УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА СПЕЦИЈАЛНУ ЕДУКАЦИЈУ И РЕХАБИЛИТАЦИЈУ

Анита А. Ковачић Поповић

УТИЦАЈ ВИЗУО-ПРОСТОРНЕРАДНЕ МЕМОРИЈЕНА УСВАЈАЊЕ МАТЕМАТИЧКИХ ВЕШТИНА КОД ДЕЦЕ СА ТЕШКОЋАМА У УЧЕЊУ МАТЕМАТИКЕ

Пројекат докторске дисертације

Ментор
Проф. др Радмила Никић

Београд, 2016

САДРЖАЈ

УВОД ... 3

I ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА ... 4

1.1. Теоријска разматрања основних појмова ... 4

1.2. Радна меморија ... 10

1.3. Претходна истраживања ... 12

II МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА ... 19

2.1. Проблем и предмет истраживања ... 19

2.2. Циљ истраживања ... 19

2.3. Задаци истраживања ... 19

2.4. Хипотезе истраживања ... 20

2.5. Варијабле истраживања ... 21

2.7. Организација истраживања ... 22

2.8. Методе истраживања ... 22

2.9. Поступци и инструменти истраживања ... 23

2.9.1. Поступак истраживања ... 23

2.9.2. Инструменти и начини прикупљања података ... 23

2.9.2.1. Општи упитник о основним подацима о испитанику ... 23

2.9.2.2. Тест за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике ... 23

2.9.2.3. Процена визуо-просторне радне меморије ... 24

2.9.2.4. Процена знања из математике ... 25

2.10. Статистичке мере ... 26

2.11. Очекивани резултати и научни допринос ... 27

Иницијална литература ... 28

УВОД

Радна меморија игра суштинску улогу у свакодневним когнитивним задацима. Различити модели и теорије радне меморије, говоре о различитим погледима на карактер, структуру и функцију радне меморије. Вишекомпонентни модел Бедлија и Хича (Baddeley & Hitch, 1974, 2000) представља велики помак у психологији људског памћења. У њиховом моделу радне меморије постоје три компоненте. Централни извршитељ је компонента одговорна за контролу ресурса и праћење процесирања информација преко информационих домена, док складиштење информација се извршава путем два система: фонолошке петље, која привремено складишти информације и визуо-просторни део који је одговоран за привремено задржавање и манипулисање визуелним и просторним представама (Baddeley, 2000; Cornoldi & Vecchi, 2003). Основна карактеристика радне меморије је њено складиштење и манипулација информацијама.Она има ограничен капацитет, који подразумева способност да особа запамти одређени број објеката или делова објеката.

Радна меморија је повезана и са другим способностима, повезана је и са успехом у различитим академским областима. Истраживања која су рађена из области радне меморије у настави математике, истичу њену важност на усвајање знања из математике, условљено ефикасним деловањем радне меморије. Радна меморија представља важан фактор у разумевању индивидуалних разлика код деце у постигнућима из математике, као и код деце са сметњама у развоју, где би побољшањем радне меморије утицали на бољу пажњу и усмереност на решавање задатака. Проблем нашег истраживања се односи на то да ли ученици са тешкоћама у учењу математике имају смањен капацитет визуо-просторне радне меморије, која може да утиче на слабија постигнућа у школи.

I ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА

1.1.Теоријска разматрања основних појмова

Термин **сметње у учењу** користи се од 1963.године (Reid, 2000) ради описа озбиљних тешкоћа и проблема које су нека деца имала при учењу. Код деце је присутно 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). Бројне дефиниције (настале као последица сложености самога феномена) неретко збуњују и отежавају схватање суштине самога проблема.

Специфичне сметње у учењу не представљају јединствен термин, него имплицирају многобројне појединачне сметње, а свака од њих је узрок за отежано учење, тј. поремећај у једном или више основних процеса укључених у разумевање говорног и писаног језика. Сметње се могу испољити у виду тешкоћа у слушању, мишљењу, говору, читању, писању или рачунању, иако постоји просечна интелигенција. Деца са специфичним сметњама у учењу испољавају 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 Plećević, 2011).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 треба да раде наставници, и да се на одговарајући начин припреме

(Obradović, Bjekić i Zlatić, 2011). Од укупног броја деце са специфичним сметњама у учењу, око 6% су деца са проблемима у усвајању и учењу математике (Kendal, 2000). Тешкоће у решавању математике тумачене су у склопу специфичних сметњи учења све до прошле деценије, када се почињу објашњавати и тумачити као засебна сметња (Golubović, 2004). Деца са тешкоћама у учењу се међусобно разликују по способностима и могућностима, тешкоћама и начинима учења, што представља проблем осмишљавања јединственог модела за учење. Неадекватна методика математике може бити један од разлога због којег деца имају тешкоће у усвајању исте (Bojanin, 2002). С тога су наставници додатно оспособљени за рад са децом која имају сметње у учењу и обучени су да препознају њихове очуване способности, те да на тој основи подстакну дечији развој и да задовоље образовне, емоционалне и социјалне потребе детета у оквиру образовног програма. Што се тиче програма, они су тако припремљени да омогућују активан однос детета према наставном садржају и сталну комуникацију и интеракцију са наставником и вршњацима. Истраживања која су рађена (Conell, 2003; Denckla, 1991; Krstić, 2001; Telzrow & Bonar, 2002), упућују да током школовања, у млађим разредима, деца успевају да одговоре захтевима који се постављају пред њих. Касније, када задаци бивају засићени временским ограничењима, са повећавањем захтева, показују се тешкоће и успех изостаје.

