања и тиме омогући фокусирање на предмет истраживања, дефинисање основних појмова, утврђивање циља истраживања, задатака истраживања и истраживачких хипотеза, као и за поређење добијених резултата са резултатима досадашњих истраживања. У методи теоријске анализе ослонили смо се и на анализу доступне и релевантне литературе из наведене области.

Дескриптивна метода примењена је код прикупљања демографских података и података о испитиваној појави, анализирању и утврђивању корелације између истраживачких варијабли, са циљем доношења закључака о природи и узроку повезаности.

4.5. Поступци и инструменти истраживања

4.5.1. Поступак истраживања

Пре спровођења тестирања добили смо сагласност, родитеља и директора изабраних школа у Београду, за тестирање ученика трећег разреда. Опште информације о ученицима, као и податке о школском успеху ученика преузети су из школске документације. Тестирање је спроведено у сарадњи са учитељима деце која су учествовала у истраживању. Ученици су радили тестове знања из математике, како би се утврдило њихово математичко извршење. Батерија је била састављена од пет тестова које су задавали учитељи. Сваки тест се радио по један школски час у трајању од 45 минута. Затим је са сваким учеником индивидуално рађен тест математичких вештина (*ZAREKI-R*), и тестови за процену визуо-просторне радне меморије. За процену визуо-просторне радне меморије користили смо два теста, како би обухватили пасивну (*The Houses Recognition test*) и активну (*The Jigsaw Puzzle task*) функцију. Индивидуално тестирање ученика спроведено је у школским просторијама у времену од 15 до 30 минута, где су деца узимана са часова уз пристанак учитеља. Ученици који из било ког разлога нису радили неки од тестова били су искључени из даље обраде.

4.5.2. Инструменти и начини прикупљања података

4.5.2.1. Општи упитник о основним подацима о испитанику

Протоколом основних информација о ученицима, прикупљени су анамнестички подаци и подаци о школском постигнућу који су преузети из школске документације, односно дневника. Као показатељи школског успеха ученика коришћени су општи успех на крају првог полугодишта трећег разреда (изражен преко просека оцена из свих наставних предмета). Идентификован је и успех ученика из наставног предмета математика, кроз оцену на крају првог полугодишта трећег разреда основне школе.

4.5.2.2. Тест за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике

За процену математичких вештина примењен је Неуропсихолошки тест за обраду бројева и рачунања код деце (*Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children - ZAREKI-R*, преузет од von Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006), конструисан у циљу откривања потешкоћа у учењу математике код деце од I до IV разреда основне школе. Састоји се од 12 субтестова који процењују математичке вештине, од тога десет процењује обраду броја, а преостала два рачунање:

- 1) *Бројање тачака* – испитаник треба да нумерише различити сет тачака;
- 2) *Бројање уназад* – испитаник броји уназад од 22 до 1 и од 67 до 54;
- 3) *Писање бројева* – од испитаника се тражи да арапским цифрама напишу осам бројева који су презентовани усмено (нпр. 14, 1200);
- 4) *Рачунање* – усмено се презентују задаци сабирања, одузимања, множења (нпр. $5 + 8$; $15 - 9$; 3×4);
- 5) *Читање бројева* – од испитаника се тражи да прочита осам бројева који су написани арапским цифрама (нпр. 57, 969);
- 6) *Позиционирање бројева на скали* – испитанику се показује вертикална линија, која је обележена са 0 на почетку и 100 на врху, подељена са четири хоризонталне линије. Од испитаника се тражи да покаже која хоризонтална линија одговара арапском броју који је усмено или визуелно представљен;

- 7) *Памћење бројева унапред и уназад* – секвенце бројева који се представљају су у растућем низу. Код понављања бројева унапред испитаник треба да понавља цифре истим редоследом, као што их испитивач изговара, а код понављања уназад, испитаник понавља цифре обрнутим редоследом. Цифре се задају са фреквенцом, без груписања;
- 8) *Усмено поређење бројева* – усмено се презентују парови бројева, испитаник треба да процени који је број већи (нпр. 800 или 108);
- 9) *Перцептивна процена* – испитанику се визуелно приказују стимулуси (нпр. 57 лоптица) у трајању од 5 секунди. Потребно је да испитаник каже приближан број приказаних стимулуса;
- 10) *Когнитивна процена* – испитаник би требало да процени реченице у односу на количину и контекст и одговори да ли је то мало или много (нпр. Десет листова на дрвету; Два облака на небу);
- 11) *Решавање проблемских задатака* – испитанику се усмено презентује шест проблемских задатака, којима се повећава сложеност (нпр. Петар има 12 кликера. Другарици Ани је дао 5 кликера. Колико кликера му је остало?);
- 12) *Писмено поређење бројева* – визуелно су представљени парови арапских бројева, а испитаник треба да процени који је већи (нпр. 1007 или 1070).

Батерија је дизајнирана тако да испитаници одговарају усмено или писаним путем на појединим подтестовима. Сваки субтест носи одређен број бодова, а укупан скор износи 122 бода. Уколико испитаници трећег разреда имају испод 92 бода, сматра се да имају тешкоћу у учењу математике. Тестирање се обавља индивидуално и траје од 15 до 30 минута.

4.5.2.3. Процена визуо-просторне радне меморије

За процену визуо-просторне радне меморије користили смо два теста који се тичу пасивне и активне функције.

Тест за активну визуо-просторну радну меморију (*The Jigsaw Puzzle task*, адаптиран, Vecchi & Richardson, 2000) састоји се од 28 цртежа који су подељени тако да садрже од 2 дела до 10 нумерисаних делова. Сваки цртеж познатог објекта презентује се посебно у

трајању од 2 секунде, заједно са вербалним називом, а потом бива склоњен. Затим се приказују нумерисани делови цртежа и одговарајући шаблон у коме би требало да се сложе. Ниво комплексности је представљен бројем делова који сачињавају сваки цртеж (1–10). За обављање овог задатка испитаници имају 90 секунди. Тест се прекида када испитаник изостави две ставке у слагању истог цртежа. Оцењивање подразумева укупан број делова који су исправно постављени у оквиру времена које је дато за обављање задатка.

Тест за пасивну визуо-просторну радну меморију (*The Houses Recognition test*, адаптиран Mammarella, Cornoldi & Donadello, 2003) састоји се од шематских цртежа кућа које се виде спреда. Сет од две куће се приказује у периоду од 3 секунде, одмах након презентације испитаник би требало да препозна циљане куће у оквиру сета од четири стимулуса. Ниво комплексности дефинисан је бројем кућа које би требало да препозна (2–6). За обављање овог задатка испитаници имају 90 секунди, тест се прекида када испитаник изостави две куће. Оцењивање подразумева укупан број кућа које су препознате у оквиру времена које је дато за обављање задатка.

4.5.2.4. Процена знања из математике

Тест знања из математике (Jovanović, Jovanović, Banković-Gajić, Nikolić, Svetozarević & Ignjatović-Ristić, 2013) је саставио стручни тим у саставу учитељ, дефектолог, психолог и педагог, на основу Правилника о наставном плану и програму за трећи разред основног образовања и васпитања. Батерија тестова се састоји из пет тестова који су направљени према обрађеним областима. Сваки тест садржи по 10 задатака, укупно 50. Задаци су бирани случајним одабиром из два уџбеника: издавача Клет и Креативни центар. Одабрани задаци су средње тежине и не укључују теже и проблемске задатке означене у књизи са једном и две звездице. Један тест се ради један школски час у трајању од 45 минута.

Први тест обухвата настављање низа, читање и писање бројева, ређање бројева по величини од најмањег до највећег, одређивање месне вредности цифре у троцифреном броју, усмено сабирање, одређивање претходника и следбеника, писмено сабирање.

Други тест је базиран углавном на задацима одузимања и употребе знакова веће, мање и једнако.

Трећи тест испитује способност множења и дељења.

Четврти тест се састоји од задатака који обухватају употребу јединице мера (претварање мањих мера у веће и обрнуто, гледање на сат, претварање часова у минуте и обрнуто, претварање година у месеце и обрнуто).

Пети тест се односи на геометријске способности, а обухвата задатке цртања кругова са заједничком тачком, уочавање круга и кружнице, уочавање броја четвороуглова на слици, читање углова, израчунавање обима троугла и квадрата.

Задаци су бодовани по завршеном тестирању према њиховој процентуалној решености. То значи да они задаци који се налазе у распону од 90-100% добиће 1 бод, од 80-90% 2 бода, 70-80% 3 бода, 60-70% 4 бода, 50-60% 5 бодова, 40-50% 6 бодова, 30-40% 7 бодова, 20-30% 8 бодова, 10-20% 9 бодова и од 0-10% 10 бодова. Применом оваквог бодовања добијен је укупан број бодова за сваки тест, као и за укупан тест. На овај начин је добијена и тежинска уравнотеженост теста. Укупан број бодова на свих пет тестова је 180, док за први тест износи 12 бодова, други тест 34 бода, трећи тест 46 бодова, четврти тест 39 бодова и пети тест носи 49 бодова. Да би утврдили постојање тешкоћа у усвајању знања из математике деца треба да имају бар 1,5 СД испод нормативне вредности на тесту.

4.5.2.4.1. Поузданост тестова знања из математике

Поузданост тестова представља мерну карактеристику теста која указује на степен прецизности мерења помоћу теста. Поузданост се односи на конзистентност и поновљивост мерења тј. у којој мери се могу очекивати слични резултати применом истог мерног инструмента у будућим истраживањима. Постоји више начина да се израчуна поузданост теста. Најчешћи начин је путем израчунавања Crombach alfa коефицијента. Прихватљиве вредности Crombachalfa коефицијента су вредности изнад 0,70.

Табела 3. Поузданост тестова знања из математике

	Crombachalfa	N (број ставки)
Тест Сабирање	0,802	10
Тест Одузимање	0,820	10
Тест Множење и дељење	0,747	10
Тест Јединице мере	0,841	10

Тест Геометрија	0,790	10
-----------------	-------	----

Поузданост теста Сабирање износи 0,802, а теста Одузимање 0,820. При анализи поузданости теста Множење и дељење добијена Кромбахалфа је 0,747, за тест Јединице мере 0,841, док за тест Геометрија 0,790 (Табела 3).

Дакле, поузданост свих тестова јесте изнад граничне вредности Кромбахалфа коефицијента. Стога следи да су тестови коришћени у овом истраживању поуздани.

4.6. Статистичка обрада података

Статистичка обрада резултата обухватила је методе дескриптивне статистике за тестирање хипотеза. За опис параметара од значаја у зависности од њихове природе, коришћени су: фреквенција, проценти, средња вредност узорка са стандардном девијацијом. Резултати су приказани табеларно. Врста статистичких тестова условљена је карактером прикупљених података (категоријалне или нумеричке варијабле). Ниво вероватноће установљен је на $p < 0,05$.

За тестирање разлика између параметара, коришћена је једнофакторска анализа варијансе (ANOVA) у оним случајевима где су се испитивале разлике између модалитета категоријалне варијабле, а с обзиром на вредност нумеричке варијабле.

За испитивање повезаности две континуиране варијабле користили смо Пирсонов коефицијент корелације. Статистичка значајност дефинисана је на нивоу вероватноће нулте хипотезе од $p \leq 0,05$ до $p < 0,01$.

Испитивање предиктивних својства независних варијабли урађено је помоћу логистичке регресије. Све варијабле, како критеријумска тако и предиктори кодирани су као *dumty* варијабле (1 = постоји својство од интереса, 0 = не постоји својство од интереса).

С обзиром на централну граничну теорему, примењене су параметријске статистичке технике. Централна гранична теорема гласи да са порастом n , дистрибуција сума и аритметичких средина случајних променљивих тежи ка нормалној дистрибуцији. При томе, дистрибуција случајних променљивих X_1, X_2, \dots, X_n не мора да буде нормална да би се користиле параметријске технике.

Статистичка обрада и анализа одрађена је у статистичком пакету SPSS ver. 21 (Statistical Pasckage for the Social Sciences) for Windows. Табеларно представљање урађено је у Excel програму.

V РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

5.1. Процена тешкоћа у учењу математике

Табела 4. Дистрибуција испитаника према постојању тешкоћа у учењу математике

	Укупан узорак		Формиран узорак	
	Фреквенција	Процент (%)	Фреквенција	Процент (%)
Деца без тешкоћа у учењу математике	454	90,08	72	59
Деца са тешкоћама у учењу математике	50	9,92	50	41
Укупно	504	100	122	100

У Табели 4 приказана је структура узорка према тешкоћама у учењу математике, где можемо приметити да је према неуропсихолошком тесту за обраду бројева и рачунања (ZAREKI-R) формирана група од 50 деце која испољавају тешкоће у учењу математике, односно да је учесталост деце са тешкоћама у учењу математике 9,92%. Селекцијом укупног узорка издвојено је 72 деце која немају тешкоће у учењу математике и они чине 59% од формираног узорка.

5.2. Процена математичких знања

Табела 5. Дескриптивни показатељи тестова знања из математике и постојање тешкоћа у учењу математике

Учење математике		N	Број ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
Тест Сабирање	Без тешкоћа	72	10	0-10	8	10	9,58	,51
	Са тешкоћама	50			5,23	10	8,96	,96
Тест Одузимање	Без тешкоћа	72	10	0-10	2	10	8,11	1,87
	Са тешкоћама	50			0	9,17	5,47	2,45
Тест Множење и дељење	Без тешкоћа	72	10	0-10	1,25	10	6,82	1,99
	Са тешкоћама	50			1,25	10	5,22	2,27
Тест Јединице мере	Без тешкоћа	72	10	0-10	2,92	10	7,36	1,94
	Са тешкоћама	50			0,5	10	5,27	2,58
Тест Геомерија	Без тешкоћа	72	10	0-10	1,93	10	5,99	2,19
	Са тешкоћама	50			0,5	10	3,93	2,01

Легенда: Min.- Минимална вредност варијабле у узорку; Max.- Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Деца без потешкоћа у учењу математике на свим горе наведеним тестовима имају бољи учинак у односу на децу са потешкоћама (Табела 5). Такође, распон добијених скорова деце која немају тешкоће у учењу математике је на свим тестовима мањи у односу на распон скорова деце која испољавају тешкоће у учењу математике, изузев на тесту Множење и дељење где су обе групе деце имале исти минимум и максимум поена на том тесту.

Табела 6. *Дескриптивни показатељи задатака на тесту Сабирање*

Тест Сабирање	Учење математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
C1	Без тешкоћа	72	11	0-1	1	1	1	,00
	Са тешкоћама	50			0,73	1	0,95	,09
C2	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,99	,12
	Са тешкоћама	50			1	1	1	,00
C3	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,98	,13
	Са тешкоћама	50			0	1	0,97	,16
C4	Без тешкоћа	72	6	0-1	0,67	1	0,98	,06
	Са тешкоћама	50			0,17	1	0,93	,16
C5	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,99	,12
	Са тешкоћама	50			0	1	0,96	,20
C6	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,85	,36
	Са тешкоћама	50			0	1	0,64	,48
C7	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,92	,17
	Са тешкоћама	50			0	1	0,83	,28
C8	Без тешкоћа	72	6	0-1	0,5	1	0,97	,12
	Са тешкоћама	50			0	1	0,91	,24
C9	Без тешкоћа	72	3	0-1	0,33	1	0,96	,12
	Са тешкоћама	50			0	1	0,9	,23
C10	Без тешкоћа	72	6	0-1	0,17	1	0,95	,12
	Са тешкоћама	50			0	1	0,87	,21
Укупан скор на тесту Сабирање	Без тешкоћа	72	10	0-10	8	10	9,58	,51
	Са тешкоћама	50			5,23	10	8,96	,96

Легенда: Min. - Минимална вредност варијабле у узорку; Max. - Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

У табели 6 примећујемо да на тесту Сабирање, деца без тешкоћа у учењу математике су имала више скорове са распоном од 8 до 10 поена, са просечним бројем поена $9,58 \pm 0,51$, док су деца са тешкоћама у учењу математике имала скорове у распону од 5,23 до 10 поена са просечним бројем поена $8,96 \pm 0,96$.

Табела 7. *Дескриптивни показатељи задатака на тесту Одузимање*

Тест Одузимање	Учење математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
O1	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,80	,27
	Са тешкоћама	50			0	1	0,45	,38
O2	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,93	,19
	Са тешкоћама	50			0	1	0,75	,31
O3	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,83	,27
	Са тешкоћама	50			0	1	0,67	,35
O4	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,71	,46
	Са тешкоћама	50			0	1	0,44	,50
O5	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,79	,41
	Са тешкоћама	50			0	1	0,50	,51
O6	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,88	,33
	Са тешкоћама	50			0	1	0,66	,48
O7	Без тешкоћа	72	6	0-1	0	1	0,79	,29
	Са тешкоћама	50			0	1	0,62	,37
O8	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,77	,37
	Са тешкоћама	50			0	1	0,41	,39
O9	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,83	,38
	Са тешкоћама	50			0	1	0,50	,51
O10	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,78	,37
	Са тешкоћама	50			0	1	0,48	,45
Укупан скор на тесту Одузимање	Без тешкоћа	72	10	0-10	2	10	8,11	1,87
	Са тешкоћама	50			0	9,17	5,47	2,45

Легенда: Min.- Минимална вредност варијабле у узорку; Max.- Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Такође, и на тесту из Одузимања, бољи учинак су забележила деца без тешкоћа у учењу математике са распоном поена од 2 до 10 и просечним поенима $8,11 \pm 1,87$, спрам деце са тешкоћама у учењу математике код којих је распон освојених поена 0 – 9,17 и просеком поена од $5,47 \pm 2,45$ (Табела 7).

Табела 8. *Дескриптивни показатељи задатака на тесту Множење и дељење*

Тест Множење и дељење	Учење математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
МД1	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,89	,22
	Са тешкоћама	50			0	1	0,77	,32
МД2	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,65	,48
	Са тешкоћама	50			0	1	0,42	,49
МД3	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,32	,47
	Са тешкоћама	50			0	1	0,24	,43
МД4	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,63	,49
	Са тешкоћама	50			0	1	0,46	,50
МД5	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,74	,31
	Са тешкоћама	50			0	1	0,62	,30
МД6	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,71	,39
	Са тешкоћама	50			0	1	0,50	,43
МД7	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,64	,36
	Са тешкоћама	50			0	1	0,39	,39
МД8	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,69	,46
	Са тешкоћама	50			0	1	0,46	,50
МД9	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,94	,23
	Са тешкоћама	50			0	1	0,92	,27
МД10	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,62	,38
	Са тешкоћама	50			0	1	0,45	,39
<i>Укупан скор на тесту Множење и дељење</i>	Без тешкоћа	72	10	0-10	1,25	10	6,82	1,99
	Са тешкоћама	50			1,25	10	5,22	2,27

Легенда: Min.- Минимална вредност варијабле у узорку; Max.- Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Што се тиче теста из Множења и дељења, иако су деца која немају тешкоће у учењу математике у просеку бољег учинка од деце која испољавају тешкоће у учењу математике ($6,82 \pm 1,99$ спрам $5,22 \pm 2,27$) њихов распон добијених поена је исти, односно од 1,25 до 10 поена (Табела 8).

Табела 9. *Дескриптивни показатељи задатака на тесту Јединице мере*

Тест Јединице мере	Учење математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
JM1	Без тешкоћа	72	9	0-1	0,11	1	0,94	,21
	Са тешкоћама	50			0	1	0,85	,32
JM2	Без тешкоћа	72	6	0-1	0	1	0,70	,37
	Са тешкоћама	50			0	1	0,38	,43
JM3	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,80	,37
	Са тешкоћама	50			0	1	0,56	,49
JM4	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,78	,21
	Са тешкоћама	50			0	1	0,70	,25
JM5	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,46	,50
	Са тешкоћама	50			0	1	0,26	,44
JM6	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,73	,29
	Са тешкоћама	50			0	1	0,53	,36
JM7	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,75	,39
	Са тешкоћама	50			0	1	0,48	,46
JM8	Без тешкоћа	72	8	0-1	0	1	0,55	,35
	Са тешкоћама	50			0	1	0,32	,36
JM9	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,78	,35
	Са тешкоћама	50			0	1	0,55	,41
JM10	Без тешкоћа	72	4	0-1	0	1	0,88	,29
	Са тешкоћама	50			0	1	0,65	,39
Укупан скор на тесту Јединице мере	Без тешкоћа	72	10	0-10	2,92	10	7,36	1,94
	Са тешкоћама	50			0,5	10	5,27	2,58

Легенда: Min - Минимална вредност варијабле у узорку; Max - Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Дескриптивни показатељи задатака на тесту Јединице мере (Табела 9) указују на то да је распон поена деце без тешкоћа у учењу математике од 2,92 до 10 поена, док је просечан скор на тесту $7,36 \pm 1,94$. Са друге стране, деца са тешкоћама у учењу математике имају већи распон скорова (0,5-10) са просечним скором $5,27 \pm 2,58$.

Табела 10. *Дескриптивни показатељи задатака на тесту Геометрија*

Тест Геометрија	Учење Математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
Г1	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,84	,26
	Са тешкоћама	50			0	1	0,71	,34
Г2	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,76	,43
	Са тешкоћама	50			0	1	0,60	,49
Г3	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,81	,39
	Са тешкоћама	50			0	1	0,60	,47
Г4	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,36	,48
	Са тешкоћама	50			0	1	0,10	,30
Г5	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,39	,49
	Са тешкоћама	50			0	1	0,16	,37
Г6	Без тешкоћа	72	2	0-1	0	1	0,81	,40
	Са тешкоћама	50			0	1	0,54	,48
Г7	Без тешкоћа	72	3	0-1	0	1	0,63	,46
	Са тешкоћама	50			0	1	0,27	,42
Г8	Без тешкоћа	72	7	0-1	0	1	0,72	,24
	Са тешкоћама	50			0	1	0,59	,29
Г9	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,79	,41
	Са тешкоћама	50			0	1	0,62	,49
Г10	Без тешкоћа	72	1	0-1	0	1	0,69	,46
	Са тешкоћама	50			0	1	0,34	,48
<i>Укупан скор на тесту Геометрија</i>	Без тешкоћа	72	10	0-10	1,93	10	6,8	2,26
	Са тешкоћама	50			0,5	10	4,53	2,30

Легенда: Min.- Минимална вредност варијабле у узорку; Max.- Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Затим, у Табели 10 можемо приметити да на тесту из Геометрије, деца без тешкоћа у учењу математике имају већи учинак у односу на децу са тешкоћама у учењу математике (распон скорова 1,93-10 спрам 0,5-10 и просечни скор $(6,8 \pm 2,26)$ спрам $(4,53 \pm 2,30)$).

Табела 11. Структура узорка према полу и учинку на тестовима знања из математике

	Пол	М	SD	F	p
Тест Сабирање	Дечаци	9,37	,66	,271	,604
	Девојчице	9,29	,89		
Тест Одузимање	Дечаци	6,82	2,43	,807	,371
	Девојчице	7,22	2,53		
Тест Множење и дељење	Дечаци	5,78	2,16	3,316	,071
	Девојчице	6,52	2,29		
Тест Јединице мере	Дечаци	6,47	2,46	,022	,883
	Девојчице	6,54	2,44		
Тест Геометрија	Дечаци	5,35	2,40	4,902	,029
	Девојчице	6,35	2,57		

У Табели 11 видимо да дечаци и девојчице се статистички значајно разликују у учинку на тесту Геометрија ($F=4,902$, $p<0,05$). Тачније речено, девојчице имају боље скорове на том тесту (6,35 спрам 5,35 у просеку). Нису присутне статистички значајне разлике између дечака и девојчица у учинку на осталим тестовима знања из математике (тестови Сабирање, Одузимање, Множење и дељење и Јединице мере).

Табела 12. Структура узорка према узрасту и учинку на тестовима знања из математике

	Узраст	М	SD	F	p
Тест Сабирање	9 година	9,31	,74	,097	,756
	10 година	9,36	,89		
Тест Одузимање	9 година	6,69	2,46	5,257	,024
	10 година	7,79	2,39		
Тест Множење и дељење	9 година	6,10	2,18	,222	,638
	10 година	6,31	2,42		
Тест Јединице мере	9 година	6,34	2,38	1,184	,279
	10 година	6,86	2,57		
Тест Геометрија	9 година	5,74	2,47	,744	,390
	10 година	6,16	2,67		

Статистичка анализа (Табела 12) показује да деца различитог узраста се статистички значајно разликују по успеху на тесту из Одузимања ($F=5,257$, $p<0,05$). Деца која имају 10 година су успешнија на тесту наспрам деце од 9 година (7,79 наспрот 6,69 просечних поена).

