



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје

Филозофски факултет

Институт за специјална едукација и рехабилитација

Постдипломски студии по специфични тешкотии во учењето



# ВЛИЈАНИЕТО НА ДИСКАЛКУЛИЈАТА ВРЗ РАЗВОЈОТ НА МАТЕМАТИЧКИТЕ ВЕШТИНИ

-магистерски труд-

Кандидат  
Мартина Тончева

Ментор  
Проф. д-р Александра Каровска Ристовска

Скопје, 2025

**Ментор:**

Проф. д-р Александра Каровска Ристовска, редовен професор на Институтот за специјална едукација и рехабилитација при Филозофскиот факултет, УКИМ во Скопје

**Членови на комисијата:**

1. Проф. д-р Александра Каровска Ристовска, редовен професор на Институтот за специјална едукација и рехабилитација при Филозофскиот факултет, УКИМ во Скопје

2. Проф. д-р Горан Ајдински, редовен професор на Институтот за специјална едукација и рехабилитација при Филозофскиот факултет, УКИМ во Скопје

3. Маја Филиповска, доцент на Институтот за специјална едукација и рехабилитација при Филозофски факултет, УКИМ во Скопје

**Датум на одбрана на магистерскиот труд:** \_\_\_\_\_

## СОДРЖИНА

<b>Користени кратенки:</b> .....	<b>6</b>
<b>РЕЗИМЕ</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>8</b>
<b>ВОВЕД</b> .....	<b>9</b>
<b>I Теоретски пристап кон проблемот на истражување</b> .....	<b>11</b>
1. Развој на предматематички и математички вештини .....	11
1.1 Важноста на прематематичките вештини .....	12
1.2 Развивање на математичките вештини според возраст .....	14
1.3 Односот помеѓу предматематичките вештини и рана писменост .....	15
1.4 Процес на учење на броењето .....	16
2. Математичка анксиозност .....	17
3. Математички вештини и способности .....	18
3.1 Смисла за број и броење .....	18
3.2 Пресметување .....	20
3.3 Месна вредност .....	21
3.4 Текстуални задачи .....	22
3.5 Формална писмена математика .....	23
4. Специфични тешкотии во учењето .....	24
5. Поим за дискалкулија .....	25
6. Карактеристики и симптоми на дискалкулија .....	27
7. Влијанието на дискалкулијата врз мозочните структури и функции .....	29
7.1 Структурни промени во мозокот .....	29
7.2 Функционални промени во мозочната активација .....	30
7.3 Мрежни нарушувања и работна меморија .....	31
7.4 Интегративна перспектива .....	31
8. Генетски predispozicii за дискалкулија .....	32

9. Дијагноза на дискалкулија .....	34
9.1 Компјутеризирани алатки за скрининг на дискалкулија .....	35
10. Влијанието на дискалкулијата врз учењето и академските резултати на учениците .....	36
<b>II. Методологија на истражување .....</b>	<b>39</b>
1. Предмет на истражувањето .....	39
2. Цел на истражувањето .....	39
3. Задачи на истражувањето .....	39
4. Хипотези на истражувањето .....	40
5. Варијабли на истражувањето .....	41
6. Методи, техники и инструменти на истражувањето .....	41
7. Популација и примерок .....	43
8. Статистичка обработка на податоците .....	44
9. Организација и тек на истражувањето .....	44
<b>III. Анализа и интерпретација на резултатите .....</b>	<b>45</b>
1. Демографска анализа на примерокот .....	45
2. Математички способности кај испитаниците .....	46
2.1 Анализа на податоци во однос на полот на испитаниците .....	51
2.2 Анализа на податоците во однос на одделението кое го посетуваат испитаниците .....	53
2.3 Анализа на податоците во однос на националноста на испитаниците .....	59
<b>IV. Верификација на хипотези .....</b>	<b>62</b>
<b>V. Дискусија и препораки .....</b>	<b>71</b>
<b>Користена литература .....</b>	<b>74</b>
<b>Прилог 1 .....</b>	<b>85</b>

*„Колку повеќе ја разбираме дискалкулијата, толку подобро може да им помогнеме на оние коишто се борат со неа.“*

*Sharon Griffin*

## **Користени кратенки:**

<b>КБТ</b>	Когнитивно-бихејвиорална теорија.
<b>DSM</b>	Дијагностички и статистички прирачник за ментални пореметувања (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders).
<b>ICD</b>	Меѓународна класификација на болести.
<b>PISA</b>	Програма за меѓународна оценка на учениците.
<b>OECD</b>	Организација за економска соработка и развој.
<b>SLD</b>	Специфични тешкотии во учењето (Specific learning difficulty).
<b>IPS</b>	Интрапариетална бразда.
<b>SPSS</b>	Statistical Package for Social Sciences.
<b>fMRI</b>	Функционална магнетна резонанца.

## РЕЗИМЕ

Специфични тешкотии во учењето се невропсихолошки нарушувања кои влијаат на способноста на лицето да учи и користи одредени академски вештини. Овие тешкотии се манифестираат во областа на пишувањето, читањето и математика.

Дискалкулијата претставува специфичен облик на тешкотија при учењето којашто влијае на способноста поединецот да разбере и извршува математички задачи. Оваа состојба не е поврзана интелектулниот капацитет на личноста, туку претставува невролошка разлика која го оневозможува разбирањето на бројките и математичките концепти.

И покрај сите предизвици со кои се соочуваат лицата со специфични тешкотии во учењето, тие често покажуваат голема креативност, иновативност и решителност. Со соодветна поддршка и стратегии, тие може да постигнат значителни успеси во животот и образованието.

Предмет на ова истражување е да се утврди влијанието на специфичната тешкотија - дискалкулија врз развојот на математичките вештини и усвојувањето на математичките операции и релации кај учениците (од III, IV и V одд) од ООУ „Браќа Миладиновци“ – Скопје.

Целта на истражувањето е да се идентификуваат учениците кои имаат тешкотии во математичките вештини и способности и утврдување на најчесто засегнатите области од математиката со кои се соочуваат учениците, со цел да се овозможи учениците да добијат соодветна поддршка во училиште и прилагодување на наставата кои би придонеле за подобар успех на учениците.

Во истражувањето беа вклучени 85 испитаници (45 машки и 40 женски) на возраст од 8-11 години. Како инструмент се користеше *Dyscalculia Assessment* (Jane Emerson & Patricia Babbie, 2011), кој се состои од шест дела во кои се испитуваа различни математички вештини и способности: смисла за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и формална писмена математика.

**Клучни зборови:** специфични тешкотии во учењето, дискалкулија, математички вештини и способности.

## SUMMARY

Specific learning difficulties are neuropsychological disorders that affect an individual's ability to learn and use certain academic skills. These difficulties manifest in the areas of writing, reading, and mathematics.

Dyscalculia represents a specific type of learning difficulty that affects an individual's ability to understand and perform mathematical tasks. This condition is not related to the person's intellectual capacity but is rather a neurological difference that hinders the understanding of numbers and mathematical concepts.

Despite the challenges faced by individuals with specific learning difficulties, they often exhibit great creativity, innovation, and determination. With appropriate support and strategies, they can achieve significant success in life and education.

The subject of this research is to determine the impact of specific difficulties on the development of mathematical skills and the acquisition of mathematical operations and relations among students (grades III, IV, and V) from the primary school "Brakja Miladinovci" – Skopje.

The research aims to identify students who have difficulties in mathematical skills and abilities and to determine the most frequently affected areas of mathematics that students face. This is to enable students to receive appropriate support at school and adjustments in teaching that would contribute to better student performance.

The study involved 85 participants (45 male and 40 female) aged 8-11 years. The instrument used was the Dyscalculia Assessment (Jane Emerson & Patricia Babbie, 2011), which consists of six parts examining various mathematical skills and abilities: number sense and counting, calculation, place value, multiplication and division, word problems, and formal written numeracy.

**Keywords:** specific learning difficulties, dyscalculia, mathematical skills and abilities.

## ВОВЕД

Дури и во најмалите одделенија од основното училиште забележуваме ученици кои побавно учат одредени содржини од другите. Со проучување на некои случаи, забележано е дека некои ученици, иако се многу успешни во други области, имаат проблеми со стекнување на основни математички знаења и вештини, како на пр. броење. Денес оваа тешкотија во учењето на одредени математички содржини ја нарекуваме дискалкулија. Проблемите предизвикани од дискалкулијата откриени навреме може да се намалат во соработка со училишниот психолог, специјален едукатор и рехабилитатор и наставниците. Се користат различни методи за да му се олесни на ученикот да го научи материјалот, но и да му помогне на ученикот да создаде позитивна слика за себе и да верува во своите способности.

Називот тешкотија во учењето или специфична тешкотија во учењето се користи за деца кои не можат да ги совладаат основните училишни вештини, односно не можат да научат да читаат, пишуваат или да користат броеви во временскиот рок поставен за тоа. Ваквите отстапувања може да бидат предизвикани од доцнење во развојот на детето, нерамномерен развој или последователно оштетување на здрави делови на мозокот поради болест или повреда. (Посохова, 2000).

Истражувачот *Butterwoth* (2004) кој е познат по неговата работа во областа на когнитивната невронаука и специфичните тешкотии во учењето, особено математиката, дискалкулијата ја дефинира како специфична тешкотија во учењето која се карактеризира со потешкотии во разбирањето на бројките, извршување на аритметички операции и обработка на математички информации. Оваа состојба не е поврзана со општата интелигенција и често е резултат на разлики во невролошките функции кои влијаат на способноста за математичко размислување.

Прегледот на современата литература покажува дека истражувањата за дискалкулијата се во постојан развој и дека се потребни нови пристапи во дијагностицирањето и третманот на ова нарушување. Истовремено, се поставува прашањето како да се обезбедат ефикасни наставни методи кои ќе овозможат инклузивно образование, што е важно за сите ученици вклучително и оние со дискалкулија (*Cox & Hart*,

2020). Како што расте свеста за потребата од поддршка на учениците со дискалкулија, се појавуваат и нови методологии, но истовремено и предизвици кои бараат детален преглед на влијанието на ова нарушување на различните аспекти на образованието. Истражувањата покажуваат потребата од развој на индивидуализирани наставни програми и стратегиите за проценка, кои ќе ги препознаат специфичните потреби на учениците и ќе се фокусираат на нивниот напредок во развојот на математичките вештини (*Nunes & Bryant, 2017*).

# I Теоретски пристап кон проблемот на истражување

## 1. Развој на предматематички и математички вештини

Предматематичките и математичките вештини се основа за развојот на децата и младите, особено во раните фази на образованието. Развивањето на овие вештини има клучна улога во подготовката за подоцнежното учење на формални математички концепти и вештини. Предматематичките вештини претставуваат основа на која ќе се надградуваат математичките вештини во понатамошниот образовен процес. Овие вештини вклучуваат концепти како што се број, големина, облик, редослед, просторни односи и мерење. Предматематичките активности, како што се групирање, сортирање и претставување на бројки преку визуелни и тактилни активности, се клучни за развојот на математички концепти кај децата. Раното воведување на математички активности во игра, кои се насочени кон развој на логичко размислување, помагаат во поттикнување на когнитивниот развој и развојот на математичката способност кај децата во предучилишниот период (Martin & Benn, 2021).

Математичките вештини, од друга страна, се повеќе структурирани и формализирани. Тие опфаќаат способност за пресметување, решавање на проблеми, разбирање на математички теории и примена на математичките концепти во секојдневниот живот. Според Stanley и Toma (2020), развојот на математичките вештини е тесно поврзан со квалитетот на наставата и активностите кои се насочени на вежбање на специфични математички операции како што се собирање, одземање, множење и делење.

Интеракцијата помеѓу прематематичките и математичките вештини е важна за формирањето на математичката основа која ќе овозможи подобро разбирање на сложени математички концепти во подоцнежното учење. Понатаму, учениците кои имаат солидна основа во прематематичките активности, покажуваат подобри резултати во основните математички предмети во текот на основното и средното образование (Илиевска, 2019).

Примената на прематематичките активности во наставата има за цел да го поттикне развојот на детската имагинација, истражувачки дух и креативност. Овие активности можат да се организираат преку игри, визуелизација, приказни и практични примери од

секојдневниот живот, кои ќе го направат процесот на учење забавен и динамичен. Според истражувањата на Lopez и Garcia (2022), примена на интерактивни игри во предучилишниот период може да го унапреди развојот на базични математички вештини и да ги поттикне децата да се запознаат со математиката како пријателски предмет, а не како со предизвик.

Математичките вештини, кои вклучуваат понапредни концепти како што се алгебра, геометрија и статистика, се основа на која се гради капацитетот за решавање на проблеми и примена на математиката во различни професионални и научни области. За да се постигне ова, потребно е да се создадат услови за постепено и активно учење, што се постигнува преку иновации во методологијата на наставата и сеопфатно поддржување на учениците во нивниот образовен пат (Симоновиќ, 2020).

## **1.1 Важноста на прематематичките вештини**

Раните математички вештини во детската градинка претставуваат предуслов за успешни постигнувања во читање, математика и наука, како и за одржување на оценките од детската градинка до деветто одделение (Vogt et al., 2018). Развојот на математичките вештини во предучилишна возраст зависи од успехот на наставата по математика до крајот на основното образование. Според овие лонгитудинални истражувања, возраста помеѓу една и три години може да се смета како критичен период за развојот и разбирањето на математичките концепти, како и развојот на математичкото интересирање. На тој начин, раните математички интервенции помагаат на малите деца да развијат основа на неформално знаење по математика, особено за деца во ризик од подоцнежен неуспех во училиштето (Lossius & Lundhaug, 2020).

Важно е воспитувачите во предучилишните установи да имаат основни содржински знаења по математика, како и знаења од дидактичка математика. Наклоноста на персоналот кон математиката исто така игра важна улога. Тие можат да забележат детското интересирање за математички содржини во играта како една од предучилишните активности. Улогата на воспитувачите во развојот на предматематичките вештини може да се категоризира во четири категории: потврдување на правецот на интересирањето;

обезбедување стратегии; позиционирање на познати ко и предизвикувачко значење на концептот (Reikerås & Salomonsen, 2019). Секој воспитувач кој работи со деца во предучилишна возраст веројатно веќе знае каков траен ефект имаат раните искуства на детскиот мозок. Истражувањата покажуваат дека предучилишната установа не влијае само на когнитивните способности, туку и на однесувањето, социјалните вештини и самопочитувањето (Palmér & Björklund, 2020). Според една студија, истите невронски мрежи кои им овозможуваат на децата да бројат до десет се оние што се користат подоцна за размислување за сложена математика (Pruden, Levine, & Huttenlocher, 2011). Постапувањето на основите за решавање на проблеми, логика, па дури и одлучност може да се поддржи со вежби поврзани со математички содржини. Голем број докази покажуваат врска помеѓу компетентноста во раната математика и успехот во училиштето, дури и по утврдувањето на семејните карактеристики, раниот IQ, достигнувањата во читањето и други фактори (Kullberg & Björklund, 2020). Всушност, предучилишните (рани) математички вештини можат да бидат најсилниот показател за подоцнежен успех и во читањето и во математиката (Vogt et al., 2018). Меѓутоа, слабостите во математичките вештини започнуваат рано и се очигледни до моментот кога децата ќе започнат да посетуваат детска градинка. Тие со слаби математички вештини веројатно ќе заостануваат зад своите врстници во подоцнежните одделенија (Lossius & Lundhaug, 2020). Покрај тоа, мал е бројот на деца кои се најмалку подготвени во математиката. Станува збор за деца кои најчесто доаѓаат од семејства со слаб материјален статус или деца кои допрва учат да зборуваат (Rinvold, 2016). Овие фактори сугерираат дека подобрувањето на долгорочните резултати во областа на математиката токму зависи од раното усвојување на математичките концепти. Одредени истражувања покажуваат дека само 66% од децата се подготвени за математика во детската градинка (Passolunghi & Costa, 2016). Математиката и читањето можат да се интегрираат, родителите можат истовремено да научат како да го поддржат развојот на раниот говор, писменост и математички вештини на своите деца на пријатен и развојно соодветен начин (Mrvaljević, 2022).

## 1.2 Развивање на математичките вештини според возраст

Развојот на математичките вештини кај децата е комплексен процес кој се менува во зависност од возраста и когнитивниот развој. Од раното детство до адолесценцијата, постојат различни фази во развојот на математичките способности, а воспитувачите и наставниците имаат значајна улога во создавањето на поволни услови за овие вештини да се развиваат.

### Рано детство (2-5 години)

Во раното детство, децата започнуваат да ги развиваат основните концепти на бројот, како што се препознавањето на бројките и основни концепти за мерки, форма и големина. Во оваа фаза учат за редоследот на броевите и започнуваат да ги разликуваат различните објекти врз основа на нивните својства. Учењето на бројки и концепти се случува преку игра и интеракција со околината, што е основа за подоцнежниот математички развој. Истражувањата покажуваат дека играта и визуелните активности, како што се составувањето на блокови или играњето со објекти кои имаат различни големини и форми, помагаат во развојот на математичките вештини кај малите деца (Baroody, 2015).

### Основно образование (6-13 години)

Во текот на основното образование, децата почнуваат да се фокусираат на повеќе сложени математички концепти, како што се броеви со повеќе цифри, основни операции како собирање, одземање, множење и делење, и постепено се воведуваат во геометриски концепти. Овој период е клучен за формирање на трајни математички вештини. Студиите потврдуваат дека прераното воведување во концепти на бројна теорија и решавање на проблеми може значително да ги унапреди математичките способности на учениците (Clements & Sarama, 2018). Рано воведување во алгебра концепти и основи на геометрија има директен ефект на нивниот когнитивен развој.

Средно образование (14-18 години)

Во средното образование, децата и младите луѓе продолжуваат со усовршување на математичките вештини, со фокус на апстрактни концепти како што се алгебра, геометрија, тригонометрија и статистика. Во оваа фаза се развиваат повеќе аналитички и апстрактни способности, кои ќе бидат важни за решавање на сложени математички проблеми. Овој период се смета за време кога се формираат математички навики кои ќе останат цел живот, а истовремено се развиваат и вештини како критичко размислување и решавање на проблеми (Siegler et al., 2017). Воведувањето во теоретски концепти и примена на математички методи за решавање проблеми, како што е оптимизација, ја гради основата за подоцнежн успех во математиката.

### **1.3 Односот помеѓу предматематичките вештини и рана писменост**

Поддршката на предматематичките вештини може да значи одземање време од нешто друго, како што е раната писменост. Сепак, ова не мора да биде случај. Развојот на предматематичките вештини и вештините на раното описмеенување се преплетуваат (Hannafin, Truxaw, Vermillion & Liu, 2010) и се настојува да се реализираат истовремено. Всушност, кога математиката се предава паралелно со други предмети, како што е читањето, децата учат повеќе математика отколку само ако се подучувани математика. Децата учат математика и јазик со слична прогресија. Почнувајќи од детството, јазикот и вештините на писменост се развиваат со текот на времето како што децата го градат својот речник, должината и сложеноста на речениците. Децата учат како да ги изразат своите идеи во зборови градејќи го својот речник, своето разбирање на граматиката и способноста да користат подолги, посложени реченици (Pruden, Levine & Huttenlocher, 2011). Учењето на предматематичките вештини вклучува слична прогресија, бидејќи децата прво учат математички речник, потоа ја препознаваат математиката во светот околу нив, а потоа со текот на времето учат како да изразат посложени математички концепти кои вклучуваат мерење, геометрија и расудување.

Читањето книги, раскажувањето приказни и користењето на „математички разговор“ се лесни, ефективни начини за интеграција кои го промовираат развојот на предматематичките вештини и раните вештини на писменост. Детските книги нудат многу начини да се истакне математиката (на пример, броење на животните на секоја страна и споредување на релативните големини (големи и мали животни); броење на ставките на секоја страна и учење за односот во просторот, како што е над и под; колачињата на чинијата пак можат да се користат за запознавање со основите на делењето (Mrvaljević, 2022).