Математика као основни предмет, који се изучава у разредној настави назива се почетна или елементарна математика, и има за циљ стицање знања, умења и навика. Она је одређена садржајима, циљевима и задацима који су дати одговарајућим наставним 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 (Rackov, 2011). 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 једнакобројних скупова, појму више-мање и појму релације функције (Pinter, Krekić i Ćetković, 2002). Састављање и растављање скупова је увод у сабирање и одузимање. 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).

У почетној настави математике формирају се дететови ставови према математици, који могу значајно утицати на његов будући математички развој. Истраживања су показала да се до дететове једанаесте године обликује његов 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 (Ilić, Gajić i Maljković, 2008).Проблеми методике наставе математике не своде се искључиво на наставу која подразумева само образовање, већ методика наставе математике решава и проблеме васпитања и формирања личности ученика. Радојевић (1984) наводи да математичке вредности ученика у почетној настави математике изграђују његову математичку мисао, издвајају се из широког дечијег умног потнцијала и истичу на прво место у ђачком мишљењу (Rackov, 2011).

Постоји више дефиниција **дискалкулије** које, полазе од тога да је то једна од специфичних сметњи у учењу која се јавља у области рачунања. Према Вичеку (2007), дискалкулија се понекад јавља заједно са сметњама у писању и читању, а може да се јави и самостално. УМеђународној 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. То су таква одступања, која стварају особи озбиљне тешкоће у савладавању математике без обзира на степен интелектуалног развоја, нормално функционисање чула, и оптималне услове редовног учења. 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 ЦНС-а: првенствено паријеталног, окципиталног и темпоралног кортекса (Golubović, Š. i Golubović, B., 2003). 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. 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 (Bojanin, 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).Број деце са дискалкулијом у основним школама креће се у распону од 3-6,5% (Gross-Tsur , Manor & Shalev, 1996; Lewis , Hitch , Walker, 1994; Hein, Neumarker & Bzufka, 2000).

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).Velišek-Braško (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 х и :); показују тешкоће приликом препознавања и примењивања математичких симбола (+, -, х , :, =, >, <), показују неспособност да запамте неке аутоматизоване редоследе и низове (нпр. дани у недељи или месеци у години), глобално не препознаје количину. У прилог овоме, Голубовић истиче опште и специфичне потешкоће које се јављају код деце са дискалкулијом (Golubović, 2004).

Када говоримо о дискалкулији,Posokhova (2001) наводи да постоји неколико облика, а то су:

1) Вербална – где 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 (диспрактична) 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. Дискалкуличне сметње могу бити самосталне или, што је чешће, комбиноване са сметњама читања и писања. 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). Шавел и сарадници (Shalev,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 & Orly, 1995). Бојанин (1985) исказује да проблеме на паријето-темпоро-окципиталној промени у мозгу код детета изазивају тешкоће у разликовању леве и десне стране, проблем у орјентацији у простору, што изазива тешкоће у схватању односа међу стварима и симболима уопште (Suzić, 2008).

Учесталим проблемом деце која имају потешкоће у учењу математике долази се до потребе за **инклузивном наставом**(енгл. *inclusive teaching*) која подразумева процес организованог учења и поучавања, обухватајући децу и младе са препрекама у учењу и учешћу, односно ученике са посебним образовним потребама (деца са сметњама у развоју и даровита деца) и све остале ученике у одељењу према њиховим индивидуалним потенцијалима, интересовањима и очекиваним исходима до личних максимума (Ilić, 2007). Петковић (2009) наводи да су у инклузивној настави прихваћена и оптимално укључена деца са сметњама у развоју, без обзира на њихову психофизичку развијеност, расну, етничку, лингвистичку или било коју другу припадност или одређење. Један од основних циљева инклузивне наставе, јесте стварање услова за задовољавање индивидуалних потреба сваког детета. Управо свест о разликама међу децом јесте почетни корак за размишљање о начину прилагођавања наставе њиховим индивидуалним способностима (Vujačić, 2009). Инклузивном наставом утичемо на одбацивање дискриминације, али кроз процес који захтева тимски рад који укључује стручњаке, родитеље, наставнике и дете, у циљу што бољег упознавања развојних и образовних потреба, и задовољавања истих. Данас се и у свету, а и код нас у васпитно-образовној пракси промовише идеја инклузивног образовања, која би деци са сметњама у учењу требало да осигура лак приступ образовању, које им повећава шансе за квалитетан живот.

