Vizualno-motorička integracija, analiza razvojnih trendova kod djece i učenika u predškoli i primarnoj edukaciji

Bavčević, Damir

Doctoral thesis / Disertacija

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:276574

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

DAMIR BAVČEVIĆ

VIZUALNO-MOTORIČKA INTEGRACIJA, ANALIZA RAZVOJNIH TRENDOVA KOD DJECE I UČENIKA U PREDŠKOLI I PRIMARNOJ EDUKACIJI

DOKTORSKA DISERTACIJA

MENTOR: IZV. PROF. DR. SC. LIDIJA VLAHOVIĆ

SUMENTOR: IZV. PROF. DR. SC. IGOR JELASKA

SPLIT, 2020.

Odluka o obrani

Dana 4. lipnja 2020. godine Damir Bavčević obranio je doktorsku disertaciju pod naslovom:

VIZUALNO-MOTORIČKA INTEGRACIJA, ANALIZA RAZVOJNIH TRENDOVA KOD DJECE I UČENIKA U PREDŠKOLI I PRIMARNOJ EDUKACIJI

pod mentorstvom dr. sc. Lidije Vlahović, izvanrednog profesora Filozofskog fakulteta u Splitu i sumentorstvom dr. sc. Igora Jelaske, izvanrednog profesora Kineziološkog fakulteta u Splitu

javnom obranom pred Stručnim povjerenstvom u sastavu:

1. Dr. sc. Josip Babin, redoviti profesor u trajnom zvanju Kineziološkog fakulteta u Splitu, predsjednik
2. Dr. sc. Igor Jelaska, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
3. Dr. sc. Ivan Prskalo, redoviti profesor u trajnom zvanju Učiteljskog fakulteta u Zagrebu, član
4. Dr. sc. Đurđica Miletić redoviti profesor u trajnom zvanju, vanjski suradnik Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
5. Dr. sc. Boris Milavić, docent Kineziološkog fakulteta u Splitu, član

Pozitivno izvješće Povjerenstva za ocjenu doktorske disertacije prihvaćeno je na sjednici Fakultetskog vijeća održanoj dana 20. svibnja 2020. godine.

Zahvale

Zahvaljujem se članovima Povjerenstva za obranu doktorske disertacije prof. dr. sc. Josipu Babinu, prof. dr. sc. Ivanu Prskalu, prof. dr. sc. Đurđici Miletić, doc. dr. sc. Borisu Milaviću te sumentoru izv. prof. dr. sc. Igoru Jelaski na konstruktivnim smjernicama u izradi doktorske disertacije.

Posebno se zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Lidiji Vlahović koja me u svojstvu mentora svojim znanjem i stručnošću vodila kroz čitav proces izrade doktorske disertacije.

Velika hvala mome ocu Teu Bavčeviću, prof. bez čije stručne pomoći i podrške provedba ovog istraživanja ne bi bila moguća. Također, velika hvala mojoj majci Ani Bavčević bez čije podrške i poticaja ne bih postigao ovaj akademski uspjeh.

Neizmjerno zahvaljujem svome bratu prof. dr. sc. Tonču Bavčeviću na svim stručnim i životnim smjernicama koje su me oblikovale na akademskom i životnom putu.

Naposljetku, zahvaljujem svim srcem svojoj supruzi Vinki Bavčević na potpori tijekom izrade ove disertacije te razumijevanju koje mi pruža u stvaranju akademske karijere.