## 1.4 Процес на учење на броењето

Процесот на учење на броење претставува комплексен развоен процес кој вклучува интеграција на јазични, когнитивни и моторни механизми. Истражувањата покажуваат дека уште во најраната возраст, јазичниот развој и визуопросторната работна меморија значајно предвидуваат колку успешно децата ќе го развијат концептот за број (Schröder et al., 2021). Ова значи дека способноста да се именуваат и организираат бројните зборови во стабилен ред е основа за понатамошно разбирање на бројниот систем.

Покрај јазичните фактори, практичните стратегии како броење со прсти играат клучна улога во раните години. Емпириски докази укажуваат дека систематскиот тренинг со прсти кај деца од градинка ја зголемува точноста на решавање задачи за собирање за повеќе од двојно (Child Development, 2024). Слично на тоа, истражувања на деца од прво одделение потврдуваат дека ваквата интервенција има долготрајни ефекти и ја подобрува аритметичката изведба и една година подоцна (Journal of Experimental Child Psychology, 2023). Сепак, не сите деца кои користат прсти постигнуваат еднаков успех. Le, Noël и Thevenot (2024) нагласуваат дека позитивните ефекти од броењето со прсти зависат од тоа дали детето ги разбира основните принципи на броење – стабилен редослед, едно по друго кореспонденција и кардиналност. Оние кои ја применуваат техниката без длабинско концептуално знаење често покажуваат послаби резултати.

Невронаучните студии дополнително објаснуваат зошто прстите играат таква улога. Тренингот преку прсти е поврзан со активација на сензоромоторните и паритеталните

региони во мозокот, кои се тесно врзани со обработката на квантитет и аритметика (Brain Sciences, 2022). Ова ја поддржува теоријата за „инкарнирана“ репрезентација, според која броевите не се само апстрактни симболи, туку и телесно доживевани искуства.

Децата постепено разбираат дека броењето не е само рецитирање на низа зборови, туку систем со логика и правила. Истражување покажа дека предучилишните деца кои совладале „напредно броење“ се во состојба да предвидат и значително подобри резултати во собирање две години подоцна (Journal of Experimental Child Psychology, 2021). Со тоа, може да се заклучи дека учењето броење е динамичен процес што се развива преку комбинација на јазичен раст, когнитивен капацитет, телесни стратегии и педагошка поддршка.

## **2. Математичка анксиозност**

Математичката анксиозност главно е истражувана во образовни контексти, а истражувањата ретко се поврзуваат со клинички истражувања на анксиозни пореметувања. Во дијагностичките системи за ментални пореметувања – Дијагностичкиот и статистички прирачник за ментални пореметувања (DSM) и Меѓународната класификација на болести (ICD) – таа не е вклучена како посебна категорија, туку би се класифицирала под генерализирано анксиозно пореметување или социјално анксиозно пореметување. Многу луѓе кои тврдат дека се погодени од математичка анксиозност, веројатно не би ги исполнувале критериумите на DSM за анксиозно пореметување. Сепак, истражувањата покажуваат дека математичката анксиозност ги погодува луѓето од сите возрасти во академски ситуации, како и во нивниот академски успех и благосостојба. Дополнително, математичката анксиозност се разликува од анксиозноста во други предмети или општата анксиозност при тестирање; на пример, истражувањата за анксиозност во сродни предмети како математика и статистика покажуваат дека, во голема мера, математичката анксиозност и анксиозноста во статистика се независни една од друга и имаат различни ефекти врз учениците (Paechter, Macher, Martskvishvili, Wimmer, & Papousek, 2017).

Математичката анксиозност е раширен, глобален проблем кој ги зафаќа сите возрасни групи. Се проценува дека околу 17% од населението во САД страда од високи нивоа на математичка анксиозност. (Ashcraft & Moore, 2009). Во примерок од адолесцентни ученици

во Обединетото Кралство, приближно 30% од учесниците во студијата пријавиле висока математичка анксиозност, а дополнителни 18% биле барем до некаков степен погодени од неа (Johnston-Wilder, Sue, Brindley, Janine, Dent & Philip, 2014).

Најобемните податоци ги обезбедува Програмата за меѓународна оценка на учениците (PISA). Во оценките од 2012 година, во 34 земји-членки на Организацијата за економска соработка и развој (OECD), 59% од учениците на возраст од 15 до 16 години пријавиле дека често се грижат дека часовите по математика ќе им бидат тешки; 33% пријавиле дека се многу напрегнати кога треба да завршат домашни задачи по математика; а уште 31% изјавиле дека стануваат многу нервозни кога решаваат математички проблеми (Johnston-Wilder et al., 2014).

### **3. Математички вештини и способности**

#### **3.1 Смила за број и броење**

Смислата за број претставува основа на математичката способност која овозможува разбирање на бројките и нивните односи. Таа вклучува способности како што се броење, препознавање на количини и користење на броеви во различни контексти, како што се пресметување, споредба и проценка. Истражувањата покажуваат дека развивањето на смислата за број во рана возраст е од суштинско значење за поставување основа за разбирање на подоцнежни математички концепти (Hornigold, 2021). Иако чувството за број е вродена способност, способноста за разликување на количините се развива постепено кај малите деца и варира од личност до личност (Hannula-Sormunen, Lehtinen & Räsänen, 2015). Броењето претставува една од најфундаменталните математички способности. Процесот започнува со основна вербална репродукција на бројниот редослед, а подоцна се надградува со покомплексни операции како собирање и одземање. Клучни рани вештини поврзани со броењето се едно-по-едно усогласување, кое опфаќа серијација и кардиналност, како и препознавање на броеви (Ramani & Eason, 2015).

Броењето е клучна компонента на смислата за број. Истражувањата покажуваат дека децата кои развиваат точни и сигурни броечки вештини од рана возраст имаат подобри перформанси во подоцнежното учење на математика (Geary, 2011). Покрај тоа, смислата за број вклучува способност за манипулирање со бројките ментално, разбирање на

количествените разлики и идентификување на математички шаблони, што е критично за развојот на алгебарско размислување.

На пример, ако дете лесно препознава дека 7 е помалку од 9 без физичко броење, тоа укажува на развиена смисла за број. Развивањето на смислата за број е особено важно за деца со ризик од дискалкулија, бидејќи слабата смисла за број често се поврзува со тешкотии во разбирањето на математички операции и решавањето проблеми (Butterworth, 2005).

Формалните активности за бројни вештини го подобруваат препознавањето и именувањето на броевите, како и броењето (Clerkin & Gilligan, 2018). Неформалните активности за бројни вештини го подобруваат несимболичкото разбирање, чувството за број и генералното математичко постигнување (Clerkin & Gilligan, 2018; Hanley, 2005). И формалните и неформалните активности за бројни вештини се неопходни за развојот на раните математички способности.

Учениците кои имаат дискалкулија често се соочуваат со тешкотии при решавање задачи кои бараат разбирање на основните концепти за броеви. Грешките во броењето, слабата способност за запомнување на аритметички факти и проблемите при извршување на процедурите за пресметување се сметаат за резултат на фундаментален дефицит во разбирањето на множествата и нивната бројност. Овој основен дефицит обично се детектира со помош на скрининг алатки за дискалкулија. Меѓутоа, современите истражувања укажуваат дека за комплетна проценка на дискалкулијата е важно да се испитаат и други аспекти на математичките вештини. Посебно, се забележуваат тешкотии во низа основни способности за работа со броеви, вклучувајќи:

- способност за правилно процесирање на редоследот на броевите, на пример, препознавање на тоа дали броевите растат;
- усвојување на серијација, што е клучно за формирање на редица од број-збор;
- флуентност при извршување на аритметички операции;
- пишување и точност при решавање на повеќецифрени пресметки;
- пресметување „на памет“, запомнување факти за броеви, решавање задачи со зборови (на пример, избор на соодветна математичка операција); и
- развој на математичко расудување. (Николовски, Каровска-Ристовска и Филиповска, 2023)

## 3.2 Пресметување

Пресметувањето е една од клучните математички способности која подразбира извршување на основните аритметички операции – собирање, одземање, множење и делење – како и нивна примена во различни контексти. Тоа претставува не само техничка вештина, туку и когнитивен процес кој се потпира на повеќе аспекти од математичкото и когнитивното функционирање на детето. Основата на пресметувањето е смислата за број, односно способноста да се разбере квантитативната вредност и односите меѓу бројките. Сепак, за успешно изведување на операции е потребно и меморирање на математички факти, развивање на ментални стратегии и логичко разбирање на алгоритмите што стојат зад пресметките (Geary, 2011).

Во почетните фази на образованието, децата се потпираат на конкретни стратегии за пресметување како броење на прсти или користење на конкретни предмети. Со текот на времето, овие стратегии се заменуваат со поапстрактни методи како користење на бројчани линии, ментално групирање или декомпозиција на броеви. На пример, за задача како  $7 + 8$ , ученикот може да ја примени стратегијата „ $7 + 7 = 14$ , плус уште 1 е 15“, што е поефикасно од директно броење (Jordan et al., 2010). Ваквите стратегии не само што ја олеснуваат пресметката, туку и придонесуваат за подлабоко разбирање на математичките односи.

Истражувањата покажуваат дека учениците кои користат разновидни стратегии за пресметување имаат значително подобри резултати при решавање на комплексни математички задачи. Способноста да се избере најсоодветната стратегија за конкретна ситуација е показател за развиено математичко размислување и когнитивна флексибилност (Fuchs et al., 2013). Покрај тоа, истражувањата во областа на когнитивната невронаука укажуваат дека успешното пресметување вклучува повеќе мозочни региони, особено оние поврзани со работната меморија и извршните функции, што покажува дека оваа вештина е комплексна и мултидимензионална (Butterworth, 2005).

Автоматизацијата на пресметувачките факти (како таблица множење или едноцифреното собирање и одземање) е клучна за понатамошниот математички напредок. Кога децата не мораат да трошат когнитивни ресурси за изведување на основни операции, тие можат повеќе да се насочат кон разбирање на сложени проблеми и апстрактни концепти

(Geary, 2011). Сепак, не сите ученици ја развиваат оваа автоматизација со иста брзина. Недостатокот на автоматизирани вештини за пресметување е често идентификуван како еден од главните индикатори за дискалкулија – специфично нарушување на математичките способности (Butterworth, 2005).

Во наставната пракса, пресметувањето може да се поттикнува преку интеграција на разновидни активности: игри со броеви, решавање на практични проблеми, користење на визуелни и манипулативни средства (како коцки, броечки стапчиња, картици). Дополнително, новите дигитални алатки и апликации овозможуваат интерактивен пристап кој ја поттикнува мотивацијата и го олеснува процесот на учење.

Пресметувањето не треба да се гледа изолирано од другите математички способности. Тоа е во постојана интеракција со разбирањето на месната вредност, текстуалните задачи и формалното математичко пишување. Затоа, наставниците и истражувачите треба да го разгледуваат развојот на пресметувачките вештини во поширок когнитивен и педагошки контекст.

### **3.3 Месна вредност**

Месната вредност претставува основен концепт во математиката кој овозможува разбирање на структурата на бројниот систем. Таа се однесува на тоа дека позицијата на една цифра во бројот ја определува нејзината вредност. На пример, во бројот 352, цифрата 3 има вредност од 300, цифрата 5 вредност од 50, а цифрата 2 вредност од 2. Разбирањето на овој концепт е клучно за усвојување на посложени математички операции и развивање на апстрактно математичко размислување.

Истражувањата покажуваат дека тешкотиите во разбирање на месната вредност се чести кај учениците во помалите одделенија и често претставуваат извор на понатамошни проблеми во математиката (Moeller et al., 2011). На пример, децата може да знаат да избројат до 100, но сепак да не сфаќаат дека во бројот 47 цифрата „4“ претставува четири десетки, а не само „четири“.

Развојот на поимот за месна вредност е постепен процес кој бара практични активности, визуелни претстави и постојана примена. Употребата на манипулативни материјали, како што се коцки, стапчиња или блокови, е особено ефективна за да им се покаже на децата дека броевите се составени од групи (десетки, стотици) и поединечни

единици (Fuson, 1990).

Разбирањето на месната вредност е тесно поврзано со способноста за пресметување. Без ова знаење, учениците често прават грешки при собирање и одземање со повеќецифрени броеви, особено кога е потребно „позајмување“ или „пренесување“. Исто така, концептот е неопходен за развивање на децимални броеви и разбирање на пропорции.

Литературата исто така укажува дека учениците со дискалкулија честопати имаат сериозни потешкотии во разбирањето на месната вредност, што доведува до трајни проблеми со аритметичките операции (Geary, 2011). Затоа наставниците мора да го нагласуваат значењето на месната вредност од најрана возраст, користејќи постепен и диференциран пристап.

### **3.4 Текстуални задачи**

Текстуалните задачи (или задачи со зборови) се сметаат за еден од најсложените аспекти на математичкото учење, бидејќи бараат интеграција на повеќе когнитивни процеси. Учениците треба да ја разберат содржината на текстот, да ја идентификуваат математичката операција што треба да се примени и да ја изведат правилната пресметка. Оваа вештина бара истовремено разбирање на јазикот, логиката и математиката.

На пример, задачата „Ана има 12 јаболки, а Мартин има 7. Колку јаболки имаат заедно?“ бара од ученикот да ја препознае операцијата собирање. Сепак, посложени задачи, кои вклучуваат повеќе чекори или скриени односи, бараат повисоко ниво на аналитичко размислување и работна меморија (Fuchs & Fuchs, 2002).

Истражувањата покажуваат дека учениците кои имаат слабости во разбирање на текст или во јазичните вештини често се соочуваат со проблеми при решавање на текстуални задачи, дури и кога имаат добро совладано основни аритметички операции (Vilenius-Tuohimaa et al., 2008). Ова укажува на тоа дека текстуалните задачи не можат да се сведат само на пресметување, туку претставуваат сложена синтеза на повеќе способности.

Дополнително, стратегиите за решавање на текстуални задачи често вклучуваат цртање дијаграми, табели или визуелни претстави кои им помагаат на учениците да ја разберат ситуацијата. Наставниците играат клучна улога во развивањето на овие стратегии, преку насочени прашања и модел-решенија.

Кај учениците со дискалкулија, текстуалните задачи претставуваат особено голем

предизвик, бидејќи тие бараат паралелно ангажирање на слабите области – разбирање на квантитативни односи и применување на соодветни операции (Geary, 2004). Поради тоа, текстуалните задачи често се користат како чувствителен индикатор за идентификација на математички тешкотии.

### 3.5 Формална писмена математика

Формалната писмена математика се однесува на способноста учениците правилно да користат математички симболи, термини и алгоритми при пишување и решавање на задачи. Таа претставува „јазик на математиката“ и овозможува комуникација на математичките идеи во стандардизирана форма.

На пример, ученик кој знае дека „три плус пет“ се изразува како  $3 + 5 = 8$  веќе ја совладал основната формална структура. Подоцна, оваа вештина се проширува со употреба на децимали, алгебарски изрази и геометриски нотации. Формалната писмена математика е тесно поврзана со симболичната компетентност, односно способноста симболите да се поврзат со нивното квантитативно значење (Rittle-Johnson et al., 2001).

Истражувањата укажуваат дека учениците често прават грешки не поради непознавање на пресметувањето, туку поради неправилна употреба на симболи или поради тешкотии во разбирањето на математичката нотација. На пример, збунетоста околу значењето на знакот за еднаквост ( $=$ ) е честа кај деца од пониските одделенија, кои го разбираат како сигнал за „резултат“ наместо како израз за „рамнотежа“ (Knuth et al., 2006).

Формалната писмена математика исто така игра голема улога во развојот на апстрактното математичко размислување. Учењето да се манипулираат симболи и алгоритми без конкретна визуелна поддршка е предуслов за совладување на алгебрата и повисоката математика.

Кај учениците со дискалкулија, тешкотиите во оваа област може да се манифестираат преку постојано мешање на симболи, неправилна употреба на алгоритми или неможност да се запамети правилниот редослед на чекори во пресметката (Geary, 2011). Затоа, наставата треба да обезбеди постепен премин од конкретно кон апстрактно и да им овозможи на учениците повеќе начини за изразување на математичките идеи.

## 4. Специфични тешкотии во учењето

Специфични тешкотии во учењето (SLD) се група на невrorазвојни нарушувања кои влијаат на способноста на поединецот да учи и обработува информации. Овие тешкотии не се поврзани со интелигенцијата, туку влијаат на специфични области како што се читање, пишување и математички вештини. Вообичаени типови на SLD се дислексија, дискалкулија, дисграфија и диспраксија. Секоја од овие состојби може да варира по тежина и може да коегзистира со други потешкотии во учењето или развојни нарушувања. (American Psychiatric Association, 2013).

Специфичните тешкотии во учењето се резултат на оштетувања во еден или повеќе процеси поврзани со перцепција, размислување, паметење или учење. Кај лицата со специфичните тешкотии во учењето може да бидат засегнати следниве категории:

- орален јазик (на пр. слушање, зборување, разбирање);
- читање (на пр. декодирање, фонетско знаење, препознавање зборови, разбирање);
- пишан јазик (на пр. правопис и писмено изразување); и
- математика (на пр. пресметување, решавање проблеми).

Тешкотиите во учењето се должат на генетски и/или невробилошки фактори или повреда што го менува функционирањето на мозокот на начин кој влијае на еден или повеќе процеси поврзани со учењето. Овие нарушувања не се должат првенствено на проблеми со слухот и/или видот, социо-економските фактори, културните или јазичните разлики, недостатокот на мотивација или неефективната настава, иако овие фактори може дополнително да ги комплицираат предизвиците со кои се соочуваат лицата со потешкотии во учењето.

Поддршката на поединци со специфични потешкотии во учењето (SLD) вклучува комбинација од прилагодени образовни стратегии, приспособувања и терапевтски интервенции. Раното идентификување и интервенција се клучни за да им се помогне на оние со SLD да развијат ефективни механизми за справување и да го достигнат својот целосен потенцијал. На пример, учениците со дислексија може да имаат корист од структурирани програми за писменост, додека оние со дискалкулија можат да имаат

потреба од специјализирана настава по математика. (Fuchs & Fuchs, 2001).

Специфичните тешкотии во учењето траат доживотно. Начинот на кој тие се изразуваат може да варира во текот на животот на поединецот, во зависност од интеракцијата помеѓу барањата на околината и силите и потребите на поединецот.

Според членот 35 од Законот за основно образование во Р.С. Македонија „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр.161/19 и 229/20), учениците со специфични тешкотии во учењето спаѓаат во категоријата на ученици со посебни образовни потреби.

## 5. Поим за дискалкулија

Дискалкулија е поим кој опфаќа збир од специфични тешкотии во учењето на математика (аритметика) и во извршување на математички односно аритметички задачи. Ова отстапување кај лицето создава сериозни тешкотии при разбирање и применување на математичките операции и совладување на математиката во целост (American Psychiatric Association, 2018).

Оваа состојба не е поврзана со нивото на интелигенција на детето и со користените методи на настава. Проблемот се јавува во способноста за интерпретација на нумерички симболи и математички операции како што се собирање, одземање, множење и делење. Детето со дискалкулија ги меша броевите и знаците и не може да прави ментална аритметика или да обработува апстрактни идеи. Овие деца имаат тешкотии да ги решаваат домашните задачи. Дискалкулијата може да се дефинира како дисфункција на нервните врски што се користат во операциите со броеви, што ќе го отежне оценувањето и обработката на нумеричките информации.

Дискалкулијата е состојба од која страдаат приближно 6% од популацијата (Landerl et al., 2017; Shalev & von Aster, 2008). Тешките, постојани тешкотии при извршувањето на аритметички пресметки доведуваат до значително оштетување на училиште, на работа и во секојдневниот живот и го зголемуваат ризикот од коморбидни ментални нарушувања.