Кроз образовни процес и школовање уопште истиче **сеуспех у настави**који подразумева исказивање остварених материјалних (информативних, спознајних, когнитивних), функционалних (формативних, психомоторних, оперативних) и васпитних задатака тј. квалитета и квантитета стеченог знања. Исти се исказује

нумерички и кроз описно оцењивање (Поткоњак и сар., 1996). Успешан је онај ученик који је у одређеном степену овладао знањима, вештинама, ставовима и облицима понашања потребним за даље учење које захтева наставни план и програм. Наставник одређује ученикове степен успешности. Према Закону о основном васпитању и образовању Републике Србије (2013), успех ученика у школи изражава се бројчаном оценом из обавезних и факултативних предмета, док у првом разреду то је описно и утврђује се на крају првог и другог полугодишта, на основу описних оцена о развоју и напредовању ученика у току савладавања школског програма; у осталим разредима, закључна оцена из предмета је бројчана, осим из изборних предмета прописаних Законом (Члан 61).

1.2.Радна меморија

Радна меморија је систем ограничених капацитета који омогућује да се информације чувају и привремено њима манипулише (Baddeley, 2000). Сам термин радна меморија еволуирао је од ранијег концепта краткорочног памћења, с тим што се краткорочно памћење односи на једноставно и привремено складиштење података, за разлику од радне меморије која подразумева комбинацију складиштења и манипулације (Baddeley, 2012). Најраспрострањеније прихваћен концепт радне меморије је Бедлијев вишекомпонентни модел (Baddeley,1986, 2000).

Појам радна меморија 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 истовремео дешавају и други ментални процеси (Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto, 2004). Према Бедлију и Хенрију (Baddeley, 2000; Henry, 2001) радну меморију конституишу најмање три компоненте: централни извршитељ, задужен за контролу и регулацију целокупног система радне меморије и садејство дугорочне и радне меморије, и два потчињена, модално специфцна система – фонолошка петља и визуо-просторна контура (матрица), задужена за привремено чување вербалних, односно визуелних и просторних информација. У новије време у модел радне меморије је уведен и концепт епизодичког складишта („бафера“), који је представљен као модално неутрална компонента складишта, задужена за интеграцију информација из подкомпоненти радне меморије и

дугорочне меморије (Buha i Gligorović, 2012;Gathercole& Baddeley, 2014). Овај модел је примењен 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).

Основна карактеристика радне меморије је њено складиштење и манипулација информацијама. Радна меморија има ограничен капацитет, па свако преоптерећење информацијама током неке когнитивне активности може довести до њиховог потпуног губитка из овог привременог меморијског система (Gathercoleet al., 2006). За разлику од радне меморије, краткорочно памћење се односи на капацитет складиштења информација и обично се процењује серијским задацима, који подразумевају вербално понављање речи или бројева. Капацитет вербалне краткорочне меморије и радне меморије варираод појединца до појединца (Pickering, Gathercole & Peaker, 1998). Што је капацитет радне меморије нижи долази до неусмерености и сањарења током решавања задатка (Kaneet al., 2007), као и тешкоћа у домену саморегулације у типичој популацији (Hofmann et al., 2008). 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 et al., 2006). Ограничење когнитивног система се односи на број смисаоних јединица са којима је могуће истовремено процесуирати. 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 серји 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). Код деце са тешкоћама у учењу и сметњама у развоју, радна меморија је повезана сауспехом у различитим академским областима.De Jong (1998) наводи да стицање вештине читања почива на ефикасности радне меморије пре него на једноставним краткорочним складиштењу језичког материјала. Такође, усвајање знања из математике условљено је ефикасним деловањем радне меморије (Gernsten et al., 2005).

1.3. Претходна истраживања

Већина досадашњих истраживања испитује значај радне меморије код деце различитог узраста и стања, као и повезаноста са другим когнитивним функцијама. 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). 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. У усвајању знања из појединих предмета од користи је радна меморија јер подразумева памћење информација битних за тренутни рад, тј. менталну активност у датој проблемској ситуацији. Према томе, деца која имају нижи капацитет радне меморије не могу до краја да изврше задатак, јер се њихове информације губе и на тај начин успорава учење или имају тешкоће у учењу.

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. 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 његовом моделу радне меморије идентификоване су три компоненте: централни извршитељ, фонолошка петља и визуо-просторна контура. Услед недостатка ових компоненти долази до различитих дефицита код деце у извршавању когнитивних задатака (Baddeley, 2007, Baddeley, 2012).

Истраживање (Sweller et al., 1998) је показало да су људи способни да раде смо с два ии 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 нанеки 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 (Gathercole & Alloway, 2007) се повећава током детињства, где 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. Мала деца обично имају врло мале капацитете који се постепено повећавају до тинејџерских година, када је капацитет двоструко већи него на узрасту од 4 године. 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). Чињеница је да деца која имају нижи капацитет радне меморије, такође 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, 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.

У истраживању капацитета визуелне радне меморије, аутори (Eng, Chen & Jiang, 2005) су користили задатке промене регистровања како бисазнали 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 сложеношћу 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.

Прегледом досадашње литературе, показало се да радна меморија има значајан утицај на академска достигнућа 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 Smedtet 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, 2001).