Damir Bavčević

SADRŽAJ

1. **Uvod** 11

1.1. Motoričke sposobnosti 11

1.2. Motorička znanja 12

1.2.1. Podjela motoričkih znanja 14

1.2.2. Makro-motorička znanja 14

1.2.3. Fina motorička znanja 15

1.3. Grafomotoričke sposobnosti 16

1.4. Vizualno-motorička integracija. 16

2. Dosadašnja istraživanja 18

2.1. Vizualno-motorička integracija i fina motorička znanja 19

2.2. Vizualno-motorička integracija i akademski uspjeh 21

2.3. Vizualno-motorička integracija i makromotorička znanja 23

2.4. Ontogenetski razvoj i vizualno-motorička integracija 25

2.5. Vizualno-motorička integracija kod djece s teškoćama u razvoju 27

3. Problem istraživanja. 30

4. Cilj i zadaće 31

4.1. Hipoteze 32

5. Metode rada 34

5.1. Uzorak ispitanika 34

5.2. Metodologija kolekcije podataka 34

5.2.1. Testovi za procjenu vizualno-motoričke integracije. 35

5.2.2. Testovi za procjenu koordinacije tijela. 37

5.3. Metode obrade podataka 39

5.4. Plan istraživanja 41

6. Rezultati 42

6.1. Analiza metrijskih karakteristika mjernih instrumenata 42

6.1.1. Osjetljivost 43

6.1.2. Pouzdanost 49

6.1.3. Homogenost 54

6.1.4. Faktorska valjanost 60

6.2. Analiza povezanosti koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije . . . 63

6.3. Analiza razlika među ispitanicima u domeni vizualno-motoričke integracije. 69

6.3.1. Analiza parametra deskriptivne statistike 69

6.3.2. Analiza razlika među ispitanicima u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob 81

6.3.3. Analiza razlika među ispitanicima u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob 84

7. Rasprava 89

7.1. Metrijske karakteristike mjernih instrumenata 89

7.2. Povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije 95

7.3. Razlike među ispitanicima u domeni vizualno-motoričke integracije 102

7.3.1. Razlike među ispitanicima u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob 102

7.3.2. Razlike među ispitanicima u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob 106

7.4. Implikacije i budući pravci istraživanja 110

8. Zaključak 112

9. Literatura 118

10. Prilog. 125

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi razvojne trendove u području vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika u predškoli i razrednoj nastavi, kao i povezanost promatrane dimenzije s koordinacijom tijela. Istraživanjem je obuhvaćeno 440 ispitanika podijeljenih u sedam dobnih kategorija od 3 do 10 godina starosti. Ispitivanje je obavljeno u dvije faze; pilot fazi te finalnoj fazi.

U pilot fazi provedeno je testiranje vizualno-motoričke integracije i koordinacije tijela na 25% uzorka ispitanika raspoređenih po dobi i spolu. Procjena dimenzija koordinacije tijela izvršena je primjenom motoričkih testova *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP). Stupanj vizualno-motoričke procijenjen je upotrebom novo konstruiranog *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) te *Beery VMI razvojnog testa vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI). Svi testovi koordinacije kao i *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) primijenjeni su tri puta, dok je test *Beery VMI* primijenjen jednom. U ovoj fazi istraživanja ispitane su metrijske karakteristike mjernih instrumenata te povezanost koordinacije tijela i stupnja vizualno-motoričke integracije. Svi primijenjeni mjerni instrumenti pokazali su dobre metrijske karakteristike na promatranom uzorku ispitanika. Dobiveni nalazi međusobne povezanosti pojedinih varijabli te povezanosti skupova varijabli koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka predškolske dobi upućuju na zaključak o visokoj korelativnoj i kanoničkoj povezanosti. Osim navedenog nalazi sugeriraju postojanje jedinstvenog pozadinskog mehanizma odgovornog za manifestaciju kretnih struktura u domenama koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije koji se postepeno diferencira u funkciji vremena.

U finalnoj fazi istraživanja izvršena je procjena stupnja vizualno-motoričke integracije nad cijelim uzorkom ispitanika jednokratnom primjenom *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Upotrebom dvofaktorske analize varijance na uzorku od N = 440 utvrđena je statistički značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika po spolu i dobi. Post hoc analiza primijenjena je s ciljem ispitivanja razlika među pojedinim dobnim skupinama ispitanika. Dobiveni nalazi potvrdili su statistički značajne razlike između svih dobnih skupina predškolske dobi te između učenika prvog i drugog razreda, nakon čega je uočena stabilizacija u procesu razvoja vizualno-motoričke integracije. Daljnjim istraživanjem analizirane su razlike u strukturi *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) odnosno dimenzije brzine i točnosti rješavanja testa. Rezultati dvofaktorske analize varijance potvrdili su statistički značajnu razliku između ispitanika različite dobi, a post hoc analiza dala je uvid u trend poboljšanja brzine izvođenja VMI testa. Dobiveni rezultati ukazali su na dvije točke fleksije unutar trenda poboljšanja brzine izvedbe i to između starije predškolske dobi i prvog razreda te između prvog i drugog razreda osnovne škole, nakon

čega slijedi usporavanje promatranog trenda. Upotrebom Kurskal-Wallisovog H testa utvrđena je statistički značajna razlika između ispitanika različitog spola i dobi u broju počinjenih grešaka prilikom izvođenja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Rezultati post hoc analize ukazali su na značajno povećanje točnosti između ispitanika srednje i starije predškolske dobi te starije predškolske dobi i prvog razreda osnovne škole, nakon čega dolazi do stabilizacije u manifestaciji točnosti rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Ključne riječi: vizualno-motorička integracija, grafomotoričke vještine, koordinacija tijela, ontogenetski razvoj, predškolski odgoj i obrazovanje, primarna edukacija, kineziološka edukacija

Abstract

The aim of this study was to determine developmental trends in the area of visual-motor integration in preschool and 1st to 4th grade children, as well as relations between the observed dimension and body coordination. The study included 440 subjects divided in seven age categories from 3 to 10 years of age. Testing was implemented in two phases; pilot phase and final phase.