Лошата математичка способност става голем товар на општеството и на засегнатиот поединец. Едно големо истражување во Англија открива дека слабата математичка способност е поврзана со големи психосоцијални и економски ризици: 70–90% од засегнатите лица прерано го завршиле школувањето на 16-годишна возраст, на 30-годишна возраст, многу малку од нив биле вработени со полно работно време (Heine, Wissmann, & Tamm, 2013). Нивната веројатност да бидат невработени и да развијат депресивни симптоми била двојно поголема од онаа на лицата без дискалкулија

Кога дискалкулијата не се препознава како таква (како што често се случува), негативните училишни искуства и недостаток на успех во математичките задачи создаваат страв од неуспех, како и намалена самодоверба. Засегнатите деца и адолесценти развиваат различни ментални симптоми и нарушувања. Вообичаени симптоми (околу 10-40%) од типот на екстернализирање (како што се агресивност и агитација) и од типот на интернализирање (како што се анксиозност и депресивно расположение).

Студии за развојни слики на мозокот покажале дека аритметиката регрутира мрежа од различни мозочни региони и дека оваа мрежа вклучува интегритет на неколку патишта на белата маса (Menon, 2015; Peters & De Smedt, 2017). Оваа аритметичка мрежа ги опфаќа инфериорните и задните париетални области, како и темпоропариеталните региони (на пр., супрамаргиналните и аголните гируси), фузиформниот гирус, хипокампусот и префронталните региони.

Истражувачите генерално се согласуваат дека дискалкулијата делумно е предизвикана од биолошки фактори и може да произлезе од повеќекратни мозочни дисфункции и/или когнитивни тешкотии (Skagerlund & Träff, 2014). Сепак, според Jordan и Hanich (2000), голем дел од сегашниот интерес за децата со математички тешкотии може да се припише на растечкиот број на студии за нормалниот развој на математичката когниција. Други фактори кои може да бидат одговорни за тешкотии во математиката вклучуваат слаба јазична компетенција, невропсихијатриски проблеми, минимално оштетување на мозокот, хиперактивност со дефицит на внимание (ADHD), синдроми на Аспергер и Турет, дислексија, други тешкотии со читањето и несоодветни методи на настава (Ramaa & Gowramma, 2002).

## 6. Карактеристики и симптоми на дискалкулија

Главните карактеристики и симптоми на ова нарушување опфаќаат различни когнитивни, академски и бихевиорални аспекти, кои влијаат врз функционирањето во образованието, но и во секојдневниот живот (Kaufmann & von Aster, 2012).

Еден од најраните индикатори на дискалкулија е тешкотијата со субитизација, односно автоматското препознавање на бројот на предмети во мала група без потреба од броење. Децата со дискалкулија често не можат веднаш да утврдат колку елементи имаат, што укажува на ограничување во основното чувство за број, кое вклучува разбирање на количински релации и споредување броеви (Butterworth et al., 2011).

Тие покажуваат значителни тешкотии со меморирање и автоматизација на математички факти, како што се таблицата за множење или основни аритметички пресметки. Овие дефицити ги тераат да користат бавни и неефикасни стратегии, како броење чекор по чекор, што го забавува процесот на решавање задачи (Geary et al., 2019).

Друг знак на дискалкулија е тешкотијата со разбирање на математичката терминологија и симболи. Термини како „збир“, „разлика“ или „производ“ често остануваат нејасни, а симболите  $+$ ,  $-$ ,  $\times$  и  $\div$  се мешаат, што дополнително го комплицира учењето и примена на математички алгоритми (Kaufmann & von Aster, 2012).

Симптомите се манифестираат и во решавањето проблеми и стратегии. Децата и возрасните со дискалкулија се потпираат на основни стратегии како „броење на се“ наместо напредни стратегии како „броење од“, што го продолжува времето за решавање и создава фрустрации (Gerst et al., 2005). Исто така, тие имаат тешкотии со ментална аритметика, што ги ограничува во напредното математичко образование.

Паралелно на дислексија која се карактеризира со дисфункција на рецепцијата, разбирање и продукција на јазичната информација, дискалкулијата исто така се дефинира како дисфункција во рецепција, разбирање но различно е тоа што лицата со дискалкулија имаат дисфункција во продукција на квантитативна и просторна информација (Каровска Ристовска А., Кардалеска Љ., Ајдински Г., Шурбановска О., 2018)

Карактеристиките на дискалкулија се видливи и во просторно-временските способности, кои се надвор од математичките задачи. Чести се тешкотии со читање аналогни часовници, мерење, интерпретирање графикони и ориентација во просторот (Acibadem Healthpoint, 2023). Овие потешкотии се поврзани со ограничувања во визуоспацијалните способности и работната меморија, кои се идентификувани како неврокогнитивни фактори поврзани со нарушувањето (Butterworth et al., 2011; Kaufmann & von Aster, 2012).

Покрај когнитивните и академските аспекти, дискалкулијата често е проследена со емоционални и бихевиорални последици. Повторливите неуспеси во математиката водат до математичка анксиозност, избегнување на задачи и ниска самодоверба, што може да се прошири и во секојдневни активности како управување со пари, планирање време и организација на задачи (Dowker et al., 2016; Developmental Dyscalculia in Early Adulthood, 2025).

Често, дискалкулијата се јавува во комбинација со други нарушувања, како дислексија, ADHD и дефицити во работната меморија, што дополнително го комплицира процесот на дијагноза и третман (Kaufmann & von Aster, 2012; The Diagnosis and Treatment of Dyscalculia, 2019). Ова ја потенцира потребата од мултидисциплинарен пристап кој комбинира едукација, психологија и невронаука.

Дискалкулијата се карактеризира со широк спектар на когнитивни и академски дефицити: од основно чувство за број, меморирање математички факти и разбирање симболи, до проблеми со стратегии, визуоспацијални способности и работна меморија. Дополнително, се јавуваат емоционални и бихевиорални последици кои влијаат врз секојдневното функционирање и образованието. Раната идентификација и интердисциплинарните интервенции се клучни за подобрување на квалитетот на животот кај погодените лица (Butterworth et al., 2011; Dowker et al., 2016; Kaufmann & von Aster, 2012).

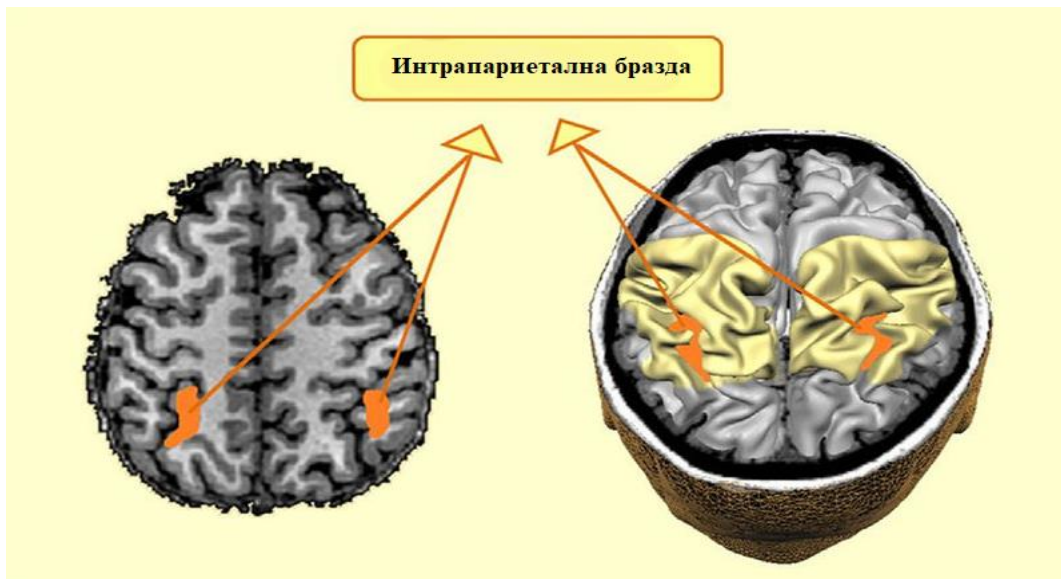
## 7. Влијанието на дискалкулијата врз мозочните структури и функции

Разбирањето на невролошките механизми на дискалкулијата е клучно не само за дијагнозата, туку и за креирањето соодветни интервенции и образовни стратегии. Во ова поглавје ќе се разгледаат структурните промени во мозокот, функционалните активации при обработка на бројки и математички операции, улогата на мрежите за работна меморија, како и пошироките когнитивни импликации.

### 7.1 Структурни промени во мозокот

- Намалување на сивата материја

Истражувањата укажуваат дека дискалкулијата е поврзана со значајни промени во париеталниот кортекс, особено во интра-париеталниот сулкус (IPS). Кај децата со дискалкулија е забележано намалување на волуменот на сива материја во билатералниот супериорен париетален лобус, фузиформ гирус и паракхипокампалниот гирус (Rykhlevskaia et al., 2009). Овие региони се сметаат за критични за репрезентација и манипулација на бројни информации, што укажува дека невроанатомските дефицити се во директна врска со когнитивните потешкотии на овие ученици.



Слика 1: Приказ на интрапариетална бразда одговорна за нумеричка обработка на информации (Bugden, & Ansary, 2014)

- Нарушувања во белата материја

Дифузната тензорска слика (DTI) открива дека кај деца со дискалкулија постојат нарушувања во белата материја, особено во тракти како што се инфериорниот надолжен фасцикулус (ILF), инфериорното фронтно-окципитално влакнесто скопче (IFOF) и супериорниот надолжен фасцикулус (SLF). Овие патишта поврзуваат париетални, темпорални и фронтални региони, кои заедно формираат мрежа за математичка обработка. Намалена интегритет на белата материја во овие региони корелира со пониски резултати во задачи за бројна прецизност и аритметички вештини (McCaskey et al., 2020).

## 7.2 Функционални промени во мозочната активација

- Намалена активација на клучните региони

Функционалната магнетна резонанца (fMRI) покажа дека кај ученици со дискалкулија постои намалена активација во IPS и медијалните фронтални региони за време на решавање задачи кои бараат проценка на големини или изведување аритметички операции (Kucian et al., 2006). Ова укажува дека клучните центри за обработка на бројни информации не функционираат соодветно.

- Хиперактивација и компензација

Одредени истражувања укажуваат на зголемена активација во пошироки неврални мрежи, вклучувајќи го супериорниот париетален лобус и фузиформниот гирус, што се толкува како компензациски механизам. Иако мозокот се обидува да ги мобилизира дополнителните ресурси за обработка на бројки, овие компензациски процеси не ја надоместуваат целосно дефицитарната активација на клучните региони (Ashkenazi et al., 2014).

- Неконсистентни модели на активација

Некои истражувања откриле дека активацијата кај дискалкулија не е стабилна – на пример, десниот IPS често е помалку активиран, додека левиот IPS може да покаже

зголемена активност, што укажува на нерегуларни модели на неврална организација (Rubinsten et al., 2009).

### **7.3 Мрежни нарушувања и работна меморија**

- Улога на работната меморија

Работната меморија е критичен когнитивен ресурс за решавање на математички задачи. Кај децата со дискалкулија е забележана намалена активација во десниот IPS, десниот инфериорен фронтален гирус и инсула за време на решавање задачи кои бараат просторно складирање на информации. Овие резултати се во корелација со послабите перформанси на тестови за работна меморија, како Corsi Block Test (Dysfunctional spatial working memory networks, 2009).

- Нарушувања во мрежната поврзаност

Истражувањата со функционална магнетна резонанца (fMRI) покажуваат намалена поврзаност помеѓу медијалниот темпорален гирус и мрежата за стандардно функционирање (DMN), како и зголемена конективност кон сензомоторната мрежата (España-Irla et al., 2024). Ова сугерира дека дискалкулијата не е изолирано нарушување на еден регион, туку на повеќекратна мрежа која ги координира математичките и когнитивните процеси.

### **7.4 Интегративна перспектива**

Современите невронаучни наоди укажуваат дека дискалкулијата е мултисистемско нарушување. Таа не е резултат само на еден „дефект во бројните модули“, туку претставува комплексна комбинација од структурни промени во сива и бела материја, нарушени мрежни конекции и дефицити во когнитивни домени како што се работната меморија и вниманието (Menon et al., 2021).

## 8. Генетски предиспозиции за дискалкулија

Некои студии покажуваат дека генетски предиспозиции придонесуваат за можноста за развивање дискалкулија. Студиите на близнаци обезбедуваат докази за генетска основа, покажувајќи повисоки стапки на усогласеност за дискалкулија кај монозиготни близнаци во споредба со дизиготни близнаци. Penner-Wilger et al. (2011) спровеле студија која вклучувала близнаци и откриле дека генетските фактори значително влијаат на нумеричкото расудување. Оваа студија ја нагласува наследната компонента на дискалкулијата, сугерирајќи дека околу 50–60% од варијансата во математичките способности може да се препише на генетските фактори.

Генетските истражувања сугерираат значителен генетски континуитет помеѓу типичниот и атипичниот развој на нумеричките и аритметичките способности (Asbury & Plomin, 2013). Haworth, Kovas, Petrill и Plomin (2007), во студија на примерок составен од 2.178 парови близнаци, ја опишуваат херитабилноста на постигнувањето во математиката во нормалниот и нискиот опсег на постигнување. Во нискиот опсег на постигнување (198 монозиготни и 198 дизиготни парови близнаци од ист пол), добиените вредности на херитабилност биле: користење и примена (0,70), броеви и алгебра (0,69), форми, простори и мерења (0,74) и композит (0,75). Високи вредности на херитабилност исто така биле добиени и за постигнување во нормалниот опсег.

Pinel и Dehaene (2013) користеле fMRI за проценка на херитабилноста на активацијата на мозокот при изведување на задачи за пресметување во примерок составен од 19 монозиготни и 13 дизиготни парови близнаци. Добени беа вредности на херитабилност во опсегот од 0,52–0,66 за активација на мозочните области вклучени во задачите за пресметување. Исто така, постојат некои студии за математички способности кои покажуваат слични резултати (Krapohl et al., 2014). Овие резултати сугерираат дека математичките способности и некои од нејзините компоненти се под влијание на умерени до силни генетски фактори.

Сепак, методите за оценување на генетската подложност на дискалкулијата не ги даваат сите потребни одговори. Студиите за фамилијарна агрегација не прават разлика помеѓу генетските и срединските влијанија. Проценките на херитабилност помагаат да се

подели варијансата меѓу различните средински и генетски компоненти, но тие се применуваат само на популациско, а не на индивидуално ниво. Дополнително, самата херитабилност не помага во наоѓањето на гените, и потребни се специфични истражувања за да се напредува во ова поле. Современите генетско-молекуларни пристапи нудат директни начини за решавање на генетските основи на дискалкулијата (Carvalho & Haase, 2019).

Некои истражувања се фокусираат на идентификување на специфични генетски варијанти поврзани со дискалкулијата. Генот KIAA0319, кој е поврзан со дислексијата, исто така е инволвиран во математичките тешкотии. Miller et al. (2010) ја истражувале врската помеѓу овој ген и дискалкулијата и откриле потенцијална асоцијација, потенцирајќи дека генетските варијанти кои влијаат на јазичната обработка може исто така да влијаат на нумеричките вештини.

Генот DYX1C1, кој исто така е поврзан со дислексијата, е истражуван и за неговата улога во дискалкулијата. Muller et al. (2001) откриле дека варијациите со овој ген може да влијаат на веројатноста за појава на специфични тешкотии во учењето, вклучувајќи ги и оние поврзани со математичките способности. Овој ген е дел од поширока генетска мрежа која може да влијае на различни аспекти од когнитивниот развој.

Генот FOXP2 е познат по својата улога во развојот на говорот и јазикот, но исто така се смета дека има улога во општи когнитивни функции, вклучувајќи ја и математиката. Варијации во FOXP2 се истражувани во врска со дискалкулија, бидејќи овој ген влијае на мозочните региони кои се вклучени во сложени когнитивни задачи, како што се математичките пресметки (Lai et al., 2001).

Генот CDK5 е вклучен во процесите на развојот на невроните и синаптичката пластичност, кои се вклучени во учењето и меморијата. Истражувањата сугерираат дека абнормалностите во функцијата на овој ген може да доведат до когнитивни тешкотии, вклучувајќи ги и проблемите со математика. Варијациите на генот CDK5 може да бидат поврзани со дискалкулијата и други невноразвојни нарушувања (Kaufmann et al., 2005).

## 9. Дијагноза на дискалкулија

Дијагнозата на дискалкулија претставува комплексен процес кој бара мултидисциплинарен пристап, комбинирајќи психометриски процени, когнитивни тестови и клинички интервјуа. Ова нарушување не може да се утврди исклучиво преку општи академски неуспеси, туку преку специфични и стабилни потешкотии во обработка на бројните информации и извршување на аритметички операции, кои се диспропорционални во однос на интелектуалните способности и образовните услови на детето (Butterworth, 2019).

- Првична проценка

Процесот започнува со иницијална проценка која обично се врши од страна на учителот или родителот, кога ќе се забележат тешкотии кај детето во совладување на основните математички концепти. Оваа проценка може да вклучува забележување на специфични знаци како тешкотии во броење, разбирање на броеви или решавање на основни математички задачи (Geary, 2004).

- Подетални когнитивни тестирања

Ако првичната проценка сугерира постоење на дискалкулија, се спроведуваат подетални когнитивни тестирања. Овие тестови обично вклучуваат: Тестови за математички способности: основни аритметички задачи, разбирање на броеви и просторни односи. Когнитивни тестови: тестови за проценка на работна меморија, визуопросторна обработка и брзина на обработка. Интервјуа и анкети: за да се соберат информации за историјата на учење на детето и потенцијалните социо-емоционални фактори кои може да влијаат на учењето (Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004).

- Психо-образовна проценка

Оваа проценка ги вклучува когнитивните тестирања и дополнителни тестови кои го проценуваат начинот на кој ученикот обработува информации и како тоа влијае на неговата способност да учи математика (Mazzocco & Devlin, 2008).

- Исклучување на други нарушувања

Дел од процесот на дијагноза вклучува и исклучување на други нарушувања кои би можеле да предизвикаат слични симптоми. На пример, дискалкулијата треба да се разликува од општи когнитивни дефицити, нарушувања на внимание (ADHD) или анксиозност поврзана со математиката (Kaufmann & von Aster, 2012).

- Континуирано следење и проценка

Дијагностичкиот процес не завршува со првичната проценка. Често, потребно е континуирано следење на детето за да се разбере како напредува со учењето и дали има потреба од дополнителна поддршка или промена на методите на наставата (Butterworth, 2010).

Овие чекори обезбедуваат темелен и систематски пристап во дијагностицирањето на дискалкулија, со цел да се осигура дека учениците ќе добијат соодветна поддршка за своите математички тешкотии.

## 9.1 Компјутеризирани алатки за скрининг на дискалкулија

Компјутеризираните алатки за скрининг на дискалкулија претставуваат современ пристап кој овозможува побрза, пообјективна и стандардизирана проценка на математичките вештини и дефицити кај децата. Во споредба со традиционалните хартиени тестови, дигиталните платформи нудат предност преку автоматизирана обработка на резултатите, намалување на можноста за субјективни грешки при оценување и поголема ангажираност на децата преку интерактивен формат (Butterworth, 2019).

Еден од најкористените компјутерски скрининг-алати е *Dyscalculia Screener*, развиен од Butterworth (2003), кој преку серија кратки задачи ги проценува основните бројни компетенции, како препознавање на количини, работа со симболи и едноставни аритметички операции. Истражувањата укажуваат дека оваа алатка има добра предиктивна валидност за идентификување на ризик за дискалкулија кај ученици од раното училишно образование (Mazzocco & Myers, 2003).

Друг значаен пример е *Numeracy Screener* (Nosworthy et al., 2013), дигитална алатка која го проценува способноста за споредување на бројни величини преку симболични и

несекојдневни задачи. Овој скрининг е лесно применлив во училишен контекст и овозможува брза детекција на ученици кои покажуваат значителни потешкотии во основната нумеричка обработка.

Во поновите истражувања, се развиваат и онлајн платформи базирани на игри, кои комбинираат скрининг со елементи на мотивација и адаптивно тестирање. На пример, алатки како NumberSense Screener или компјутеризираните адаптивни задачи во рамки на проекти за рана интервенција покажуваат висока ефикасност во проценката на когнитивните процеси поврзани со дискалкулија, како што се субитизацијата, работната меморија и брзината на обработка (Price & Ansari, 2013; Szűcs, 2016).