Визуо-просторнамеморија 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) информације. 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 визо-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 орјентацији, 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 озбиљност 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 интуитивној геометрији, и обе доприносе академским достигнућима у геометрији. Такође су приложили да визуо-просторна радна меморија је важна подршка стицању геометријских појмова него основних јединица у математици. Док у другој студији (Mammarella, Giofrè, Ferrara & Cornoldi, 2013) циљ је био да се испита однос између визуо-просторне радне меморије и интуитивне геометрије код деце са потешкоћама у невербалном учењу. Резултати су показали да је процена визуо-просторне радне меморије важна за анализу ове деце. Према томе, тешкоћа визуо-просторне радне меморије је примарна у објашњењу наступања деце која показују знаке тешкоће невербалног учења, па је неуспех у интуитивној геометрији посредан вредностима задатака просторно радне меморије.

У студији Аловеј и сарадника 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 4 године старости и остаје током детињства“ (Andersson & Lyxell, 2007).

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 (кинеске карактере), 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 може да утичу и други перцептивни фактори, као што су број објекта и њихове просторно временске особине.

Математичке потешкоће према Гирију (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, је показала 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 школским активностима, појединачних предмета и задатака у оквиру њих, од деце се тражи да следе инструкције у неколико корака. У математичким задацима би то подразумевало, да ученик јасно следи дата упутства за извршење проблемске ситуације. У студији (Gathercole& Alloway, 2008) су установили да код деце са сиромашном радном меморијом 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 квалитета рада (Ivarsson & Strohmayer, 2010).

У психолошкој литератури се школски успех ученика повезује са когнитивним способностима, истраживање (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. Док су претходном истраживању (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006) дошли до сличних резултата, да ученици са већим способностима радне меморије су бољи у школи, док ученици са нижим способностима радне меморије постижу лошије резултате у школи.

Када се разматра значај радне меморије код деце са тешкоћама у учењу, њени дефицити имају 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, резултати истраживања су показали да тренинг компјутеризованом радном меморијом доводи до значајних побољшања вербалне радне меморије и аритметичких вештина (Ivarsson & Strohmayer, 2010). Док 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, 2013). 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). Резултати би употпунили не тако богате теоријске оквире утицаја радне меморије на постигнућа код деце са тешкоћама у учењу математике и указали на смернице рада са овом децом у настави математике.Импликацијама нових сазнања допринеће се бољем разумевању проблема које имају деца са тешкоћама у учењу, а тиме ће се отворитии нова питања која треба додатно истражити, као и давање предлога за будућа истраживања и практичан рад у инклузивним условима.

II МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Проблем и предмет истраживања

Радна меморија има важну улогу у учењу, посебно током детињства. Она представљакогнитивни 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 потешкоћама у математици у основној школи, полазећи од питања: Да ли визуо-просторна радна меморија, као ограничен капацитет когнитивног процеса, има значаја у усвајању математичких појмова, релација и операција код деце са тешкоћама у учењу математике, и тиме има значајну улогу на решавање математичких задатака.

2.2. Циљ истраживања

Основни циљ овог истраживања је утврдити капацитет визуо-просторнерадне меморије код ученика са тешкоћама у учењу математике и његов утицај на решавање математичких задатака.

2.3. Задаци истраживања

Из овако дефинисаног циља истраживања произилазе следећи задаци:

- Испитати математичке вештине код деце са тешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Испитати капацитетактивне и пасивне визуо-просторне радне меморије код деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Испитати постигнућа на тесту знања из математикекод деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;

- Испитати повезаност активне визуо-просторне радне меморије и области математичких вештинакод деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Испитати повезаност пасивне визуо-просторне радне меморије и области математичких вештина код деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Испитаати повезаност активне визуо-просторне радне меморије и постигнућа на тесту знања из математике код деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Испитаати повезаност пасивне визуо-просторне радне меморије и постигнућа на тесту знања из математике код деце сатешкоћама у учењу математике у односу на децу без тешкоћа у учењу.

2.4. Хипотезе истраживања

На основу постављеног циља истраживања општа хипотеза гласи:

Предпостављамо да смањени капацитет визуо-просторне радне меморије код деце са тешкоћама уучењу математике значајно утичу на усвајање математичких појмова и решавање аритметичких операција.

На основу истраживачких задатака посебне хипотезе гласе:

- Деце са тешкоћама у учењу математике имају проблеме у појединим областима математичких вештина у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Капацитет активне и пасивне визуо-просторне радне меморије је нижи код деце са тешкоћама у учењу математикеу односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижа постигнућа на тесту знања из математике у односу на децу без тешкоћа у учењу;
- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне визуо-просторне радне меморије, као и проблеме у појединим областима математичких вештина;
- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет пасивне визуо-просторне радне меморије, као и проблеме у појединим областима математичких вештина;

- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет активне визуо-просторне радне меморије, па су нижа и постигнућа на тесту знања из математике;
- Деца са тешкоћама у учењу математике имају нижи капацитет пасивне визуо-просторне радне меморије, па су нижа и постигнућа на тесту знања из математике.