На осталим тестовима којима је мерено знање из математике (тестови Сабирања, Множења и дељења, Јединице мере и Геометрија) нису присутне разлике учинка деце различитог узраста (Табела 12).

Табела 13. Однос резултата на тестовима знања из математике код деце која испољавају тешкоће и код деце која немају тешкоће у учењу математике

Учење математике		M	SD	F	p
Тест Сабирање	Без тешкоћа	9,58	,51	21,018	,000
	Са тешкоћама	8,96	,96		
Тест Одузимање	Без тешкоћа	8,11	1,87	45,728	,000
	Са тешкоћама	5,47	2,45		
Тест Множење и дељење	Без тешкоћа	6,82	1,99	16,966	,000
	Са тешкоћама	5,22	2,27		
Тест Јединице мере	Без тешкоћа	7,36	1,94	26,161	,000
	Са тешкоћама	5,27	2,58		
Тест Геометрија	Без тешкоћа	6,80	2,26	29,379	,000
	Са тешкоћама	4,53	2,30		

Статистичком анализом у Табели 13 можемо приметити да деца која немају тешкоће у учењу математике се значајно разликују у учинку на свим тестовима који процењују знање из математике. Тако, разлике су присутне на тестовима Сабирања ($F=21,02$, $p<0,01$), Одузимања ($F=45,73$, $p<0,01$), Множења и дељења ($F=16,97$, $p<0,01$), Јединица мере ($F=26,16$, $p<0,01$) и Геометрије ($F=29,38$, $p<0,01$).

5.3. Процена математичких вештина

Табела 14. *Дескриптивни показатељи за тест математичких вештина (ZAREKI-R)*

Zareki-R Тест	Учење математике	N	Број субјединица/ ајтема	Распон скорова	Min	Max	M	SD
БТ	Без тешкоћа	72	5	0-5	3	5	4,78	,45
	Са тешкоћама	50			3	5	4,42	,67
БУ	Без тешкоћа	72	2	0-4	2	4	3,83	,41
	Са тешкоћама	50			1	4	3,22	,84
ПБ	Без тешкоћа	72	8	0-8	4	8	7,76	,66
	Са тешкоћама	50			5	8	7,28	,93
РС	Без тешкоћа	72	8	0-8	3	8	6,31	1,26
	Са тешкоћама	50			2	8	5,14	1,58
РО	Без тешкоћа	72	8	0-8	2	8	5,85	1,62
	Са тешкоћама	50			0	8	3,86	1,77
РМ	Без тешкоћа	72	6	0-6	5	6	5,82	,39
	Са тешкоћама	50			0	6	5,34	1,00
ЦБ	Без тешкоћа	72	8	0-8	6	8	7,94	,29
	Са тешкоћама	50			6	8	7,56	,67
ПБС1	Без тешкоћа	72	6	0-6	3	6	5,46	,82
	Са тешкоћама	50			1	6	4,70	1,39
ПБС2	Без тешкоћа	72	6	0-12	2	12	8,94	2,05
	Са тешкоћама	50			0	11	5,82	2,66
ПБУ1	Без тешкоћа	72	12	0-12	6	12	9,92	1,45
	Са тешкоћама	50			4	11	8,34	1,49
ПБУ2	Без тешкоћа	72	12	0-12	3	11	6,94	1,69
	Са тешкоћама	50			3	7	4,86	1,28
УП	Без тешкоћа	72	8	0-8	3	8	7,40	,87
	Са тешкоћама	50			5	8	6,80	,81
ПП	Без тешкоћа	72	5	0-5	1	5	4,40	,93
	Са тешкоћама	50			1	5	3,18	1,19

КП	Без тешкоћа	72	6	0-6	2	6	5,54	,80
	Са тешкоћама	50			1	6	5,06	1,17
РТЗ	Без тешкоћа	72	6	0-6	2	6	4,86	1,01
	Са тешкоћама	50			0	6	3,66	1,34
ППЦ	Са тешкоћама	50	8	0-8	0	6	3,66	1,34
	Са тешкоћама	50			4	8	7,52	,84
Укупан скор на Zareki-R Тесту	Без тешкоћа	72	16	0-122	93	116	103,57	5,49
	Са тешкоћама	50			58	92	86,76	7,16

Легенда: БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Neuropsychological test battery for number processing and calculation in children.

На ZAREKI-R тесту, деца без тешкоћа у учењу математике су имала бољи учинак са просечним скором $103,57 \pm 5,49$ и распоном скорова 93-116, док су деца са тешкоћама у учењу математике у просеку освојила $86,76 \pm 7,16$ поена и имала распон скорова од 58 до 92 поена (Табела 14).

Табела 15. Структура узорка према полу и учинку на тесту математичких вештина (ZAREKI-R)

Zareki-R	Пол	M	SD	F	p																																																																																																																		
БТ	Дечаци	4,57	,62	1,283	,260																																																																																																																		
	Девојчице	4,69	,53			БУ	Дечаци	3,52	,78	,971	,326	Девојчице	3,64	,60	ПБ	Дечаци	7,57	,86	,002	,965	Девојчице	7,56	,77	РС	Дечаци	5,88	1,7	,128	,722	Девојчице	5,78	1,33	РО	Дечаци	5,28	1,97	1,745	,189	Девојчице	4,81	1,9	РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153	Девојчице	5,53	,89	ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712
БУ	Дечаци	3,52	,78	,971	,326																																																																																																																		
	Девојчице	3,64	,60			ПБ	Дечаци	7,57	,86	,002	,965	Девојчице	7,56	,77	РС	Дечаци	5,88	1,7	,128	,722	Девојчице	5,78	1,33	РО	Дечаци	5,28	1,97	1,745	,189	Девојчице	4,81	1,9	РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153	Девојчице	5,53	,89	ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97						
ПБ	Дечаци	7,57	,86	,002	,965																																																																																																																		
	Девојчице	7,56	,77			РС	Дечаци	5,88	1,7	,128	,722	Девојчице	5,78	1,33	РО	Дечаци	5,28	1,97	1,745	,189	Девојчице	4,81	1,9	РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153	Девојчице	5,53	,89	ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97															
РС	Дечаци	5,88	1,7	,128	,722																																																																																																																		
	Девојчице	5,78	1,33			РО	Дечаци	5,28	1,97	1,745	,189	Девојчице	4,81	1,9	РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153	Девојчице	5,53	,89	ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																								
РО	Дечаци	5,28	1,97	1,745	,189																																																																																																																		
	Девојчице	4,81	1,9			РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153	Девојчице	5,53	,89	ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																	
РМ	Дечаци	5,72	,52	2,073	,153																																																																																																																		
	Девојчице	5,53	,89			ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241	Девојчице	7,73	,60	ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																										
ЦБ	Дечаци	7,84	,41	1,388	,241																																																																																																																		
	Девојчице	7,73	,60			ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132	Девојчице	5,27	,94	ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																			
ПБС1	Дечаци	4,98	1,33	2,304	,132																																																																																																																		
	Девојчице	5,27	,94			ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062	Девојчице	8,11	2,55	ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																												
ПБС2	Дечаци	7,17	2,95	3,536	,062																																																																																																																		
	Девојчице	8,11	2,55			ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166	Девојчице	9,47	1,74	ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																																					
ПБУ1	Дечаци	9,05	1,55	1,943	,166																																																																																																																		
	Девојчице	9,47	1,74			ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421	Девојчице	6,22	1,96	УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																																														
ПБУ2	Дечаци	5,95	1,71	,652	,421																																																																																																																		
	Девојчице	6,22	1,96			УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681	Девојчице	7,19	,77	ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																																																							
УП	Дечаци	7,12	1,01	,170	,681																																																																																																																		
	Девојчице	7,19	,77			ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965	Девојчице	3,9	1,22	КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																																																																
ПП	Дечаци	3,9	1,19	,002	,965																																																																																																																		
	Девојчице	3,9	1,22			КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712	Девојчице	5,31	,97																																																																																																									
КП	Дечаци	5,38	1,02	,136	,712																																																																																																																		
	Девојчице	5,31	,97																																																																																																																				

РПЗ	Дечаци	4,38	1,3	,007	,933
	Девојчице	4,36	1,3		
ППЦ	Дечаци	7,66	,74	,295	,588
	Девојчице	7,72	,55		
Укупан скор на Zareki-R тесту	Дечаци	95,97	10,52	,524	,470
	Девојчице	97,33	10,25		

Легенда: БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Neuropsychological test battery for number processing and calculation in children.

Статистичком анализом није добијена статистички значајна разлика између дечака и девојчица по њиховом учинку на субтестовима ZAREKI-R теста математичких вештина као и на укупном скору на ZAREKI-R тесту (Табела 15).

Табела 16. Структура узорка према узрасту и учинку на тесту математичких вештина (ZAREKI-R)

Zareki-R	Узраст	M	SD	F	p																																																																																																																		
БТ	9 година	4,62	,60	,117	,732																																																																																																																		
	10 година	4,66	,53			БУ	9 година	3,54	,68	1,212	,273	10 година	3,68	,70	ПБ	9 година	7,49	,87	2,479	,118	10 година	7,74	,64	РС	9 година	5,58	1,52	7,464	,007	10 година	6,37	1,34	РО	9 година	4,67	1,88	10,335	,002	10 година	5,84	1,84	РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932	10 година	5,63	1,02	ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175
БУ	9 година	3,54	,68	1,212	,273																																																																																																																		
	10 година	3,68	,70			ПБ	9 година	7,49	,87	2,479	,118	10 година	7,74	,64	РС	9 година	5,58	1,52	7,464	,007	10 година	6,37	1,34	РО	9 година	4,67	1,88	10,335	,002	10 година	5,84	1,84	РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932	10 година	5,63	1,02	ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80						
ПБ	9 година	7,49	,87	2,479	,118																																																																																																																		
	10 година	7,74	,64			РС	9 година	5,58	1,52	7,464	,007	10 година	6,37	1,34	РО	9 година	4,67	1,88	10,335	,002	10 година	5,84	1,84	РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932	10 година	5,63	1,02	ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80															
РС	9 година	5,58	1,52	7,464	,007																																																																																																																		
	10 година	6,37	1,34			РО	9 година	4,67	1,88	10,335	,002	10 година	5,84	1,84	РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932	10 година	5,63	1,02	ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																								
РО	9 година	4,67	1,88	10,335	,002																																																																																																																		
	10 година	5,84	1,84			РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932	10 година	5,63	1,02	ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																	
РМ	9 година	5,62	,58	,007	,932																																																																																																																		
	10 година	5,63	1,02			ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122	10 година	7,89	,39	ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																										
ЦБ	9 година	7,74	,56	2,421	,122																																																																																																																		
	10 година	7,89	,39			ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565	10 година	5,24	1,05	ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																			
ПБС1	9 година	5,11	1,19	,332	,565																																																																																																																		
	10 година	5,24	1,05			ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081	10 година	8,32	2,55	ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																												
ПБС2	9 година	7,37	2,84	3,093	,081																																																																																																																		
	10 година	8,32	2,55			ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134	10 година	9,61	1,70	ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																																					
ПБУ1	9 година	9,12	1,62	2,278	,134																																																																																																																		
	10 година	9,61	1,70			ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002	10 година	6,84	1,90	УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																																														
ПБУ2	9 година	5,75	1,73	9,834	,002																																																																																																																		
	10 година	6,84	1,90			УП	9 година	7,11	,84	,801	,373	10 година	7,26	1,00	ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																																																							
УП	9 година	7,11	,84	,801	,373																																																																																																																		
	10 година	7,26	1,00			ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275	10 година	4,08	1,08	КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																																																																
ПП	9 година	3,82	1,25	1,203	,275																																																																																																																		
	10 година	4,08	1,08			КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175	10 година	5,53	0,80																																																																																																									
КП	9 година	5,26	1,07	1,865	,175																																																																																																																		
	10 година	5,53	0,80																																																																																																																				

РПЗ	9 година	4,21	1,26	3,946	,049
	10 година	4,71	1,31		
ППЦ	9 година	7,67	,68	,309	,579
	10 година	7,74	,55		
Укупан скор на Zareki-R тесту	9 година	94,67	9,62	11,030	,001
	10 година	101,13	10,68		

Легенда: БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Neuropsychological test battery for number processing and calculation in children.

У Табели 16 применом статистичке анализе добијено је да се деца узраста од 9 и 10 година статистички значајно разликују по учинку на субтестовима: Сабирање ($F=7,464$, $p<0,01$) тачније десетогодишњаци су бољи на тесту од деветогодишњака (6,37 наспрам 5,58 просечних поена), Одузимање ($F=10,335$, $p<0,01$) у правцу десетогодишњака (5,84 спрам 4,67 просечних поена), Памћење бројева уназад ($F=9,834$, $p<0,01$) на којем су поново десетогодишњаци имали бољи скор (6,84 наспрам 5,75 просечних поена), Решавање проблемских задатака ($F=3,946$, $p<0,05$) са бољим резултатима деце узраста 10 година (4,71 према 4,21 просечних поена), као и на укупном скору ZAREKI-R теста ($F=11,030$, $p<0,01$) где су такође десетогодишњаци били бољи (101,13 наспрам 94,67 просечних поена).

Табела 17. Однос резултата на тесту математичких вештина (ZAREKI-R) код деце која испољавају тешкоће и код деце која немају тешкоће у учењу математике

Zareki-R	Учење математике	M	SD	F	p
BT	Без тешкоћа	4,78	,45	12,376	,001
	Са тешкоћама	4,42	,67		
BY	Без тешкоћа	3,83	,41	28,597	,000
	Са тешкоћама	3,22	,84		
PB	Без тешкоћа	7,76	,66	11,347	,001
	Са тешкоћама	7,28	,93		
PC	Без тешкоћа	6,31	1,26	20,444	,000
	Са тешкоћама	5,14	1,58		
PO	Без тешкоћа	5,85	1,62	41,208	,000
	Са тешкоћама	3,86	1,77		
PM	Без тешкоћа	5,82	,39	13,595	,000
	Са тешкоћама	5,34	1,00		
CB	Без тешкоћа	7,94	,29	18,626	,000
	Са тешкоћама	7,56	,67		
PBC1	Без тешкоћа	5,46	,82	14,302	,000
	Са тешкоћама	4,70	1,39		
PBC2	Без тешкоћа	8,94	2,05	53,580	,000
	Са тешкоћама	5,82	2,66		
PBU1	Без тешкоћа	9,92	1,45	34,023	,000
	Са тешкоћама	8,34	1,49		
PBU2	Без тешкоћа	6,94	1,69	54,212	,000
	Са тешкоћама	4,86	1,28		
UP	Без тешкоћа	7,40	,87	15,080	,000
	Са тешкоћама	6,80	,81		
PP	Без тешкоћа	4,40	,93	40,508	,000
	Са тешкоћама	3,18	1,19		
KP	Без тешкоћа	5,54	,80	7,290	,008
	Са тешкоћама	5,06	1,17		

РПЗ	Без тешкоћа	4,86	1,01	31,962	,000
	Са тешкоћама	3,66	1,33		
ППЦ	Без тешкоћа	7,81	,43	6,046	,018
	Са тешкоћама	7,52	,84		
Укупан скор на Zareki-R тесту	Без тешкоћа	103,57	5,49	215,040	,000
	Са тешкоћама	87,76	7,16		

Легенда: БТ: бројање тачака; БУ: бројање уназад; ПБ: писање бројева; РС: сабирање; РО: одузимање; РМ: множење; ЦБ: читање бројева; ПБЦ1-2: позиционирање бројева на скали; ПБУ1: памћење бројева унапред; ПБУ2: памћење бројева уназад; УП: усмено поређење бројева; ПП: перцептивна процена; КП: когнитивна процена; РТЗ: решавање проблемских задатака; ППЦ: писмено поређење бројева; ZAREKI-R: Neuropsychological test battery for number processing and calculation in children.

У Табели 17 добијено је да се деца без и са тешкоћама у учењу математике статистички значајно разликују по учинку на свим субтестовима ZAREKI-R теста као и по укупном учинку на ZAREKI-R тесту ($F=215,040$, $p<0,01$), у правцу десетогодишњака (103,57 спрема 87,76 просечних поена).

5.4. Процена успеха у школи

Табела 18. *Дескриптивни показатељи према општем успеху у школи и постојању тешкоћа у учењу математике*

Деца без тешкоћа у учењу математике		Фреквенција	Процент (%)	Min	Max	M	SD
Деца без тешкоћа у учењу математике	Врло добар	10	13,9	3,71	5,0	4,82	,26
	Одличан	62	86,1				
Укупно		72	100				
Деца са тешкоћама у учењу математике	Добар	4	8	3,14	4,86	4,39	,46
	Врло добар	17	34				
	Одличан	29	58				
Укупно		50	100				

Легенда: Min.- Минимална вредност варијабле у узорку; Max.- Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

Одличан успех у школи има 86,1% деце која немају тешкоће у учењу математике, док 13, 9% њих има врло добар успех. Минимални просек је 3,71 док је максимални 5,0. Просечни успех у школи износи $4,82 \pm 0,26$ (Табела 18).

У оквиру деце која испољавају тешкоће у учењу математике, 8% њих има добар успех, 34% врло добар, док су 58% њих одлични ђаци. Минимални просек је 3,14, а максимални 4,86. Просечни успех у школи износи 4.39 ± 0.46 (Табела 18).

Табела 19. *Дескриптивни показатељи на основу оцене из математике и постојању тешкоћа у учењу математике*

Деца без тешкоћа у учењу математике	Оцена	Фреквенција	Процент (%)
Деца без тешкоћа у учењу математике	3	2	2,8
Укупно	4	18	25
Деца са тешкоћама у учењу математике	5	52	72,2
Укупно		72	100
Деца без тешкоћа у учењу математике	2	4	8
Укупно	3	12	24
Деца са тешкоћама у учењу математике	4	34	68
Укупно		50	100

На основу Табеле 19 можемо приметити да деца која немају тешкоће у учењу математике имају у складу са тим боље оцене из математике (2,8% деце има тројку, 25% четворку, док 72,2 има петицу). Са друге стране, деца која имају тешкоће при учењу математике имају ниже оцене, 8% њих има двојку, 24% тројку, док четворку има 68% (Табела 19).

Табела 20. Структура узорка према полу, оценама из појединачних предмета и општег успеха у школи

	Пол	М	SD	F	p																																																			
Општи успех у школи	Дечаци	4,60	,43	1,241	,267																																																			
	Девојчице	4,69	,40			Оцена из Математике	Дечаци	4,22	,80	,084	,772	Девојчице	4,27	,78	Оцена из Српског језика	Дечаци	4,22	,82	3,750	,055	Девојчице	4,50	,76	Оцена из Енглеског језика	Дечаци	4,43	,77	,644	,424	Девојчице	4,55	,82	Оцена из Природе и друштва	Дечаци	4,48	,78	,361	,549	Девојчице	4,56	,69	Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440	Девојчице	4,95	,28	Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340
Оцена из Математике	Дечаци	4,22	,80	,084	,772																																																			
	Девојчице	4,27	,78			Оцена из Српског језика	Дечаци	4,22	,82	3,750	,055	Девојчице	4,50	,76	Оцена из Енглеског језика	Дечаци	4,43	,77	,644	,424	Девојчице	4,55	,82	Оцена из Природе и друштва	Дечаци	4,48	,78	,361	,549	Девојчице	4,56	,69	Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440	Девојчице	4,95	,28	Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340	Девојчице	4,97	,18						
Оцена из Српског језика	Дечаци	4,22	,82	3,750	,055																																																			
	Девојчице	4,50	,76			Оцена из Енглеског језика	Дечаци	4,43	,77	,644	,424	Девојчице	4,55	,82	Оцена из Природе и друштва	Дечаци	4,48	,78	,361	,549	Девојчице	4,56	,69	Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440	Девојчице	4,95	,28	Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340	Девојчице	4,97	,18															
Оцена из Енглеског језика	Дечаци	4,43	,77	,644	,424																																																			
	Девојчице	4,55	,82			Оцена из Природе и друштва	Дечаци	4,48	,78	,361	,549	Девојчице	4,56	,69	Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440	Девојчице	4,95	,28	Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340	Девојчице	4,97	,18																								
Оцена из Природе и друштва	Дечаци	4,48	,78	,361	,549																																																			
	Девојчице	4,56	,69			Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440	Девојчице	4,95	,28	Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340	Девојчице	4,97	,18																																	
Оцена из Музичке културе	Дечаци	4,91	,28	,599	,440																																																			
	Девојчице	4,95	,28			Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340	Девојчице	4,97	,18																																										
Оцена из Ликовне културе	Дечаци	4,93	,26	,917	,340																																																			
	Девојчице	4,97	,18																																																					

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

Није добијена статистички значајна повезаност између пола деце и њихових оцена, као и укупног просека у школи (Табела 20).

Табела 21. Структура узорка према узрасту, оценама из појединачних предмета и општег успеха у школи

	Узраст	М	SD	F	p
Општи успех у школи	9 година	4,60	,40	2,925	,090
	10 година	4,74	,44		
Оцена из Математике	9 година	4,13	,76	6,018	,016
	10 година	4,50	,79		
Оцена из Српског језика	9 година	4,29	,80	3,001	,086
	10 година	4,55	,76		
Оцена из Енглеског језика	9 година	4,48	,78	,103	,749
	10 година	4,53	,83		
Оцена из Природе и друштва	9 година	4,48	,72	1,188	,278
	10 година	4,63	,75		
Оцена из Музичке културе	9 година	4,90	,33	3,083	,082
	10 година	5,00	,00		
Оцена из Ликовне културе	9 година	4,94	,24	,610	,436
	10 година	4,95	,22		

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

Према статистичкој анализи у Табели 21 можемо приметити да деца од 9 и 10 година се статистички значајно разликују по оценама из предмета Математика ($F=6,018$, $p<0,05$). Десетогодишњаци имају у просеку боље оцене од деветогодишњака (4,50 наспрот 4,13). Са друге стране, нису присутне разлике између деце различитог узраста по њиховом укупном просеку у школи и оценама из осталих предмета (Српски језик, Енглески језик, Природа и друштво, Музичке културе, Ликовне културе).

Табела 22. Однос оцена појединачних предмета и општег успеха у школи код деце која испољавају тешкоће и код деце која немају тешкоће у учењу математике

	Учење математике	М	SD	F	p
Општи успех у школи	Без тешкоћа	4,83	,26	44,431	,000
	Са тешкоћама	4,39	,46		
Оцена из Математике	Без тешкоћа	4,69	,52	107,985	,000
	Са тешкоћама	3,60	,64		
Оцена из Српског језика	Без тешкоћа	4,65	,56	27,305	,000
	Са тешкоћама	3,96	0,90		
Оцена из Енглеског језика	Без тешкоћа	4,72	,51	16,665	,000
	Са тешкоћама	4,16	,99		
Оцена из Природе и друштва	Без тешкоћа	4,75	,50	19,300	,000
	Са тешкоћама	4,20	,88		
Оцена из Музичке културе	Без тешкоћа	4,99	,12	6,253	,014
	Са тешкоћама	4,86	,40		
Оцена из Ликовне културе	Без тешкоћа	4,97	,17	1,717	,193
	Са тешкоћама	4,92	,27		

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

Добијена је статистички значајна разлика између деце која немају тешкоће и деце која испољавају тешкоће у учењу математике, на основу њихових оцена из Математике ($F=107,985$, $p<0,01$), Српског језика ($F=27,305$, $p<0,01$), Енглеског језика ($F=16,665$, $p<0,01$), Природе и друштва ($F=19,300$, $p<0,01$) и Музичке културе ($F=6,253$, $p<0,05$), као и узимајући у обзир њихов просек у целини ($F=44,431$, $p<0,01$). Са друге стране, ове две групе деце се не разликују статистички значајно у оценама које имају из предмета ликовне културе (Табела 22).