Иако предностите на овие алатки се значајни, важно е да се нагласат и одредени ограничувања. На пример, некои тестови може да бидат културно или јазично специфични, што го ограничува нивното користење во различни образовни контексти. Дополнително, потребата од соодветна технолошка опрема и дигитална писменост кај наставниците и учениците може да претставува предизвик во одредени училишта (Butterworth, 2019). Сепак, во споредба со хартиените тестови, дигиталните алатки овозможуваат поголема флексибилност, можност за далечинска примена и автоматска анализа на резултатите, што значително ја олеснува работата на психолозите и педагозите.

Компјутеризираните алатки за скрининг не само што овозможуваат попрецизна проценка, туку и создаваат база на податоци која може да се искористи за следење на напредокот и развојот на индивидуални едукативни интервенции. Ваквиот пристап е особено значаен за рано откривање на дискалкулија и превенција на долгорочни академски последици.

## **10. Влијанието на дискалкулијата врз учењето и академските резултати на учениците**

Дискалкулијата може да има сериозни последици за академското учење. Според Wilson и Dehaene (2007), учениците со дискалкулија често покажуваат значителни потешкотии во разбирањето на математички концепти како што се броевите, количините и основните операции. Овие потешкотии може да резултираат во низок самоверба и

мотивација за учење, што дополнително го влошува нивниот академски успех. Едно истражување од Butterworth (2005) покажува дека учениците со дискалкулија имаат проблеми со основните математички вештини, како што се броење и правење основни аритметички операции. Овие проблеми можат да доведат до заостанување во математичките знаења во споредба со нивните врсници, што може да влијае на нивната способност да учествуваат во други области на академското образование. Истражувањата покажуваат дека дискалкулијата може да има значително влијание на академските резултати на учениците. Поради тешкотиите во математиката, учениците со дискалкулија често постигнуваат послаби резултати на тестовите и оценките од нивните врсници без дискалкулија. Според Geary (2011), ова може да резултира во зголемена академска неуспех и поголема веројатност за повторување на годината. Покрај тоа, Stein и Passmore (2014) истакнуваат дека учениците со дискалкулија често покажуваат проблеми во текот на тестирањето, што може да доведе до поголеми стрес и анксиозност, дополнително влијаејќи на нивните академски резултати. Ова е особено значајно во контекст на стандартизирани тестови, каде што математичките вештини се клучни за успехот.

Раната интервенција е клучна за управување со дискалкулијата. Според Gersten et al. (2009), раната идентификација и примена на интервентивни стратегии може значително да го подобри напредокот на учениците со дискалкулија. Примена на специфични наставни стратегии и персонализирани образовни планови може да помогне во надминување на потешкотиите во учењето и подобрување на академските резултати.

Родителите и семејствата имаат важна улога во поддршката на учениците со дискалкулија. Според Dowker (2009), родителите можат да помогнат преку создавање на поддржувачка средина дома и активно учество во образовниот процес. Разговорите со наставниците и специјалистите, како и учеството во активности за подобрување на математичките вештини дома, можат да бидат од голема помош.

Психолошката поддршка е критична за учениците со дискалкулија. Според Casey et al. (2011), учениците со дискалкулија често се соочуваат со ниска самодоверба и високи нивоа на стрес. Психолошка поддршка која вклучува техники за управување со стресот и развој на позитивен став кон учењето може да помогне во подобрување на нивната академска

перформанса. Позитивната награда и охрабрување од наставниците и родителите може да ја зголеми мотивацијата и самодовербата.

Разбирањето на дискалкулијата и примената на ефективни стратегии за поддршка можат значително да го подобрат академскиот успех на учениците. Раната интервенција, специјални наставни стратегии, поддршка од родителите и психолошка поддршка се клучни аспекти кои можат да помогнат во надминување на потешкотиите поврзани со дискалкулијата.

## **II. Методологија на истражување**

### **1. Предмет на истражувањето**

Дискалкулијата како специфична тешкотија во учењето, се јавува често кај учениците и бројот на деца со оваа тешкотија не е за занемарување. Иако е застапена, дискалкулијата не секогаш се детектира навреме, што доведува до недостаток на соодветна поддршка и интервенција во раните фази на учењето, а тоа пак доведува до слаби оценки кај овие ученици. Предмет на ова истражување е да се утврди влијанието на специфичната тешкотија во учењето - дискалкулија врз развојот на математичките вештини и усвојувањето на математичките операции и релации кај учениците од одделенска настава (од III, IV и V одд) од ООУ „Браќа Миладиновци“ – Скопје.

### **2. Цел на истражувањето**

Цел на истражувањето е да се идентификуваат учениците кои имаат тешкотии во математичките вештини и способности и утврдување на најчесто засегнатите области од математиката со кои се соочуваат учениците, со цел да се овозможи учениците да добијат соодветна поддршка во училиште и прилагодување на наставата кои би придонеле за подобар успех на учениците.

### **3. Задачи на истражувањето**

- Да се процени бројот на деца со дискалкулија во ООУ „Браќа Миладиновци“ - Скопје
- Да се идентификуваат учениците со тешкотии во математичките вештини и способности

- Да се утврдат најчесто засегнатите области со кои се соочуваат учениците кои имаат тешкотии во математичките вештини и способности
- Да се утврди застапеноста на тешкотиите во математичките способности и вештини во однос на полот и возраста
- Да се утврди застапеноста на тешкотиите во математичките способности и вештини во однос на националната припадност
- Да се утврди влијанието на дискалкулијата врз општиот развој на математичките вештини кај учениците од основно образование
- Да се утврди постоење на тешкотии во смислата за број и броење, пресметување (собирање и одземање), месната вредност на броевите, множење и делење, проблеми со зборови (разбирање на текстуални задачи) и формална писмена математика.

#### **4. Хипотези на истражувањето**

- Х0: Претпоставуваме дека дискалкулијата има негативно влијание врз развојот на математичките вештини кај ученици од основно образование.
- Х1: Претпоставуваме дека во ООУ „Браќа Миладиновци“ - Скопје има ученици со тешкотии во математичките вештини и способности/дискалкулија во процент кој соодветствува на светските трендови.
- Х2: Претпоставуваме дека полот на учениците нема ефект врз вкупните бодови од тестот.
- Х3: Претпоставуваме дека возраста има влијание на резултатите постигнати на тестот, при што се очекува постарите ученици да покажат подобри резултати во однос на помладите ученици опфатени во истражувањето.
- Х4: Претпоставуваме дека не постои статистички значајна разлика во тешкотиите во математичките способности и вештини во однос на националноста.

- X5: Претпоставуваме дека дел од учениците опфатени во истражувањето ќе имаат тешкотии барем во една од математичките вештини (смила за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и формална-писмена математика)

## **5. Варијабли на истражувањето**

Независни варијабли:

- Пол
- Одделение
- Националност

Зависни варијабли:

- Дискалкулија
- Смила за број и броење
- Пресметување
- Месна вредност
- Множење и делење
- Проблеми со зборови
- Формална-писмена математика

## **6. Методи, техники и инструменти на истражувањето**

За потребите на ова истражување се користеше метод на индукција, каде од спроведените индивидуални тестови имавме можност да стекнеме општи знаења за тешкотиите во математичките вештини и способности кај учениците од основно образование. Методот на индукција овозможи конкретни набљудувања на учениците кои имаат тешкотии во математичките вештини и на основа на нивните индивидуални

резултати и одговори од тестовите, да се извлечат општи заклучоци за овие тешкотии. Се користеше и системско набљудување кое овозможува најдиректен и природен пат на запознавање на стварноста. Во контекст на ова истражување, методот на набљудување беше применет за директно следење на учениците додека извршуваат математички задачи и активности, со цел да се идентификуваат специфичките тешкотии и проблеми со кои се соочуваат, да се документираат нивните реакции, стратегии на решавање на задачите како и иивните грешки. Поради природата на дискалкулијата, која не е секогаш лесно претпознатлива преку стандардизирани тестови, методот на набљудување беше исклучително важен за длабоко разбирање на индивидуалните потреби и предизвици на учениците. Исто така овој метод овозможи покрај идентификување на математичките способности да се забележат и нивните емоционални реакции, како анксиозност и фрустрација, кои се често приступни кај учениците со дискалкулија.

Како инструмент се користеше индивидуеален тест за испитување на тешкотии во математичките вештини и операции- *Dyscalculia Assessment* ( *Jane Emerson & Patricia Babbie, 2011*). Тестот е преведен од англиско говорно подрачје и прилагоден на македонски јазик. Тестот е составен од 6 дела, во секој дел се испитуваат различни математички вештини и способности :

- Дел 1: Смисла за број и броење (се разгледува способноста на децата да бројат напред и назад и да бројат по десетки. Исто така се проверува дали имаат разбирање за природата на нумеричкиот систем заснована на десетки. Се истражува дали децата имаат свест дека системот може да биде изграден од групи од 10 ставки, или 100 ставки или 1000 ставки до бесконечност.)
- Дел 2: Пресметување (се проценува дали испитаникот има способност да собира и одзема броеви на различни начини и дали владее шеми со точки.
- Дел 3: Месна вредност на броевите (се проверува дали детето разбира како вредноста на цифрата варира во зависност од нејзината позиција во некој број и дали може да го примени ова знаење во пресметките).
- Дел 4: Множење и делење ( се проценува дали децата го разбираат концептот на множење и делење).

- Дел 5: Проблеми со зборови (се проценува дали испитаникот може да го разбере јазикот на текстуалните задачи, односно дали може да ги разбере текстуалните задачи употребувајќи ја соодветната операција за решавање).
- Дел 6: Формална-писмена математика (се истражува како испитаникот врши пресметување користејќи стандардни пишани алгоритми чекор по чекор, дали делењето го поврзуваат со множењето, како испитаникот извршува писмени математички задачи, дали можат правилно да го извршат принципот на размена).

Секој дел е составен од повеќе подзадачи. Тестот се спроведуваше индивидуално со секој ученик во времетраење од еден час.

За бодување на секоја задача од тестот поединечно, одговорите на учениците беа категоризирани во 5 групи според нивниот успех односно неуспех и користењето на соодветните стратегии.

Петте категории на одговори на задачите се:

- 1 Бод - Ако ниту една подзадача не е успешно решена или ученикот се откажал.
- 2 Бода - Ако повеќето задачи не се успешно решени.
- 3 Бода - Ако повеќето задачи се решени со несозреани и несоодветни стратегии.
- 4 Бода – Ако повеќето задачи се успешно решени.
- 5 Бода - Ако сите задачи се успешно решени.

## **7. Популација и примерок**

За потребите на истражувањето беше користен пригоден примерок. Во примерок беа опфатени 85 деца од училишна возраст од ООУ „Браќа Миладиновци“ - Скопје. Децата беа на возраст од 8-11 години, односно III-V одделение. Испитаниците се од два пола, со различна етничка припадност. Кај сите деца индивидуално се примени инструментот *Dyscalculia Assessment*.

## 8. Статистичка обработка на податоците

По собирањето на податоците, се пристапи кон нивна обработка со користење на програмот SPSS со кој податоците се групираа, табелирано и графички се прикажуваа.

Во ова истражување беа спроведени следните статистички тестови: за тестирање на значајноста помеѓу групи, односно за тестирање на полови разлики во однос на дисквалитетот беше употребен Хи-квадрат тест ( $X^2$ ).; Хи-квадрат тестот се користеше за да се процени поврзаноста помеѓу категоричните променливи преку споредување на набљудуваните и очекуваните фреквенции; за тестирање на полови разлики во однос на варијаблите (од смисла за број до писмена математика) беше употребен Т-тест за независни примероци; додека пак за тестирање на разлики во однос на возрастните групи (одделенија) беше употребена еднонасочна ANOVA. Потоа беше спроведен Post Hoc Scheffe test. Шефе тестот е пост-хок анализа која се користи после ANOVA за да се идентификува кои значења на одредена група се разликуваат едни од други. Тоа е конзервативен метод, што значи дека контролира грешки од тип I (лажни позитиви) кога се споредуваат сите можни парови на групни средства, што го прави особено корисен кога треба да се направат повеќе споредби.

## 9. Организација и тек на истражувањето

На почетокот од истражувањето беше побарана дозвола од директорот на основното училиште, со што беше обезбедена согласност за спроведување на активностите. Истовремено, беа навремено и детално информирани одделенските наставници, со цел да се обезбеди координација и соработка во текот на целиот процес. Испитаниците беа запознаени со целта и значењето на истражувањето, при што им беа дадени прецизни и јасни упатства во врска со пополнувањето на тестот, начинот на негово спроведување, како и точното времетраење. Исто така беше обезбедена заштита на приватност на податоците. Истражувањето беше организирано и спроведено во ООУ „Браќа Миладиновци“ - Скопје, во период од април-јуни 2024 година.

### III. Анализа и интерпретација на резултатите

#### 1. Демографска анализа на примерокот.

Табела 1: Полова припадност на испитаниците

Пол	Број (N)	%
Машки	45	52,9
Женски	40	47,1
Вкупно	85	100

Според податоците прикажани во табела 1, во ова истражување учествуваа 52,9% испитаници од машки пол и 47,1% испитаници од женски пол. Од овие податоци може да се заклучи дека во истражувањето учествуваа повеќе машки испитаници отколку женски, но разликата е релативно мала (само 5,8 процентни). Ова покажува дека дистрибуцијата на половата припадност на испитаниците е доста изедначена, иако машките испитаници имаат малку поголемо учество.

Табела 2: Одделение на испитаниците

Одделение	Број (N)	%
III	33	38,8
IV	35	41,2
V	17	20
Вкупно	85	100

Во табела 2, се претставени бројот и проценти на ученици според одделение, 38,8% се ученици во III одделение, 41,2% се ученици во IV одделение и 20% се ученици во V одделение.

Табела 3: Национална припадност на испитаниците

Националност	Број (N)	%,
Македонци	69	81,2
Роми	16	18,8
Вкупно	85	100

Националната припадност на испитаниците е претставена во табела 3. Според прикажаниот преглед може да забележиме дека од вкупно 85 испитаници, 69 се Македонци, што претставува 81,2% од сите испитаници. Значителен дел од испитаниците (поголемиот дел) се припадници на македонската националност. Овој процент укажува на тоа дека најголемиот број на учесници во истражувањето се Македонци. Во истражувањето учествуваа 16 испитаници од ромска националност, што претставува 18,8% од вкупниот број.

## 2.Математички способности кај испитаниците

Во овој дел ќе бидат претставени резултатите од испитаниците според шесте области од математиката кои се испитуваа со инструментот ( смисла за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и писмена математика).

Табела 4. Број и проценти за испитаниците во однос на концептот Смисла за број и броење

<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	/	/
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	2	2,4%
<b>3-Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	4	4,7%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	12	14,1%
<b>5 – Целосно успешни</b>	67	78,8%

Од вкупниот број на испитаници, дури 78,8% покажуваат целосна успешност во смислата за број и броење. Овој процент јасно укажува дека најголемиот дел од учениците ја совладале оваа фундаментална математичка способност.

Табела 5. Број и проценти на испитаниците во однос на концептот Пресметување

<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	/	/
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	6	7,1%
<b>3-Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	5	5,9%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	14	16,5%
<b>5 – Целосно успешни</b>	60	70,6%

Кај 70,6% од учениците е забележана целосна успешност во пресметувањето, што укажува на задоволително ниво на усвоеност. Сепак, кај мал дел од учениците е присутна ниска успешност, што ја истакнува потребата од дополнителна поддршка.

Табела 6. Број и проценти на испитаниците во однос на концептот Месна вредност

<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	1	1,2%
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	8	9,4%
<b>3 – Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	5	5,9%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	12	14,1%
<b>5 – Целосно успешни</b>	59	69,4%

Резултатите покажуваат дека 69,4% од учениците целосно ја совладале концепцијата за месна вредност. И покрај тоа, околу една десетина од учениците имаат изразени тешкотии, што го потврдува сложениот карактер на оваа вештина.

Табела број 7. Број и проценти на испитаниците во однос на концептот Множење и делење

<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	5	5,9%
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	10	11,8%

<b>3 – Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	7	8,2%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	16	18,8%
<b>5 – Целосно успешни</b>	47	55,3%

Според добиените податоците 55,3% од учениците целосно ги совладале вештините за множење и делење. Сепак, забележлив е релативно висок процент на ученици со пониски постигања, што укажува на потреба од посистематско зајакнување на оваа област.

Табела број 8. Број и проценти на испитаниците во однос на концептот Проблеми со зборови

<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	2	2,4%
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	2	2,4%
<b>3 – Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	15	17,6%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	14	16,5%
<b>5 – Целосно успешни</b>	52	61,2%

Кај овој концепт на математичка вештина, најголем дел од учениците (61,2%) покажале целосна успешност. И покрај тоа, присутен е процент на ученици кои користат несоодветни стратегии, што ја нагласува важноста на развивање на функционално математичко размислување.

Табела број 9. Број и проценти на испитаниците во однос на концептот Формална писмена математика

<b>ФОРМАЛНА ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1 – Целосно неуспешни</b>	6	7,1%
<b>2 – Повеќето неуспешни</b>	10	11,8%
<b>3 – Повеќето успешни со несоодветни стратегии</b>	10	11,8%
<b>4 – Повеќето успешни</b>	14	16,5%
<b>5 – Целосно успешни</b>	45	52,9%

Во областа на формалната писмена математика, 52,9% од учениците постигнале високо ниво на успешност, но има и значителен број на неуспешност.

Табела 10. Број и проценти за испитаниците во однос на Дискалкулија

<b>Дискалкулија</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>До 30% (има дискалкулија)</b>	3	3,5%
<b>Од 31-50% (тешкотии во математика)</b>	9	10,6%
<b>Од 51-100% (нема дискалкулија)</b>	73	85,9%
<b>Вкупно</b>	85	100%

Според резултатите од тестирањето, испитаниците се класифицирани во 3 категории: (1) деца со дискалкулија или помалку од 30% точни одговори, (2) деца со тешкотии во математичките способности кои имаат 31-50% точни одговори и (3) ученици без дискалкулија (51-100% точни одговори).

Според одговорите, 3,5% од учениците имаат дискалкулија, 10,6% од учениците имаат тешкотии во математика, а останатите 85,9% се ученици без дискалкулија. Овие податоци покажуваат дека најголемиот дел од испитаниците немаат тешкотии во математика.

Табела 11. Основни дескриптивни статистики за смисла за број, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и формална-писмена математика и вкупно за дискалкулијата<sup>1</sup>

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Variance</b>
<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	85	2	5	4,69	0,673	0,453
<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	85	2	5	4,51	0,895	0,801
<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	85	1	5	4,41	1,038	1,078
<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	85	1	5	4,06	1,285	1,651
<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	85	1	5	4,32	1,003	1,005
<b>ФОРМАЛНА-ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	85	1	5	3,96	1,331	1,773
<b>ВКУПНО ДИСКАЛКУЛИЈА</b>	85	14	56	48,36	12,216	149,234

Во табела 11 се дадени податоци за минималните и максималните постигнати скорови, аритметичката средина, стандардната девијација и варијансата. Може да се забележи дека кај смисла за број и броење и пресметување, опсегот на скорови се движи од 2 до 5, а кај месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и писмена математика опсегот на скорови се движи од 1 до 5. Во однос на дискалкулијата опсегот на скорови се движи од 14 до 56. Според добиените аритметички средини, се увидува дека сите најголемиот број од испитаниците кои учествувале во истражувањето успешно ги решиле задачите на тестот по дискалкулија, односно немаат дискалкулија. Според Sd и Variance скоровите на

<sup>1</sup> Вкупниот скор за дискалкулија е изведен врз основ на собирање на бодовите добиени на тестот

испитаниците не се распркани, односно аритметичките средини се поблиски до максималните скорови.