2.5. Варијабле истраживања

Зависне:

Ефикасност визуо-просторнерадне меморије идентификоватћемо као зависну варијаблу, и то:

- Капацитет визуо-просторне радне меморије процењен на специфичним тестовима;
- Проценат грешака на тестовима;
- Потребно време за израду теста.

Независне:

- Опште демографске варијабле (варијабле везане за пол испитаника и варијабле везане за године живота испитаника)
- Варијабле везане за активну визуо-просторну радну меморију (постигнућа на тесту: The *Jigsaw Puzzle task*, адаптиранVecchi & Richardson, 2000*)*.
- Варијабле везане за пасивну визуо-просторну радну меморију (постигнућа на тесту: *The Houses Recognition test*, адаптиран Mammarella, Cornoldi & Donadello, 2003).
- Варијабле везане за области математичких вештина (постигнућа на тесту: *Neuropsychological Test Batteryfor Number Processing and Calculation in Children - ZAREKI-R*(преузет одvon Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006).
- Варијабле везане за знање из математике (постигнућа на тесту знања из математике, преузет од Jovanović, Jovanović, Banković-Gajić, Nikolić, Svetozarević & Ignjatović-Ristić, 2013 и постигнућа из предмета математика на крају претходног полугодишта);

2.6. Узорак истраживања

Узорак за истраживање обухватиће 900-1000 испитаника, оба пола, узраста од 9 до 10 година који похађају трећи разред према редовном наставном плану и програму у редовним основним школама. Испитаници ће се подвргнути иницијалном тестирању, чији ће циљ бити идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике. Од укупног броја тестираних испитаника одабраће се 60 испитаника за експерименталну групу који ће имати тешкоће у учењу математике и 60 испитаника за контролну групу који неће имати никакве тешкоће у учењу. Критеријуми које морају да задовоље ученици да би ушли у узорак су: потврђена тешкоћа у учењу математике, да су редовно похађали наставу, да немају психијатриске и друге психолошке поремећаје, да похађају друго полугодиште трећег разреда по редовном наставном плану и програму.

Истраживање ће бити реализовано током 2016. године на територији Републике Србије.

2.7. Организација истраживања

Током 2014. и 2015. године припремана је тематска библиографија на тему визуо-просторне радна меморија код деце са тешкоћама у учењу математике у основној школи. У другој фази је сачињен предлог истраживања. У наредној фази, која је планирана за 2016. годину, приступиће се планирању и организовању самог спровођења истраживања, тј. прикупљању података коришћењем припремљених мерних инструмената. Након тога следи статистичка обрада података и писање извештаја о спроведеном истраживању.

2.8. Методе истраживања

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

Методу теоријске анализесадржајапримениће мо у стварању теоријске основе истраживања, са циљем да се теоријски расветли проблем истраживања и тиме омогући фокусирање на предмет истраживања, дефинисање основних појмова, утврђивање циља истраживања, задатака истраживања и истаживачких хипотеза, као и за поређење добијених резултата са резултатима досадашњих истраживања. У методи теоријске

анализе ослонићемо се и на анализу доступне и релевантне литературе из наведене области.

Дескриптивна метода биће примењена 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.

2.9. Поступци и инструменти истраживања

2.9.1. Поступак истраживања

Испитаници ће, након давања сагласности и пристанка родитеља на испитивање њихове деце, бити подвргнути тестирању. Испитаници ће бити тестирани индивидуалноу више наврата.

2.9.2. Инструменти и начини прикупљања података

У истраживању ће бити коришћени следећи инструменти и следећи начини за прикупљање података.

2.9.2.1.Општи упитник о основним подацима о испитанику

Протокол основних информација о испитанику, прикупљање анамнестичких података и података из психолошке документације испитаника.

2.9.2.2. Тест за идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике

За идентификовање деце са тешкоћама у учењу математике користиће се *Neuropsychological Test Batteryfor Number Processing and Calculation in Children - ZAREKI-R*(преузет одvon Aster, Weinhold Zulauf & Horn, 2006). Батерија је погодна за популацију ученика од првог до трећег разреда основне школе и испитује неколико основних вештина потребних за усвајање аритметичких знања и њихово разумевање. Тест се састоји од 12 подтестова:

1) Бројање (деца треба да нумеришу различити скуп тачака);
2) Усмено бројање уназад (деца треба да броје тачке уназад од 23 до 1 и од 67 до 54);