5.5. Процена утицаја активне и пасивне визуо-просторне радне меморије на усвајање знања и вештина у настави математике

Табела 23. *Дескриптивни показатељи капацитета активне и пасивне визуо-просторне радне меморије*

	Распон скорова	Фреквенција	Процент (%)
Активна радна меморија	3	7	5,7
	4	33	27,0
	5	49	40,2
	6	33	27,0
Укупно		122	100
Пасивна радна меморија	2	6	4,9
	3	63	51,6
	4	40	32,8
	5	13	10,7
Укупно		122	100

На основу Табеле 23 можемо приметити да 40,2% деце може да запамти до 5 секвенци када се испитује активна визуо-просторна радна меморија, док само 5,7% деце запамти 3 секвенце. У оквиру пасивне визуо-просторне радне меморије показало се да највећи број деце (51,6%) запамти 3 секвенце, а свега 4,9 % 2 секвенце.

Табела 24. *Дескриптивни показатељи тестова за радну меморију*

Тестови за радну меморију	Учење математике	N	Распон скорова	Min	Max	M	SD
Тест Активна радна меморија	Без тешкоћа	72	1-7	4	6	5,35	,67
	Са тешкоћама	50		3	5	4,22	,68
Тест Пасивна радна меморија	Без тешкоћа	72	1-6	2	5	3,83	,73
	Са тешкоћама	50		2	4	3,00	,45

Легенда: Min - Минимална вредност варијабле у узорку; Max - Максимална вредност варијабле у узорку; M - аритметичка средина (просечна вредност варијабле у узорку); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредности варијабле од просека у узорку)

На тесту *Активна радна меморија*, деца без тешкоћа у учењу математике су имала бољи учинак са просечним скором $5,35 \pm 0,67$ и распоном скорова 4-6. Деца која испољавају тешкоће у учењу математике су освојила поене у просеку $4,22 \pm 0,68$ и распоном од 3 до 5 поена (Табела 24).

Деца са тешкоћама у учењу математике имају мањи успех и на тесту *Пасивне радне меморије*, са просечним скором $3,00 \pm 0,45$ и распоном освојених поена од 2 до 4, док су деца без тешкоћа имала распон скорова од 2 до 5 уз просечне поене $3,83 \pm 0,73$ (Табела 24).

Табела 25. Структура узорка према полу и учинку на тестовима радне меморије

	Пол	М	SD	F	р
Активна радна меморија	Дечаци	4,95	,89	,573	,450
	Девојчице	4,83	,86		
Пасивна радна меморија	Дечаци	3,57	,79	1,165	,283
	Девојчице	3,42	,71		

Дечаци и девојчице се не разликују статистички значајно по оствареним резултатима на тестовима Активне и Пасивне радне меморије (Табела 25).

Табела 26. Структура узорка према узрасту и учинку на тестовима радне меморије

	Узраст	М	SD	F	р
Активна радна меморија	9 година	4,74	,82	8,096	,005
	10 година	5,21	,91		
Пасивна радна меморија	9 година	3,36	,69	9,227	,003
	10 година	3,79	,81		

У Табели 26 статистичка анализа указује да деца узраста од 9 и 10 година се разликују статистички значајно по учинку на тесту Активне радне меморије ($F=8,096$, $p<0,01$) или ти десетогодишњаци су бољи на тесту од деветогодишњака (5,21 спрам 4,74 просечних поена). Такође, разлике су добијене и на тесту Пасивне радне меморије ($F=9,227$,

$p < 0,01$), тачније деца од 10 година су имала бољи учинак од деце од 9 година (3,79 у односу на 3,36 просечних поена).

Табела 27. Однос резултата на тестовима радне меморије код деце која испољавају тешкоће и код деце која немају тешкоће у учењу математике

Учење математике		M	SD	F	p
Активна радна меморија	Без тешкоћа	5,35	,67	81,955	,000
	Са тешкоћама	4,22	,68		
Пасивна радна меморија	Без тешкоћа	5,35	,67	51,230	,000
	Са тешкоћама	3,00	,45		

Табела 27 указује на то да деца која немају тешкоће и деца која испољавају тешкоће у учењу математике се статистички значајно разликују у учинку на тесту Активне радне меморије ($F=81,955$, $p < 0,01$), као и на тесту Пасивне радне меморије ($F=51,23$, $p < 0,01$).

Табела 28. Однос резултата на тесту математичких вештина (ZAREKI-R) и тестова за радну меморију

Zareki-R тест	Тест Активне радне меморије		Тест Пасивне радне меморије	
	r	p	r	p
Бројање гачака	,194*	,033	,174	,056
Бројање уназад	,440**	,000	,335**	,000
Писање бројева	,290**	,001	,271**	,003
Рачунање:				
Сабирање	,474**	,000	,432**	,000
Одузимање	,572**	,000	,408**	,000
Множење	,366**	,000	,246**	,006
Читање бројева	,366**	,000	,335**	,000
Позиционирање бројева на скали:				
Одређивање бројева на скали	,289**	,001	,269**	,003
Обележавање бројева на скали	,447**	,000	,368**	,000
Памћење бројева унапред	,336**	,000	,151	,097
Памћење бројева уназад	,437**	,000	,367**	,000
Усмено поређење бројева	,310**	,001	,316**	,000
Перцептивна процена	,351**	,000	,447**	,000
Когнитивна процена	,350**	,000	,247**	,006
Решавање проблемских задатака	,455**	,000	,313**	,000
Писмено поређење бројева	,288**	,001	,182*	,044
Укупан скор на Zareki-R тесту	,743**	,000	,598**	,000

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

Кад се узме у обзир тест Активне радне меморије, статистички значајно је повезан са свим субтестовима ZAREKI-R теста математичких вештина као и са укупним скором на ZAREKI-R тесту ($r=0,743$, $p<0,01$). Пошто се овај скор ближи јединици, може се рећи да високи скорови на ZAREKI-R тесту прате високе резултате на тесту Активне радне меморије и обратно.

Што се тиче Пасивне радне меморије, није пронађена значајна повезаност само са два субтеста, Бројањем тачака и Памћењем бројева унапред. Повезаност са ZAREKI-R тестом је висока ($r=0,598$, $p<0,01$) и у овом случају (Табела 28).

Табела 29. Однос резултата на тестовима знања из математике и тестова за радну меморију

Тестови знања из математике	Тест Активне радне меморије		Тест Пасивне радне меморије	
	г	р	г	р
Тест Сабирање	,425**	,000	,280**	,002
Тест Одузимање	,454**	,000	,365**	,000
Тест Множење и дељење	,378**	,000	,270**	,003
Тест Јединице мере	,388**	,000	,359**	,000
Тест Геометрија	,394**	,000	,274**	,002

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

У табели 29 видимо да су тестови Активне и Пасивне радне меморије повезани статистички значајно са свим тестовима знања из математике. Њихова висока повезаност значи да ће високе скорове на тестовима знања из математике пратити високи скорови на тесту Активне радне меморије као и на тесту Пасивне радне меморије.

Табела 30. Однос појединачних оцена из предмета и општег успеха у школи и тестова за радну меморију

Успех у школи	Тест Активне радне меморије		Тест Пасивне радне меморије	
	г	р	г	р
Општи успех у школи	,428**	,000	,391**	,000
Оцена из Математике	,535**	,000	,465**	,000
Оцена из Српског језика	,347**	,000	,316**	,000
Оцена из Енглеског језика	,355**	,000	,311**	,000
Оцена из Природе и друштва	,290**	,001	,324**	,000
Оцена из Музичке културе	,206*	,023	,154	,890
Оцена из Ликовне културе	,014	,882	-,002	,978

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

Свеукупно гледано, тест Активне радне меморије је повезан статистички значајно са општим успехом у школи као и са оценама из Математике, Српског језика, Енглеског језика и Природе и друштва. Није пронађена статистички значајна повезаност са оценом из Ликовне културе. Висока повезаност значи да дете које има више скорове на тесту из Активне радне меморије, има више оцене на наведеним предметима као и виши просек у школи.

Што се тиче теста Пасивне радне меморије, високо је повезан са општим успехом у школи као и са оценама из следећих предмета: Математика, Српски језик, Енглески језик, Природа и друштво, док није добијена статистички значајна повезаност са оценама из Музичке и Ликовне културе. Самим тим, високи скорови детета на тесту Пасивне радне меморије праћени су високим оценама из Математике, Српског и Енглеског језика, Природе и друштва као и високим просеком у школи (Табела 30).

5.6. Предиктивна моћ тестова

Бинарна логистичка регресија служи за добијање одговора на питање да ли је могуће на основу тестова примењених у овом истраживању предвидети којој ће групи припадати деца (група која нема тешкоће и група која испољава тешкоће у учењу математике), у зависности од њиховог учинка на тим тестовима. За ту сврху су конструисани модели предикције сачињени из различитих предиктора. Не само што је могуће сазнати колику предиктивну моћ има сваки од модела, него је могуће и стећи увид који предиктори имају значајан допринос у тој класификацији.

Табела 31. *Дистрибуција деце која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике на основу модела предикције сачињеног од пола и узраста детета*

		Предвиђене вредности			Процент тачности	
		Деца без/са тешкоћама у учењу математике		Процент тачности		
		Деца без тешкоћа	Деца са тешкоћама			
Добијене вредности	Деца без/са тешкоћама у учењу математике	Деца без тешкоћа	56	16	78 %	
		Деца са тешкоћама	27	23	46%	
	Укупан проценат тачности				65%	
Варијабла	В	Стандардна грешка	Valdov χ^2	Број степени слободе df	p	Количник шанси
Пол	,650	,386	2,842	1	,092	1,916
Узраст	1,173	,447	6,897	1	,009	3,231
Константа	-1,523	,447	11,634	1	,001	,218

Свеукупно гледано, у Табели 31, модел предикције сачињен од пола и узраста детета класификује децу која немају и децу која имају тешкоће у учењу математике са 65% успешности. Наведени модел боље класификује децу која немају тешкоће у учењу математике (78%) него децу која испољавају тешкоће у учењу математике (процент тачности 46%). У оквиру модела предикције на основу пола и узраста детета, узраст даје статистички значајан допринос у предикцији успеха на ZAREKI-R тесту (Valdov $\chi^2(1, N = 122) = 6,897, p = ,009$). Количник шанси овог предиктора износи 3,231, што значи да дете

које има 9 година има три пута већу шансу да се нађе у групи деце са тешкоћама у учењу математике.

Табела 32. Дистрибуција деце која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике на основу модела предикције сачињеног од тестова знања из математике

		Предвиђене вредности			Процент тачности
		Деца без/са тешкоћама у учењу математике		Процент тачности	
		Деца без тешкоћа	Деца са тешкоћама		
Добијене вредности	Деца без/са тешкоћама у учењу математике	Деца без тешкоћа	62	10	86 %
		Деца са тешкоћама	17	33	66 %
	Укупан проценат тачности				78 %

Варијабле	В	Стандард на грешка	Valdov χ^2	Број степени слободедf	p	Количник шанси
Тест Сабирање	-1,180	,420	7,900	1	,005	,307
Тест Одузимање	-,447	,133	11,328	1	,001	,639
Тест Множење и дељење	,104	,142	,538	1	,463	1,110
Тест Јединице мере	-,117	,126	,859	1	,354	,890
Тест Геометрија	-,270	,126	4,575	1	,032	,763
Константа	15,476	4,093	14,295	1	,000	,000

На основу Табеле 32, приметно је модел успешно побољшао предикцију у односу на случај, што значи да овако формиран модел може да класификује децу која немају тешкоће и децу која имају тешкоће у учењу математике са 78% успешности. Модел боље предвиђа класификацију деце која немају тешкоће у учењу математике (86%) него ону са тешкоћама у учењу математике (66%). Када се узме у обзир појединачни допринос ових пет тестова знања из математике, на предикцију највећи утицај има тест Одузимање (Valdov $\chi^2(1, N = 122) = 11,328, p = ,001$), а затим Сабирање (Valdov $\chi^2(1, N = 122) = 7,900, p = ,005$). Такође, значајан утицај на предикцију има и Геометрија (Valdov $\chi^2(1, N = 122) = 4,575, p = ,032$), док преостала два теста из математике не дају значајан допринос. Интересантна ставка у овој

анализи се тиче количника шанси који даје информацију о томе колика је шанса да се деца која добро ураде тестове нађу у групи са тешкоћама у учењу математике. Уколико је тај количник већи од јединице, шанса је већа а уколико је мањи онда је и та шанса мања. У овом конкретном моделу деца која добро ураде тестове Сабирање и Одузимање имају шансу од 0,3 односно 0,6 да се нађу у групи деце која имају тешкоће у учењу математике. То значи да је шанса заправо мања да се нађу у овој групи. Другим речима, дељењем ових шанси јединицом се долази до тога да деца која добро ураде тест Сабирање имају око 3,3 пута мању шансу да се нађу у групи са тешкоћама у учењу математике, а деца која имају успех на тесту Одузимање имају 1,7 пута мању шансу да се нађу у наведеној групи.

Табела 33. Дистрибуција деце која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике на основу модела предикције сачињеног од тестова за радну меморију

		Предвиђене вредности			Процент тачности
		Деца без/са тешкоћама у учењу математике			
		Деца без тешкоћа	Деца са тешкоћама		
Добијене вредности	Деца без/са тешкоћама у учењу математике	Деца без тешкоћа	63	9	88 %
		Деца са тешкоћама	18	32	64 %
	Укупан проценат тачности				78 %

Варијабле	В	Стандард на грешка	Valdov χ^2	Број степени слободе df	p	Количник шанси
Тест Активна радна меморија	-1,757	,435	16,331	1	,000	,173
Тест Пасивна радна меморија	-1,367	,519	6,926	1	,008	,255
Константа	12,656	2,27	31,088	1	,000	,000

Анализом резултата добијеној у Табели 33 можемо приметити да модел предикције сачињен од тестова за радну меморију класификује децу која немају тешкоће и децу која имају тешкоће у учењу математике са 78% успешности. Наведени модел боље класификује

децу која немају тешкоће у учењу математике (88%) него децу која имају тешкоће у учењу математике (процент тачности 64%). Оба теста радне меморије имају утицај на предикцију, с тим што већи допринос потиче од теста Активне радне меморије ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 16,331, p = ,000$), док је допринос теста Пасивне радне меморије нешто мањи ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 6,926, p = ,008$). Количници шанси за тестове Активне и Пасивне радне меморије износе око 0,17 и 0,26 . Дељењем ових количника јединицом, добија се да дете које има виши укупан скор на тесту Активне радне меморије има 5,5 пута мању шансу да се нађе у групи деце са тешкоћама у учењу математике, док је у случају вишег укупног скорa на тесту Пасивне радне меморије шанса да се нађе у тој групи 3,9 пута мања.

Табела 34. *Дистрибуција деце која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике на основу модела предикције сачињеног од теста математичких вештина (ZAREKI-R)*

		Предвиђене вредности			Процент тачности
		Деца без/са тешкоћама у учењу математике			
		Деца без тешкоћа	Деца са тешкоћама		
Добијене вредности	Деца без/са тешкоћама у учењу математике	Деца без тешкоћа	72	0	100 %
		Деца са тешкоћама	0	50	100 %
Укупан проценат тачности					100 %

С обзиром да је класификација деце различитих математичких способности начињена на основу теста математичких вештина ZAREKI-R, тај тест доводи до максималне успешности класификације па модел савршено одговара подацима (Табела 34).

Табела 35. Дистрибуција деце која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике на основу модела предикције сачињеног од оцена на појединачним предметима

		Предвиђене вредности			Процент тачности	
		Деца без/са тешкоћама у учењу математике		Деца са тешкоћама		
Добијене вредности	Деца без/са тешкоћама у учењу математике	Деца без тешкоћа	56		16	79 %
		Деца са тешкоћама	4	46	92 %	
Укупан проценат тачности					84 %	
Варијабле (оцене)	В	Стандардна грешка	Valdov χ^2	Број степени слободе df	p	Количник шанси
Математика	-4,347	,873	24,781	1	,000	,013
Српски језик	,092	,556	,027	1	,869	1,096
Енглески језик	,372	,449	,686	1	,407	1,451
Природа и друштво	-,117	,596	,469	1	,493	1,504
Музичке културе	-,270	1,900	,791	1	,374	,184
Ликовне културе	15,476	1,788	1,733	1	,188	10,531
Константа	10,598	9,102	1,356	1	,244	,000

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

У Табели 35 примећујемо да модел предикције базиран на оценама из школе има 84% успешности у класификацији деце у групи која немају тешкоће и која испољавају тешкоће у учењу математике, с тим што има већи проценат тачности у класификацији деце која имају тешкоће у учењу математике (92%) у односу на децу која немају тешкоће у учењу математике (79%). Од свих предмета који су ушли у анализу, само је оцена из математике имала значајан (и јако изражен) утицај на предикцију успеха на математичким тестовима ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 24,781, p = ,000$). Количник шанси овог предиктора износи свега 0,013. Другим речима, деца која имају боље оцене из математике имају 76,9 пута мању шансу да се нађу у групи деце са тешкоћама у учењу математике.

5.7. Групни показатељ утицаја пола и узраста деце на резултате коришћених тестова и успеха у школи

Путем Једноструке линеарне регресије испитан је утицај социодемографских карактеристика деце (независна варијабла) на њихове резултате на тестовима радне меморије, тестова знања из математике, као и на успеху у школи (зависна варијабла).

Табела 36. Утицај пола на резултате коришћених тестова и успеха у школи

Зависна варијабла	Независна варијабла	β	р	95.0% Интервал поверења		Прилагођени коефицијент детерминације	F	р
				Доња граница	Горња граница			
Zareki-R тест	Пол	,066	,470	-2,364	5,089	-,004	,524	,470
Тест Активне радне меморије	Пол	-,069	,450	-,434	,194	-,004	,573	,450
Тест Пасивне радне меморије	Пол	-,098	,283	-,417	,123	,001	1,165	,283
Тест Сабирање	Пол	-,047	,604	-,357	,209	-,006	,271	,604
Тест Одузимање	Пол	,082	,371	-,488	1,298	-,002	,807	,371
Тест Множење и дељење	Пол	,164	,071	-,064	1,535	,019	3,316	,071
Тест Јединице мере	Пол	,013	,883	-,815	,946	-,008	,022	,883
Тест Геометрија	Пол	,198	,029	,106	1,893	,031	4,902	,029
Просек у школи	Пол	,101	,267	-,065	,234	,002	1,241	,267
Оцена из Математике	Пол	,026	,772	-,241	,324	-,008	,084	,772
Оцена из Српског језика	Пол	,174	,055	-,066	,558	,022	3,750	,055
Оцена из Енглеског језика	Пол	,073	,424	-,170	,402	-,003	,644	,424
Оцена из Природе и друштва	Пол	,055	,549	-,183	,342	-,005	,361	,549
Оцена из Музичке културе	Пол	,070	,440	-,061	,140	-,003	,599	,440

Оцена из Ликовне културе	Пол	,087	,340	-,040	,116	-,001	,917	,340
--------------------------	-----	------	------	-------	------	-------	------	------

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

У Табели 36 видимо да је пол детета значајан предиктор само у случају теста Геометрија ($\beta=0,198$, $p<0,05$).

Табела 37. Утицај узраста на резултате коришћених тестова и успеха у школи

Зависна варијабла	Независна варијабла	β	р	95.0% Интервал поверења		Прилагођени коефицијент детерминације	F	р
				Доња граница	Горња граница			
Zareki-R тест	Узраст	,290	,001	2,611	10,319	,077	11,030	,001
Тест Активне радне меморије	Узраст	,251	,005	,144	,801	,055	8,096	,005
Тест Пасивне радне меморије	Узраст	,267	,003	,151	,714	,064	9,227	,003
Тест Сабирање	Узраст	,028	,756	-,257	,353	-,008	,097	,756
Тест Одузимање	Узраст	,205	,024	,149	2,040	,034	5,257	,024
Тест Множење и дељење	Узраст	,043	,638	-,665	1,081	-,006	,222	,638
Тест Јединице мере	Узраст	,099	,279	-,425	1,464	,002	1,184	,279
Тест Геометрија	Узраст	,079	,390	-,553	1,408	-,002	,744	,390
Просек у школи	Узраст	,154	,090	-,022	,299	,016	2,925	,090
Оцена из Математике	Узраст	,219	,016	,071	,667	,040	6,018	,016
Оцена из Српског језика	Узраст	,156	,086	-,038	,572	,016	3,001	,086
Оцена из Енглеског језика	Узраст	,029	,749	-,259	,359	-,007	,103	,749
Оцена из Природе и друштва	Узраст	,099	,278	-,127	,438	,002	1,188	,278
Оцена из Музичке културе	Узраст	,158	,082	-,012	,203	,017	3,083	,082

Оцена из Ликовне културе	Узраст	,071	,436	-,051	,117	-,003	,610	,436
--------------------------	--------	------	------	-------	------	-------	------	------

Напомена: Оцена из Физичког васпитања није ушла у анализу с обзиром да сва деца у узорку имају оцену 5 из овог предмета. У складу са тим, деца се на основу оцене из овог предмета не могу диференцирати.

На основу Табеле 37 примећујемо да је узраст детета значајан предиктор у случају Zareki-R теста ($\beta=0,290$, $p<0,01$), теста Активне радне меморије ($\beta=0,251$, $p<0,01$), Пасивне радне меморије ($\beta=0,267$, $p<0,01$), затим теста Одузимање ($\beta=0,205$, $p<0,05$), као и оцене из предмета Математике ($\beta=0,219$, $p<0,05$).

Табела 38. Однос резултата на коришћеним тестовима и успеха у школи

	Zareki-R тест	Тест Сабирање	Тест Одузимање	Тест Множење и дељење	Тест Јединице мере	Тест Геометрија	Тест Активне радне меморије	Тест Пасивне радне меморије	Просек у школи
Zareki-R тест	1	,491**	,549**	,466**	,559**	,472**	,743**	,598**	,581**
Тест Сабирање	,491**	1	,362**	,307**	,309**	,230*	,425**	,280**	,379**
Тест Одузимање	,549**	,362**	1	,522**	,490**	,461**	,454**	,365**	,501**
Тест Множење и дељење	,466**	,307**	,522**	1	,532**	,578**	,378**	,270**	,354**
Тест Јединице мере	,559**	,309**	,490**	,532**	1	,601**	,388**	,359**	,409**
Тест Геометрија	,472**	,230*	,461**	,578**	,601**	1	,394**	,274**	,359**
Тест Активне радне меморије	,743**	,425**	,454**	,378**	,388**	,394**	1	,640**	,428**
Тест Пасивне радне меморије	,598**	,280**	,365**	,270**	,359**	,274**	,640**	1	,391**
Просек у школи	,581**	,379**	,501**	,354**	,409**	,359**	,428**	,391**	1

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

Укупно гледано, сви тестови из математике су међусобно високо повезани, као и тестови који мере радну меморију. Такође, добијена је висока повезаност између ZAREKI-R теста, тестова знања из математике, тестова радне меморије и успеха у школи. То значи

да ће високе скорове на једном тесту пратити високи скорови и на осталим тестовима и бољи успех у школи (Табела 38).

VI ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

6.1. Резултати процене тешкоћа у учењу математике

Преваленца тешкоћа у учењу математике у школској популацији креће се од 3-6% (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996; Hein, Neumarker & Bzufka, 2000; Kaufmann & von Aster, 2012; Lewis, Hitch & Walker, 1994; Shalev & von Aster, 2008). Међутим, у новијим истраживањима можемо приметити да се преваленца повећала и до 10% (Jovanović i sar., 2013; Mogasale, Patil, Patil, & Mogasale, 2012).

У нашем истраживању применом теста за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике (*ZAREKI-R*) добили смо да је учесталост деце са тешкоћама учења математике 9,92% (Табела 4), што чини 50 ученика који испољавају тешкоће у учењу математике, међу којима је 56% дечака и 44% девојчица (Табела 1). Већу учесталост математичких тешкоћа међу дечацима установила су и ранија истраживања (Barbaresi et al., 2005; Jovanović et al., 2013; von Aster, 2000). Узимајући у обзир узорак деце са тешкоћама у учењу математике, 82% деце има 9 година, док осталих 18% деце има 10 година (Табела 2). У оквиру ове деце 8% њих има добар успех, 34% врло добар, док су 58% њих одлични ђаци, а просечни успех у школи износи 4.39 ± 0.46 (Табела 18). Са друге стране, ова деца имају ниже оцене из математике, 8% њих има двојку, 24% тројку, док четворку има 68% (Табела 19).