## 2.1 Анализа на податоци во однос на полот на испитаниците

Табела 12. Т-тест за независни примероци - процена на математички способности/дискалкулија и полова структура

	Пол	N	M	t	df	Sig. (p)
<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	машки	45	4,73	0,567	83	0,572
	женски	40	4,65			
<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	машки	45	4,47	-0,427	83	0,671
	женски	40	4,55			
<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	машки	45	4,33	-0,737	83	0,463
	женски	40	4,50			
<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	машки	45	4,02	-0,277	83	0,782
	женски	40	4,10			
<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	машки	45	4,33	0,152	83	0,879
	женски	40	4,30			
<b>ФОРМАЛНА-ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	машки	45	3,91	-0,392	83	0,693
	женски	40	4,03			
<b>ДИСКАЛКУЛИЈА</b>	машки	45	47,91	-0,361	83	0,719
	женски	40	48,88			

Според податоците прикажани во табела 12., не постои статистичка значајна разлика помеѓу машките и женските ученици за математички способности и дискалкулија, односно:

- Смисла за број и броење -  $t(83) = 0,572, p > 0,05$ ;
- Пресметување -  $t(83) = 0,671, p > 0,05$ ;
- Месна вредност -  $t(83) = 0,463, p > 0,05$ ;

- Множење и делење -  $t(83) = 0,782, p > 0,05$ ;
- Проблеми со зборови -  $t(83) = 0,879, p > 0,05$ ;
- Формална-писмена математика -  $t(83) = 0,693, p > 0,05$ ;
- Дискалкулија -  $t(83) = 0,719, p > 0,05$ .

Табела 13. Хи – квадрат за полот и дискалкулијата во однос на процентуална застапеност

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.776 <sup>a</sup>	4	.311
Likelihood Ratio	5.951	4	.203
Linear-by-Linear Association	.276	1	.600
N of Valid Cases	85		

Според резултатите од хи квадрат тестот, нема статистичка разлика во однос на машките и женските ученици во однос на дискалкулијата,  $X_2(4) = 4,776, p > 0,05$ .

Табела 14. Хи – квадрат за полот и дискалкулијата во однос на процентуална застапеност

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.965 <sup>a</sup>	8	.761
Likelihood Ratio	5.964	8	.651
Linear-by-Linear Association	.433	1	.511
N of Valid Cases	85		

Според резултатите од хи квадрат тестот, нема статистичка разлика во однос на ученици од трето, четврто и петто одделение во однос на дискалкулијата,  $X_2(8) = 4,965, p > 0,05$ .

Табела 15. Кростабулации за полот и дискалкулијата во однос на процентуална застапеност (различни категории на успешност)

		До 30% (има дискалкулија)	Од 31-50% (тешкотии во математика)	Од 51-100% (нема дискалкулија)	Вкупно
По л	М	2	5	38	45
	Ж	1	4	35	40
Вкупно		3	9	73	85

Според податоците добиени од истражувањето, прикажани во Табела 15, најголемиот дел од испитаниците (вкупно 73) покажаа задоволителна успешност во математиката, без присуство на значителни тешкотии. Кај 9 испитаници се евидентираа одредени тешкотии при совладувањето на математичките содржини, додека кај 3 испитаници се утврдија карактеристики кои укажуваат на присуство на дискалкулија. Овие резултати упатуваат на заклучок дека дискалкулијата се јавува кај мал процент од учениците, но сепак постои група која се соочува со тешкотии што бараат дополнителна поддршка и адаптиран пристап во наставниот процес.

## 2.2 Анализа на податоците во однос на одделението кое го посетуваат испитаниците

Табела 16. Дескриптивни податоци од Анова тестот за тестирање на разлики помеѓу ученици трето, четврто и петто одделение во однос на математички способности и дискалкулија

		N	M	SD
<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	трето одделение	33	4,58	0,751
	четврто одделение	35	4,74	0,657
	петто одделение	17	4,82	0,529
	Вкупно	85	4,69	0,673
<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	трето одделение	33	4,52	0,795
	четврто одделение	35	4,46	1,010

	петто одделение	17	4,59	0,870
	Вкупно	85	4,51	0,895
<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	трето одделение	33	4,36	1,055
	четврто одделение	35	4,43	1,065
	петто одделение	17	4,47	1,007
	Вкупно	85	4,41	1,038
<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	трето одделение	33	3,94	1,273
	четврто одделение	35	4,09	1,337
	петто одделение	17	4,24	1,251
	Вкупно	85	4,06	1,285
<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	трето одделение	33	4,12	1,023
	четврто одделение	35	4,31	1,078
	петто одделение	17	4,71	0,686
	Вкупно	85	4,32	1,003
<b>ФОРМАЛНА- ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	трето одделение	33	3,88	1,317
	четврто одделение	35	3,89	1,451
	петто одделение	17	4,29	1,105
	Вкупно	85	3,96	1,331
<b>ДИСКАЛКУЛИЈА</b>	трето одделение	33	47,61	12,015
	четврто одделение	35	48,17	13,021
	петто одделение	17	50,24	11,377
	Вкупно	85	48,36	12,216

Врз основа на добиените резултати, може да се заклучи дека математичките способности кај учениците генерално се подобруваат со возраста, но разликите меѓу одделенијата не се драстични. Податоците откриваат разлики во математичките резултати помеѓу учениците од различни одделенија, што може да укажува на напредок во математичките способности како што напредува образованието. Во областа „Множење и делење“ се забележува постепено зголемување на средните вредности низ одделенијата (3,94 во трето, 4,09 во четврто и 4,24 во петто одделение). Ова укажува на тоа дека учениците со напредување во образовниот процес покажуваат подобри резултати во овие

операции. Ваквиот тренд е очекуван, бидејќи множењето и делењето се концепти кои се надградуваат со возраста и искуството, а во наставните програми во повисоките одделенија сè повеќе се застапени овие математички вештини. Испитаниците покажале најниски резултати во „Писмена математика“, што може да укаже на потреба од дополнителна поддршка во оваа област.

Табела 17. Анова тест за тестирање на разлики помеѓу ученици трето, четврто и петто одделение во однос на математички способности и дискалкулија

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ	Меѓу групите	,830	2	0,415	0,915	0,405
	Во рамки на групите	37,217	82	0,454		
	Вкупно	38,047	84			
ПРЕСМЕТУВАЊЕ	Меѓу групите	,201	2	0,101	0,123	0,884
	Во рамки на групите	67,046	82	0,818		
	Вкупно	67,247	84			
МЕСНА ВРЕДНОСТ	Меѓу групите	,145	2	0,073	0,066	0,936
	Во рамки на групите	90,443	82	1,103		
	Вкупно	90,588	84			
МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ	Меѓу групите	1,025	2	0,513	0,305	0,738
	Во рамки на групите	137,680	82	1,679		
	Вкупно	138,706	84			
ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ	Меѓу групите	3,836	2	1,918	1,952	0,149
	Во рамки на групите	80,587	82	0,983		
	Вкупно	84,424	84			

ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА	Меѓу групите	2,307	2	1,153	0,645	0,527
	Во рамки на групите	146,587	82	1,788		
	Вкупно	148,894	84			
ДИСКАЛКУЛИЈА	Меѓу групите	79,785	2	39,893	0,263	0,770
	Во рамки на групите	12455,909	82	151,901		
	Вкупно	12535,694	84			

Податоците откриваат дека не постојат значајни разлики меѓу одделениата во однос на математичките способности. Највисок F вредност има кај проблеми со зборови (1.952,  $p = 0.149$ ), што покажува дека постои релативно поголема варијација меѓу групите во оваа област, но сепак не е доволна за да биде статистички значајна.

За подетален увид во групите, беше спроведено пост хок тестирање.

Табела 18. Анова тест – POST НОС за тестирање на разлики помеѓу ученици трето, четврто и петто одделение во однос на математички способности и дискалкулија

Multiple Comparisons						
Scheffe		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Dependent Variable					Lower Bound	Upper Bound
СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ	трето одделение	-0.167	0.163	0.595	-0.57	0.24
		-0.248	0.201	0.471	-0.75	0.25
	четврто одделение	0.167	0.163	0.595	-0.24	0.57
		-0.081	0.199	0.921	-0.58	0.42
ПРЕСМЕТУВАЊЕ	петто одделение	0.248	0.201	0.471	-0.25	0.75
		0.081	0.199	0.921	-0.42	0.58
	трето одделение	0.058	0.219	0.966	-0.49	0.61

		-0.073	0.270	0.964	-0.75	0.60
	четврто одделение	-0.058	0.219	0.966	-0.61	0.49
		-0.131	0.267	0.887	-0.80	0.54
	петто одделение	0.073	0.270	0.964	-0.60	0.75
		0.131	0.267	0.887	-0.54	0.80
МЕСНА ВРЕДНОСТ	трето одделение	-0.065	0.255	0.968	-0.70	0.57
		-0.107	0.314	0.944	-0.89	0.67
	четврто одделение	0.065	0.255	0.968	-0.57	0.70
		-0.042	0.310	0.991	-0.82	0.73
	петто одделение	0.107	0.314	0.944	-0.67	0.89
		0.042	0.310	0.991	-0.73	0.82
МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ	трето одделение	-0.146	0.314	0.897	-0.93	0.64
		-0.296	0.387	0.747	-1.26	0.67
	четврто одделение	0.146	0.314	0.897	-0.64	0.93
		-0.150	0.383	0.927	-1.10	0.81
	петто одделение	0.296	0.387	0.747	-0.67	1.26
		0.150	0.383	0.927	-0.81	1.10
ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ	трето одделение	-0.193	0.241	0.726	-0.79	0.41
		-0.585	0.296	0.149	-1.32	0.15
	четврто одделение	0.193	0.241	0.726	-0.41	0.79
		-0.392	0.293	0.413	-1.12	0.34
	петто одделение	0.585	0.296	0.149	-0.15	1.32
		0.392	0.293	0.413	-0.34	1.12
ФОРМАЛНА- ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА	трето одделение	-0.007	0.324	1.000	-0.82	0.80
		-0.415	0.399	0.584	-1.41	0.58
	четврто одделение	0.007	0.324	1.000	-0.80	0.82
		-0.408	0.395	0.588	-1.39	0.58
	петто одделение	0.415	0.399	0.584	-0.58	1.41
		0.408	0.395	0.588	-0.58	1.39

ВКУПНО ТОЧНИ ОД ЦЕЛ ТЕСТ	трето одделение	-0.565	2.991	0.982	-8.02	6.89
		-2.629	3.679	0.775	-11.80	6.54
	четврто одделение	0.565	2.991	0.982	-6.89	8.02
		-2.064	3.644	0.852	-11.15	7.02
	петто одделение	2.629	3.679	0.775	-6.54	11.80
		2.064	3.644	0.852	-7.02	11.15

Според податоците прикажани во табела 18., не постои статистичка значајна разлика помеѓу учениците од трето, четврто и петто одделение за математичките способности кои се испитуваа и дискалкулија, односно:

- Смисла за број и броење -  $N(82) = 0,915, p > 0,05$ ;
- Пресметување -  $N(82) = 0,123, p > 0,05$ ;
- Месна вредност -  $N(82) = 0,066, p > 0,05$ ;
- Множење и делење -  $N(82) = 0,305, p > 0,05$ ;
- Проблеми со зборови -  $N(82) = 1,958, p > 0,05$ ;
- Формална-писмена математика -  $N(82) = 0,645, p > 0,05$ ;
- Дискалкулија -  $N(82) = 0,263, p > 0,05$ .

Табела 19. Кростабулации за одделението и дискалкулијата во однос на процентуална застапеност

Одделение	До 30% (има дискалкулија)	31-50% (тешкотии во математика)	51-100% (нема дискалкулија)
Трето одделение	1	3	29
Четврто одделение	2	4	29
Петто одделение	0	2	15
Вкупно	3	9	73

Анализирано по одделенија, се забележува дека во третото одделение 1 ученик има дискалкулија, 3 ученици имаат тешкотии во математиката, а 29 ученици немаат проблеми. Во четвртото одделение, 2 ученици имаат дискалкулија, 4 се со тешкотии, а 29 се без

проблеми. Во петтото одделение нема ученици со дискалкулија, но 2 имаат одредени тешкотии, додека 15 ученици се без тешкотии.

Овие резултати покажуваат дека дискалкулијата е присутна кај мал број ученици, но постои значителна група што се соочува со тешкотии во математиката, што укажува на потреба од дополнителна поддршка и адаптирани наставни методи за овие ученици.

### 2.3 Анализа на податоците во однос на националноста на испитаниците

Табела 20. Т-тест за независни примероци - процена на ученици од ромска и македонска националност врз основа на математички способности и дискалкулија

	Националност	N	M	t	df	Sig. (p)
<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	Роми	16	4,44	-1,712	83	0,09
	Македонци	69	4,75			
<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	Роми	16	3,94	-2,946	83	<b>0,01</b>
	Македонци	69	4,64			
<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	Роми	16	3,56	-3,931	83	<b>0,01</b>
	Македонци	69	4,61			
<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	Роми	16	2,56	-6,223	83	<b>0,01</b>
	Македонци	69	4,41			
<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	Роми	16	3,50	-3,918	83	<b>0,01</b>
	Македонци	69	4,51			
<b>ФОРМАЛНА-ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	Роми	16	2,50	-5,738	83	<b>0,01</b>
	Македонци	69	4,30			
<b>ДИСКАЛКУЛИЈА</b>	Роми	16	37,63	-4,288		<b>0,01</b>
	Македонци	69	50,86			

Резултатите од табела 20 покажуваат статистички значајни разлики во математичките способности меѓу учениците од ромска и македонска националност.

Во сите области на математички вештини, со исклучок на „Смисла за број и броење“, учениците од македонска националност постигнуваат значително повисоки резултати споредено со нивните врстници од ромска националност. Овие разлики се статистички значајни, со *p*-вредност под 0,01.

Табела 21. Т-тест за независни примероци - процена на ученици со и без дискалкулија врз основ на математички способности

	Пол	N	M	t	df	Sig. (p)
<b>СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ</b>	Има Дис.	3	3	-5,044	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,76			
<b>ПРЕСМЕТУВАЊЕ</b>	Има Дис.	3	2	-5,828	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,60			
<b>МЕСНА ВРЕДНОСТ</b>	Има Дис.	3	1,67	-5,382	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,51			
<b>МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ</b>	Има Дис.	3	1,67	-3,495	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,15			
<b>ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ</b>	Има Дис.	3	1,67	-5,384	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,15			
<b>ФОРМАЛНА-ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА</b>	Има Дис.	3	1,67	-4,081	83	0,01
	Нема Дис.	82	4,41			

Според податоците прикажани во табела 21, постои статистичка значајна разлика помеѓу учениците со и без дискалкулија, односно:

- Смисла за број и броење -  $t(83) = -5,044, p < 0,01$ ;
- Пресметување -  $t(83) = t(83) = -5,828, p < 0,01$ ;

- Месна вредност -  $t(83) = t(83) = -5,382, p < 0,01$ ;
- Множење и делење -  $t(83) = t(83) = -3,495, p < 0,01$ ;
- Проблеми со зборови -  $t(83) = t(83) = -5,384, p < 0,01$ ;
- Формална-писмена математика -  $t(83) = t(83) = -4,081, p < 0,01$ ;

Резултатите од т-тестот покажуваат дека постои статистички значајна разлика во математичките способности помеѓу учениците со и без дискалкулија ( $p < 0,01$ ). Учениците без дискалкулија постигнуваат значително повисоки резултати во сите анализирани категории.

## IV. Верификација на хипотези

Во овој дел од трудот ќе биде претставена верификација на поставените хипотезите и компарација со релевантни светски истражувања.

### **Х0: Претпоставуваме дека дискалкулијата има негативно влијание врз развојот на математичките вештини кај ученици од основно образование.**

Нулта хипотезата се потврдува врз основа на спроведеното истражување и спроведениот т-тест за независни примероци помеѓу учениците со дискалкулија и учениците без дисклакулија во повеќе подрачја на математичките вештини ( смисла за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и писмена математика). Резултатите покажаа дека во сите испитувани области постои статистички значајна разлика помеѓу двете групи. ). Средните вредности на учениците со дискалкулија ( $M = 1,67$  до  $3$ ) се значително пониски во споредба со учениците без дискалкулија ( $M = 4,15$  до  $4,76$ ). Високите и негативни t-вредности (од  $-3,495$  до  $-5,828$ ) дополнително ја потврдуваат разликата во корист на групата без дискалкулија.

Во систематскиот преглед на Nelson и Powell (2018), кој опфатил 32 лонгитудинални истражувања спроведени на ученици од предучилишна возраст до XII одделение, се анализирани резултатите поврзани со развојот на математичките тешкотии. Авторите утврдиле дека иако децата со дискалкулија со текот на времето покажуваат одреден напредок, тие континуирано остануваат значително под нивото на своите врсници. Заклучокот е дека ефектите на дискалкулијата се долготрајни и негативно влијаат врз развојот на математичките вештини.

Во петгодишната проспективна студија на Geary, Hoard, Nugent и Bailey (2012), која опфатила деца со ниски математички постигнувања и со дијагностицирани математички тешкотии, биле следени когнитивните и академските вештини во период од прво до петто одделение. Резултатите покажале дека учениците со дискалкулија имаат стабилни дефицити во аритметика, пребарување на факти и во претставувањето на бројната линија, при што нивниот напредок бил побавен во споредба со врсници.

Во лонгитудиналната студија на Landerl, Bevan и Butterworth (2013), во која учествувале 42

деца на возраст од 8 до 9 години, бил испитуван развојот на основните бројни капацитети кај ученици со и без дискалкулија. Анализите покажале дека децата со дискалкулија имаат перзистентни дефицити во обработката на броеви, и тоа и во симболичка и во несимболичка форма, што директно се одразува на послаб развој на аритметичките вештини со текот на времето.

Во лонгитудиналната невроразвојна студија на McCaskey и соработниците (2018), во која биле опфатени деца со и без дискалкулија, бил следен развојот на бројните вештини и мозочните промени преку невровизуелациска метода. Резултатите покажале дека децата со дискалкулија имаат трајни дефицити во бројната обработка и атипична активација на фронто-париеталната мрежа, која е клучна за аритметичкото процесирање.

### **X1: Претпоставуваме дека во ООУ „Браќа Миладиновци“ - Скопје има ученици со тешкотии во математичките вештини и способности/дискалкулија во процент кој соодветствува на светските трендови (3-7%)**

Во рамките на ова истражување беа вклучени 85 ученици од училиштето „Браќа Миладиновци“ - Скопје, по спроведувањето на тестирањето се идентификуваа 3,5% од испитаниците со тешкотии во математичките вештини и способности кои укажуваат на дискалкулија. Во однос на фактот дека утврдениот светски процент на лица со дискалкулија изнесува 3-7%, оваа хипотеза се потврдува.

Во студија на Anne Fischbach, Kristen Schuchardt, Janin Brandenburg, Julia Kleszczewski, Christina Balke-Melcher, Claudia Schmidt, Gerhard Buttner, Dietmar Grube, Claudia Mahler и Marcus Hasselhorn во 2013 година се идентификувани 2-4 % од испитаниците кои имаат нарушување во учењето, во една или повеќе области на училишните постигнувања (читање, пишување и пресметување).

Wang Y, Long J и Wang P. (2024) примениле мета анализа во која утврдиле дека процентуалната застапеност на дискалкулија во Кина во различни студии се движи од 3%-13,8%.

Во Германија, преваленцата на дискалкулија е проценета на околу 4,4% врз основа на репрезентативен примерок од 546 ученици од трето одделение (von Aster, 1994).

Во студија на Lewis и соработниците (1994) во која биле вклучени девет и десет годишни ученици од Англија, застапеноста на дискалкулија била 3,6%.

Процентот од 3,5% идентификуван во ООУ „Браќа Миладиновци“ се наоѓа во рамките

на утврдените светски граници (3–7%) и е сличен на податоците од Германија и Англија, како и на пониските вредности пријавени од Fischbach et al. (2013). Иако мета-анализата на Wang et al. (2024) прикажува поширок опсег на застапеност во Кина (3–13,8%), резултатите од истражување се блиски до долниот дел на светскиот опсег. Ова ја потврдува хипотезата дека застапеноста на дискалкулија кај учениците од ова училиште каде што се спроведе истражувањето е конзистентна со светските трендови.