3) Писање бројева (од деце се тражи да пишу арапским бројевима осам бројева који су претходно усмено изговорени);
4) Ментално рачунање (усмено су презентовани задаци сабирања, одузимања, можења и дељења, а дете треба да их реши);
5) Читање бројева (од деце се тражи да наглас прочитају осам бројева написаних арапским цифрама);
6) Позиционирање бројева на скали (скале су вертикалне линије означене са 0 на почетку и 100 на врху, које су пресечене са четири хоризонталне линије. Од деце се тражи да означе на хоризонталним линијама оно што одговара арапском броју, усмено или визуелно представљеног);
7) Понављање бројева унапред и уназад (секвенце бројева су у растућем низу које се представљају. Код понвљања бројева унапред дете треба да понавља цифре истим редоследом, као што их испитивач изговара. Код понављања уназад, испитаник понавља цифре обрнутим редоследом);
8) Усмено поређење (усмено су презентовани парови бројева, а дете мора да процени који је број већи);
9) Перцептивна процена износа (у количини појмова који су приказани на слици, а који су визуелно презентовани у трајању од 5 секунди, дете треба да изговори приближан број, без бројања);
10) Когнитвна процена износа (дете мора да процени реченице у смислу повезаноти између количине и контекста, нпр: Десет листова на дрвету је мало, средње или много?);
11) Решавање проблема (дете треба да реши нумеричке проблеме растуће сложености, нпр: Петар има 12 кликера, дао је 5 његовој другарици. Колико кликера сада Петар има?);
12) Писмено поређење (визуелно су презентовани парови бројева у арапској нумерацији, а дете треба да процени који је већи).

Сваки подтест проверава способности, на основу којих се може установити тешкоће које имају деца са проблемима у решавању математике. Батерија је дизајнирана тако да деца морају да одговарају усмено или писмено на појединим субтестовима. Тест траје у просеку између 15 и 30 минута.

2.9.2.3. Процена визуо-просторне радне меморије

За процену активне визуо-просторнерадне меморије користићемоThe *Jigsaw Puzzle task* (адаптиран, Vecchi & Richardson, 2000*)*. Овај тест се састоји од 28 цртежа. Сваки цртеж је подељен између две и 10 нумерисаних делова који формирају слагалицу. Цртежи презентују познати објекат. Сваки комплетан цртеж је презентован на по две секунде заједно са вербалним називом, а онда склоњен. Материјал сваке слагалице и одговарајућа подлога (празна табела са бројем ћелија који одговарају броју делова слагалице) представљени су испред испитивача са деловима без икаквог редоследа; слагалице морају да буду решене не померајући делове већ пишући или означавајући одговарајући број сваког дела, у табели на којој се одговара. Ниво комплексности је представљен бројем тих делова који сачињавају сваку слику од 1 до 10. Задатак укључује визуо-просторну радну меморију.

Испитанику се дају следеће инструкције: „Погледај овде, сада ћу показати слику предмета (нпр. лампа), затим ћу је склонити. Испред тебе је шаблон са деловима ове слике, неправилног распореда, које треба да саставиш да би добио целу слику, али тако што ћеш писати бројеве делова у табелу поред“. За обављање овог задатка имаш минут и по времена.

Напомена: Тест се прекида када дете пропусти две ставке у слагању исте слике.

За процену пасивне визуо-просторне радне меморије користићемо *The Houses Recognition test* (Houses) (адаптиран Mammarella, Cornoldi & Donadello, 2003). Стимулуси су шематски цртежи кућа које се виде спреда, иницијално сет од две куће је показан у периоду од три секунде, одмах након презентације учесници треба да препознају циљну кућу у оквиру сета од четири стимулуса. Затим сет од три кућице се презентује у истом времену трајања, а учесници то морају да препознају између 6 осталих кућа итд. Ниво комплексности дефинисан је као број кућа који треба да се препозна (2 до 6).

Испитанику се дају следеће инструкције: „Ја ћу ти сада показати папир са кућама, посматрај их добро, јер ћу их склонити и показати ти други папир са кућама, од којих ти треба да препознаш које су биле прво приказане“. За обављање овог задатка имаш минут и по времена.

Напомена: Тест се прекида када дете пропусти две куће.

2.9.2.4. Процена знања из математике

Тест знања из математике(преузет од 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 величиниод 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 ће се бодовати 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.

2.10. Статистичке мере

У обради података користиће се адекватне методе дескриптивне и аналитичке статистике. Анализа и обрада података извршиће се помоћу пакета намењеног

статистичкој обради података за друштвене науке (*Statistical Package for the Social Sciences – SPSS for Windows, version 21.0, 2012).* Добијени резултати биће приказани табеларно и графички. Најважнији резултати истраживања биће презентовани према постављеним истраживачким хипотезама.

2.11. Очекивани резултати и научни допринос

Значај радне меморије код деце типичног развоја, као и код деце са сметњама у развоју и учењу, заокупља научнике и стручњаке већ дуги низ година. У свету, групе аутора бавиле су се овим проблемом, док у Републици Србији он је мање заступљен, и аутори су више оријентисани на значај радне меморије код деце са интелектуалном ометеношћу. Према томе, резултати овог истраживања пружиће допринос употпуњавању теоријских знања, отвориће нова питања и дати смернице за будућа истраживања. Поред значаја теоријских знања, имплементација резултата нашег истраживања, може бити од помоћи у идентификовању деце са нижим капацитетом радне меморије и побољшањем исте, у циљу бољег усвајања математичких знања и вештина, самим тим и постизања бољих постигнућа у школи.