На *ZAREKI-R* тесту, деца без тешкоћа у учењу математике су имала бољи учинак са просечним скором $103,57 \pm 5,49$, док су деца са тешкоћама у учењу математике у просеку освојила $86,76 \pm 7,16$ поена и имала распон скорова од 58 до 92 поена (Табела 14).

У оквиру модела предикције на основу пола и узраста детета, узраст даје статистички значајан допринос у предикцији успеха на *ZAREKI-R* тесту ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 6,897, p = ,009$). Количник шанси овог предиктора износи 3,231, што значи да дете које има 9 година има три пута већу шансу да се нађе у групи деце са тешкоћама у учењу математике (Табела 31).

Деца са тешкоћама у учењу математике имају мањи учинак на свим коришћеним тестовима знања из математике (Сабирање, Одузимање, Множење и дељење, Јединице мере, Геометрија) у односу на децу без тешкоћа у учењу математике (Табела 5). Такође, распон добијаних скорова деце која немају тешкоће у учењу математике је на свим тестовима мањи у односу на распон скорова деце која испољавају тешкоће у учењу

математике, изузев на тесту Множење и дељење, где су обе групе деце имале исти минимум и максимум поена на том тесту.

Када се узме у обзир појединачни допринос ових пет тестова знања из математике, на предикцију највећи утицај има тест Одузимање ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 11,328, p = ,001$), а затим Сабирање ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 7,900, p = ,005$). Такође, значајан утицај на предикцију има и Геометрија ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 4,575, p = ,032$), док преостала два теста из математике не дају значајан допринос. У нашем узорку деца која добро ураде тест Сабирање имају око 3,3 пута мању шансу да се нађу у групи са тешкоћама у учењу математике, а деца која имају успех на тесту Одузимање имају 1,7 пута мању шансу да се нађу у наведеној групи (Табела 32).

Упоређујући школске оцене са тестовима знања, Марковац (1978) наводи да ученици испољавају недовољно математичко знање, недовољну аутоматизованост рачунских операција, неусвојеност свих ознака у садржају математичких појмова, формалистичко математичко знање, као и недовољно развијене психичке способности.

Оцене у школи представљају најзаступљенији показатељ школског успеха. Као такве, оне дају исказе о успеху који је ученик постигао у појединим наставним предметима, током одређеног временског периода (Хавелка, Хебиб и Бауцал, 2003).

Наше истраживање истиче да је присутна статистички значајна разлика између деце која немају тешкоће и деце која испољавају тешкоће у учењу математике, на основу њихових оцена из појединачних предмета, као и узимајући у обзир њихов просек у целини (Табела 22).

Од свих предмета који су ушли у анализу, само је оцена из математике имала значајан утицај на предикцију успеха на тестовима из математике ($\text{Valdov } \chi^2(1, N = 122) = 24,781, p = ,000$). С тога, деца која имају боље оцене из математике имају 76,9 пута мању шансу да се нађу у групи деце са тешкоћама у учењу математике (Табела 35).

Гери (Geary, 1993) дефинише подтип тешкоће у математици који се одликује визуо-просторним дефицитом. Он наводи да особе са овим типом тешкоћа у математици имају проблеме са просторним усклађивањем нумеричких информација које утичу на њихове функционалне способности и концептуално разумевање бројних приказа. У ранијим студијама установило се да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижа постигнућа на визуо-просторним мерењима, што сугерише на постојање нижег капацитета визуо-

просторне радне меморије код ове деце (McLean & Hitch, 1999; White, Moffitt, & Silva, 1992). Индивидуалне разлике у визуелним и просторним способностима су повезане са индивидуалним разликама у аритметичком резоновању (Geary, Saults, Liu & Hoard, 2000).

У нашем узорку, деца која испољавају тешкоће у учењу математике имала су мањи учинак на тестовима Активне и Пасивне визуо-просторне радне меморије (Табела 24). Такође, и друге студије су показале да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет вербалне и визуо-просторне радне меморије (Bull et al., 2008; Geary, 2004; Hitch & McAuley, 1991; Keeler & Swanson, 2001; Passolunghi & Siegel, 2001, 2004; Swanson, 2006).

Оба теста визуо-просторне радне меморије имају утицај на предикцију, с тим што већи допринос потиче од теста Активне визуо-просторне радне меморије ($\chi^2(1, N = 122) = 16,331, p = ,000$), док је допринос теста Пасивне визуо-просторне радне меморије нешто мањи ($\chi^2(1, N = 122) = 6,926, p = ,008$). Можемо рећи да дете које има виши укупан скор на тесту Активне визуо-просторне радне меморије има 5,5 пута мању шансу да се нађе у групи деце са тешкоћама у учењу математике, док је у случају вишег укупног скорa на тесту Пасивне визуо-просторне радне меморије шанса да се нађе у тој групи 3,9 пута мања (Табела 33).

С тога, деци са тешкоћама у учењу математике била би пожељна додатна подршка која се може пружити кроз индивидуализован начин рада. Симоновић и Мујица (2011) наводе да је индивидуализација у настави дидактички принцип, који тражи од наставника да сваког ученика посматра као посебну личност и да се стара о раду и развоју сваког појединца. Она се остварује кроз примену различитих дидактичко-методичких поступака усмерених ка задовољавању индивидуалних потреба сваког ученика и доприноси развоју и модернизацији наставе (Ђукић, 1995). Индивидуализовани приступ тј. примена различитих стратегија и метода у настави омогућава да се избегне униформност у интерпретацији математичких садржаја и да се одговори на специфичне потребе и могућности деце са тешкоћама у развоју и учењу (Јаблан, Ковачевић и Вујачић, 2010).

6.2. Резултати процене математичких знања

Математика као наставни предмет у основној школи има велики значај за сваког ученика. Она је одређена садржајима, циљевима и задацима који су дати одговарајућим наставним програмима. Кроз садржаје који се изучавају треба да буду остварени постављени циљеви и задаци. Циљ наставе и учења математике је стицање елементарне математичке писмености употребљиве у свакодневним животним ситуацијама, односно овладавање математичким знањима и вештинама.

У почетној настави математике се усвајају почетна математичка знања, вештине и навике (Никић, 2008). Знања која се стекну у процесу наставе математике су значајна само уколико доприносе развијању учениковог мишљења, способности, изграђивању вештина, навика и схватања. Наставним програмом математике за основну школу у Србији предвиђено је да се у разредној настави математике изучавају следеће целине: скупови, бројеви, аритметички садржаји, алгебарски садржаји, геометријски садржаји, мере и мерења (Јаблан, Ковачевић и Вујачић, 2010).

У нашем узорку можемо приметити да деца која немају тешкоће у учењу математике се значајно разликују од деце која имају тешкоће у учењу математике у учинку на свим тестовима који процењују знање из математике (Табела 13). С тога, разлике су присутне на тестовима Сабирања ($F=21,02$, $p<0,01$), Одузимања ($F=45,73$, $p<0,01$), Множења и дељења ($F=16,97$, $p<0,01$), Јединица мере ($F=26,16$, $p<0,01$) и Геометрије ($F=29,38$, $p<0,01$).

Анализирајући заступљеност математичких области у програму математике за трећи разред основне школе Куртума и Марковић (2013) наводе да су аритметички и алгебарски садржаји највише заступљени и то у Србији 86,7%, у Црној Гори 62,5% и у Хрватској 75%. Међутим, када боље погледамо у њихову структуру видимо доминацију аритметике. Затим, заступљеност области геометрија у Србији је 6,11%, у Црној Гори 11,03%, док је у Хрватској то 20, 83%. Наредна област која је заступљена у плану и програму математике је мерење и мере која у Србији обухвата 7,22%, у Црној Гори 5,88%, с тим што у Хрватској под друге садржаје спада 4, 17%. Годишњи фонд часова математике за трећи разред и број часова предвиђен за алгебарске, аритметичке и геометријске садржаје су исти у наставним плановима и програмима у Србији и Црној Гори (са 5 часова математике седмично), док је

у наставном плану и програму у Хрватској тај фонд нешто мањи (136, са 4 часа математике седмично).

Математичко образовање започиње још у предшколском периоду које је орјентисано ка подстицању логичко-математичког мишљења. Оно деци олакшава сазнање света око себе и развија начине деловања и сређивања искуства. Логичко мишљење им омогућава да потпуније откривају и упознају себе, своје потребе и мисли и развију интелектуалну самосталност, као и да успоставе комуникацију са околином (Ибро и Гајтановић, 2014). На узрасту од 5-6 година способни су да повезују број са количином без коришћења конкретног материјала, као и да сабирају мале количине (Griffin & Case, 1997). У осмој години способни су да пишу троцифрене бројеве, препознају математичке симболе и изводе основне задатке сабирања и одузимања, док множење и дељење савладавају са 9-12 година (Dehaene, 1997; O'Hare, 1999; Shalev, Manor, Amir & Gross-Tsur, 1993). На овом узрасту они су већ овладели вештином бројања, пишу бројеве по диктату, писмено представљају количину арапским бројевима, ређају бројеве по величини, разумеју појмове мање-веће, у задатом пару бројева одабирају већи, упознају се са календаром, стичу вештину руковања новцем, користе и проверу задатака (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996). Можемо приметити да се код деце са узрастом повећава и математичко знање.

У нашем истраживању, анализа тестова знања из математике у односу на узраст показала је да су деца која имају 10 година успешнија од деце нижег узраста, која се уочава на тесту Одустимања ($F=5,257$, $p<0,05$), док на осталим тестовима којима је мерено знање из математике (тестови Сабирања, Множења и дељења, Јединице мере и Геометрија) нису присутне разлике учинка деце различитог узраста (Табела 12).

У већини досадашњих студија заступљено је мишљење да дечаци боље раде математику од девојчица (Ardila & Roccell, 2002), што су задаци сложенији, то је разлика међу половима већа у корист дечака и повећава се са узрастом (Beilstein & Wilcon, 2000). Резултати нашег истраживања, у Табели 11, показују да су девојчице имале боље резултате од дечака на тестовима знања из математике, док се усвајање знања из математике код девојчица и дечака статистички значајно разликује у учинку на тесту Геометрија ($F=4,902$, $p<0,05$). Тачније речено, девојчице имају боље скорове на том тесту. Чињеница да су девојчице статистички значајно боље од дечака у алгебри и геометрији потврђује TIMSS 2007 истраживање рађено у Србији. У оквиру TIMSS 2007 истраживања наводи се и податак

да су девојчице статистички значајно боље од дечака у знању и резоновању у математици, док у примени нема значајних разлика (Gašić – Pavišić i Stanković, 2011:28).

6.3. Резултати процене математичких вештина

Под вештинама се мисли на оспособљеност ученика да релативно брзо, тачно и спретно изводи поједине интелектуалне, практичне и друге операције до одређеног нивоа увежбаности. Тако неке од математичких вештина подразумевају: именовање и читање бројева (превођење броја из једне врсте презентације у другу); несемантичко превођење унутар математичког речника (разумевање и познавање симбола математичких операција без грешака перцептивног или фонетичког типа); познавање месних вредности десетица и јединица и декадне структуре релација; процедурално познавања и вештина решавања задатака у форми бројних израза који подразумева познавање аритметичких чињеница; разумевање и решавање математичких проблема у форми исказа речима; менталне репрезентације и „превођење“ кључне речи у проблему у рачунску процедуру; коришћење општих језичких модула за концептуализацију и решавање математичких проблема у текстуалној форми; селекцију релевантне информације у циљу креирања адекватне менталне репрезентације проблема, као и осећај за број заснован на процени величине исказане у семантичкој форми (Desoete & Gregoire, 2006).

Проценом математичких вештина (Табела 17) у нашем узорку добијено је да се деца која испољавају тешкоће у учењу математике и деца која немају тешкоће у учењу математике статистички значајно разликују по учинку на свим субтестовима ZAREKI-R теста (Бројање тачака, Бројање уназад, Писање бројева, Сабирање; Одузимање, Множење, Читање бројева, Позиционирање бројева на скали, Памћење бројева унапред, Памћење бројева уназад, Усмено поређење бројева, Перцептивна процена, Когнитивна процена, Решавање проблемских задатака и Писмено поређење бројева), као и по укупном учинку на ZAREKI-R тесту ($F=215,040$, $p<0,01$).

Силва и Сантос (Silva & Santos, 2011) су истраживали који аспекти обраде броја, рачунања и радне меморије су повезани са тешкоћама у учењу математике код деце узраста 9-10 година. Група деце са тешкоћама у учењу математике имала је ниже резултате на интелектуалном нивоу, у визуо-просторној радној меморији, као и тешкоће у диктирању бројева, рачунању и решавању проблемских задатака у оквиру ZAREKI-R теста. До сличних резултата дошли су Ротзер и сар. (Rotzer et al, 2009).

Гери (Geary, 1995) је извршио поделу математичких вештина на две категорије: примарна биолошка и секундарна. Према њему, биолошки примарни когнитивни систем обрађује основне квантитативне вештине као имплицитно разумевање бројности, редоследа, бројања и једноставних аритметичких вештина које се развијају постепено током година (Cantlon, Platt & Brannon, 2009; Geary, 1995, 2000a). Ове основне квантитативне вештине односе се на опажање и разумевање бројева, као што су: поређење и процене бројева, а затим се претварају у комплексније, секундарне биолошке способности квантитативних вештина које се стичу током школовања. Овакав систем спознаје бројева обухвата: обраду бројева (бројање, читање и диктирање бројева, претварање бројева) и рачунање (решавање проблемских задатака) у основној аритметици (Geary, 2000).

Деца у предшколском узрасту користе опажање бројева како би разумела једноставне математичке односе (сабирање и одузимање бројева до три). Од 3-4 године, способност разумевања бројева и обрада бројева (читање и писање бројева, рачунање) почиње да се развија, као и да разумеју представу одређеног броја. Код деце од 8 година, способност разумевања и обраде бројева су развијени тако да деца могу писати троцифрене бројеве, аритметичке симболе, препознавање и извршавање рачунања (сабирање и одузимање). Поред тога операције множења и дељења стичу се између 9 и 12 године (Shalev, 2004).

Анализом резултата нашег истраживања у односу на пол нисмо приметили значајну разлику. Када је у питању узраст ученика уочена је разлика у нашем истраживању (Табела 16) и забележена је у односу на узраст ученика и процењених области математичких вештина ($p < 0,05$). Старији ученици ($AS=6,37$; $AS=5,84$; $AS=6,84$; $AS=4,71$) су статистички значајно успешнији од млађих ученика ($AS=5,58$; $AS=4,67$; $AS=5,75$; $AS=4,21$) у областима: Сабирање ($F=7,464$, $p < 0,01$), Одузимање ($F=10,335$, $p < 0,01$), Памћење бројева уназад ($F=9,834$, $p < 0,01$), Решавање проблемских задатака ($F=3,946$, $p < 0,05$), као и на укупном скору ZAREKI-R теста ($F=11,030$, $p < 0,01$). Такође, и други истраживачи су приметили да старија деца имају боље резултате на перформансама ZAREKI-R теста у односу на децу млађег узраста (Dellatolas et al., 2000; Santos et al., 2012; von Aster, 2000).

6.4. Резултати процене успеха у школи

Оцењивање се раније везивало само за знање ученика. Касније се под оцењивањем сматра усвојеност ученикових знања, умења и навика, њихова професионална оспособљеност, однос према учењу, као и испуњавање одређених норми (Potkonjak i Šimleša, 1989: 135). С тога се оцењивање одређује као поступак којим се, на начин утврђен прописима, прати васпитно-образовни развој ученика и одређује ниво који је ученик у вези са тим постигао (Ценић, 2000). Оно је саставни део наставног процеса и доприноси остваривању циљева и задатака наставе математике, а уједно подиже општи квалитет знања и квалитет рада школе, класификује успех и владање сваког појединачног ученика, помаже ученицима у отклањању тешкоћа у процесу учења, развија здраве интерперсоналне односе у учениковом колективу, ствара услове за здраве критичке односе према сопственом раду и постигнућу (Каћарог, Vilotijević i Kundačina, 2005: 59).

Проверавање и процењивање знања има вишеструку улогу. Наставницима омогућава да сазнају у којој мери су ученици усвојили наставне садржаје и стекли одређена знања, док се ученицима омогућава да добију повратну информацију о свом раду, исказаном знању и залагању и да открије вредност метода учења и свога ангажовања у остварењу школских захтева.

Успех ученика у учењу математике треба да буде у складу са постављеним циљем, општим и оперативним задацима наставе математике, као и основним захтевима у погледу математичких знања и умења ученика.

Процену успеха у школи посматрали смо у односу на оцене из појединачних предмета и општег успеха на крају првог полугодишта. Статистички значајна разлика добијена је између деце која немају тешкоће и деце која испољавају тешкоће у учењу математике, на основу њихових оцена из Математике ($F=107,985$, $p<0,01$), Српског језика ($F=27,305$, $p<0,01$), Енглеског језика ($F=16,665$, $p<0,01$), Природе и друштва ($F=19,300$, $p<0,01$) и Музичке културе ($F=6,253$, $p<0,05$), као и узимајући у обзир њихов просек у целини ($F=44,431$, $p<0,01$). Са друге стране, ове две групе деце се не разликују статистички значајно у оценама које имају из предмета ликовне културе (Табела 22). Посматрано у односу на узраст можемо приметити да деца од 9 и 10 година се статистички значајно

разликују само по оценама из предмета Математика ($F=6,018$, $p<0,05$), и то где десетогодишњаци имају боље оцене (Табела 21).

Утицај пола на успех у школи није статистички значајан, што се подудара и са другим истраживањима (Koumoula et al., 2004). Док је Хавелка (1990) анализирајући корелације општег успеха у појединим разредима са полом ученика утврдила да пол представља значајан корелат школске успешности. Испитивањем је обухваћено 100 одељења осмог разреда из 28 основних и 10 регионалних центара Србије, тј. испитивано је 2800 ученика, а анализе успеха, изражене оценама из појединих предмета показале су да су образовна постигнућа девојчица уочљиво виша од образовних постигнућа дечака. Приликом критеријских тестова утврђиване су успешности на тестовима између девојчица и дечака, а крајни резултати су такође били у корист девојчица.

Суштинска компонента оцењивања односи се на процену васпитно-образовног нивоа и напредовања ученика. Процене се односе на ниво усвојености одређених знања, навика, ставова, вредности, односно захтева који стоје у задацима програма. Саме оцене су израз мера остварености, усвојености задатака, а заснивају се на задацима до којих је наставник дошао мерењем, праћењем или вредновањем (Bakovljev, 1988).

У нашем узорку, установили смо да деца која имају тешкоће при учењу математике имају ниже оцене из математике у односу на групу деце која немају тешкоће у учењу математике (Табела 19).

6.5. Резултати процене утицаја активне и пасивне визуо-просторне радне меморије на усвајање знања и вештина у настави математике

Код деце са тешкоћама у учењу математике често се могу јавити тешкоће у домену радне меморије које се испољавају као проблем у брзини и тачности решавања задатака (Passolunghi & Siegel, 2001). Исти аутор наводи да уколико је радна меморија нижег капацитета, приликом решавања сложених задатака, може доћи до заборављања налога, тешкоће у обради информација и праћења активности. Сматра се да је радна меморија најбољи предиктор за усвајање математичких вештина на узрасту од шест година (Alloway & Alloway, 2010; Kroesbergen, van de Rijt & Van Luit, 2007; Swanson & Kim, 2007). Надаље, истраживања потврђују да су радна меморија, брзина обраде информација и инхибиција важни предуслови разумевања и овладавања базичном математичком способношћу (Swanson, 2011). Истраживачи (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009) процењују да око 10 до 15% деце школског узраста има нижи капацитет радне меморије, који је често удружен са дефицитом пажње или нижом интелигенцијом.

Проценом радне меморије у нашем узорку запажа се да постоји разлика између ученика који испољавају тешкоће и ученика који немају тешкоће у учењу математике (Табела 27) у вези са Активном ($F=81,955$, $p<0,01$) и Пасивном ($F=51,23$, $p<0,01$) визуо-просторном радном меморијом. Већи скор и на Активној и на Пасивној визуо-просторној радној меморији имају ученици који немају тешкоће у учењу математике.

У истраживањима је (De Smedt et al., 2009; Van der Ven et al., 2012) пронађена корелација између визуо-просторне радне меморије и математичких вештина код деце типичне популације различитог узраста, као и код деце која имају тешкоће у учењу математике (Van der Sluis, Van der Leij & De Jong, 2005).

Карактеристике деце која испољавају тешкоће у учењу математике су: тешкоће у учењу и запамћивању математичких чињеница (Geary, 1993; Gaery & Hoard, 2001; Shalev & Gross-Tsur, 2001), потешкоће у рачунању, лоше стратегије рачунања, дужи временски период за израчунавање, велики број грешака (Geary, 1993). Такође, нижи капацитет радне меморије код деце која испољавају тешкоће у учењу математике доприноси смањењу количине информација, као и могућности да се њима манипулише током решавања математичких проблема (Kaufmann et al., 2013). Резултати појединих студија (Hitch &

McAuley, 1991; Passolunghi & Siegel, 2001) указују на то да деца која имају тешкоће у учењу математике имају и нижи капацитет радне меморије на задацима који се односе на обраду нумеричких података.

Анализирајући поједине студије (Dos et al., 2012), дошли смо до резултата да деца, узраста од 7 до 12 година, из градске средине имају боље резултате од деце из руралне средине. На неуропсихолошком тесту за обраду бројева и рачунања (ZAREKI-R) деца из градске средине имала су боље резултате на субтестовима писаног поређења бројева и памћења бројева унапред и уназад, док су деца из руралне средине имала ниже резултате на седам субтестова, укључујући писано поређење и памћење бројева (Koumoula et al., 2004). С друге стране, субтест памћење бројева (који процењује фонолошку петљу радне меморије) може да се пореди са осталим задацима на ZAREKI-R тесту. У нашем раду, дошли смо до закључка да постоји корелација са задацима бројања уназад ($r=,367$; $p=,000$), писањем бројева ($r=,219$; $p=,015$), рачунања (сабирања $p=,001$; одузимања $p=,000$; множења $p=,029$), читања бројева ($r=,358$; $p=,000$), позиционирањем бројева на скали (одређивање бројева $p=,007$; обележавање бројева $p=,030$) усменог поређења ($r=,308$; $p=,001$), перцептивне процене ($r=,369$; $p=,000$), решавања проблемских задатака ($r=,384$; $p=,000$) и писаног поређења ($r=,191$; $p=,035$). Корелација није пронађена у две преостале области. У студији Доса и сар. (Dos et al., 2012), установљена је статистичка значајност између памћења бројева и осталих задатака на ZAREKI-R тесту, што је потврђено и у истраживањима у којима је изучаван однос радне меморије и аритметичких вештина (Gathercole & Alloway, 2004; Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; Koumoula et al., 2004; Silva & Santos, 2011; Swanson, 2006).

У нашем узорку утицај узраста (Табела 26) је статистички значајан и на тесту Активне радне меморије ($F=8,096$, $p<0,01$) и на тесту Пасивне радне меморије ($F=9,227$, $p<0,01$), где су деца од 10 година имала бољи учинак од деце од 9 година. Међутим, показало се да утицај пола није статистички значајан.

Применом Пирсоновог коефицијента корелације утврђен је статистички значајан однос капацитета визуо-просторне радне меморије и готово свих процењених области математичких вештина на ZAREKI-R тесту. Установили смо да Активна визуо-просторна радна меморија корелира са свим посматраним областима математичких вештина ($p<0,05$). Статистички значајна повезаност није нађена између Пасивне визуо-просторне радне

меморије и области Бројање тачака и Памћење бројева унапред ($p > 0,05$), док се у осталим областима уочава позитивна корелација (Табела 28). Дакле, што је већи скор на тестовима Активне ($r = 0,743$, $p < 0,01$) или Пасивне ($r = 0,598$, $p < 0,01$) визуо-просторне радне меморије, бољи су резултати на тесту математичких вештина.