## **X2: Претпоставуваме дека полот на учениците нема ефект врз вкупните бодови од тестот.**

За потврдување или отфрлање на хипотезата 2, во која се испитуваше дали полот има влијание врз математичките способности, се примени т-тест и хи квадрат на добиените резултати од тестот.

Согласно резултатите од хи квадрат тестот  $X_2(4) = 4,776$ ,  $p > 0,05$ , нема статистичка разлика во однос на машките и женските ученици. Исто така по спроведениот т-тест ( $p > 0,05$ ) се утврди дека нема статистички значајна разлика помеѓу машките и женските ученици во однос на математички способности и дискалкулија. Врз основа на овие податоци хипотезата 2 се потврдува.

Hyde и неговите колеги во 2009 година објавиле мета-анализа за половите разлики во математичките способности, која опфаќала 100 студии со тестирање на 3 милиони индивидуи, главно од САД, но и од други нации како Австралија и Канада, и посочиле дека не постои значајна разлика во однос на полот и математичките способности и дека културните фактори имаат поголемо влијание од полот.

Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U., & Szűcs, D. (2013) („Половите разлики во развојната дискалкулија зависат од дијагностички критериуми“) Во оваа студија биле вклучени 1004 деца. Ова истражување укажува на тоа дека разликите во инциденцата на дискалкулијата помеѓу момчињата и девојчињата се резултат на критериумите за дијагностика, а не на вистинските разлики во математичките способности.

Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2019). „Истражување на родови разлики во математиката и науките: Резултати од Истражувањето на трендовитете во математиката и науките 2011 година“ - Истражувањето користило податоци од PISA за да се покаже дека

половите разлики во постигнувањата на математиката се многу мали и повеќето се должат на културните и општествените фактори.

Во мета-аналитичката студија на Xie и соработниците (2013), која опфатила повеќе од 3 милиони ученици од примарно и секундарно образование, биле анализирани половите разлики во постигнувањата по математика. Резултатите покажале дека овие разлики се минимални и статистички незначајни, што укажува дека полот нема значително влијание врз вкупните бодови на учениците. Авторите заклучуваат дека повеќе од социо-културните фактори, а не полот, ја објаснуваат варијабилноста во резултатите.

Истражувањето на Vos, Stojanovic и Kessels (2023) ги испитало разликите во математичките способности кај млади возрасни. Резултатите покажале дека мажите постигнале малку подобри резултати на аритметички тестови во споредба со жените, но медијациската анализа укажала дека овие разлики се условени од математичката анксиозност и родовите стереотипи, а не од инхерентните способности. Ова значи дека полот, кога се разгледува како независен фактор, не влијае значително врз вкупните резултати.

### **Х3: Претпоставуваме дека возраста има влијание на резултатите постигнати на тестот, при што се очекува постарите ученици да покажат подобри резултати во однос на помладите ученици опфатени во тестот**

За докажување на оваа хипотеза се спроведе АНОВА тест. По спроведениот АНОВА тест за утврдување на значајност на разлики помеѓу повеќе групи, се утврди дека не постои статистичка значајна разлика помеѓу учениците од трето, четврто и петто одделение за математичките способности кои се испитуваа и дискалкулија. Врз основа на овие податоци оваа хипотеза се отфрла.

Ünal, A. (2019) спровел студија со податоци собрани од TIMSS 2015 ("Trends in International Mathematics and Science Study") од Турција. Во студијата биле вклучени 6456 ученици од четврто одделение и 6079 ученици од осмо одделение (TIMSS 2015). Во студијата се испитувало како возраста влијае врз математичките способности. Било откриено дена постои ниско ниво на значајна негативна корелација на годината на раѓање и математичките резултати од TIMSS 2015 за четврто и осмо одделение.

Истражувањето на Nyatsikor (2024) за ученици во Гана покажува дека постарите ученици имаат подобри резултати во предмети како математика и науки во споредба со помладите ученици, потврдувајќи позитивна врска помеѓу возраста и академските резултати.

Слични наоди има и во студијата на Thoren и Gustafsson (2016), каде се истражувале ефектите на релативната возраст во математичките и читачките постигнувања, при што е утврдено дека постарите ученици покажуваат подобри резултати од помладите.

Истражувањето на Bjerke и Lindström (2022) ја испитувало врската помеѓу месецот на раѓање и математичките резултати, и резултатите покажале дека децата родени порано во годината имаат подобри резултати, што е индиректен показател дека возраста влијае на академските постигнувања.

Во истражување на авторот Bruno (2024) се истражувало влијанието на релативната возраст врз академските резултати на учениците во јавните училишта во Скарборо, Мејн, САД. Истражувањето користило мешани методи, комбинирајќи квантитативни податоци со квалитативни интервјуа. Квантитативниот дел вклучувал анализа на податоци за постигнувања на учениците, идентификација за посебни образовни потреби, запишување во најнапредните курсеви во средните училишта и преваленца на одлуката на родителите да го одложат запишувањето на детето во предучилишно, позната како "redshirting". Резултатите покажуваат дека поголемите учениците покажуваат подобри резултати од помалите ученици. Ова истражување потврдува дека релативната возраст има значително влијание врз академските постигања на учениците.

Во спроведеното истражување не се утврдени статистички значајни разлики во математичките способности помеѓу учениците од трето, четврто и петто одделение, што укажува дека возраста не има значително влијание во рамките на испитаната популација. Додека наведените релевантните светски студии потврдуваат постоење на позитивна врска помеѓу возраста и академските постигнувања.

#### **X4: Претпоставуваме дека не постои статистички значајна разлика во тешкотиите во математичките способности и вештини во однос на националноста**

Резултатите од табела 14 покажуваат статистички значајни разлики во математичките способности меѓу учениците од ромска и македонска националност. Во сите области на математички вештини, со исклучок на „Смисла за број и броење“, учениците од македонска националност постигнуваат значително повисоки резултати споредено со нивните врсници од ромска националност. Овие разлики се статистички значајни, со  $p$ -вредност под 0,01. Врз основа на ова не се потврдува хипотезата.

Meng (2022) спровел истражување кое испитувало како националната култура влијае врз балансот помеѓу математичките постигнувања и субјективната благосостојба на учениците. Резултатите покажале дека културните фактори имаат значително влијание на перформансите во математика. Ова укажува дека националниот контекст може да влијае врз математичките способности, што е важно за разгледување при анализа на разлики помеѓу ученици од различни националности.

Cui (2022) спровел студија за разликите во математичките постигнувања меѓу ученици од етничките групи Хан и малцински групи во Кина. Иако учениците од групата Хан покажале подобри резултати, разликите исчезнале по контрола на јазичните способности, што укажува дека јазичните вештини се критичен фактор. Ова значи дека ако се контролираат одредени фактори како јазикот, разликите во математичките способности помеѓу националности можат да бидат минимални, што го поддржува твојот фокус на хипотезата дека нема статистички значајни разлики.

Sonnenschein (2015) спровел истражување во САД каде се анализирале математичките постигнувања на деца од различни етнички групи (црни, латино и бели). Резултатите покажале постоење на разлики, укажувајќи на влијание на етничката припадност врз математичките способности. Иако студијата покажува постоење на разлики, таа исто така ја нагласува комплексноста на факторите кои влијаат врз постигнувањата, што подразбира дека националноста сама по себе не е единствениот determinant.

Davenport (2023) анализирал етнички разлики во математичката изведба на ученици од Тексас (Азијци, Бели, Латино и Црни). Резултатите покажале дека азиските и белите ученици постигнале подобри резултати во споредба со латино и црните ученици. Овие наоди укажуваат дека социо-културните и образовните фактори може да бидат клучни во

објаснување на разликите, наместо националноста како единствен фактор.

Giannelli (2016) спровел студија која ги испитувала перформансите во математиката на имигранти според нивната земја на потекло во однос на домашните ученици. Резултатите укажале дека националната припадност има влијание врз математичките постигнувања, при што разликите се поврзани со земјата на потекло на учениците. Сепак, истражувањето истакнува дека социјалните и образовните услови во земјата на приемот се од суштинско значење, што укажува дека националноста не е единствен фактор кој определува математички способности

Иако светските истражувања на Meng (2022), Cui (2022), Sonnenschein (2015), Davenport (2023) и Giannelli (2016) укажуваат дека националните и културните фактори можат да влијаат на математичките способности, спроведеното истражување за овој магистерски труд покажува статистички значајни разлики помеѓу учениците од ромска и македонска националност во повеќето области на математичките вештини. Овие разлики укажуваат дека во конкретниот контекст националноста има релевантно влијание, што делумно се совпаѓа со заклучоците на претходните студии кои истакнуваат комплексност на социо-културните и образовните фактори. Сепак, за разлика од дел од светските истражувања каде контролирани фактори како јазични способности го намалуваат ефектот на националноста, во овој случај тие фактори не биле целосно контролирани, што може да објасни значајноста на разликите во резултатите. Овие наоди ја нагласуваат потребата за развивање на прилагодени наставни стратегии кои ќе овозможат еднакви можности за учениците од различни националности.

**X5: Претпоставуваме дека дел од учениците опфатени во истражувањето ќе имаат тешкотии барем во една од математичките способности (смисла за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и формална-писмена математика).**

Врз основа на бројот и процентите од табелите 4,5,6,7,8 и 9 може да се заклучи дека дел од испитаниците имаат тешкотии барем во една од математичките способности (смисла за број и броење, пресметување, месна вредност, множење и делење, проблеми со зборови и формална-писмена математика) и врз основа на тоа оваа хипотеза се потврдува. Испитаниците најниски резултати покажале во областа множење и делење и формална

писмена математика. Додека највисоки резултати покажале во областа смисла за број и броење.

Wang et al., 2024 спровеле студија која вклучувала повеќе од 34.000 ученици. Од испитанците 8.97% имале математички тешкотии. Највисоки стапки на математички тешкотии биле забележани во пониските одделенија. Најчести области кои биле засегнати се аритметичките операции и разбирањето на задачите.

Во истражувањето на Jordan и Montani (1997) се анализирале учениците од трето одделение поделени во две групи: деца со специфични математички тешкотии, кои имаат проблеми само во математиката, и деца со општи математички тешкотии, кои покажуваат тешкотии и во математиката и во други академски области како читање. Истражувањето вклучило различните аспекти на математичките способности, вклучувајќи:

Основни аритметички операции (собирање, одземање, множење, делење)

-Решавање текстуални задачи

-Разбирање на бројната смисла и логичко поврзување на математичките концепти

-Резултатите покажале дека и двете групи имаат значајни проблеми, иако природата и степенот на тешкотиите се разликуваат. Децата со специфични математички тешкотии имаат главно слабости во конкретни математички операции и пресметување, додека децата со општи математички тешкотии покажуваат поширок спектар на тешкотии кои влијаат и на други академски вештини.

Во студија на Swanson и Orosco (2025) ги споредиле перформансите на деца со математички потешкотии и деца без математички потешкотии во решавање на текстуални математички задачи. Резултатите покажале дека и двете групи имаат проблеми во решавање на овие задачи, но децата без математички потешкотии покажале подобри резултати во споредба со децата со математички потешкотии. Ова укажува на тоа дека и деца без математички потешкотии можат да имаат слабости во специфични математички вештини, како што е решавањето на текстуални задачи.

Во истражувањето на Linnavalli, Niemi и Aunola (2024) биле испитани когнитивните и математичките способности на деца на возраст од 9 до 10 години. Истражувачите се фокусирале на поврзаноста помеѓу когнитивните вештини, како што се работната меморија и вниманието, и математичките способности на учениците. Резултатите покажале дека постои значајна корелација помеѓу когнитивните вештини и успехот во различни

математички домени, како што се пресметување и решавање текстуални задачи. Иако децата без математички потешкотии покажале генерално повисоки резултати од децата со математички потешкотии, дел од нив сепак имале слабости во специфични математички вештини. Ова укажува дека и учениците без формални тешкотии во математика можат да се соочат со проблеми во барем една математичка вештина.

Овие истражувања укажуваат дека тешкотиите во математиката се присутни не само кај учениците со формални дијагностицирани тешкотии, туку и кај дел од учениците без формални проблеми, што ја потврдува хипотезата.

## V. Дискусија и препораки

Во оваа магистерска теза се истражуваа тешкотиите во математичките операции со фокус на дискалкулија, специфично нарушување на способноста за учење на математика. Врз основа на теориските и емпириските анализи, се утврди дека дискалкулијата е комплексен проблем кој бара мултидисциплинарен пристап за дијагноза и третман. Раното откривање и соодветната интервенција се клучни за да им се помогне на учениците да ги надминат бариерите што ги поставува ова нарушување.

Дополнително, резултатите од истражувањето укажуваат дека дискалкулијата има негативно влијание врз развојот на математичките вештини кај ученици од основно образование. Анализата покажа дека нема значајна разлика во однос на полот и математичките способности, а возраста не се покажа како одлучувачки фактор за развојот на математичките вештини. Овие наоди укажуваат на тоа дека дискалкулијата е присутна кај ученици со различни карактеристики, што ја потенцира потребата од индивидуален пристап во наставата.

Истражувањето истакна дека наставниците и стручните соработници често се соочуваат со предизвици во препознавањето и соодветното справување со дискалкулијата во наставниот процес. Ова го наметнува значењето на континуираната едукација и обука за наставниот кадар, со цел стекнување дополнителни знаења и стратегии за работа со ученици со математички тешкотии. Развојот на адаптирани наставни методи и користењето на специјализирани дидактички средства можат значително да придонесат за олеснување на учењето кај овие ученици.

Во контекст на препораките, истражувањето ја нагласува важноста на индивидуализираните образовни пристапи, кои се базираат на потребите и способностите на секој ученик. Интегриран пристап кој вклучува наставници, родители, специјални едукатори и психолози може да доведе до подобрување на академските постигнувања и самодовербата кај учениците со дискалкулија. Дополнително, од суштинско значење е

унапредувањето на наставните програми, како и развојот на стратегии за рано идентификување и интервенција.

На крај, оваа магистерска теза придонесува кон проширување на разбирањето за дискалкулијата и посочува на важноста од понатамошни истражувања во оваа област. Подобрувањето на дијагностичките и интервенциските практики, како и создавањето на поинклузивни образовни системи, ќе придонесе за намалување на бариерите со кои се соочуваат учениците со математички тешкотии.

Врз основа на донесените заклучи и во прилог на подобрување на образовните услови за учениците со дискалкулија се даваат следните препораки:

- ❖ Обуки за наставниот кадар и стручните соработници во рамки на кои ќе се стекнат со познавања за дискалкулија и стратегии за работа.
- ❖ Изготвување на прирачници за рана препознавање на дискалкулијата во предучилишните установи.
- ❖ Изготвување прирачници за основните училишта кои ќе помогнат во работата со деца со дискалкулија.
- ❖ Обезбедување соодветни материјали и дидактички средства за учениците со дискалкулија со цел да се развијат услови за квалитетно инклузивно образование.
- ❖ Взаемна соработка стручен тим- наставик- родител.
- ❖ Погolem број на истражувања во областа на дискалкулија на ниво на цела држава.
- ❖ Бирото за развој на образование да работи на стратегии за работа на учениците со дискалкулија во основните и средни училишта.
- ❖ Користење на едукативни софтвери и апликации кои нудат алтернативни начини на учење и вежбање математика.
- ❖ Приспособување на наставните планови и методи за да се задоволат специфичните потреби на учениците со дискалкулија.
- ❖ Кај децата кои имаат тешкотии со математика, да се постават мали и достижни критериуми со цел да се избегне фрустрација и да се зголеми мотивацијата.
- ❖ Избегнување на негативни етикети и стереотипи кои може да влијаат на самопочита и мотивацијата на учениците со специфични тешкотии во учењето. Поддршка за развој на работна меморија, вниманието и логичкото размислување, бидејќи овие когнитивни вештини се тесно поврзани со успехот во математиката.

- ❖ Да се организираат работилници со учениците со цел да се запознаат со специфичните потреби на нивните соученици со дискалкулија или други специфични тешкотии во учењето, и за поттикнување на социјална интеракција и поддршка од страна на врсниците за да се создаде позитивна училишна клима.
- ❖ Во училиштата да се воведат системи за собирање и анализирање на податоците за да се следи напредокот на учениците со дискалкулија и други специфични тешкотии во учењето, што ќе помогне за подобрување на образовните стратегии за работа.
- ❖ Министерството за образование и науки да инвестира во истражувања кои ќе го прошират знаењето за последиците, причините и ефикасните методи за интервенција на дискалкулијата.
- ❖ Поддршка и насоки за родителите на кој начин да ги поддржат и да им помогнат на децата со дискалкулија во домашни услови.
- ❖ Подигање на свесноста за дискалкулија преку јавни кампањи.
- ❖ Да се вклучуваат партнерства со организации кои се специјализирани за поддршка на учениците со специфични тешкотии во учењето, за да се обезбеди дополнителна експертиза, насоки и ресурси.
- ❖ Обезбедување на специјализирани дигитални ресурси и апликации за учениците со дискалкулија.

## Користена литература

1. Aunóla, K., Leskinen, E., Kerjjäbeim, M., & Nurmi, J. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713.
2. National Science Board. (2006). Science and education indicators 2006 (Vol. 1 NSB 06-01, Vol. 2 NSB 06-01A). Ariington, VA: National Science Foundation.
3. *American Journal of Psychology*, 110, 225-258
4. Martin, L., & Benn, W. (2021). *The role of early math education in child development*. *International Journal of Early Childhood Education*, 39(4), 210-225.
5. Stanley, G., & Toma, J. (2020). *Mathematical skills and problem-solving in primary education*. *Journal of Mathematics Education*, 58(1), 45-59.
6. Илиевска, А. (2019). *Развој на прематематичките и математичките вештини во раната возраст*. Скопје: Универзитет во Скопје.
7. Lopez, M., & Garcia, P. (2022). *Practical applications in early childhood mathematics education*. *Journal of Educational Research*, 56(3), 174-189.
8. Simonović, D. (2020). *Математика во наставата: Пристапи и иновации*. Белград: Академски форум.
9. Stipek, D. J., & Ryan, R. H. (1997). Economically disadvantaged preschoolers: Ready to learn but further to go. *Developmental Psychology*, 33, 711-723
10. Fisher, P. H., Dobbs-Oates, J., Doctoroff, G. L., & Arnold, D. H. (2012). Early math interest and the development of math skills. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 673–681. <https://doi.org/10.1037/a0027756>
11. Golubović, Š. (2004). Karakteristike dece sa razvojnom diskalkulijom. *Norma*, 10(1-2), 67-77
12. Wright C.: Learning Disabilities in Mathematics; Anitoch University, Seattle, WA /online document/ Aviable on <http://www4.gvsu.edu/create/LD/mathdyscalcu.htm>
13. Nunes, T., & Bryant, P. (2017). *Children's Mathematics: Cognition and Learning*. Wiley-Blackwell.
14. Baroody, A. J. (2015). *Children's mathematical thinking: A developmental perspective*. Cambridge University Press.

15. Clements, D. H., & Sarama, J. (2018). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge.
16. Siegler, R. S., Follmer, D. J., & Kuda, M. M. (2017). *Cognitive development and learning in instructional contexts*. Pearson.
17. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
18. Parsons S, Bynner J. *National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy*. London: 2005. Does numeracy matter more?
19. Schulte-Körne G. Mental health problems in a school setting in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113:183–190
20. Kohn J, Wyschkon A, Esser G. Psychische Auffälligkeiten bei Umschriebenen Entwicklungsstörungen: Gibt es Unterschiede zwischen Lese-Rechtschreib- und Rechenstörungen? *Lern Lernstörungen*. 2013;2:7–20
21. Fischbach A, Schuchardt K, Mähler C, Hasselhorn M. Zeigen Kinder mit schulischen Minderleistungen sozio-emotionale Auffälligkeiten? *Z Entwickl Padagogis*. 2010;42:201–210
22. Peters L., De Smedt B. Arithmetic in the developing brain: a review of brain imaging studies. *Dev. Cogn. Neurosci*. 2017
23. Learning Disabilities Association of Canada <https://www.ldac-acta.ca/official-definition-of-learning-disabilities/> [Accessed on: 12.10.2021]
24. Haberstroh , S. The Diagnosis and Treatment of Dyscalculia. Schulte-Körne G.2019
25. American Psychiatric Association. (2018, November). What is Specific Learning Disorder? <https://www.psychiatry.org/patients-families/specific-learning-disorder/what-is-specific-learning-disorder>
26. Hornigold, J. (2015). *Dyscalculia Pocketbook*.. LAUREL HOUSE, STATION APPROACH, ALRESFORD, HAMPSHIRE SO24 9JH UK
27. Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868-873.