Идентификовањем деце са нижим капацитетом радне меморије, којима теже савремена истраживања, утицаће се на примењивање специфичних програма за побољшање радне меморије. Побољшањем радне меморије уз помоћ програма, и последичним повећањем когнитивних капацитета детета доћиће до бољег усвајања градива, а тим и бољег успеха у школи.

Иницијална литература

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Alloway, T.P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning inchildren with learning difficulties. *European Journal of PsychologicalAssessment*, 25 (2), 92–98.
5. 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.
6. 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
7. Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255 (5044), 556–559.
8. Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action*. New York, NY: Oxford University Press.
9. Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63 (1), 1–29.

10. Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 (1), 5–28.
11. Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*,4 (11), 417–423.
12. Bisanz, J., Sherman, J. L., Rasmussen, C. & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skillsand knowledge in preschool children. In J. I. D. Campbell (Ed.), Handbook ofmathematical cognition. New York: Psychology Press, 143−162.
13. Бојанин, С. (1984).*Неуропсихологија развојног доба и општи реедукативни метод*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
14. Bojanin, S. (2002).*Zašto postoje teškoće u učenju matematike*. Beograd: Arhimedes.
15. Brković, A. (2011).*Razvojna psihologija*. Regionalni centar za profesionalni razvoj zaposlenih u obrazovanju. Čačak.
16. Buha, N. & Gligorović, M. (2012). Povezanost radne memorije i intelektualnog funkcionisanja kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11 (1), 21–38.
17. 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.
18. Collins D.W. & Rourke, B.P. (2003). Learning – disabled Brains: A Review of the Literature.*Journalof Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25 (7), 1011–1034.
19. Conell D. (2003). The invisible disability.*Instructor*, 113 (2), 20–26.
20. Dahlin, K. I. E. (2013). 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.
21. Daneman, M. & Merikle, P. M. (1996). Working memory and reading comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3 (4), 422–433.
22. De Jong, P.F. (1998). Working memory deficits of reading disabled children.*Journal of Experimental Child Psychology*, 70 (2), 75–96.
23. 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.
24. Denckla, M. B. (1991). Academic and extracurricular aspects of nonverbal learning disabilities.*Psychiatrics Annals*, 21 (12), 717–724.

25. DeStefano, D. & Lefevre, J.A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology,* 16 (3), 353–386.
26. 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.*
27. Gaddes W. H. & Edgell D. (1994). *Learning disabilities and brain function, a neuropsychological approach*. New York: Springer.
28. 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.
29. Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2008). *Working Memory and Learning.* London: SAGE Publications Ltd.
30. Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. & Adams, A.M. (2006). Working memoryin children with reading disabilities. *Journal of experimental child psychology*,93(3), 265–81.
31. Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language processing*. Hove: Erlbaum.
32. Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (2014). *Working memory and language*. Psychology Press.
33. Gathercole, S. & Alloway, T. (2007). *Understanding working memory: a classroom guide.* The University of York.
34. Gathercole, S. & Pickering, S. (2001). Working memory deficits in children with special educational needs. *British Journal of Special Education*, *28*(2), 89–97.
35. Geary DC. (1994). *Children's mathematical development*.Washington, DC: American Psychological Association.
36. Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities,* 37 (1), 4–15.
37. 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.
38. 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.

39. 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.*
40. Golubović, Š. & Golubović, B. (2003). Razvojna diskalkulija - prepoznavanje i pomoć. *Aktuelnosti iz neurologije, psihijatrije i graničnih područja*, 11(1), 30–32.
41. Gross-Tsur,V., Shalev, R.S.& Manor, O. (1995). Developmental right hemisphere syndrome: clinical spectrum of the nonverbal learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 28 (2), 80–86.
42. Gross-Tsur, V., Manor, O.& Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38 (1), 25–33.
43. Голубовић, Ш. (2004). Карактеристике деце са развојном дискалкулијом. *Норма*, 10(1–2), 67–77.
44. 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.
45. Henry, L. A. (2001). How does the severity of learning disability afect working memory performance? *Memory*, 9 (4/5/6), 233–247.
46. Hofmann, W., Gschwendner, T., Friese, M., Wiers, R. W. & Schmitt, M. (2008). Working memory capacity and selfregulatory behavior: toward an individual di!erences perspective on behavior determination by automatic versus controlled processes. *Journal of Personality and Social Psychology, 95 (4*), 962–977.
47. Holmes, J. & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *EducationalPsychology*, 26 (3), 339–366.
48. Hudmon, A. (2006).*Learning and Memory*. New York: Infobase Publishing.
49. Ilić, M. (2007). Učenjeipoučavanjeuinkluzivnojnastavi.*Naša škola*, (3–4), 23–46.
50. Ilić, P., Gajić, O. & Maljković, M. (2008).*Kriza čitanja, Kompleksan pedagoški, kulturološki i opštedruštveni problem*. Novi Sad: Gradska biblioteka, Beograd: Nova Škola.
51. Ivarsson, M. & Strohmayer, S. (2010).*Working memory trainingimproves arithmetic skills and verbal* working memory *capacity in children with ADHD.* Stockholms universitet. Master thesis.