Ограничени капацитет радне меморије представља велики фактор ризика за постигнућа у области математике, док други аутори истичу да тешкоће у домену радне меморије представљају фактор ризика за школски неуспех у целини (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009).

У нашем истраживању можемо да приметимо да су тестови Активне и Пасивне визуо-просторне радне меморије повезани статистички значајно са свим тестовима знања из математике (Табела 29) и да њихова висока повезаност значи да ће високе скорове на тестовима знања из математике пратити високи скорови на тесту Активне визуо-просторне радне меморије, као и на тесту Пасивне визуо-просторне радне меморије.

Успех ученика у настави математике зависи од когнитивних способности, које се односе на менталне, сензорне и моторне способности ученика (Никић, 2008). Мада, значајан утицај на успеху школи има и капацитет радне меморије, где Ковен (Cowan, 2005) наводи да је радна меморија у корелацији са успехом у школи, јер укључује процесе потребне за усвајање знања.

Свеукупно гледано, тест Активне и Пасивне визуо-просторне радне меморије је повезан статистички значајно са општим успехом у школи као и са оценама из Математике, Српског језика, Енглеског језика и Природе и друштва. Висока повезаност значи да ученици који имају више скорове на тесту из Активне и Пасивне визуо-просторне радне меморије, имају и више оцене на наведеним предметима као и виши просек у школи (Табела 30).

6.6. Тестирање хипотеза

На основу резултата истраживања и њихове дискусије, анализа постављених хипотеза је показала следеће:

1. Прва хипотеза која је гласила да *капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије је нижи код деце са тешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу математике је потврђена* с обзиром да су деца са тешкоћама у учењу математике постигла статистички значајно слабије резултате на тестовима Активне и Пасивне визуо-просторне радне меморије у односу на децу која немају тешкоће у учењу математике, што упућује на чињеницу да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет визуо-просторне радне меморије.
2. Друга хипотеза која је гласила да *деца која имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, испољавају више тешкоћа у усвајању математичких вештина је потврђена*. Утврђена је корелација између активне визуо-просторне радне меморије и свих посматраних области математичких вештина. Дакле, деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне визуо-просторне радне меморије, самим тим и проблеме у усвајању свих области математичких вештина. Међутим, статистичка значајна повезаност није нађена између пасивне визуо-просторне радне меморије и области Бројање тачака и Памћење бројева унапред, док се уочава позитивна корелација са осталим посматраним областима математичких вештина. Дакле, деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет пасивне визуо-просторне радне меморије, самим тим и проблеме у усвајању математичких вештина.
3. Трећа хипотеза која је гласила да *деца која имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, показују ниже постигнуће на тестовима знања из математике је потврђена* с обзиром да је тест активне и пасивне визуо-просторне радне меморије повезан статистички значајно са свим тестовима који процењују знање из математике. Дакле, деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, самим тим слабије резултате на тестовима који процењују знање из математике, што резултира нижим постигнућем на свим коришћеним тестовима из математике.

4. Четврта хипотеза која је гласила да *деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, с тога имају ниже оцене из математике, као и нижи општи успех у школи у односу на децу без тешкоћа у учењу математике* је **потврђена** с обзиром да су тестови активне и пасивне визуо-просторне радне меморије статистички значајно повезани са општим успехом у школи, као и са оценом из математике. Дакле, деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије, самим тим нижи је општи успех у школи, као и оцена из математике.
5. Пета хипотеза која је гласила да *деца узраста 9 година показује нижи капацитет радне меморије, а тиме и веће тешкоће у усвајању математичких знања и вештина* је **потврђена** с обзиром да се деца узраста 9 и 10 година статистички значајно разликују по учинку на тестовима активне и пасивне визуо-просторне радне меморије. Дакле, деца од 10 година су имала бољи учинак на тестовима активне и пасивне радне меморије од деце од 9 година, тачније деца од 9 година су имала нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије. Такође, показало се да су деца од 10 година имали боље резултате на субтестовима и укупном скору ZAREKI-R теста од деце од 9 година, што значи да деца од 9 година имају тешкоће у усвајању математичких вештина. Међутим, показало се да деца која имају 10 година су успешнија на тесту Одузимања наспрам деце од 9 година, док на осталим тестовима који мере знање из математике (тестови Сабирања, Множења и дељења, Јединице мере и Геометрија) нису присутне разлике учинка деце различитог узраста.
6. Шеста хипотеза која је гласила да *пол није значајан фактор у усвајању математичких знања и вештина* је **потврђена** с обзиром да није добијена статистички значајна разлика између дечака и девојчица по њиховом учинку на субтестовима и укупном скору ZAREKI-R теста математичких вештина. Такође, нису присутне статистички значајне разлике између дечака и девојчица у учинку на тестовима знања из математике (тестови Сабирање, Одузимање, Множење и дељење и Јединице мере), док се статистички разликују у учинку на тесту Геометрија. Дакле, показало се да пол није значајан фактор приликом усвајања математичких знања и вештина, с тим што се код усвајања знања из геометрије показало да девојчице ипак постижу боље резултате.

VII ЗАКЉУЧАК

7.1. Закључци

Основни циљ овог истраживања био је утврђивање капацитета визуо-просторне радне меморије и његов утицај на усвајање математичких знања и вештина, као и на општи успех у школи ученика III разреда основне школе.

На основу добијених резултата истраживања и њихове статистичке анализе, у складу са полазним претпоставкама и постављеним циљевима, можемо извести следеће закључке:

1. Применом теста за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике (ZAREKI-R) у трећем разреду основне школе добили смо да је учесталост деце са тешкоћама у учењу математике 9,92%, од којих је 56% дечака и 44% девојчица.
2. На основу испитивања знања из математике које је рађено применом пет тестова, који обухватају све области предвиђене планом и програмом за трећи разред основне школе, утврђено је да деца са тешкоћама у учењу математике постижу статистички значајно слабије резултате од деце која немају тешкоће у учењу математике. Може се рећи да деца са тешкоћама у учењу математике постижу слабије резултате на тестовима Сабирање, Одузимање, Множење и дељење, Јединице мере и Геометрија.
3. На основу испитивања математичких вештина које је рађено применом теста за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике (ZAREKI-R) утврђено је да деца са тешкоћама у учењу математике постижу статистички значајно слабије резултате на свим субтестовима ZAREKI-R теста, као и на укупном учинку на ZAREKI-R тесту у односу на децу која немају тешкоће у учењу математике. На основу овога може се закључити да деца са тешкоћама у учењу математике имају проблеме у усвајању следећих области математичких вештина: Бројање тачака, Бројање уназад, Писање бројева, Рачунања (Сабирање, Одузимање, Множење), Читање бројева, Позиционирање бројева на скали, Памћење бројева унапред, Памћење бројева уназад, Усмено поређење бројева, Перцептивна процена, Когнитивна процена, Решавање проблемских задатака и Писмено поређење бројева.

4. Код деце са тешкоћама у учењу математике утврђено је да постоји нижи успех у школи, као и ниже оцене из математике. Статистички значајна разлика установљена је и са другим предметима, као што су: Српски језик, Енглески језик, Природа и друштво и Музичка култура. С друге стране, статистички значајна разлика није нађена између деце са тешкоћама и деце без тешкоћа у учењу математике у оквиру предмета ликовна култура. На основу овога може се закључити да деца која имају тешкоће у учењу математике имају ниже оцене из свих предмета, осим ликовне културе и физичког васпитања, што резултира нижим општим успехом у школи.
5. На основу испитивања капацитета визуо-просторне радне меморије које је рађено применом тестова за активну и пасивну визуо-просторну радну меморију утврђено је да деца са тешкоћама у учењу математике постижу статистички значајно слабије резултате у односу на децу која немају тешкоће у учењу математике. На основу овога може се закључити да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет визуо-просторне радне меморије, па им проблем представља задржавање визуелних и просторних информација.
6. Анализом резултата утврђено је да постоји утицај активне и пасивне визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике. Статистички значајне разлике нађене су између свих области математичких вештина и активне визуо-просторне радне меморије. С тога можемо закључити да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне визуо-просторне радне меморије који утиче на ниже резултате у свим областима математичких вештина. Приликом учења математике, деца усвајају одређене вештине, како би могла да решавају математичке проблеме. На тај начин они складиште информације са којима касније могу да манипулишу у решавању сложених математичких операција. Ово временом доводи до запамћивања математичких формула и решавања комплекснијих задатака. Уколико је складиште нижег капацитета, не може да прими пуно информација што отежава решавање задатака који захтевају ширу анализу и запамћивање релевантних информација у самом поступку решавања задатака. С друге стране, када је у питању пасивна визуо-просторна радна меморија, статистички значајне

- разлике нађене су у већини области математичких вештина, док статистички значајне разлике нису утврђене у области математичких вештина: Бројање тачака и Памћење бројева унапред. С тога можемо закључити да деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет пасивне визуо-просторне радне меморије који утиче на нижа постигнућа у појединим областима математичких вештина.
7. Анализом резултата између активне и пасивне визуо-просторне радне меморије и постигнућа на тестовима знања из математике утврђено је да постоји статистички значајна корелација код деце са тешкоћама у учењу математике. Анализа резултата је показала да деца која имају нижи капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије постижу ниже резултате на тестовима знања из математике и то у области: Сабирања, Одузимања, Множења и дељења, Јединица мера и Геометрија.
 8. Анализом резултата установљено је да постоји корелација између активне и пасивне визуо-просторне радне меморије и општег успеха у школи, као и оцене из математике. Можемо рећи да деца која имају нижи капацитет у активној и пасивној радној меморији имају слабије оцене из математике. Увидом у анализу резултата установљено је да деца која имају нижи капацитет визуо-просторне радне меморије, немају ниже оцене само из математике, него и из осталих предмета у школи, изузев: ликовне културе и физичког васпитања. Самим тим што су оцене из појединачних предмета ниже код ученика са тешкоћама у учењу математике, нижи је и општи успех у школи као резултат нижег капацитета активне и пасивне визуо-просторне радне меморије.
 9. Укупно гледано, сви тестови из математике су међусобно високо повезани, као и тестови који мере активну и пасивну визуо-просторну радну меморију. Такође, добијена је висока повезаност између ZAREKI-R теста, тестова знања из математике, тестова визуо-просторне радне меморије и успеха у школи. То значи да ће високе скорове на једном тесту пратити високи скорови и на осталим тестовима самим тим и бољи успех у школи.
 10. Резултати су показали да пол детета није значајан предиктор у процењеним тестовима, осим у случају теста Геометрија ($\beta=0,198$, $p<0,05$).

11. Утицај узраста детета представља значајан предиктор у случају ZAREKI-R теста ($\beta=0,290$, $p<0,01$), теста Активне ($\beta=0,251$, $p<0,01$) и Пасивне ($\beta=0,267$, $p<0,01$) визуо-просторне радне меморије, теста Одузимање ($\beta=0,205$, $p<0,05$), као и оцене из предмета Математике ($\beta=0,219$, $p<0,05$).

Основно ограничење нашег истраживања можемо потражити у чињеници да узорак чине само деца која похађају трећи разред основне школе у градској средини. Ово истраживање представља само један од могућих приступа у анализирању радне меморије у настави математике тј. утицаја визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких знања и вештина. Да би били добијени још поузданији резултати, будућа истраживања би требало да буду усмерена на анализу повезаности постигнућа у области математике, капацитета радне меморије и интелектуалних способности код деце различитог узраста. Такође, будућа истраживања би требало усмерити на идентификовање деце која имају нижи капацитет радне меморије и њихово укључивање у програме тренинга радне меморије. На тај начин би опште способности код деце биле унапређене, што би довело до бољег постигнућа у школи.

Литература

1. Alarcon, M., DeFries, J. C., Light, J. G. & Pennington, B. F. (1997). A twin study of mathematics disability. *Journal of Learning Disabilities*, 30(6), 617–623.
2. Allardice, B. S. & Ginsburg, H. P. (1983). Children's psychological difficulties in mathematics. In Ginsburg, H. P. (Ed.). *The development of mathematical thinking* (pp.319–350). New York: Academic Press.
3. Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20–29.
4. Alloway, T. P. & Warner, C. (2008). The effect of task-specific training on learning and memory in children with developmental coordination disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 107, 273–280.
5. Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25(2), 92–98.
6. Alloway, T. P., Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuo spatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698–1716.
7. Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606–621.
8. Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C. & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85–106.
9. Alvarez, G. A. & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106–111.
10. American Psychiatric Association (2000). *DSM IV-TR: Diagnostic and statistical manual of mental disorder*. Washington, D.C.: American Psychiatric Association.
11. Andersson, U. & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(3), 197–228.
12. Andersson, U. & Östergren, R. (2012). Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 701–714.
13. Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21(9), 1201–1216.

14. Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78(2), 181–203.
15. Ansari, D., Dhital, B. & Soong, S. C. (2006). Parametric effects of numerical distance on the intraparietal sulcus during passive viewing of rapid numerosity changes. *Brain Research*, 1067(1), 181–188.
16. Ardila, A. & Rosselli, M. (2002). Acalculia and Dyscalculia. *Neuropsychology Review* 12(4), 179–231.
17. Ashcraft, M. H. (1992). Cognitive arithmetic: A review of data and theory. *Cognition*, 44(1-2),75–106.
18. Ashcraft, M. H. (1995). Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and summary of new directions. *Mathematical Cognition*, 1, 3–34.
19. Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W. & Spence, J. T. (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). New York: Academic Press.
20. Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic bulletin and review*, 22(2), 366–377.
21. Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7(2), 85–97.
22. Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought and action*. New York, NY: Oxford University Press.
23. Baddeley, A. D. (2012). Working memory: Theories, models and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29.
24. Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In Bower, G. H. (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
25. Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.
26. Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. London: Lawrence Erlbaum.
27. Baddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*, 255(5044), 556–559.
28. Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(1), 5–28.
29. Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
30. Baddeley, A. D., Gathercole, S. E. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158–173.
31. Bakovljev, M. (1988). *Didaktika*. Beograd: Naučna knjiga.

32. Barbaresi, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L. & Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, 5(5), 281–289.
33. Beilstein, C. D. & Wilson, J. F. (2000). Landmarks in route learning by girls and boys. *Perceptual and Motor Skills*, 91(3 Pt 1), 877–882.
34. Bird, R. (2009). *Overcoming difficulties with number: supporting dyscalculia and students who struggle with maths*. London: Sage Publications.
35. Bisanz, J., Sherman, J. L., Rasmussen, C. & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. In Campbell, J. I. D. (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 143–162). New York: Psychology Press.
36. Bleuer, J. C. & Walz, G. R. (2002). *New perspectives on counseling underachievers*. Greensboro, NC: ERIC Clearing house on Counseling and Student Services. (ERIC Document Reproduction Service, No. ED 470602).
37. Бојанин, С. (1984). *Неуропсихологија развојног доба и општи реедукативни метод*. Београд: Завод за учбенике и наставна средства.
38. Bojanin, S. (2002). *Zašto postoje teškoće u učenju matematike?* Beograd: Arhimedes.
39. Broman, S. H., Bien, E. & Shaughnessy, P. (1985). *Low achieving children: The first seven years*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
40. Bryant, D. P., Bryant, B. R. & Hammill, D. D. (2000). Characteristic behaviors of students with LD who have teacher-identified math weaknesses. *Journal of Learning Disabilities*, 33(2), 168–177.
41. Brysbaert, M., Fias, W. & Noel, M. P. (1998). The Whorfian hypothesis and numerical cognition: Is “twenty-four” processed the same way as “four and twenty”? *Cognition*, 66(1), 51–77.
42. Buha, N. i Gligorović, M. (2012). Povezanost radne memorije i intelektualnog funkcionisanja kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11(1), 21–38.
43. Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children’s mathematics ability: shifting, inhibition and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293.
44. Bull, R. B., Espy, K. A. & Wiebe, S. W. (2008). Short-term memory, working memory and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228.
45. Butterworth, B. (2002). Screening for Dyscalculia: A New Approach SEN Presentation Summary. In: *Mathematical Difficulties: Psychology, Neuroscience and Interventions*. Oxford.
46. Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener: Highlighting children with specific learning difficulties in mathematics*. London: Nelson Publishing Company Ltd.
47. Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3–18.

48. Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 534–541.
49. Campbell, J. I. D. (1987a). Network interference and mental multiplication. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13(1), 109–123.
50. Campbell, J. I. D. (1987b). Production, verification, and priming of multiplication facts. *Memory and Cognition*, 15(4), 349–364.
51. Campbell, J. I. D. (1991). Conditions of error priming in number-fact retrieval. *Memory and Cognition*, 19(2), 197–209.
52. Cantlon, J. F., Platt, M. L. & Brannon, E. M. (2009). Beyond the number domain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 83–91.
53. Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22.
54. Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth, and action*. New York: Houghton Mifflin.
55. Ценић, С. (2000). *Праћење и оцењивање рада, успеха и развоја ученика основне школе*. Врање: Учитељски факултет у Врању.
56. Chinn, S. J. (1995). A pilot study to compare aspects of arithmetic skills. *Dyslexia Review*, 7(1), 4–7.
57. Chinn, S. J. (2004). *The trouble with maths: a practical guide to helping learners with numeracy difficulties*. London: Routledge Falmer.
58. Collins D. W. & Rourke, B. P. (2003). Learning – disabled Brains: A Review of the Literature. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(7), 1011–1034.
59. Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J. & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163–183.
60. Cooper, R. G. (1984). Early number development: Discovering number space with addition and subtraction. In: Sophian, C. (Ed.) *The origin of cognitive skills* (pp. 157–192). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
61. Cornoldi, C. & Vecchi, T. (2003). *Visuospatial working memory and individual differences*. *Essays in cognitive psychology*. Hove: Psychology Press.
62. Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In: Miyake, A. & Shah, P. (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62–101). London: Cambridge University Press.
63. Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–185.
64. Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
65. Crvenković, S. (2009). Metode razvijanja matematičkih sposobnosti kod učenika. U Vojvodić, G., Lozanov-Crvenković, Z., Crvenković, S. & Pušić, N. *Metode razvijanja matematičkih sposobnosti učenika*, Beograd: DMS.

66. Dahlin, K. I. E. (2013a). *Does It Pay to Practice? A Quasi-Experimental Study on Working Memory Training and Its Effects On Reading and Basic Number Skills*. Doctoral thesis. Sweden: Stockholm University, Department of Special Education.
67. Dahlin, K. I. E. (2013b). Working memory training and the effect on mathematical achievement in children with attention deficits and special needs. *Journal of Education and Learning*, 2(1), 118–133.
68. Daneman, M. & Merikle, P. M. (1996). Working memory and reading comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3(4), 422–433.
69. De Jong, P. F. (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70(2), 75–96.
70. De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B. & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(2), 186–201.
71. Dehaene, S. & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantities knowledge of arithmetic. *Cortex* 33(2), 219–250.
72. Dehaene, S. (1997). *The number sense*. New York: Oxford University Press.
73. Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. New Jersey: John Wiley & Sons.
74. Dellatolas, G., von Aster, M., Braga, L.W., Meier, M. & Deloche, G. (2000). Number processing and mental calculation in school children aged 7 to 10 years: A transcultural comparison. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9(2), 102–110.
75. Desoete, A. & Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 16(4), 351–367.
76. Desoete, A. & Roeyers, H. (2006). Metacognitive macroevaluations in mathematical problem solving. *Learning Instruction*, 16(1), 12–25.
77. Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D. & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 252–264.
78. DeStefano, D. & Lefevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(3), 353–386.
79. Dos, S. F., Da Silva, P. A., Ribeiro, F. S., Dias, A. L., Frigério, M. C., Dellatolas, G. & von Aster, M. (2012). Number processing and calculation in Brazilian children aged 7-12 years. *The Spanish Journal of Psychology*, 15(2), 513–525.
80. Dowker, A. (2004). *What works for children with mathematics difficulties?* London: DfES.
81. Dowker, A. (2005). *Individual Differences in Arithmetic: implications for psychology, neuroscience and education*. Hove: Psychology Press.

82. Đukić, M. (1995). *Didaktički činioci individualizovane nastave*. Novi Sad: Filozofski fakultet.
83. Edyburn, D. L. (2006). Assistive technology and mild disabilities. *Special Education Technology Practice*, 8(4), 18–28.
84. Eng, H. Y., Chen, D. & Jiang, Y. (2005). Visual working memory for simple and complex visual stimuli. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(6), 1127–1133.
85. Engle, R. W., Cantor, J. & Carullo, J. J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18(5), 972–992.
86. Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E. & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3) 309–331.
87. Ernest, P. (2011). *Mathematics and special educational needs*. Berlin: LAP LAMBERT Academic Publishing.
88. Fletcher, J., Lyon, G. R., Fuchs, L. S. & Barnes, M. A. (2007). *Learning Disabilities: From Identification to Intervention*. New York: Guilford.
89. Folnegović-Šmalc, V. (1996). *DSM-IV: Dijagnostički i statistički priručnik za duševne poremećaje*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
90. Fuchs, L. S. & Fuchs, D. (2002). Mathematical problem-solving profiles of students with mathematics disabilities with and without comorbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 564–574.
91. Fuchs, L. S. & Fuchs, D. (2005). Enhancing Mathematical Problem Solving for Students with Disabilities. *Journal of Special Education*, 39(1), 45–57.
92. Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., Hamlett, C. L. & Zumeta, R. O. (2009). Remediating Number Combination and Word Problem Deficits Among Students With Mathematics Difficulties: A Randomized Control Trial. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 561–576.
93. Gaddes, W. H. & Edgell, D. (1994). *Learning disabilities and brain function, a neuropsychological approach*. New York: Springer.
94. Gadeyne E., Ghesquiere, P. & Onghena P. (2004). Psychosocial functioning of young children with learning problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(3), 510–521.
95. Gallistel, C. & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition* 44(1-2), 43–74.
96. Gašić - Pavišić, S. i Stanković, D. (2011). *TIMSS 2007 u Srbiji*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
97. Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties (PATOSS)*, 17, 2–12.

98. Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2007). *Understanding working memory: a classroom guide*. The University of York.
99. Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2008). *Working Memory and Learning*. London: SAGE Publications Ltd.
100. Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language processing*. Hove: Erlbaum.
101. Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (2014). *Working memory and language processing*. Hove: Psychology Press.
102. Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2001). Working memory deficits in children with special educational needs. *British Journal of Special Education*, 28(2), 89–97.
103. Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(3), 265–281.
104. Gathercole, S. E., Lamont, E. & Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. In Pickering, S. (Ed.), *Working memory and education* (pp.219–240). London: Academic Press.
105. Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments and 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18(1), 1–16.
106. Geary D. C. (1994). *Children's mathematical development*. Washington, DC: American Psychological Association.
107. Geary, D. C. & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27(3), 398–406.
108. Geary, D. C. & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, 15(7), 635–647.
109. Geary, D. C. & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In Campbell, J. I. D. (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 253–267). New York: Psychology Press.
110. Geary, D. C. (1990). A componential analysis of early learning deficits in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49(3), 363–383.
111. Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognition, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114(2), 345–362.
112. Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition. Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50(1), 24–37.
113. Geary, D. C. (2000). Mathematical disorders: An overview for educators. *Perspectives*, 26, 6–9.
114. Geary, D. C. (2000a). From infancy to adulthood: The development of numerical abilities. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9(2), 11–16.

115. Geary, D. C. (2003). Learning disabilities in arithmetic: Problem solving differences and cognitive deficits. In Swanson, H. L., Harris, K. R. & Graham, S. (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 199–212). New York: Guilford.
116. Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4–15.
117. Geary, D. C. (2005). Role of cognitive theory in the study of learning disability in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 305–307.
118. Geary, D. C., Hamson, C. O. & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process of and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(3), 236–263.
119. Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J. & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal Experimental Child Psychology*, 88(2), 121–151.
120. Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359.
121. Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F. & Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency and arithmetic reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(4), 337–353.
122. Gerber, M., Semmel, D. & Semmel, M. (1994). Computer-based dynamic assessment of multidigit multiplication. *Exceptional Children*, 61(2), 114–125.
123. Gernsten, R., Jordan, N. C. & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematical difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293–304.
124. Gignac, G. E. & Watkins, M. W. (2015). There may be nothing special about the association between working memory capacity and fluid intelligence. *Intelligence*, 52, 18–23.
125. Giofrè, D., Mammarella, I. C., Ronconi, L. & Cornoldi, C. (2013). Visuospatial working memory in intuitive geometry and in academic achievement in geometry. *Learning and Individual Differences*, 23, 114–122.
126. Gligorović, M. (2013). *Klinička procena i tretman teškoća u mentalnom razvoju*. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, CIDD.
127. Gligorović, M. i Buha, N. (2015). Razvojne sposobnosti postignuća u oblasti srpskog jezika i matematike. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 14(3), 319–344.
128. Gligorović, M. i Buha-Đurović, N. (2011). Adaptivno ponašanje i postignuća u nastavi matematike kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 10(1), 3–14.