28. Myers, T., Carey, E., & Szűcs, D. (2017). Cognitive and Neural Correlates of Mathematical Giftedness in Adults and Children: A Review. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-17.
29. Kaufmann, L., & Aster, M. von. (2012). The Diagnosis and Management of Dyscalculia. *Deutsches Aerzteblatt Online*, 767-778.
30. Wang, L.-C., Tasi, H.-J., & Yang, H.-M. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1453-1461.
31. Ashkenazi, S., Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Attention, automaticity, and developmental dyscalculia. *Neuropsychology*, 23(4), 535-540.
32. Zhang, H., & Wu, H. (2011). Inhibitory ability of children with developmental dyscalculia. *Journal of Huazhong University of Science and Technology [Medical Sciences]*, 31(1), 131-136.
33. Ardila, A., & Rosselli, M. (2019). Cognitive Rehabilitation of Acquired Calculation Disturbances. *Behavioural Neurology*, 2019, 1-6.
34. Peters, L., Bulthé, J., Daniels, N., Op de Beeck, H., & De Smedt, B. (2018). Dyscalculia and dyslexia: Different behavioral, yet similar brain activity profiles during arithmetic. *NeuroImage: Clinical*, 18, 663-674.
35. Cheng, D., Xiao, Q., Chen, Q., Cui, J., & Zhou, X. (2018). Dyslexia and dyscalculia are characterized by common visual perception deficits. *Developmental Neuropsychology*, 43(6), 497-507.
36. Kazemi, R., Momeni, S. & . Abolghasemi, A. (2014). The effectiveness of life skill training on self-esteem and communication skills of students with dyscalculia. *Ardabili: University of Mohaghegh*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813054384>
37. Faramarzi , S., & Sadri, S. (2014). The effect of basic neuropsychological interventions on performance of students with dyscalculia. *Isfahan: University of Isfahan*

[https://www.researchgate.net/publication/287270187\\_The\\_effect\\_of\\_basic\\_neuropsychological\\_interventions\\_on\\_performance\\_of\\_students\\_with\\_dyscalculia](https://www.researchgate.net/publication/287270187_The_effect_of_basic_neuropsychological_interventions_on_performance_of_students_with_dyscalculia)

38. Vigna G, Ghidoni E, Burgio F, Danesin L, Angelini D, Benavides-Varela S, Semenza C. Dyscalculia in Early Adulthood: Implications for Numerical Activities of Daily Living. *Brain Sci.* 2022 Mar 11;12(3):373. doi: 10.3390/brainsci12030373. PMID: 35326329; PMCID: PMC8946289.
39. Heine, A., Wissmann, J., Tamm, S., De Smedt, B., Schneider, M., Stern, E., Verschaffel, L., & Jacobs, A. M. (2013). An electrophysiological investigation of non-symbolic magnitude processing: numerical distance effects in children with and without mathematical learning disabilities. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 49(8), 2162–2177. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.11.009>
40. Clerkin, A., & Gilligan, K. (2018). Pre-school numeracy play as a predictor of children's attitudes towards mathematics at age 10. *Journal of Early Childhood Research*, 16(3), 319–334.
41. Butterworth, B. (2005). *Developmental dyscalculia*. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 455–467). Psychology Press.
42. Geary, D. C. (2011). *Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A five year longitudinal study*. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539–155
43. Hornigold, J. (2021). *Number Sense Explained: How it fuels maths success*. Maths No Problem
44. Ramani, G. B., & Eason, S. H. (2015). *It all adds up: Learning early math through play and games*. *Phi Delta Kappan*, 96(1), 27–32
45. Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., ... Fletcher, J. M. (2013). *The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and word problems*. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 821–837
46. Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2010). *Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes*. *Developmental Psychology*, 46(5), 1170–1186.

47. Moeller, K., Klein, E., Nuerk, H. C., & Willmes, K. (2011). *Symbolic and non-symbolic magnitude representations in math development and difficulties: Insights from brain and behavior. Trends in Neuroscience and Education, 1*(1), 27–35.
48. 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), 563–573.
49. Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2008). *The association between mathematical word problems and reading comprehension. Educational Psychology, 28*(4), 409–426.\*
50. Knuth, E. J., Alibali, M. W., McNeil, N. M., Weinberg, A., & Stephens, A. C. (2006). *Middle school students' understanding of core algebraic concepts: Equivalence & variable. ZDM, 38*(1), 68–76.
51. Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). *Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. Journal of Educational Psychology, 93*(2), 346–362
52. Cox, D., & Hart, S. (2020). *Inclusive Education and the Challenge of Teaching Children with Dyscalculia. Educational Psychology Review, 32*(2), 491-505.
53. Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener: Highlighting children with specific learning difficulties in mathematics. London: nferNelson.*
54. Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). *Dyscalculia: From Brain to Education. Science, 332*(6033), 1049-1053
55. Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., Metcalfe, A. W. S., Swigart, A. G., & Menon, V. (2014). *Visuo-spatial working memory is an important source of domain-general vulnerability in the development of arithmetic cognition. Neuropsychologia, 56*(3), 122–136.
56. España-Irla, G., Sebastián-Gallés, N., & Ventura-Campos, N. (2024). *Resting-state functional connectivity alterations in children with developmental dyscalculia. NeuroImage: Clinical, 45*, 103637
57. 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).

58. McCaskey, U., von Aster, M., Maurer, U., Martin, E., O’Gorman, R., & Kucian, K. (2020). Longitudinal structural brain development and mathematics intervention: Evidence from children with developmental dyscalculia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 272
59. Menon, V., Padmanabhan, A., & Schwartz, S. (2021). Cognitive neuroscience of dyscalculia and math learning disabilities. *Frontiers in Psychology*, 12, 705431
60. Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A., & Shahar-Shalev, S. (2009). The development of numerical processing in children with developmental dyscalculia: Behavioral and brain imaging evidence. *Behavioral and Brain Functions*, 5(35).
61. Rykhlevskaia, E., Uddin, L. Q., Kondos, L., & Menon, V. (2009). Neuroanatomical correlates of developmental dyscalculia: Combined evidence from morphometry and tractography. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 51
62. M. M. M., & Devlin, K. T. (2008). Parts and 'Wholes' of Arithmetic Word Problems Are Associated with Distinct Impairments in Children with Mathematics Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 41(1), 5-23.
63. Kaufmann, L., & von Aster, M. (2012). The Diagnosis and Management of Dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(45), 767-778.
64. Butterworth, B. (2010). Foundational Numerical Capacities and the Origins of Dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 534-541.
65. Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053.
66. Butterworth, B. (2019). *Dyscalculia: From science to education*. Routledge.
67. Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A. J., Aunio, P., & Dehaene, S. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development*, 24(4), 450-472.
68. Mazzocco, M. M. M., & Myers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 218–253.
69. Nosworthy, N., Bugden, S., Archibald, L., Evans, B., & Ansari, D. (2013). A two-minute paper-and-pencil test of symbolic and nonsymbolic numerical magnitude processing explains variability in primary school children’s arithmetic competence

70. Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 1–16.
71. Szűcs, D. (2016). Subtypes and comorbidity in mathematical learning disabilities: Multidimensional study of verbal and visual memory processes is key to understanding. *Progress in Brain Research*
72. Paechter M, Macher D, Martskvishvili K, Wimmer S, Papousek I. Mathematics Anxiety and Statistics Anxiety. Shared but Also Unshared Components and Antagonistic Contributions to Performance in Statistics. *Front Psychol*. 2017
73. American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders
74. Johnston-Wilder, Sue, Brindley, Janine and Dent, Philip (2014) *A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices*. London: Gatsby Charitable Foundation.
75. Johnston-Wilder, S., Brindley, J., & Dent, P. (2014). A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices.
76. Penner-Wilger, M., et al. (2011). Genetic influences on mathematical ability: Evidence from a twin study. *Journal of Learning Disabilities*, 44(4), 287-301
77. Fischbach, A., Schuchardt, K., Brandenburg, J., Kleczewski, J., Balke-Melcher, C., Schmidt, C., ... & Hasselhorn, M. (2013). Prävalenz von Lernschwächen und Lernstörungen: Zur Bedeutung der Diagnosekriterien. *Lernen und Lernstörungen*.
78. Wang Y, Long J, Wang P. The prevalence of mathematical difficulties among primary school children in Mainland China: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2024 Feb
79. Hyde, J. S., & Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*
80. Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 136(6)
81. Nelson, G., & Powell, S. R. (2018). *A systematic review of longitudinal studies of mathematics difficulty*. *Journal of Learning Disabilities*, 51(6), 523–539

82. Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). *Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study*. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 206–223
83. McCaskey, U., von Aster, M., Maurer, U., Martin, E., O’Gorman Tuura, R., & Kucian, K. (2018). *Longitudinal brain development of numerical skills in typically developing children and children with developmental dyscalculia*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 629
84. Xie, F., Zhang, L., Chen, X., & Xin, Z. (2013). Gender differences in mathematics performance in primary and secondary education: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(4), 634–657
85. Vos, M., Stojanovic, J., & Kessels, R. P. C. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance. *Learning and Individual Differences*, 93, 102145
86. Nyatsikor, M. K. (2024). Primary school learners' age and academic achievement in Ghana. *Educational Researcher*, 53(3), 123–135
87. Wang, X., Li, Y., Chen, J., & Zhang, Q. (2024). Prevalence and patterns of mathematical difficulties among primary school students: A large-scale study. *Educational Psychology*, 44(2), 215–230
88. Swanson, H. L., & Orosco, M. J. (2025). Word problem solving performance among children with and without math difficulties. *Child Neuropsychology*
89. Linnavalli, T., Niemi, E., & Aunola, M. (2024). Cognitive skills and their relationship to mathematical abilities in children aged 9–10. *Learning and Individual Differences*.
90. Bjerke, A. H., & Lindström, M. (2022). Relationship between birth month and mathematics achievement. *Educational Studies*, 47(2), 123–135
91. Thoren, K., & Gustafsson, J.-E. (2016). Relative age effects in mathematics and reading. *Frontiers in Psychology*, 7, 679
92. Bruno, G. E. (2024). The relative age effect: Ensuring student success regardless of birth month
93. Cui, J. (2022). Ethnic differences in mathematics achievement among primary school students in China: The role of language proficiency. *Frontiers in Psychology*, 13, 929719.

94. Sonnenschein, S. (2015). Ethnic differences in mathematics achievement in early elementary grades in the United States. *Journal of Educational Research*, 108(5), 370–383.
95. Davenport, G. (2023). Ethnic disparities in mathematics achievement: Evidence from Texas public schools. *Education Research International*, 2023
96. Meng, J. (2022). Cultural influences on academic performance and subjective well-being in mathematics education. *Frontiers in Education*, 7, 9204518
97. Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U., & Szűcs, D. (2013). Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, 27, 31–39.
98. Reilly, D., Neumann, D.L. & Andrews, G. Investigating Gender Differences in Mathematics and Science: Results from the 2011 Trends in Mathematics and Science Survey. *Res Sci Educ* 49, 25–50 (2019).
99. Ünal, A. (2019). The Impact of Relative Age Effect on Mathematics Achievement. *International Education Studies*, 12(6), 39-5
100. Lewis C, Hitch GJ, Walker P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9 to 10 year old boys and girls. *J Child Psychol Psychiatry* 1994; 35: 283-92
101. Christensen, C. A. and M. M. Gerber (1990). Effectiveness of computerized drill and practice games in teaching basic math facts. *Exceptionality*, 1: 149–165
102. Menon, V., Padmanabhan, A., & Schwartz, F. (2020). Cognitive neuroscience of dyscalculia and math learning disabilities.
103. Bugden, S, & Amsari, D, (2014) When your brain cannot do 2+2: A case of developmental Dyscalculia.
104. Brain Sciences. (2022). Finger-based numerical training increases sensorimotor activation for arithmetic in children: An fNIRS study. *Brain Sciences*, 12(5), 637.
105. Child Development. (2024). Finger counting training enhances addition performance in kindergarteners. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39290187/>
106. Journal of Experimental Child Psychology. (2021). Preschoolers' mastery of advanced counting: The best predictor of addition skills 2 years later

107. Journal of Experimental Child Psychology. (2023). Finger-based intervention improves first-graders' arithmetic learning
108. Lê, M. L., Noël, M. P., & Thevenot, C. (2024). Do children need counting principle knowledge to count on their fingers? *Journal of Experimental Child Psychology*, 241, 105931
109. Schröder, E., Gredebäck, G., Forssman, L., & Lindskog, M. (2021). Predicting children's emerging understanding of numbers. *Developmental Science*, 25(3)
110. Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Specific impairments of the 'number sense': A cognitive neuropsychological perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(1), 46-58.
111. Stein, M., & Passmore, C. (2014). Mathematics anxiety and dyscalculia: Identifying and addressing the issues. *Educational Psychology Review*, 26(1), 23-43.
112. Dowker, A. (2009). What works for children with difficulties in mathematics? *Journal of Research in Special Educational Needs*, 9(3), 139-147.
113. Casey, B. J., Tottenham, N., & Liston, C. (2011). The effects of math anxiety and dyscalculia on children's mathematical performance. *Developmental Neuropsychology*, 36(4), 506-521.
114. Mrvaljević, S. (2022). Predmatematičke vještine. *Vaspitanje i obrazovanje*, 167(2).
115. Carvalho, M.R., & Haase, V.G. (2019). Genetics of Dyscalculia 1: In Search of Genes. *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties*.
116. Drigas, A., & Pappas, M. (2015). ICT Based Screening Tools and Etiology of Dyscalculia. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 5(3), pp. 61–66.
117. Monei, T., & Pedro, A. (2017). A systematic review of interventions for children presenting with dyscalculia in primary schools. *Educational Psychology in Practice*, 33(3), 277–293.
118. Каровска-Ристовска, А., Кардалеска, Љ & Ајдински, Г (2016). Специфични тешкотии во учењето (дислексија, дисграфија, дискалкулија, диспраксија). Скопје: Филозофски факултет.
119. Каровска-Ристовска, А., Кардалеска, Љ., Ајдински, Г & Шурбановска, О. (2018). Процена и стратегии за работа со ученици со дислексија, дисграфија, дискалкулија и диспраксија. Скопје: Филозофски факултет.

120. Николовски, Д., Каровска Ристовска, А., & Филиповска, М. (2023). *Дискалкулија: основи, проценка, стратегии и поддршка*. Здружение за дислексија АЈНШТАЈН

# Прилог 1

## *Dyscalculia Assessment*

Име .....  
 Возраст .....

Пол .....  
 Одделение .....

### СМИСЛА ЗА БРОЈ И БРОЕЊЕ

- Смисла на број
- Проценување
- До 4
- До 10
- Повеќе од 10
- Броење**
- Нанапред по 1
- По 10
- По 5
- По 2
- Наназад по 1
- По 10
- По 5
- По 2
- Читање броеви**
- Двоцифрени броеви
- Троцифрени и поголеми броеви
- Пишување броеви**
- Двоцифрени броеви
- Троцифрени и поголеми броеви

### ПРЕСМЕТУВАЊЕ

- Собирање +1, +2**
- Собирање +1
- Собирање +2
- Одземање -1, -2**
- Одземање -1
- Одземање -2
- Дуплирање**
- До 10
- До 20
- Додавање на соседни броеви**
- До 10
- До 20
- Шеми со точки 1-6**
- Бројни врски 1-9**
- Собирање
- Одземање
- Бројни врски од 10 - 100**
- Собирање
- Одземање

### МЕСНА ВРЕДНОСТ

- 10 + едноцифрен број/двоцифрен број + едноцифрен број**
- 10 + n
- Двоцифрен број + n (пр: 20 + n)
- Премостување**
- цифра + цифра (пр: 8 + 5)
- двоцифрен + едноцифрен (пр: 34 + 7)
- Разложување на броеви на десетки и единици
- Одземање единици**
- Одземање на исти единици (пр: 36 - 6)
- Собирање +1; +10; +100; +1000**
- Одземање -1; -10; -100; -1000**

### МНОЖЕЊЕ И ДЕЛЕЊЕ

- Множење**
- Таблица множење:**
- ×5  ×10
- ×2  ×4  ×6  ×8
- ×3  ×7  ×9
- Демонстрација со кругови
- Делење**
- Усно
- Писмено
- ПРОБЛЕМИ СО ЗБОРОВИ**
- Собирање
- Одземање
- Множење
- Делење
- ПИСМЕНА МАТЕМАТИКА**
- Собирање
- Одземање
- Множење
- Делење

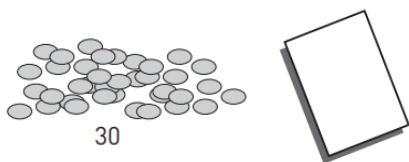
## Дел 1: Смила за број и броење

Овој дел од истражувањето се разгледува способноста на децата да бројат напред и назад и да бројат по десетки. Во овој дел исто така се проверува дали имаат разбирање за природата на нумеричкиот систем заснована на десетки. Се истражува дали децата имаат свест дека системот може да биде изграден од групи од 10 ставки, или 100 ставки или 1000 ставки до бесконечност.

### 1.1 Смила за број

Се проверува дали детето има чувство за големина на одредено количество предмети без да ги брои еден по еден, се истражува познавањето на бројниот систем структуриран во групи од десетки и дали има стратегија за броење.

Потребен материјал: 30 кругови (во иста боја) и празен лист хартија



- Количество до 4

На испитаникот му се покажува еден круг и се остава внимателно да го погледне и почувствува. Потоа се ставаат сите кругови надвор од видното поле. На маса се ставаат неколку кругови и му се вели да ги погледне само неколку секунди пред да каже колку има. Потоа се вадат два кругови и брзо се покриваат со празен лист и се прашува детето колку кругови има? Се распрснуваат 4 кругови и по неколку секунди се покриваат со хартија и се прашува детето колку кругови има?

- Количество 5-10; 10-20

Се поставуваат на маса куп од кругови (повеќе од 5-помалку од 10) се покриваат одма со лист хартија, и се прашува детето што мисли колку кругови има. А потоа му се вели да изброи колку всушност кругови има? Истата постапка се повторува за количество од 10-20

- Количество повеќе од 20

На детето му се даваат повеќе од 20 кругови, и му се вели да ги нареди во линија по 10, кога ќе стигне до 10 повторно да почне да брои од почеток. Потоа се прашува колку кругови има вкупно?

## 1.2 Бројење и броен систем

Се проценува дали детето може да брои во низа, да брои нанапред по 1 и наназад по 1. Дали може да продолжи да брои од произволен број.

- Бројење нанапред по 1

Се дава налог да брои додека не му се каже да застане (му се вели да застане околу 20, ако стигне до таму). Потоа му се кажува на испитаникот да продолжи да брои од бројот од кој што застанал

- Бројење наназад по 1

Се дава налог да брои од 10 до 0

Се дава налог да брои од 20 до 0

Ако првите две проби се успешни се даваат налози за бројење наназад од поголеми броеви

## 1.3 Бројење по 10, и бројење од произволен број

Се проценува дали може да брои по 10 (пр:10,20,30 и сл), да брои нанапред и наназад од произволен-даден број

- Се дава налог да брои нанапред од случаен број од низа пример: 26-32. Потоа се дава налог да брои напред од 7, се запира после 12. Сега брои од 16, се запира на 26. Сега брои од 29, се запира на 34. Сега брои од 76, се запира на 82. Сега брои од 96, се запира на 104.
- Бројење нанапред по 10

Се дава налог испитаникот да брои нанапред по 10 (пр:10, 20, 30, 40, 50 итн.).