52. Jablan, B., Kovačević, J. &Vujačić, M. (2010). Specifičnosti početne nastave matematike za decu sa teškoćama u razvoju u redovnim osnovnim školama. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 42(1), 165–184.
53. 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.
54. 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.
55. Kendall P. C. (2000). *Childhood Disorders*.London: Psychology Press.
56. Крстић, Н. (2001). Невербалне сметње учења: концепт и емпиријска основа. *Психијатрија данас*, 33 (3-4), 133–149.
57. Lazarević, E. & Plećević, V. (2011). Primena metode neurofidbeka kod dece sa specifičnim smetnjama u učenju. *Pedagogija*, 66(4), 562–571.
58. Lewis, C., Hitch, G.J.& Walker, P. (1994). The prevalence of specific mathematical difficulties and specific reading difficulties in 9 to 10 year old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35 (2), 283–292.
59. Logie, R. H. (1995). *Visuo spatial working memory*. Hove, United Kingdom: Lawrence Erlbaum.
60. Luck, S. J. & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390 (6657), 279–281.
61. 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.
62. Mammarella, N., Cornoldi, C.& Donadello, E. (2003). Visual but not spatial working memory deficit in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, *53*, 311–314.
63. 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.
64. 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.

65. 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.
66. 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.
67. 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.
68. Miyake, A. & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control Cambridge*. UK: Cambridge University Press.
69. Mladenović, M. (2009). Osposobljavanje učenika u nastavi matematike za samostalan rad sa udžbenikom. Banja Luka: *MAT-KOL*, 15 (1), 27–36.
70. Obradović, S., Bjekić, D. & Zlatić, L. (2011). Obrazovanje nastavnika za rad u e-okruženju sa učenicima sa specifičnim smetnjama u učenju. *6. Međunarodni Simpozijum Tehnologija, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja*, Čačak: Tehnički fakultet – Univerzitet u Kragujevcu.
71. 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.
72. Passolunghi, M.& Seigel, L. (2004). Working memory and access to numericalinformation in children with disability in mathematics. *Journal of ExperimentalChild Psychology*, 88 (4), 348–367.
73. Pavleković, M. (1997). *Metodika nastave matematike s informatikom I*. Zagreb: Element.
74. 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.
75. Петковић, В. (2009). Школа у инклузивном контексту.*Норма*, Сомбор, 69.
76. 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.
77. Pinter, J., Krekić, V. & Ćetković, A. (2002). *Metodički priručnik iz matematike za razrednu nastavu*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

78. 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. Puščine, Buševac: Zagreb: Ostvarenje, 15–26.
79. Поткоњак, Н., Јакшић, А., Ђорђевић, Ј., Коцић, Љ., Трнавац, Н., Хавелка, Н. & Хрњица, С. (1996).*Педагошки лексикон*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
80. Rackov, G. (2011). Računar u funkciji efikasnijeg organizovanja diferencirane nastave. Simpozijum: Tehnologija, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja, Čačak.
81. Рапаић, Д. &Недовић, Г. (2011).*Церебрална парализа: праксичке и когнитивне функције*. Београд: Универзитет у Београду.
82. Reid, G. (2000).*Dimensions of Dyslexia*. Vol. 2. Edinburgh: Moray House Publications.
83. Shalev, R.S., Manor, O., Amir, N.& Wertman, E.R. (1995). Developmental dyscalculia and brain laterality. *Cortex*, 31(2), 357–65.
84. Sharma C. M. (2001).*Matematika bez suza*. Lekenik: Ostvarenje.
85. Siegler, R. S. & Booth, J. L. (2005). Development of numerical estimation: A review. In J. I. D. Campbell (Ed.), The handbook of mathematical cognition.New York: Psychology Press, 197−212.
86. Suzić, N. (2008). *Uvod u inkluziju*. Banja Luka: XBS
87. 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.
88. Sweller, J., Merrienboer, J.J.G. & Pass, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
89. Telzrow C. F. & Bonar A. M., (2002). Responding to students with nonverbal learning disabilities.*Teaching Exceptional children*, 34 (6), 8–14.
90. Trbovich, P. L. & LeFevre, J. A. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory and Cognition*, 31 (5), 738–745.
91. Tronsky, L. N. (2005). Strategy use, the development of automaticity, and working memory involvement in complex multiplication. *Memory and Cognition*, 33 (5),927−940.
92. Vecchi, T., & Richardson, J. T. E. (2000). Active processing in visuo-spatial working memory. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, *19*, 3–32.

93. Велишек-Брашко, О. (2008). Стратегије превентивног рада педагога са ученицима који имају тешкоће у учењу. *Педагошка стварност*, 54(9–10), 907–926.
94. Вичек, А. (2007). *Индивидуализација и инклузивни приступ*, Нови Сад: Педагошки завод Војводине.
95. 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.
96. Вујачић, М. (2009). *Могућности и ограничења инклузије деце са тешкоћама у развоју у редовне основне школе.* Нови Сад:Филозофски факултет, докторска дисертација.
97. 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.
98. Zakon o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja, Službeni glasnik RS, 72/2009, 52/2011 i 55/2013.