129. Голубовић, Ш. (2004). Карактеристике деце са развојном дискалкулијом. *Норма*, 10(1–2), 67–77.
130. Golubović, Š. & Golubović, B. (2003). Razvojna diskalkulija - prepoznavanje i pomoć. *Aktuelnosti iz neurologije, psihijatrije i graničnih područja*, 11 (1), 30–32.
131. Golubović, Š. (2011). *Disleksija, disgrafija, dispraksija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu - Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
132. Goswami, U. (2008). Principles of learning, implications for teaching: A cognitive neuroscience perspective. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3-4), 381–399.
133. Griffin, S. & Case, R. (1997). Rethinking the primary school math curriculum: An approach based on cognitive science. *Issues in Education*, 3(1), 1–49.
134. Gross-Tsur, V., Manor, O. & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38(1), 25–33.
135. Gross-Tsur, V., Shalev, R. S., Manor, O. & Amir, N. (1995). Developmental right hemisphere syndrome: clinical spectrum of the nonverbal learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 28(2), 80–86.
136. Hallahan, D. P. & Kauffman, J. M. (2003). *Exceptional Learners: Introduction to Special Education* (9th Ed.). Boston: Allyn & Bacon.
137. Hallahan, D. P., Kauffman, J. M. & Pullen, P. C. (2012). *Exceptional Learners. An Introduction to Special Education* (12th ed). Boston: Pearson.
138. Hannell, G. (2005). *Dyscalculia: action plans for successful learning in mathematics*. London: David Fulton Publishers.
139. Хавелка, Н. (1990). *Ефекти основног школовања*. Београд: Институт за психологију.
140. Хавелка, Н., Хебиб, Е. & Бауцал, А. (2003). *Оцењивање за развој ученика, Приручник за наставнике*. Београд: Министарство просвете и спорта и Центар за евалуацију.
141. Heathcote, D. (1994). The role of visuospatial working memory in the mental addition of multi-digit addends. *Current Psychology of Cognition* 13(2), 207–245.
142. Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. & Rashotte, C. (2001). The relationship between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study of second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(2), 192–227.
143. Hein, J., Neumarker, K. J. & Bzufka, M. W. (2000). The specific disorder of arithmetical skills. Prevalence study in a urban population sample and its clinico-neuropsychological validation. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9(2), II/87–II/101.
144. Henry, L. A. (2001). How does the severity of learning disability affect working memory performance? *Memory*, 9(4/5/6), 233–247.
145. Hitch, G. J. & McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British journal of psychology*, 82(3), 375–386.

146. Hofmann, W., Gschwendner, T., Friese, M., Wiers, R. W. & Schmitt, M. (2008). Working memory capacity and selfregulatory behavior: toward an individual differences perspective on behavior determination by automatic versus controlled processes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(4), 962–977.
147. Holmes, J. & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26(3), 339–366.
148. Holmes, J., Adams, J. W. & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), 272–289.
149. Holmes, J., Gathercole, S. E. & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental science*, 12(4), 9–15.
150. Hoover-Schultz, B. (2005). Gifted underachievement oxymoron or educational enigma? *Gifted Child Today Magazine*, 28(2), 46–49.
151. Hopkins, S. & Egeberg, H. (2009). Retrieval of simple addition facts: complexities involved in addressing a commonly identified mathematical learning difficulty. *Journal of Learning Disabilities* 42(3), 215–229.
152. Horn, J. L. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In McGrew, K. S., Werder, J. K., Woodcock, R. W. (Eds), *Woodcock-Johnson technical manual* (pp. 197–232). Chicago, IL: Riverside.
153. Hu, Y., Allen, R. J., Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (2016). Executive control of stimulus-driven and goal-directed attention in visual working memory. *Attention Perception and Psychophysics*, 78(7), 2164–2175.
154. Hudmon, A. (2006). *Learning and Memory*. New York: Infobase Publishing.
155. Ибро, В. и Гајтановић, З. (2014). Развијање математичких појмова код предшколске деце. *Зборник радова Учитељског факултета*, 8, 185–197.
156. Плић, Р., Гајић, О. и Малјковић, М. (2008). *Kriza čitanja: kompleks anpedagoški, kulturološki i opšte društveni problem*. Novi Sad: Gradska biblioteka; Beograd: Nova Škola.
157. Ivarsson, M. & Strohmayer, S. (2010). *Working memory training improves arithmetic skills and verbal working memory capacity in children with ADHD*. Stockholm universitet. Master thesis.
158. Јаблан, Б., Ковачевић, Ј. и Вујачић, М. (2010). Специфичности почетне наставе математике за децу са тешкоћама у развоју у редовним основним школама. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 42(1), 165–184.
159. Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829–6833.

160. Jitendra, A. & Xin, Y. P. (1997). Mathematical Word-Problem-Solving Instruction for Students with Mild Disabilities and Students at Risk for Math Failure: A Research Synthesis. *Journal Special Education*, 30(4), 412–438.
161. Jordan, N., Hanich, L. & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74(3), 834–850.
162. Jovanović, G., Jovanović, Z., Banković-Gajić, J., Nikolić, A., Svetozarević, S. & Ignjatović-Ristić, D. (2013). The frequency of dyscalculia among primary school children. *Psychiatr Danub*, 25(2), 170–174.
163. Kačapor, C., Vilotijević, M. i Kundačina, M. (2005). *Umijeće ocjenjivanja*. Mostar: Fakultet humanističkih nauka Univerziteta „Džemal Bijedić“.
164. Kane, M. J., Brown, L. H., McVay, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germeys, I. & Kwapil, T. R. (2007). For whom the mind wanders, and when: an experience-sampling study of working memory and executive control in daily life. *Psychological Science*, 18(7), 614–621.
165. Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A. & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 57.
166. Kaufmann, L., Handl, P. & Thony, B. (2003). Evaluation of a numeracy intervention program focusing on basic numerical knowledge and conceptual knowledge: A pilot study. *Journal of Learning Disabilities*, 36(6), 564–573.
167. Kaufmann, L., Mazzocco, M. M., Dowker, A., von Aster, M., Göbel, S. M., Grabner, R. H., Henik, A., Jordan, N. C., Karmiloff-Smith, A. D., Kucian, K., Rubinsten, O., Szucs, D., Shalev, R. & Nuerk, H-C. (2013). Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers Psychology*, 4, 1–5.
168. Kaufmann, L. & von Aster, M. (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Dtsch Arztebl International*, 109(45), 767–778.
169. Kavkler, M. (2011). Učenici z učnimi težavami pri matematiki – učinkovitejše odkrivanje in diagnostično ocenjevanje. In: Magajna, L. & Velikonja, M. (Eds.). *Učenici z učnimi težavami. Prepoznavanje in diagnostično ocenjevanje* [Students with learning difficulties. Identification and diagnostic assessment] (pp. 130–146). Ljubljana: Faculty of Education.
170. Keeler, M. L. & Swanson, H. L. (2001). Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 34(5), 418–435.
171. Klebanov, P. K., Brooks-Gunn, J. & McCormick, M. C. (1994). School achievement and failure in very low birth weight children. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 15(4), 248–56.
172. Klein, J. S. & Bisanz, J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(2), 105–116.
173. Klingberg, T. (2007). *Den översvämmande hjärnan*. Stockholm: Natur och Kultur.

174. Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 164–77.
175. Костић, А. (2010). *Когнитивна психологија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
176. Koumoula, A., Tsironi, V., Stamouli, V., Bardani, I., Siapati, S., Graham, A., Kafantaris, I., Charalambidou, I., Dellatolas, G. & von Aster, M. (2004). An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek schoolchildren. *Journal of Learning Disabilities*, 37(5), 377–388.
177. Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, 20, 1–19.
178. Крстић, Н. (2001). Невербалне сметње учења: концепт и емпиријска основа. *Психијатрија данас*, 33(3-4), 133–149.
179. Krstić, N. S. (2002). Specifični razvojni poremećaji - otkrivanje i intervencije. *Psihijatrija danas*, 34(3-4), 215–235.
180. Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E. & von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 31–48.
181. Kurnik, Z. (2001). Matematičke sposobnosti. *Matematika i škola*, 2(10), 195–199.
182. Kurtuma, J. & Marković, Z. (2013). Komparativna analiza nastavnog plana i programa matematike za treći razred osnovne škole. *Istraživanje matematičkog obrazovanja*, 5(9), 23–42.
183. Landerl, K., Bevan, A. & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old children. *Cognition*, 93(2), 99–125.
184. Lazarević, E. i Plečević, V. (2011). Primena metode neurofidbeka kod dece sa specifičnim smetnjama u učenju. *Pedagogija*, 66(4), 562–571.
185. Lemaire, P., Abdi, H. & Fayol, M. (1996). The role of working memory resources in simple cognitive arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 8(1), 73–103.
186. Lewis, C., Hitch, G. J. & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35(2), 283–292.
187. Li, Y. & Geary, D. C. (2017). Children's visuospatial memory predicts mathematics achievement through early adolescence. *PloS one*, 12(2), e0172046.
188. Logie, R. H. (1995). *Visuo spatial working memory*. Hove, United Kingdom: Lawrence Erlbaum.
189. Luck, S. J. & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281.
190. Maccini, P. & Gagnon, J. C. (2006). *Math strategy instruction for middle school students with learning disabilities* (pp. 1–9). Washington, DC: The Access Center: Improving Outcomes for all Students K-8.

191. Mackintosh, N. J. & Bennett, E. S. (2003). The fractionation of working memory maps onto different components of intelligence. *Intelligence*, 31, 519–531.
192. Максимовић, Ј. (2007). Преглед метода и техника у истраживањима школског неуспеха. *Педагошка стварност*, 53(9-10), 790–797.
193. Малинић, Д. (2007). Како помоћи неуспешном ученику. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 39(1), 86–98.
194. Mammarella, I. C. & Cornoldi, C. (2005). Difficulties in the control of irrelevant visuospatial information in children with visuospatial learning disabilities. *Acta Psychologica*, 118(3), 211–228.
195. Mammarella, I. C., Giofrè, D., Ferrara, R. & Cornoldi, C. (2013). Intuitive geometry and visuospatial working memory in children showing symptoms of nonverbal learning disabilities. *Child Neuropsychology*, 19(3), 235–249.
196. Mammarella, I. C., Lucangeli, D. & Cornoldi, C. (2010). Spatial Working Memory and Arithmetic Deficits in Children With Nonverbal Learning Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 43(5), 455–468.
197. Mammarella, N., Cornoldi, C. & Donadello, E. (2003). Visual but not spatial working memory deficit in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, 53(2), 311–314.
198. Markovac, J. (1978). *Neuspeh u nastvi matematike: od 1. razreda osnovne škole – uzroci i suzbijanje*. Zagreb: Školska knjiga.
199. Mazzocco, M. M. (2005). Challenges in identifying target skills for math disability screening and intervention. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 318–323.
200. McKenzie, B., Bull, R. & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 93–108.
201. McLean, J. F. & Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74(3), 240–260.
202. Menon, V., Rivera, S. M., White, C. D., Glover, G. H. & Reiss, A. L. (2000). Dissociating prefrontal and parietal cortex activation during arithmetic processing. *Neuroimage*, 12(4), 357–365.
203. Michaelson, M. T. (2007). An overview of dyscalculia: Methods for ascertaining and accommodating dyscalculic children in the classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 63(3), 17–22.
204. Милинковић, Д. (2011). Проблемска метода у предшколској математици, *Нова школа*, 8, 167–175.
205. Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
206. Miller, G. (1994). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 101(2), 343–352.

207. Miller, S. P. & Mercer, C. D. (1997). Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 47–56.
208. Миљевић, Ј. и Црвенковић, С. (2015) Инклузивно образовање у настави математике. *Истраживање математичког образовања*, 7(13), 61–72.
209. Miyake, A. & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* Cambridge. UK: Cambridge University Press.
210. Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P. & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621–640.
211. Mladenović, M. (2009). Osposobljavanje učenika u nastavi matematike za samostalan rad saudžbenikom. Banja Luka: *MAT-KOL*, 15(1), 27–36.
212. Mogasale, V. V., Patil, V. D., Patil, N. M. & Mogasale, V. (2012). Prevalence of specific learning disabilities among primary school children in a South Indian city. *The Indian Journal of Pediatrics*, 79(3), 342–347.
213. Mohr, H. M. & Linden, D. E. J. (2005). Separation of the systems for color and spatial manipulation in working memory revealed by a dual-task procedure. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(2), 355–366.
214. Munn, P. (2004). The psychology of maths education in the early primary years. *The Psychology of Education Review*, 28(1), 4–8.
215. Никић, Р. (2008). *Методика разредне наставе са телесно инвалидним лицима 1*. Београд: Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију.
216. Noël, M. P., Seron, X. & Trovarelli, F. (2004). Working memory as a predictor of addition skills and addition strategies in children. *Cahiers de psychologie cognitive*, 22(1), 3–25.
217. Núñez, R. & Lakoff, G. (2005). The cognitive foundations of mathematics: the role of conceptual metaphor. In Campbell, J. I. D. (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp.109–125). New York: Psychology Press.
218. Nyberg, L. & Bäckman, L. (2007). Det episodiska minnet. In Österberg, K. (Ed.), *Hjärnan*. Stockholm: Karolinska Institutet, University press.
219. Obradović, S. i Vučetić, M. (2012). Specifične smetve u učenju u savladavanju tehničko-informatičkih predmeta. U: *Internacionalna Konferencija Tehnika i informatika u obrazovanju* (IV), 1-3. Jun, Čačak: Tehnički fakultet.
220. Obradović, S., Bjekić, D. i Zlatić, L. (2011). Obrazovanje nastavnika za rad u e-okruženju sa učenicima sa specifičnim smetnjama u učenju. u: *Međunarodni Simpozijum Tehnologija, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja* (VI), 3-5. Jun, Čačak: Tehnički fakultet.
221. O'Hare, A. E. (1999) Dysgraphia and dyscalculia. In: Whitmore K., Hart H. & Willems G. (Eds.), *Clinics in Developmental Medicine* (Vol. 145, pp. 96–118), London: Mac Keith Press.
222. Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception and Psychophysics*, 44(4), 369–378.

223. Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(1), 44–57.
224. Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88(4), 348–367.
225. Passolunghi, M. C. (2010). Učne težave pri matematiki. Specifične učne težave v vseh obdobjih. Tretja mednarodna konferenca o specifičnih učnih težavah v Sloveniji in nacionalna konferenca Tempus-Isheds. Zbornik prispevkov [Learning difficulties in math. Specific learning difficulties in all periods. The 3rd International Conference on specific learning difficulties in Slovenia and the National Conference of the Tempus-Isheds. Book of articles] (pp.14–21). Ljubljana: Bravo, društvo za pomoč otrokom in mladostnikom s specifičnimi učnimi težavami.
226. Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C. & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 229–250.
227. Passolunghi, M. C., Vercelloni, B. & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22(2), 165–184.
228. Pavleković, M. (1997). *Metodika nastave matematike s informatikom I*. Zagreb: Element.
229. Pearn, C. A. (1997). *A review of five years' testing for Mathematics Intervention: Is there a correlation between learning to count and learning to read?* Paper submitted to the Mathematics Education Research Group of Australasia annual conference, Auckland, New Zealand.
230. Pellegrino, J. W. & Goldman, S. J. (1987). Information processing and elementary mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 20(1), 23–32.
231. Piazza, M. (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 542–551.
232. Pickering, S. & Gathercole, S. (2004). Distinctive working memory profiles in children with special educational needs. *Educational Psychology*, 24(3), 393–408.
233. Pickering, S. J., Gathercole, S. E. & Peaker, S. M. (1998). Verbal and visuospatial short-term memory in children: evidence for common and distinct perspectives. *Memory and Cognition*, 26(6), 1117–1130.
234. Pierangelo, R. & Giuliani, G. (2007). *The Educator's Diagnostic Manual of Disabilities and Disorders*. New York: John Wiley & Sons Inc.
235. Pijaže, Ž. (1997). *Psihologija inteligencije*. Beograd: Nolit.
236. Pinter, J., Krekić, V. i Četković, A. (2002). *Metodički priručnik iz matematike za razrednu nastavu*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

237. Posokhova, I. (2001). Vrste teškoća u učenjum matematike. U: Lekenik, ed. Matematika bez suza - kako pomoći detetu s teškoćama u učenju matematike, prema Machesh C. Sharma. Pušćine, Buševac: Zagreb: Ostvarenje, 15–26.
238. Potkonjak, N. i Šimleša, P. (1989). *Pedagoška enciklopedija 1-2*. Beograd: Zavod za udzbenike i nastavna sredstva.
239. Rackov, G. (2011). Računar u funkciji efikasnijeg organizovanja diferencirane nastave. U: *Međunarodni Simpozijum Tehnologija, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja* (VI), 3-5. Jun, Čačak: Tehnički fakultet.
240. Радомировић, В. (2003). Неке психолошке основе савремених основно-школских уџбеника. *Зборник радова Филозофског факултета у Нишу*, 31–45.
241. Rapura, A., Isaacs, E., Edmonds, C., Rogers, M., Lanigan, J., Singhal, A., Clayden, J., Clark, C. & Butterworth, B. (2013). Developmental Trajectories of Grey and White Matter in Dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2.2, 56–64.
242. Рапаић, Д. и Недовић, Г. (2011). *Церебрална парализа: праксичке и когнитивне функције*. Београд: Универзитет у Београду.
243. Reid, G. (2000). *Dimensions of Dyslexia*, Vol. 2: *Literacy, Language and Learning*. Edinburgh: Moray House Publications.
244. Reid, S. E. (2001). Therapeutic use of card games with learning-disabled children. In Schaefer, C. E. & Reid, S. E. (Eds.) *Game play: Therapeutic Use of Childhood Games* (2nd ed, pp. 146–164). New York: John Wiley & Sons.
245. Rončević Zubković, B. (2010). Ustrojstvo radnog pamćenja i nejkova uloga u jezičnom procesiranju. *Psihologijske teme*, 19(1), 1–29.
246. Rosselli, M. & Matute, E. (2005). Neuropsychologie de la dyscalculie développementale: Deniers résultats de recherche en Amérique du Nord [Neuropsychology of developmental dyscalculia: Recent research findings in North America]. In: Van Hout, A. & Meljac, C. (Eds.) *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris: Masson.
247. Rosselli, M., Matute, E., Pinto, N. & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental Neuropsychology* 30(3), 801–818.
248. Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P. & von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, 47(13), 2859–2865.
249. Rouder, J. N., Morey, R. D., Morey, C. C. & Cowan, N. (2011). How to measure working memory capacity in the change detection paradigm. *Psychonomic Bulletin and Review*, 18(2), 324–330.
250. Rourke, B. P. & Conway, J. A. (1997). Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 34–46.
251. Rourke, B. P. & Finlayson, M. A. I. (1978). Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visuospatial abilities. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6(1), 121–133.

252. Rourke, B. P. (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: a neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, 26(4), 214–226.
253. Rousselle, L. & Noël, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102(3), 361–395.
254. Rubinsten, O. & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 92–99.
255. Rubinsten, O. & Tannock, R. (2010). Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. *Brain and Behavioral Functions*, 6(1), 46–58.
256. Russell, R. L. & Ginsburg, H. P. (1984). Cognitive analysis of children's mathematical difficulties. *Cognition and Instruction*, 1(2), 217–244.
257. Santos, F. H., Silva, P. A., Ribeiro, F. S., Dellatolas, G. & von Aster, M. (2012). Development of numerical cognition among brazilian school-aged children. *International Journal for Studies in Mathematics Education*, 5(2), 44–64.
258. Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In Grouws, D. A. (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). New York: Maxwell Macmillan International.
259. Schwartzburd, S. I. (1964). Mathematical specialization. In: Math at school, 6/64 (Шварцбург, С. И. (1964). *Математическая специализация*. У: Математика в школе, 6/64).
260. Shalev, R. S. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. Review article. *Pediatric Neurology*, 24(5), 337–342.
261. Shalev, R. S. & von Aster, M. (2008). Identification, classification, and prevalence of developmental dyscalculia. *Encyclopedia of Language and Literacy Development*, 1–9.
262. Shalev, R. S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 765–771.
263. Shalev, R. S., Manor, O., Amir, N. & Gross-Tsur, V. (1993). Acquisition of arithmetic in normal children: Assessment by a cognitive model of dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35(7), 593–601.
264. Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 59–65.
265. Shalev, R.S., Manor, O., Amir, N. & Wertman, E.R. (1995). Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex*, 31(2), 357–365.
266. Shallice, T. (2002). Fractionation of the supervisory system. In: Stuss, D. T., Knight, R. T., (Eds.) *Principles of Frontal Lobe Function*, (pp. 261–277), New York: Oxford University Press.

267. Share, D. L., Moffitt, T. E. & Silva, P. A. (1988). Factors associated with arithmetic and reading disability and specific arithmetic disability. *Journal of Learning Disabilities*, 21(5), 313–320.
268. Sharma C. M. (2001). *Matematika bez suza*. Lekenik: Ostvarenje.
269. Sharma, M.C. (2012). *Games and their uses in mathematics learning*. Framingham, MA: CT/LM.
270. Siegel, L. S. & Ryan, E. B. (1989). The developmental of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60(4), 973–980.
271. Siegler, R. S. & Booth, J. L. (2005). Development of numerical estimation: A review. In Campbell, J. I. D. (Ed.), *The handbook of mathematical cognition* (pp.197–212). New York: Psychology Press.
272. Siegler, R. S. & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science*, 14(3), 237–243.
273. Silva, P. A. & Santos, F. H. (2011). Discalculia do desenvolvimento: Avaliação da representação numérica pela Zareki-R (Developmental dyscalculia: Assessment of number representation by the Zareki-R). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27(2), 169–177.
274. СИМОНОВИЋ, В. и МУЈИЦА, Д. (2011). *Методика наставе математике*. Београд: Завод за уџбенике.
275. Smith, E. E. & Jonides, J. (1997). Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33(1), 5–42.
276. St Clair-Thompson, H. L. & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745–759.
277. St Clair-Thompson, H. L. (2011). Executive functions and working memory behaviours in children with a poor working memory. *Learning and Individual Difference*, 21(4), 409–414.
278. Stock, P., Desoete, A. & Roeyers, H. (2007). Early markers for arithmetic difficulties. *Educational and Child Psychology*, 24(2), 28–39.
279. Suzić, N. (2008). *Uvod u inkluziju*. Banja Luka: XBS.
280. Swanson, H. L. & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, 35(2), 151–168.
281. Swanson, H. L. & Siegel, L. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education*, 7(1), 1–48.
282. Swanson, H. L. (2004). Working memory and phonological processing as predictors of children's mathematical problem solving at different ages. *Memory and Cognition*, 32(4), 648–661.
283. Swanson, H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(3), 239–264.