- Броење наназад по 10

Се дава налог испитаникот да брои наназад по 10 (пр: 50, 40, 30 ,20, 10).

- Броење нанапред по 5

Се дава налог на испитаникот да брои нанапред од 5 до 100 или повеќе. Ако лесно му оди на испитаникот се запира на 30 и му се вели да брои по 5 од 80.

- Броење наназад по 5

Ако испитаникот знае да брои нанапред по 5, му се дава налог да брои наназад по 5.

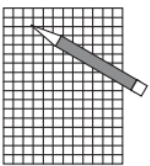
- Броење нанапред и наназад по 2

Се дава налог испитаникот да брои нанапред по 2 од бројот 20, доколку точно брои се дава налог да брои нанапред по два на пр, од бројот 7 со цел да се види колку се флексибилни вештините за броење. Доколку испитаникот брои нанапред по 2, му се даваат налози да брои наназад по 2.

#### 1.4 Читање и пишување броеви

Се проценува дали испитаникот знае да чита и пишува броеви

Потребен материјал: Лист со квадратчиња и молив.



- Пишување броеви

На испитаникот му се дава налог да ги напише броевите до 10, кога ќе го направи тоа се дава налог да ги напише броевите до 20.

Потоа се дава налог да напише некои рандом броеви ( се запира ако испитаникот направи три грешки)

Пр: Напиши ги броевите 27, 34, 68, 72, 90, 100, 101, 104, 110, 140, 238, 984, 1,000, 1,001, 1,947, 2,056, 3.700, потоа се продолжува со повисоки броеви доколку ученикот ги има совладано.

- Читање броеви

Се даваат броеви според нивото и целите за возраста

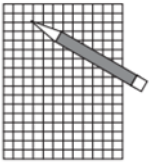
Испитувачот пишува броеви еден по еден и дава налог испитаникот да ги чита.

Пр: 4, 5, 7, 11, 13, 30, 17, 70, 84, 91, 100, 147, 207, 476, 670, 817.....

## Дел 2: Пресметување

Во овој дел се проценува дали испитаникот има способност да собира и одзема броеви на различни начини и дали владее шеми со точки.

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



### 2.1 Собирање +1

- Усно+1

Испитаникот се прашува:

Колку е  $1+5$ ?

Колку е  $1+4$ ?

Колку е  $1+7$ ?

Колку е  $1+6$ ?

Се продолжува со поголеми цифри

Колку е  $12+1$ ?

Колку е  $22+1$ ?

Колку е  $1+45$ ?

Колку е  $102+1$  итн.(за повисоките одделенија се даваат и поголеми цифри)

- Писмено +1

Истражувачот поставува задачи и дава налог испитаникот да ги реши со пишување.

$$4+1=$$

$$8+1=$$

$$12+1=$$

$$1+22=$$

$$80+1=$$

$$122+1= \text{итн.}$$

## 2.2 Собирање+2

- Усно +2

Испитакикот се прашува:

Колку е  $2+6$ ?

Колку е  $5+2$ ?

Колку е  $2+12$ ?

Колку е  $17+2$ ?

Колку е  $2+39$ ?

Колку е  $67+2$ ?

- Писмено +2

Истражувачот поставува задачи и дава налог испитаникот да ги реши со пишување.

$$5+2=$$

$$7+2=$$

$$2+11=$$

$$13+2=$$

Доколку испитаникот ги реши предходните задали се продолжува со поголеми броеви.

$$43+2=$$

$$59+2=$$

$$81+2= \text{итн.}$$

### 2.3 Одземање -1; -2

- Усно -1; -2

Испитакикот се прашува:

Колку е  $5-1$ ?

Од бројот 7 ако одземеш 1, кој број ќе го добиеш?

Ако одземеш 1 од бројот 9, кој број ќе го добиеш?

Колку е  $7-2$ ?

Од бројот 8 ако одземеш 2, кој број ќе го добиеш?

Ако одземеш 2 од бројот 5, кој број ќе го добиеш?

Доколку испитаникот умее да пресметува со едноцифрени броеви се преминува на двоцифрени броеви

Колку е  $15-1$ ?

Од бројот 34 ако одземеш 1, кој број ќе го добиеш?

Колку е  $23-2$ ?

Ако одземеш 2 од бројот 44, кој број ќе го добиеш?

- Писмено -1; -2

Истражувачот поставува задачи и дава налог испитаникот да ги реши со пишување

$$8-1=$$

$$15-1=$$

$$22-1=$$

$$70-1=$$

$$5-2=$$

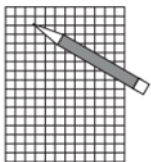
$$14-2=$$

$$39-2=$$

$$82-2=$$

#### 2.4 Дуплирање пр: (2+2)

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Дуплирање: Кога на некој број се додава истиот број за да се добие друг број.

- Писмено

Испитувачот пишува задачи и дава налог испитаникот да ги реши. Се пишува една задача, се чека испитаникот да ја реши, па потоа се пишува друга задача.

$$3+3=$$

$$5+5=$$

$$7+7=$$

Потоа се бара од испитаникот да каже еден број и на тој број да го додаде истиот број и да го каже резултатот

- Усно

Доколку на писмените задачи испитаникот давал точни одговори се пристапува кон двоцифрени броеви.

Испитаникот се прашува:

Колку е  $10+10$ ?

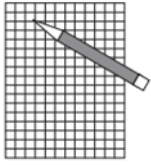
Колку е  $20+20$ ?

Колку е  $40+40$ ?

Колку е  $70+70$ ? и сл.

## **2.5 Додавање на соседни броеви еден на друг (пр: $3+4$ ; $6+7$ )**

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



- Писмено

Испитувачот пишува задачи и дава налог испитаникот да ги реши. Се пишува една задача, се чека испитаникот да ја реши, па потоа се пишува друга задача.

$$2+3=$$

$$3+4=$$

$$4+5=$$

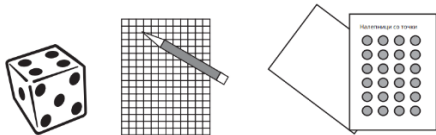
Доколку испитаникот знае да ги реши предходните задачи се поставуваат задачи со повисоки цифри

$$8+9=$$

$$11+12=$$

## 2.6 Шема со точки

Потребен материјал: 1 коцка, лист со квадратчиња, молив, мали кругчиња-налепници и обичен лист.



- На детето му се покажува коцка (1-6), и се прашува дали играло игри со коцка.
- На коцката му се покажува одреден број(шема од точки) и се прашува кој е тој број.
- Потоа се дава налог да покаже на коцката бројот 4,6 и сл.

На лист со квадратчиња испитувачот црта шема од две точки, како појаснување за следните наслози:

- На испитаникот му се покажува шема од 4 точки неколку секунди, и потоа се бара од него да ја нацрта.
- На испитаникот му се покажува шема од 6 точки неколку секунди, и потоа се бара од него да ја нацрта.

Ако испитаникот правилно нацртал 4 и 6, се посочува шемата за двојки, и се поставува прашање:

Дали може да видиш дека 4 е направено од 2 и 2?

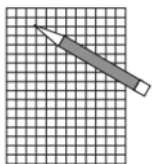
Дали може да видиш дека 6 е направено од 3 и 3?

Потоа се прашува испитаникот ако сакаш да нацрташ шема од 8 како би го направил тоа? , исптата постапка се повторува и за бројот 10.

## 2.7 Бројни врски 1-9

Бројните врски се два броја кои се комбинираат за да се добие друг број, пр:  $2 + 3 = 5$ .

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Се поставуваат задачи со броеви што недостасуваат, и се бара од испитаникот да ги реши.

Собирање

$$2 + \square = 5$$

$$4 + \square = 8$$

Се проценува дали испитаникот знае дека

$$3 + \square = 7$$

$$3 + \square = 6$$

$$8 = 5 + 3 \text{ и } 3 + 5$$

$$4 + \square = 9$$

Одземање

$$4 - 2 = \square$$

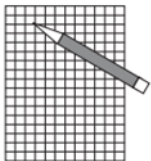
$$6 - 3 = \square$$

$$7 - 3 = \square$$

$$9 - 5 = \square$$

## 2.8. Бројни врски 10-100

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Се поставуваат задачи со броеви што недостасуваат, и се бара од испитаникот да ги реши.

Бројни врски од 10

Собирање

$$9 + \square = 10$$

$$8 + \square = 10$$

$$5 + \square = 10$$

$$3 + \square = 10$$

$$4 + \square = 10$$

Одземање

$$10 - 7 = \square$$

$$10 - 2 = \square$$

$$10 - 8 = \square$$

$$10 - 6 = \square$$

Доколку испитаникот ги владее бројните врски од 10, се продолжува со поголеми броеви

Собирање

$$16 + \square = 20$$

$$24 + \square = 30$$

$37 + \square = 40$

$52 + \square = 60$

Одземање

$20 - 4 = \square$

$30 - 6 = \square$

$60 - 7 = \square$

$100 - 7 = \square$

Бројни врски од 100

Собирање

$90 + \square = 100$

$70 + \square = 100$

$30 + \square = 100$

Одземање

$100 - 90 = \square$

$100 - 70 = \square$

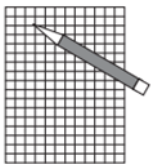
$100 - 20 = \square$

### Дел 3: Месна вредност

Во овој дел се проверува дали детето разбира како вредноста на цифрата варира во зависност од нејзината позиција во некој број и дали може да го примени ова знаење во пресметките.

#### 3.1 Месна вредност: двоцифрен плус едноцифрен број

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив



- Додавање едноцифрен број на бројот 10 (Пр:  $10+5=15$ )

Се дава налог испитаникот да пресмета:

$10 + 4 =$

$10 + 7 =$

Се проценува дали одговорот го знаат автоматски или мора да бројат од почеток.

- Двоцифрен плус едноцифрен број ( Пр:  $40+7=47$ )

Се дава налог испитаникот да пресмета:

$20 + 3 =$

$30 + 5 =$

$50 + 7 =$

$80 + 4 =$

- Премостување

Пр:  $7 + 5 = (7 + 3) + 2 = 10 + 2 = 12$

$37 + 5 = (37 + 3) + 2 = 40 + 2 = 42$

На испитаникот му се дава налог да ги реши следните задачи по дадениот пример за премостување

$9 + 3 =$

$7 + 5 =$

$8 + 4 =$

$6 + 5 =$

Доколку испитаникот умее да ги реши шредходните задачи се преминува на задачи со поголеми броеви

$19 + 3 =$

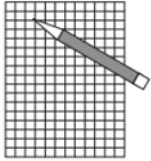
$36 + 5 =$

$28 + 4 =$

$87 + 6 =$

### 3.2 Месна вредност- вредност на цифрите

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Разложување на броевите на десетки и единици

Пр:  $35 + 62 = 30 + 5 + 60 + 2 = 90 + 7 = 97$

Испитувачот поставува задачи една по една на лист и дава налог испитаникот да ја реши со разложување на бројот на десетки и единици

$$21 + 34 =$$

$$42 + 31 =$$

- Одземање единици (Пр:  $27-7=20$ )

$$36 - 6 =$$

$$48 - 8 =$$

$$53 - 3 =$$

$$64 - 4 =$$

- Собирање  $+1$ ;  $+10$ ;  $+100$ ;  $+1000$

Се пишуваат задачи на лист и се дава налог испитаникот да ги реше и да даде образложение како ги решил задачите

$$172 + 10 =$$

$$367 + 100 =$$

$$236 + 1 =$$

$$1354 + 1000 =$$

$$462 + 1000 =$$

- Одземање  $-1$ ;  $-10$ ;  $-100$ ;  $-1000$

Се пишуваат задачи на лист и се дава налог испитаникот да ги реше и да даде образложение како ги решил задачите

$$135 - 1 =$$

$$142 - 10 =$$

$$356 - 100 =$$

$$2473 - 1000 =$$

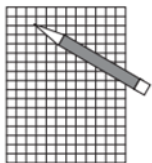
## Дел 4: Множење и делење

Множење- множењето е повеќекратно зголемување на еден број, може да се претстави и како скратено собирање на еднакви собирочи. Децата кои не го разбираат концептот на множење можат да бидат збунети од јазикот на множење.

Во овој дел се проценува дали децата го разбираат концептот на множење и делење.

### 4.1 Таблица-множење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Се истражува знаењето и расудувањето на детето

- Јазикот на таблицата и способност за расудување

Испитувачот ги поставува следниве прашања:

Кои таблици ги научивте во училиште?

Кои таблици ги знаеш?

Истражувачот пишува задачи, дава налог испитаникот да ги прочита, да ги реши и одкако ќе ги реши да каже на кој начин го направил тоа

$$2 \times 3 =$$

$$6 \times 2 =$$

$$10 \times 3 =$$

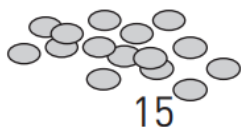
$$5 \times 3 =$$

$$6 \times 3 =$$

Ако испитаникот ги знае полесните таблица, се продолжува со потешките таблица

#### 4.2 Множење- демонстрација со кругови

Потребен материјал: 15 кругови ( иста боја)



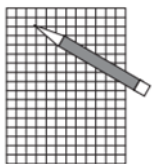
На испитаникот му се дава 15 кругови, и се дава налог да покаже  $3 \times 5$ , доколку испитаникот не може самостојно да покаже му се даваат мали насоки. (пр.покажи ми три петки).

На испитаникот му се дава 6 кругови, и се дава налог од овие 6 кругови направи 3 двојки.

На испитаникот му се дава 10 кругови, се дава налог покажими 3 двојки, доколку тоа го направи успешно се дава налог сега направи 2 тројки.

#### 4.3 Делење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив



На испитаникот му се поставуваат усни прашања:

Колку по 2 прави 8?

-Ако испитаникот одговори 4, се прашува како дојде до одговорот

Колку тројки ти се потребни за да дојдеш до 15?

-Ако испитаникот одговори 5, се прашува како дојде до одговорот

Колку е 30 поделено со 5? Ако испитаникот не го разбира зборот поделено, се прашува колку пати бројот 5 се содржи во 30?

Потоа на испитаникот му се доставуваат задачи со делење на лист и му се дава налог да ги реши

$$10 \div 2 =$$

$$20 \div 5 =$$

$$12 \div 4 =$$

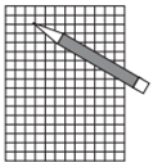
$$42 \div 6 =$$

## Дел 5: Проблеми со зборови

Во овој дел се проценува дали испитаникот може да го разбере јазикот на текстуалните задачи, односно дали може да ги разбере текстуалните задачи употребувајќи ја соодветната операција за решавање.

### 5.1 Проблеми со зборови – собирање, одземање и множење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив



- Проблеми со додавање: комбинација

На испитаникот му се поставува задача: Џон има 6 слатки. Мајка му дала уште 3 слатки. Колку слатки има Џон? – Ако испитаникот одговори 9, се прашува на кој начин дошол до резултатот. Доколку даде неточен одговор му се предлага слатките да ги нацрта.

- Проблеми со множење

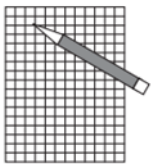
Истражувачот пишува: Има 4 езерца, по 2 патки на секое езерце. Одкако истражувачот ќе ја напише задачата го прашува испитаникот дали може да ја прочита. Ако не може да ја прочита истражувачот ја чита. Испитаникот ако одговори 8 патки, се прашува како дошол до резултатот и се бара од него да нацрта слика од задачата и да го објасни цртежот. Потоа се дава налог да ја напише задачата со бројки.

- Проблеми со одземање: промена

Истражувачот пишува: На едно езерце имало 7 патки. Одлетале 3 патки. Се дава налог испитаникот да ја прочита задачата и да даде одговор. Потоа се прашува како дошол до одговорот и се дава налог задачата да ја постави со бројки.

## 5.2 Проблеми со зборови – делење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



- Концепт на групирање при делење

Истражувачот пишува: На 12 девојки им е кажано да се поделат во тимови, по 3 девојки во секој тим. Колку тимови ќе се формираат? Од испитаникот се бара да ја прочита задачата и да даде одговор. Доколку даде точен одговор, се прашува на кој начин дошол до резултатот и се дава налог задачата да ја постави со бројки.

- Концепт на споделување при делење

Задача: Имаш 24 јаболки кои треба да ги ставиш торби. Имаш 4 торби. По колку јаболки ќе ставиш во секоја торба?

Испитувачот пишува: 24 јаболки, 4 торби. Се поставува прашање на испитаникот колку јаболки има во секоја торба. Доколку даде точен одговор, се прашува на кој начин дошол до резултатот и се дава налог задачата да ја постави со бројки.

## Дел 6: Формална-писмена математика

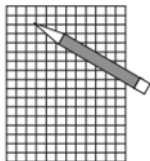
Во овој дел се истражува:

- Како испитаникот врши пресметување користејќи стандардни пишани алгоритми чекор по чекор ( чекорите од постапката треба да се спроведуваат по правилен редослед)
- Дали делењето го поврзуваат со множењето
- Како испитаникот извршува писмени математички задачи
- Дали можат правилно да го извршат принципот на размена

Со цел децата ефективно да ги користат формалните пишани методи, децата треба да го разберат системот на месна вредност и да бидат способни да го применат принципот на размена.

### 6.1 Формална-писмена математика: собирање и одземања

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



- Собирање

Испитувачот пишува:

Собери 23 и 45.

Се дава налог на испитаникот да покаже како би ја решил задачата.

Ако првата задача испитаникот ја реши со користење загради, му се дава налог да собере 42 и 36 пишувајќи ги во колона. Доколку испитаникот не знае така да ја постави задачата, истражувачот му ја поставува.

42

+36

---

Испитаникот се прашува кои броеви ги собрал.

Испитаникот пишува задачи и дава налог испитаникот да ги реши (овие задачи ја проценуваат способноста на детето за размена).

35

105

4067

+ 47

+ 637

+ 3425

---

Испитувачот диктира бројки, и дава налог: запиши ги овие броеви во колона  $67 + 532 + 4$ .

Се поставува прашање дали може сите броеви да се соберат заедно. (се проценува на кој начин испитаникот ќе ги постави броевите )

- Одземање

Истражувачот пишува задачи една по една, и дава налог да се решат.

27

64

134

1003

-13

---

-17

---

-65

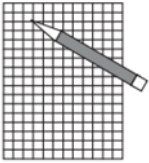
---

-539

---

## 6.2 Формална-писмена математика: множење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



На испитаникот му се кажува дека ќе решава задачи со множење. Испитувачот поставува задача:

$$12 \times 6 =$$

Што значи за тебе дванаесет бки .Се дава налог да објасни испитаникот што всушност значи  $12 \times 6$ .

Доколку испитаникот не знае да пресмета  $12 \times 6$ , се запира понатамошното оценување.

Ако испитаникот е успешен во задачата се поставуваат дополнителни задачи и се дава налог да ги реши. Задачите се поставуваат една по една.

$$10 \times 8 =$$

$$5 \times 8 =$$

$$15 \times 8 = \text{ ( Се поставува прашање на кој начин ја реши оваа задача)}$$

Доколку испитаникот е успешен во предходните задачи се поставуваат посложени задачи со множење и се дава налог испитаникот да ги реши.

$$23 \times 10 =$$

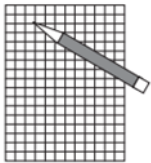
$$23 \times 15 =$$

$$27 \times 4 =$$

Се поставував прашање на кој начин испитаникот ги решил задачите.

### 6.3 Формална-писмена математика: делење

Потребен материјал: лист со квадратчиња и молив.



Се дава налог испитаникот да ги реши следниве задачи, и се дава слобода да ги постави и реши според постапката која ја знае или ја учеле на часовите.

$$45 \div 5 =$$

$$78 \div 2 =$$

$$140 \div 10 =$$

$$132 \div 10 =$$

$$4\,500 \div 100 =$$

$$436 \div 7 =$$

По секој одговор, се прашува на кој начин испитаникот дошол до решението.