284. Swanson, H. L. (2011). Working memory, attention, and mathematical problem solving: A longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 821–837.
285. Swanson, H. L., Jerman, O. & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343–379.
286. Sweller, J., Merrienboer, J. J. G. & Pass, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
287. Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A. & Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuospatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, 49(10), 2674–2688.
288. Thevenot, C., Barrouillet, P. & Fayol, M. (2001). Algorithmic solution of arithmetic problems and operands-answer associations in long-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A*, 54(2), 599–611.
289. Thompson, J. M., Nuerk, H-C., Moeller, K. & Cohen Kadosh, R. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta Psychologica*, 144(2), 324–331.
290. Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H. & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521–532.
291. Trbovich, P. L. & LeFevre, J. A. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory and Cognition*, 31(5), 738–745.
292. Tronsky, L. N. (2005). Strategy use, the development of automaticity, and working memory involvement in complex multiplication. *Memory and Cognition*, 33(5), 927–940.
293. Unsworth, N. & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114(1), 104–132.
294. Unsworth, N., Fukuda, K., Awh, E. & Vogel, E. K. (2014). Working memory and fluid intelligence: Capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cognitive psychology*, 71, 1–26.
295. Van der Sluis, S., Van der Leij, A. & De Jong, P. F. (2005). Working memory in Dutch children with reading and arithmetic related learning LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38(3), 207–221.
296. Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J. & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 100–119.
297. Van Der Ven, S. H., Van Der Maas, H. L., Straatemeier, M. & Jansen, B. R. (2013). Visuospatial working memory and mathematical ability at different ages throughout primary school. *Learning and Individual Differences*, 27(1), 182–192 .

298. Vecchi, T. & Richardson, J. T. E. (2000). Active processing in visuo-spatial working memory. *Cahiersde Psychologie Cognitive*, 19(1), 3–31.
299. Велишек-Брашко, О. (2008). Стратегије превентивног рада педагога са ученицима који имају тешкоће у учењу. *Педагошка стварност*, 54(9–10), 907–926.
300. Vellutino, F. R. (2003). Individual differences as sources of variability in reading comprehension in elementary school children. In Polselli Sweet, A. P. & Snow, C. E. (Eds.), *Rethinking reading comprehension* (pp. 51–81). New York: The Guilford Press.
301. Venneri, A., Cornoldi, C. & Garuti, M. (2003). Arithmetic difficulties in children with visuospatial learning disability (VLD). *Child Neuropsychology*, 9(3), 175–183.
302. Вичек, А. (2007). *Индивидуализација и инклузивни приступ*, Нови Сад: Педагошки завод Војводине.
303. Vogel, E. K., Woodman, G. F. & Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 92–114.
304. von Aster, M. G. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: Varieties of developmental dyscalculia. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 9(2), 41–57.
305. von Aster, M., Schweiter, M. & Weinhold Zulauf, M. (2007). Rechenstörungen bei Kindern: Vorläufer, Prävalenz und psychische Symptome. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39(2), 85–96.
306. von Aster, M., Weinhold Zulauf, M. & Horn, R. (2006). *ZAREKI-R* (Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children), revidierte Version. Frankfurt: Harcourt Test Services.
307. Wadlington, E. & Wadlington, P. L. (2008). Helping students with mathematical disabilities to succeed. *Preventing School Failure*, 53(1), 2–7.
308. Westerberg, H. & Klingberg, T. (2007). Changes in cortical activity after training of working memory – a single-subject analysis. *Physiology and Behavior*, 92(1-2), 186–192.
309. White, J. L., Moffitt, T. E. & Silva, P. A. (1992). Neuropsychological and socio-emotional correlates of specific arithmetic disability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 7(1), 1–13.
310. WHO (2005). International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10); Chapter V: Mental and behavioral disorders (F81.2). Geneva: World Health Organization.
311. Wilson, A. J. & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In Coch, D., Fischer, K. W. & Dawson, G. (Eds.), *Human Behavior, Learning and the Developing Brain: Atypical Development* (pp. 212–238). New York: Guilford Press.
312. Wilson, A. J. (2010). *Dyscalculia Primer and Resource Guide*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

313. Wilson, K. M. & Swanson, H. L. (2001). Are mathematics disabilities due to a domain general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 237–249.
314. Woodward, J. & Montague, M. (2002). Meeting the Challenge of Mathematics Reform for Students with LD. *Journal of Special Education*, 36(2), 89–101.
315. Zorzi, M., Priftis, K. & Umiltà, C. (2002). Brain damage: Neglect disrupts the mental number line. *Nature*, 417(6885), 138–139.
316. Zorzi, M., Stoianov, I. & Umiltà, C. (2005). Computational Modeling of Numerical Cognition. In Campbell, J. I. D. (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (67–84). New York: Psychology Press.
317. Žikić, V., Golubović, S. i Panić, M. (2015). Vizuelna percepcija i vizuelno pamćenje kod dece sa specifičnim smetnjama u učenju. *Aktuelna defektološka praksa*, 79–83.



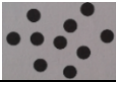


ПРИЛОЗИ

Прилог 1

Неуропсихолошки тест за обраду бројева и рачунања код деце
(*Neuropsychological Test Battery for Number Processing and Calculation in Children - ZAREKI-R*), приказан је само део теста *

Subtest: Brojanje

Instrukcija: Pokazaću ti slike sa krugovima koje su različito raspoređeni, a ti ćeš da ih izbrojiš i broj upišes na liniju.

br	stimulusi	odgovor	Obeležiti postojanje greške u izvršavanju zadatka				Score **
			Verbalno broji*	Pogrešno napisan broj*	Pokaži gde si pogrešio*	Napisao broj netačno*	
1.1	13  Start: Levo <input type="checkbox"/> desno <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0/1
1.2	15 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0/1
1.3	10 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0/1
1.4	8 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0/1
1.5	18 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0/1

*Posmatranja koja su deo instrukcije prilikom pogrešnog izvršavanja zadatka

**1 bod = tačan odgovor

0 boda = netačan odgovor

* Приказани су само делови појединих тестова, јер је за њихово коришћење потребна сагласност.

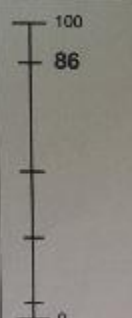
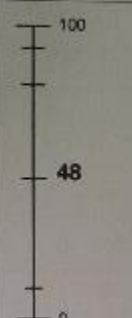

Subtest: Pozicioniranje brojeva na skali

Instrukcija 1: Na slici vidite vertikalnu liniju koja je isprekidana crticama. Pokazi mi crtu na dnu koja označava 0 i crtu na vrhu koja označava 100. Ova linija se kreće od 0-100. Ja ću ti reći jedan broj od 0-100, a ti ćeš mi pokazati koja crtica bi označavala taj broj.


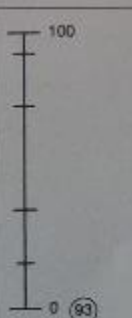
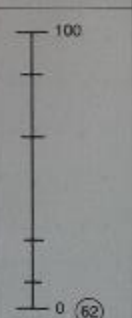
Primer: Sada mi pokaži crticu koja odgovara broju 56. Ako je netačan odgovor ispitivač kaže, 56 se nalazi otprilike ovde i pokaže.

Sada ću ti ja govoriti brojeve (6.1 – 6.3) a ti ćeš mi pokazati na slici.

Pokaži na ovoj liniji koja crtica odgovara broju 86. Zadaci se izgovaraju naglas, a odgovor upisuje u protokol.


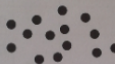
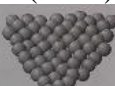

Nr.	6.1	6.2	6.3	Beleške (zapažanja pri izvođenju zadatka, pauze, oklevanje)
Stimulus ^{*)}				
Scores ^{**)}	0 / 1	0 / 1	0 / 1	

Instrukcija 2: Na ovoj liniji od 0-100, pokazi mi crticu koja odgovara ovom broju (pokažem broj koji se nalazi u desnom donjem uglu). Zadaci od 6.4 – 6.6

Nr.	6.4	6.5	6.6	Beleške (zapažanja pri izvođenju zadatka, pauze, oklevanje)
Stimulus ^{*)}				
Scores ^{**)}	0 / 1	0 / 1	0 / 1	

Subtest: Perceptivna procena

Instrukcija: Pokazaću ti slike na kojima su krugovi, loptice i čaše. Rećićeš mi koliko otprilike ima na slici, ali bez brojanja.
Pokazaću ti sliku na kratko, pogledaš i kažeš koliko otprilike ima krugova na slici.

br	stimulusi	odgovor	score
9.1	9 krugova (2 sek) 7.....11.....	0/1
9.2	14 krugova (2 sek) 11.....19.....	0/1
9.3	57 loptica (5 sek) 25.....80.....	0/1
9.4	89 čaša (5 sek) 35.....125.....	0/1
9.5	Da li je bilo više loptica ili čaša?		0/1

Beleške (zapažanja pri izvođenju zadatka, pauze, oklevanje)

.....

.....

.....

.....

- 1 zadatak: 1 = odgovori između 7 i 11
0 = odgovori ispod 7 i iznad 11
- 2 zadatak: 1 = odgovori između 11 i 19
0 = odgovori ispod 11 i iznad 19
- 3 zadatak: 1 = odgovori između 25 i 80
0 = odgovori ispod 25 i iznad 80
- 4 zadatak: 1 = odgovori između 35 i 125
0 = odgovori ispod 35 i iznad 125
- 5 zadatak: 1 = tačno
0 = netačno

Прилог 2

Приказан је само део радног листа за неуропсихолошки тест за обраду бројева и рачунања код деце

Radni list

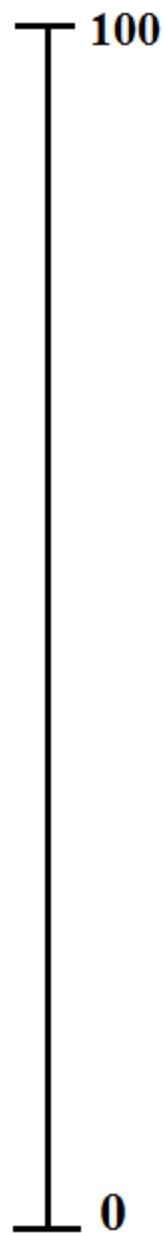
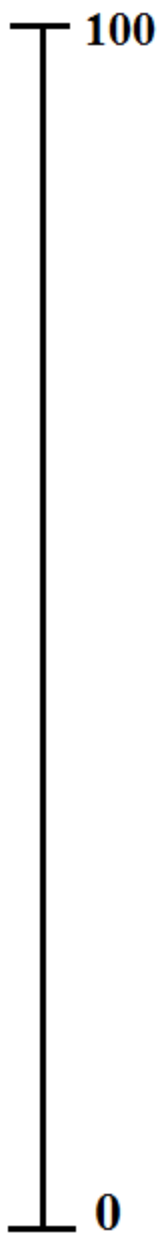
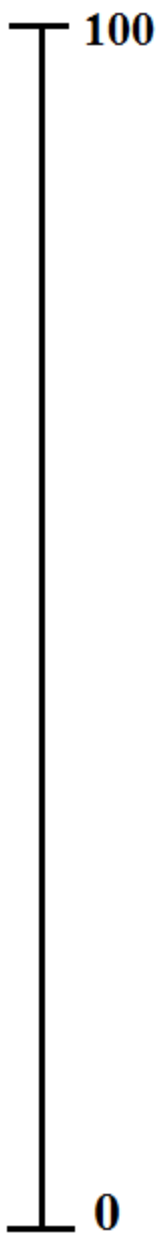
ZAREKI-R

Ime i prezime: _____ Uzrast: _____

OŠ _____

1. Brojanje: 1.1. do 1.5.

6. Pozicioniranje brojeva na skali: 6.7. do 6.9.



Прилог 3

Тест Сабирање

Име и презиме _____

Пол: М Ж Школа : _____ Датум: _____

1. Допуни како је започето:

1С	$1 \cdot 100$	100	Једна стотина или сто
2С	$2 \cdot 100$	200	две стотине или двеста
3С			

2. Допуни

1000	900								
------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Допуни

100	300	500		
-----	-----	-----	--	--

200	400			
-----	-----	--	--	--

4. Допуни

246	Двеста чедрдесет шест
	Седамсто двадесет три
	Петстошеснаест
	Четиристо осам

614	Шесто четрнаест
171	
240	
352	

5. Дате бројеве упиши у одговарајућа поља тако да бројеви буду поређани од најмањег до највећег 699, 801, 565, 950, 782

500		600		700		800		900		1000
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	------

6. Попуни таблицу

број	с	д	ј
854			
429			

7. Израчунај

$745+5 =$

$546+30 =$

$482+174 =$

8. Попуни табеле

број	451	600	309	801
предходник	450			

број	750	444	810	900
следбеник	751			

9. Израчунај

$$\begin{array}{r} 253 \\ 111 \\ + 324 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 342 \\ 23 \\ + 221 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 423 \\ 230 \\ + 142 \\ \hline \end{array}$$

10. Попуни таблицу

+	335	632
413		
52		
231		

Прилог 4

Тест Одузимање

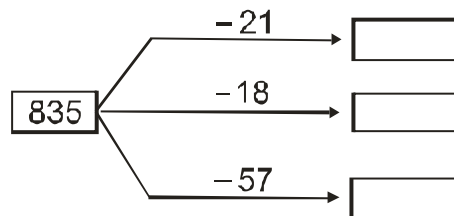
Име и презиме _____

Пол: М Ж Школа : _____ Датум: _____

1. Брат и сестра су решили да купе мами цвеће за рођендан. Брат је имао уштеђевину од 265 динара, а сестра 243 динара. Он је од своје уштеђевине одвојио за цвеће 83 динара, а она 75 динара.

- Колико је новца остало брату? _____
- **Колико је остало сестри?** _____
- Колико је коштало цвеће? _____

2. Израчунај.



3. У кругове ци одговарајући знак: <, > или =

843 – 615 834 – 615

492 – 348 683 – 539

374 – 49 372 – 46

4. Дати су бројеви 334 и 212. Израчунај разлику њиховог збира и разлике.

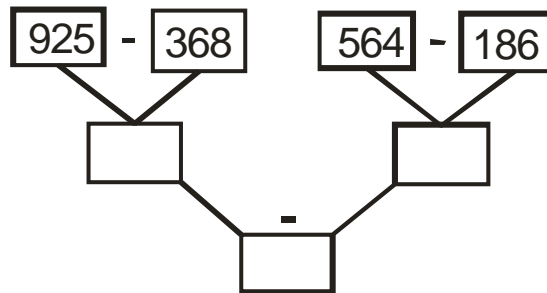
5. Умањилац је број 45, а умањеник 798. Израчунај разлику и провери сабирањем.

6. Биоскопска сала има 236 седишта. Филм је гледало 194 посетиоца. колико је седишта остало празно?

7. Попуни таблицу:

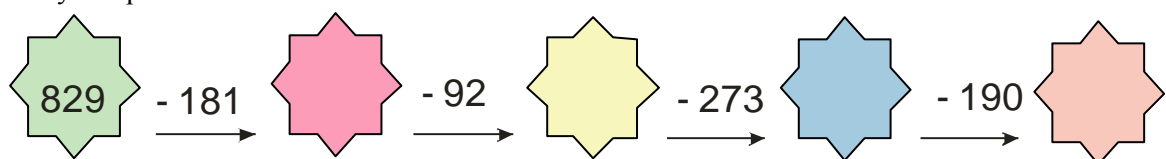
m	645	338	529
m - 254			
m - 163			

8. Упиши одговарајуће бројеве:



9. Река Сава је дуга 945 км, а наша најдужа река Велика Морава 489 км. Израчунај за колико је Сава дужа од Велике Мораве.

10. Попуни празна поља.



Прилог 5

Тест Множење и дељење

Име и презиме _____

Пол: М Ж Школа : _____ Датум: _____

1. Попуни таблицу :

a	$a \circ 5$	$a \circ 3$
154		
146		

2. Умањеник је производ бројева 243 и 4, а умањилац производ бројева 124 и 7. Шта треба израчунати?
3. Једна породица има троје деце. Ако свако дете троши дневно на ужину 35 динара, колико ће потрожити за једну радну недељу?
4. Збир бројева 689 и 268 подели са 7. Колики је остатак?
5. Упореди изразе са леве и десне стране и у празна поља упиђжши одговарајући знак: <, > или =

$$7 \circ 24 - 14 \quad \square \quad 7 \circ (24 - 14)$$

$$(195 - 72) : 3 \quad \square \quad 195 - 72 : 3$$

$$6 \circ 15 + 10 \quad \square \quad 6 \circ (15 + 10)$$

$$707 : 7 + 100 \circ 7 \quad \square \quad (707 : 7) + (100 \circ 7)$$

6. Израчунај:

$$729 : 3 \circ 4 = 59 \circ 6 + 109 \circ 3 =$$

7. Израчунај:

$$97 \circ 6 : 2 =$$

$$(874 - 354) : 5 =$$

8. Производу бројева 147 и 3 додај број 258.

9. Збир бројева 198 и 54 смањи два пута

10. Израчунај:

$$652 : 4 - 89 = 2 \circ (154 + 232) =$$

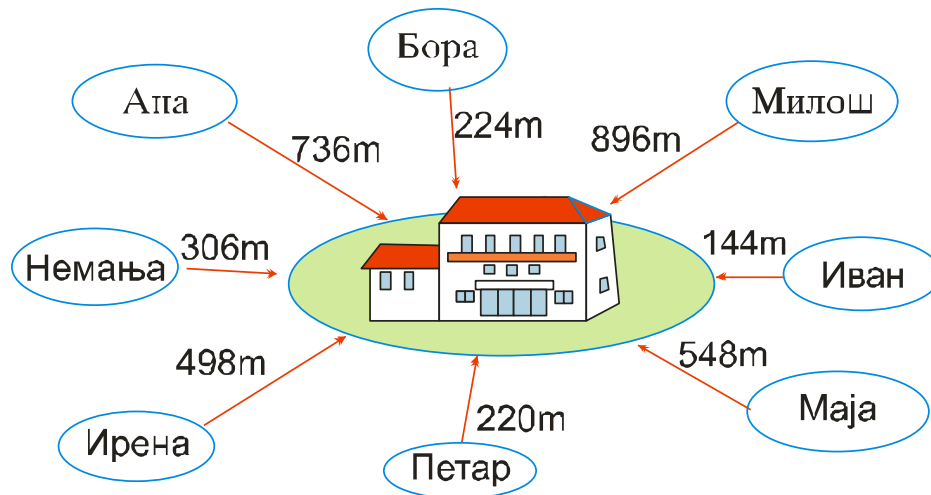
Прилог 6

Тест Јединице мере

Име и презиме _____

Пол: М Ж Школа: _____ Датум: _____

1. Погледај слику



Ко станује најближе школи? _____.

Поређај по реду имена ђака почевши од оног ко живи најближе школи

_____, _____, _____, _____, _____, _____.

2. Погледај следећу табелу. Имамо резултате мерења висине неколико ученика. Колико су ученици порасли за годину дана

Имена ђака	Прошлогодишње мерење	Овогодишње мерење	Разлика
Јован	1m 3dm	13dm 4cm	
Нина	14dm 1cm	148cm	
Душан	1m 3dm 3cm	1m 4dm 5cm	
Бојана	1m 2dm 8cm	13dm 4cm	
Марко	132cm	1m 4dm 1cm	

Ко је највише порастао?

3. Које би тегове могао да употребиш да би измерио?

тегови	150g	275 g	180 g	310 g
200 g				
100 g	✓			
50 g	✓			
20 g				
10 g				
5 g				

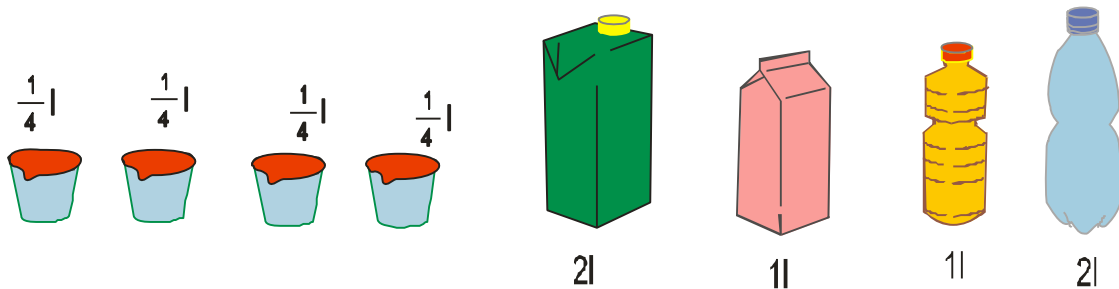
4. У

квадратиће упиши < или =

тако да добијемо тачна тврђења.

45 dm 630cm 4dm 2cm 3m 2dm
 1 km 1000m 830mm 43dm

5. Погледај следећу слику



Све ово мама је донела из продавнице.

Колико је то литара укупно _____

6. Израчунај:

$$5l = \text{_____} dl$$

$$800l = \text{_____} hl$$

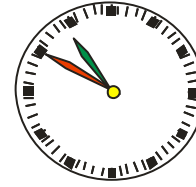
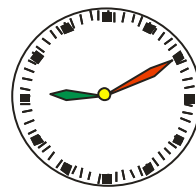
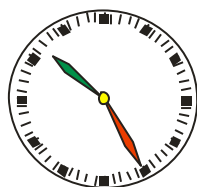
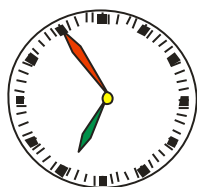
$$500 cl = \text{_____} l$$

$$260 cl = \text{_____} dl$$

7. Допуни до 1 kg

700 g	550 g	860 g	125 g	320 g
300 g				

8. Следећим часовницима дођртај казальке да показују назначено време.



15:00

03:00

9. Попуни табелу тако да број сати одгоара броју минута.

Часови	3h		8 h		5h
Минути	180 min	360 min		540 min	

10. Попуни следећу таблицу тако да број година одговара броју месеци.

Године	3		6		5
Месеци	36	24		48	

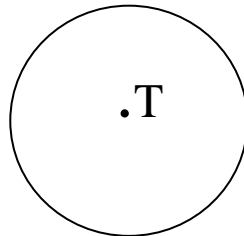
Прилог 7

Тест Геометрија

Име и презиме _____

Пол: М Ж Школа : _____ Датум: _____

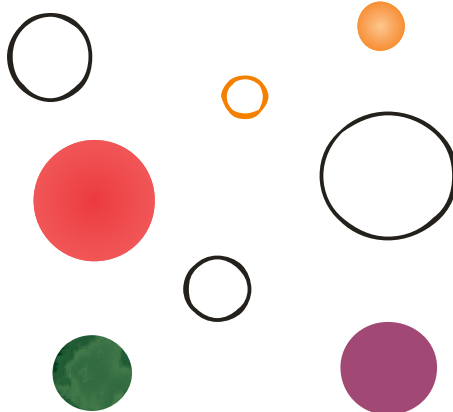
1. Обој круг на слици жутом бојом, а кружницу црвеном



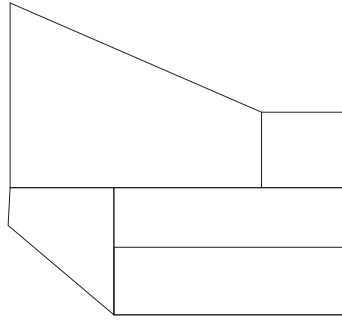
Тачка Т је _____

2. Нацртај две кружнице које имају заједнички центар.

3. Прецртај кружнице, а кругове обележи ✓ знаком



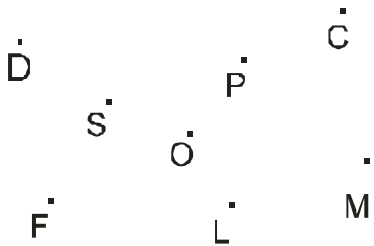
4. Колико четвороуглова има на слици?



5. Страница квадрата је 8 cm. Колико пута ће бити већи обим новог квадрата ако страницу повећамо 3 пута?

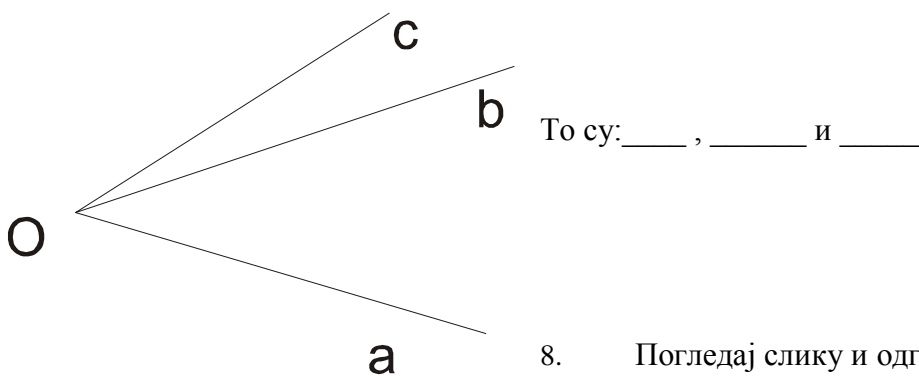
6. Опиши кружницу са центром у тачки O, чији је полупречник дужине 3 cm.

- Које тачке се налазе у кругу?

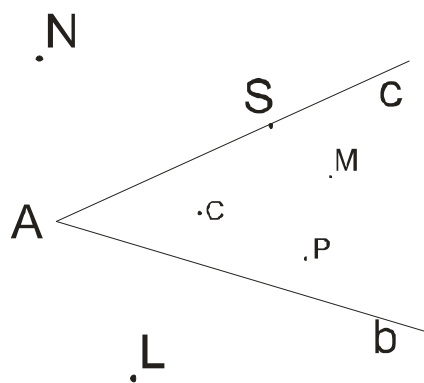


- Које тачке се налазе ван круга?

7. Три полуправе (види слику) одређују три угла.



8. Погледај слику и одговори



а) У \sphericalangle **А** налазе се тачке
 _____, _____, _____ и _____.

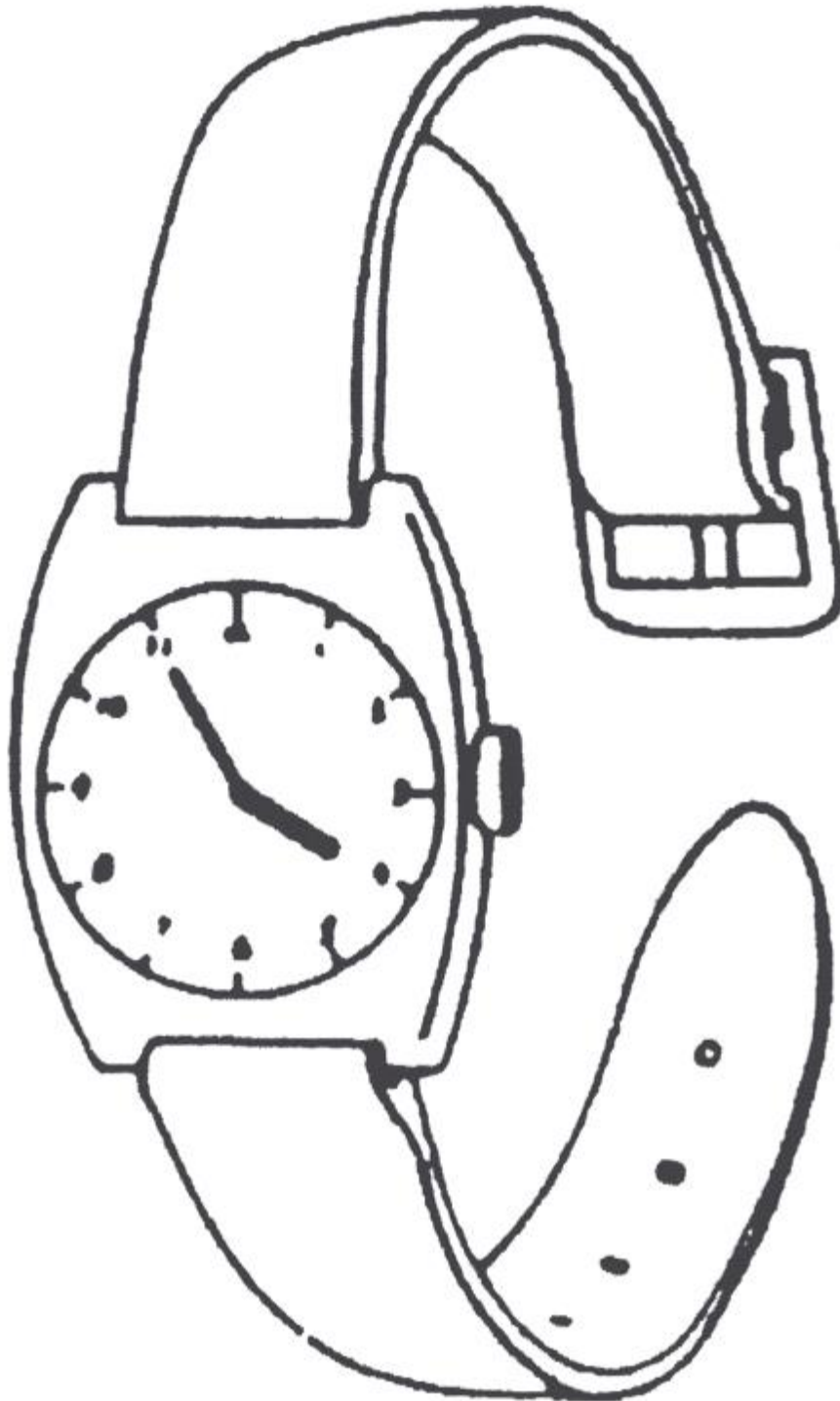
б) У унутрашњости \sphericalangle **А** налазе се тачке
 _____, _____ и _____.

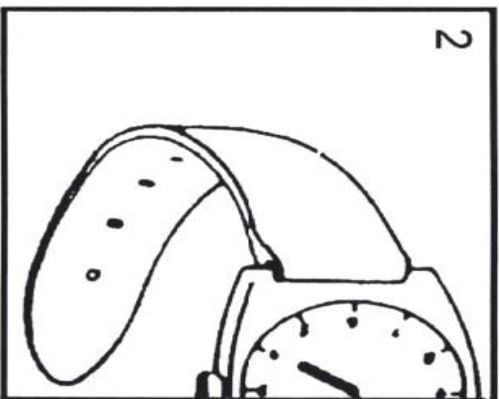
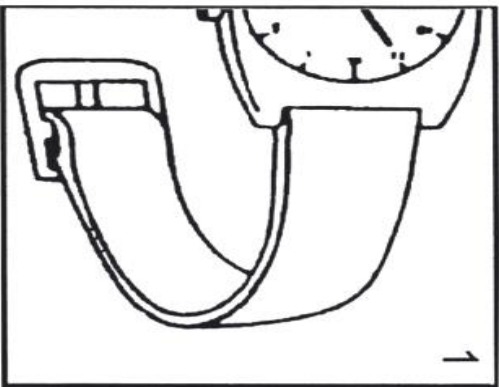
9. Израчунај обим троугла чије су странице $a = 2\text{ cm}$, $b = 5\text{ cm}$ и $c = 4\text{ cm}$



10. Све странице троугла чији је обим 24 cm јесу једнаких дужина. Нађи дужину страница троугла.

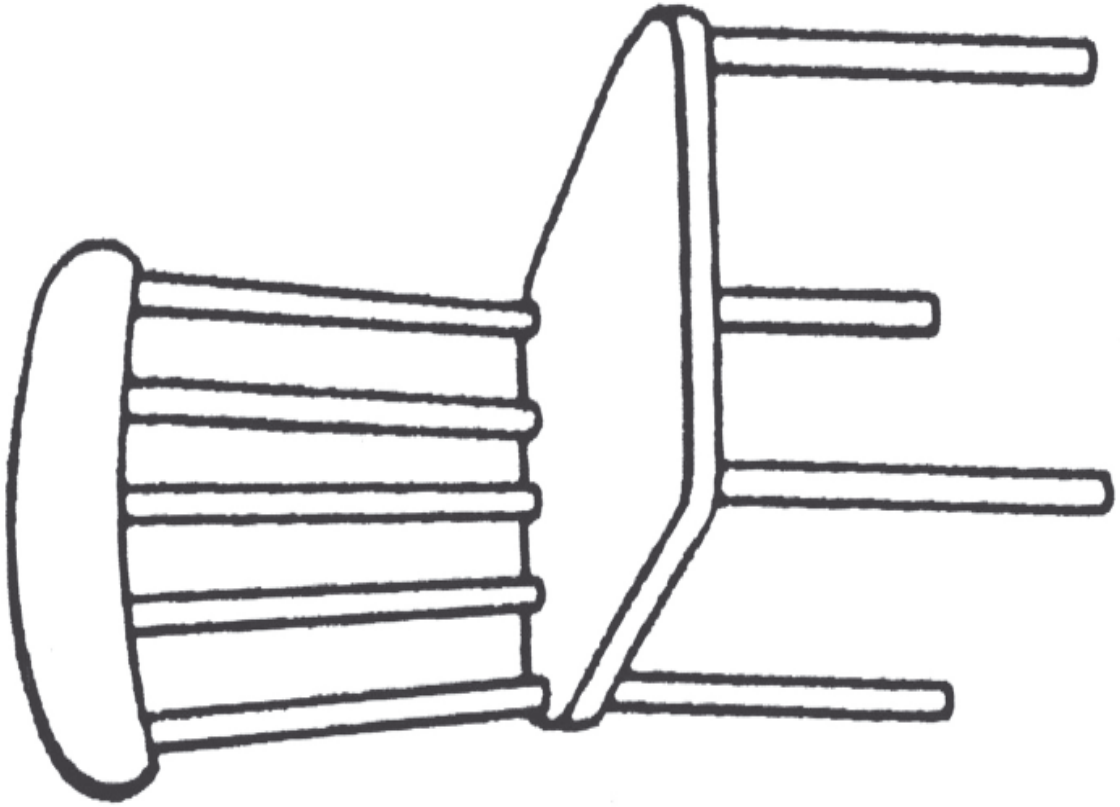
Прилог 8

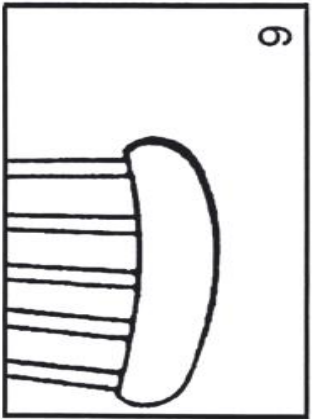
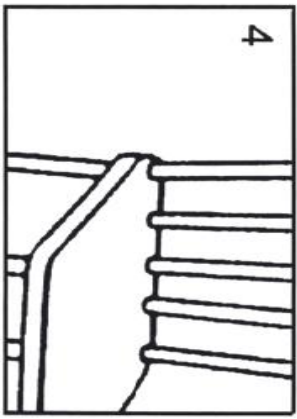
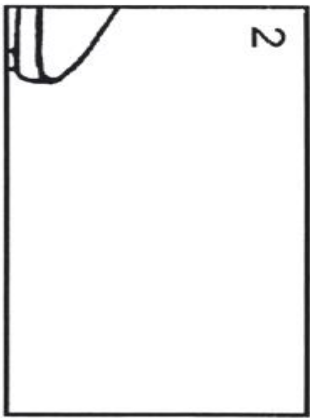
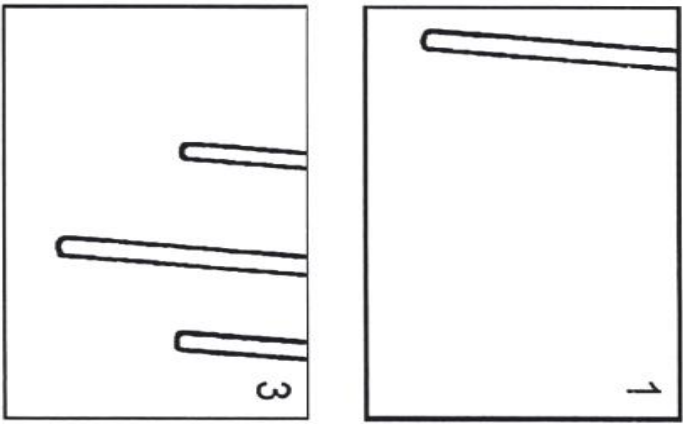
Тест за активну визуо-просторну радну меморију (*The Jigsaw Puzzle task*), приказан је само део теста





	 <p>JOLLY</p>
	 <p>JOLLY</p>

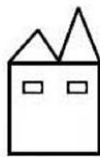
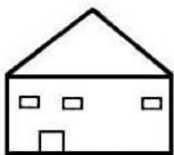
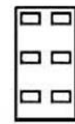
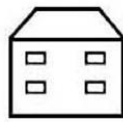
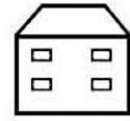
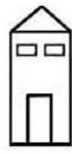




Прилог 9

Тест за пасивну визуо-просторну радну меморију (*The Houses Recognition test*), приказан је само део теста





Прилог 10

САГЛАСНОСТ РОДИТЕЉА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

Поштовани родитељи,

Обраћам Вам се са молбом да ми дате одобрење да Ваше дете учествује у истраживању које спроводим за свој докторски рад.

Основни циљ овог истраживања јесте да се процене математичке вештине и радна меморија која је повезана са усвајањем математичких знања. Математичке вештине и знање процениће се помоћу тестова знања из математике, задаци који су дати одговарају наставном програму за трећи разред, као и пређеном градиву. Радну меморију ћемо проценити са тестовима на којима ће дете одговорати усмено (препознавање датих објеката) и писмено (записивање редоследа датих објеката).

Математика као основни предмет има за циљ стицање знања, умења и навика. Организацијом наставе математике користећи одговарајући модел учења стварају се могућности за развијање свих интелектуалних способности детета. С тога су математичке вештине повезане са радном меморијом и утичу на боље разумевање и усвајање знања из области математике. Иако је математика предмет коме се посвећује највећа пажња, многа деца имају потешкоће у савладавању градива и усвајању математичких знања. Самим тим, резултати истраживања омогућавају добијање јасних смерница значајних у раној идентификацији ученика са тешкоћама у учењу математике, и могућих начина превазилажења истих.

Подаци су строго поверљиви и користеће се искључиво у научно-истраживачке сврхе. У самом раду неће бити коришћена имена деце. Податке из етичких разлога нећемо делити ни са ким, неће бити на располагању ни запосленима школе коју Ваше дете похађа. Уколико сами желите да знате резултате, можете ми се обратити.

Молим Вас да својим потписом потврдите да сте упознати са сврхом истраживања и да сте сагласни да у њему Ваше дете учествује.

Дете _____, основне школе

(име и презиме детета)

_____, _____.

(назив школе)

(разред и одељење)

(Ваш потпис)

Унапред Вам захваљујем на сарадњи!

Анита Ковачић Поповић
Факултет за специјалну едукацију и
рехабилитацију

anitakovacic987@hotmail.com

Прилог 11

Анита Ковачић Поповић

Биографски подаци

Анита Ковачић Поповић рођена је 07.09.1987. године у Новом Саду, Република Србија. Основну школу је похађала у Ковину, а средњу школу завршила је у Београду. Основне академске студије на Факултету за специјалну едукацију и рехабилитацију, Универзитета у Београду, студијски програм Специјална едукација и рехабилитација особа са моторичким поремећајима, уписала је школске 2006/2007. године. Дипломирала је 2010. године, са завршним радом на тему „Значај покретљивости у настави физичког васпитања “. Мастер академске студије, на Факултету за специјалну едукацију и рехабилитацију, Универзитета у Београду, студијски програм Специјална едукација и рехабилитација особа са моторичким поремећајима, уписала је школске 2010/2011. године. Одбраном завршног рада на тему „Анализа система подршке и активности у оквиру индивидуалног образовног плана“ стекла је звање мастер дефектолога. Докторске академске студије, на истом факултету уписала је школске 2012/2013. године. Све испите прве и друге године докторских академских студија положила је у предвиђеном року са просечном оценом 9,00.

Радно искуство

Анита Ковачић Поповић је рад у струци започела волонтерски 2009. године учешћем на пројекту „У друштву је лепше“ које је реализовало удружење грађана „Магично зрно“. Од 2011. године обавила је стручну праксу у установи „Дома за одрасла инвалидна лица“ на месту дипломираног дефектолога – соматопеда. У току 2012. и 2013. године учествовала је у изради и реализацији пројектних и других редовних активности Удружења станара Дома за одрасла инвалидна лица. Школске 2013. године радила је на замени као наставник психомоторних вежби у ОШ „Миодраг Матић“, а 2014. године на замени као наставник разредне наставе. Од 2013/2014. године ради у Савезу за церебралну и дечију парализу Београда, ангажована на одређени временски период по пројектним активностима.

Библиографски подаци

Научни радови у индексираним часописима

1. Ковачић Поповић, А. & Вујановић, М. (2016). Однос радне меморије и математичких вештина код ученика трећег разреда основне школе. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 48 (2), 321–338. DOI: 10.2298/ZIP1602321K
2. Вујановић, М., Илић Стошовић, Д., Ковачић Поповић, А. (2017). Hvat olovke i pritisak tokom pisanja kod determinante kvaliteta pisanja učenika razredne nastave. *Pedagogija*, 72 (3)279 – 289. UDK:159.94.4.072-053.5

Поглавље у монографији или рад у тематском зборнику међународног значаја

1. Ковачић Поповић, А. & Вујановић, М. (2016). Importance of early childhood development counseling in the process of prevention and early intervention in children with risk factor and disabilities. Tematski zbornik međunarodnog značaja „*Early Intervention in Special Education and Rehabilitation*”, 127-138.
2. Милivojeвић, М., Сretenовић, И., Ковачић, А. (2015). Problemi roditelja dece sa cerebralnom paralizom. V međunarodna konferencija *Aktuelna defektološka praksa*, Tematski zbornik radova, str. 142-151. Zrenjanin, ISBN 978-86-913605-7-3.
3. Илић – Стошовић Д., Ковачић А., Nikolić S., Maksić J. (2012). The analyzes of individual education plans for children with cerebral palsy. University of East Sarajevo – Faculty of Medicine Foca, Bosnia and Hezegovina. Association of Special Educators and Rehabilitators of Serbia. str. 133-147.
4. Сretenовић, И., Marković, М., Вујановић, М., & Ковачић А. (2018). Attitudes of students of typical development towards their peers with disabilities. In N. Hrvatić (Ed.), 3rd International Scientific Conference „Pedagogy, Education and Instruction“: Conference Proceedings, Mostar, Bosnia and Herzegovina, October 21st - 22nd; Organizer: University of Mostar, Faculty of Science and Education (pp. 522-528). Mostar: University of Mostar, Faculty of Science and Education.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини

1. Sretenović, I., Marković, M., Milivojević, M., Kovačić, A. (2015). Stavovi nastavika prema inkluzivnom obrazovanju dece sa smetnjama u razvoju. XXI naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik radova, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet, 159–166.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. Sretenovic, I., Milivojevic, M., Kovacic, A. (2014). Engagement of elderly persons with disability in different social organizations. III International Scientific Conference *Special Education and Rehabilitation – Adult Persons with Disabilities*, University of Belgrade, Faculty of Special Education and Rehabilitation, Book of Abstracts, ISBN 978-86-6203-052-8.
2. Ковачић, А., Илић-Стошовић, Д., Миливојевић, М., Сретеновић, И. (2014). Индивидуални образовни план за српски језик и математику. V међународна научна конференција *Инклузија у предшколској установи и основној школи*, Зборник резимеа, стр. 39,123, Београд: Институт за педагошка истраживања.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу

1. Kovičić Popovic, A., Nikić, R., Eminović, F., Milivojević, M. (2017). Visuo-spatial working memory in children with learning difficulties in mathematics. XXIII naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik rezimeа, str. 71-72, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet.
2. Milivojević, M., Kovačić, A., Sretenović, I. (2015). Moralno rasuđivanje lako intelektualno ometenih učenika sa cerebralnom paralizom. XXI naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik rezimeа, str. 60, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet.
3. Sretenović, I., Marković, M., Milivojević, M., Kovačić, A. (2015). Stavovi nastavika prema inkluzivnom obrazovanju dece sa smetnjama u razvoju. XXI naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik rezimeа, str. 59, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet.

4. Sretenović, I., Marković, M., Milivojević, M., Kovačić, A., Rodić, T. (2014). Stavovi roditelja dece tipične populacije prema inkluzivnom obrazovanju dece sa smetnjama u razvoju. III stručno-naučni skup sa međunarodnim učešćem *Aktuelnosti u edukaciji i rehabilitaciji osoba sa smetnjama u razvoju*, Zbornik rezimea, str. 35, Smederevo.
5. Milivojević, M., Kovačić, A., Sretenović, I. (2014). Položaj osoba sa invaliditetom u Srbiji – pogled iz perspektive učenika srednješkolskog uzrasta. III stručno-naučni skup sa međunarodnim učešćem *Aktuelnosti u edukaciji i rehabilitaciji osoba sa smetnjama u razvoju*, Zbornik rezimea, str. 120, Smederevo.
6. Milivojević, M., Nikolić, S., Ilić-Stošović, D., Sretenović, I., Kovačić, A. (2014). Socijalne sposobnosti dece u razvojnoj grupi. XX naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik rezimea, str. 71-72, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet.
7. Ковачић, А., Миливојевић, М., Сретеновић, И., Зубер, И. (2014). Анализа система подршке коју наставници добијају од стручних сарадника у редовној школи. Стручно-научни семинар са међународним учешћем *Дани дефектолога Србије 2014*, Зборник резимеа, стр. 45, Златибор.
8. Миливојевић, М., Николић, С., Илић–Стошовић, Д., Сретеновић, И., Ковачић, А. (2014). Ганзберг тест као основа за креирање индивидуалних модела подршке. Стручно-научни семинар са међународним учешћем *Дани дефектолога Србије 2014*, Зборник резимеа, стр. 23, Златибор.
9. Сретеновић, И., Станисављевић, Ј., Миливојевић, М., Шарац-Марић, Г., Ковачић, А. (2013). Социјални домен квалитета живота особа са церебралном парализом. II стручно-научни скуп са међународним учешћем *Актуелности у едукацији и рехабилитацији особа са сметњама у развоју*, Зборник резимеа, стр. 89, Шабац.
10. Миливојевић, М., Илић-Стошовић, Д., Сретеновић, И., Ковачић, А. (2013). Средина као детерминанта школског постигнућа ученика основне школе и њихова перцепција фактора школског неуспеха. II стручно-научни скуп са међународним учешћем *Актуелности у едукацији и рехабилитацији особа са сметњама у развоју*, Зборник резимеа, стр. 71, Шабац.
11. Ковић, А., Миливојевић, М. (2013). Емоционално стање одраслих особа са invaliditetom. XX naučni skup *Empirijska istraživanja u psihologiji*, Zbornik rezimea, str. 97-98, Univerzitet u Beogradu: Filozofski fakultet.
12. Ковачић, А., Миливојевић, М., Зубер, И., Еминовић, Ф. (2013). Квалитет живота особа са моторичким поремећајима у установи социјалне заштите. Стручно-

научни семинар са међународним учешћем *Дани дефектолога Србије 2013*, Зборник резимеа, стр.120-122, Суботица.

13. Ковачић, А., Миливојевић, М., Еминовић, Ф. (2012). Физичка оштећења код особа са моторичким поремећајима. I стручно-научни скуп са међународним учешћем *Актуелности у едукацији и рехабилитацији особа са сметњама у развоју*, Зборник резимеа, стр. 28, Шабац.
14. Drčelić M., Ivanović L., Kovačić A. (2011). Predškolsko obrazovanje u inkluzivnom društvu – zakonska regulativa i primeri dobre prakse. Prvi međunarodni skup studenata specijalne edukacije i rehabilitacije. Zbornik rezimea. Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Univerzitet u Beogradu, Beograd. str. 193-194.

Образац 5.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Анита Ковачић Поповић

Број индекса 6/12 д

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Утицај визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 10.12.2018.

Anita Kovacic Popovic

Образац 6.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора Анита Ковачић Поповић
Број индекса 6/12 д
Студијски програм Специјална едукација и рехабилитација
Наслов рада Утицај визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких
вештина код деце са тешкоћама у учењу математике
Ментор др Снежана Николић

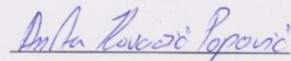
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 10.12.2018.



Образац 7.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Утицај визуо-просторне радне меморије на усвајање математичких вештина код деце са тешкоћама у учењу математике

која је моје ауторско дело.

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

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

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

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 10.12.2018.

Анка Калетић Поповић