The pilot phase included testing of visual-motor integration and body coordination on 25% of the sample of subjects divided per sex and age. Body coordination dimension was evaluated by the application of motor tests Backwards Obstacle Course (MPOL), Sidesteps (MKUS) and Coordination with a Stick (MOP). The degree of visual-motor integration was evaluated by the use of the newly constructed Visual-Motor Integration Test (VMI) and the Beery VMI Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery VMI). All coordination tests and the Visual-Motor Integration Test (VMI) were applied three times, whilst the Beery VMI was only applied once. This phase of research included testing of metric characteristics of measuring instruments and correlation of body coordination with the degree of visual-motor integration. All applied measuring instruments showed good metric characteristics on the observed sample of subjects. Obtained results of intercorrelation of certain variables and correlation of groups of variables body coordination and visual-motor integration in the subsample of preschool children indicated a conclusion of having a high correlation and canonical relations. Besides the previously mentioned, the results indicated the existence of a unique background mechanism responsible for manifestation of moving structures in domains of body coordination and visual-motor integration that gradually differentiate in time function.

The final phase included evaluation of the degree of visual-motor integration of the entire sample of subjects by the one-time use of the Visual-Motor Integration Test (VMI). Two-way analysis of variance was implemented on a sample of N=440 and statistically significant difference in the degree of visual-motor integration between subjects was determined per sex and age. The post hoc analysis was applied with the aim of testing differences between certain age groups of subjects. Obtained results confirmed statistically significant differences between all age groups of preschool children and between first graders and second graders, after which the process of development of visual-motor integration stabilised. Further research led to analysis made in regards to differences in the structure of the Visual-Motor Integration Test (VMI) that is the dimension of speed and accuracy of solving the test. Results of the two-way analysis of variance confirmed statistically significant difference between subjects of different age and the post hoc analysis provided an insight into a trend of improvement of the speed of performance in older

preschool children and first graders as well as between first graders and second graders, after which the observed trend was slowing down. The Kurskal-Wallisovog H Test showed statistically significant difference between subjects of different sex and age in the number of errors made while solving the Visual-Motor Integration Test (VMI). The results of the post hoc analysis indicated a significant increase in accuracy between subjects of the middle and older preschool children and the first graders, after which the manifestation of accuracy of solving the Visual-Motor Integration Test (VMI) was stabilised.

Key words: visual-motor integration, graphomotor skills, body coordination, ontogenetic development, preschool education, primary education, kinesiological education

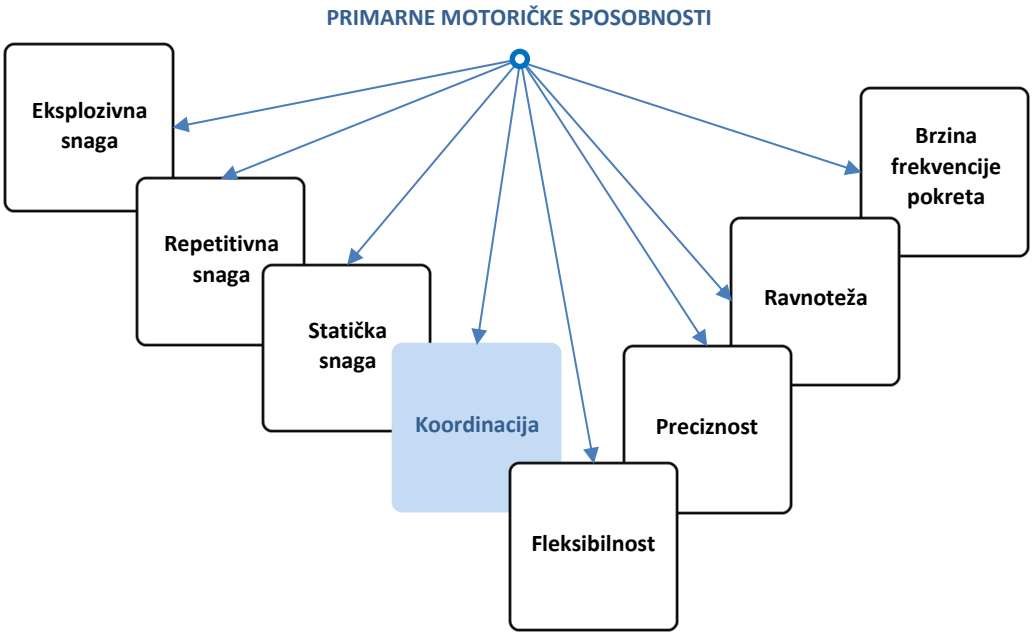
1.Uvod

Ljudska vrsta kao pripadnica raznolikog živog svijeta razlikuje se po jednoj važnoj karakteristici. Moć razmišljanja i postavljanja pitanja kao i traženja istinitih odgovora glavni je motiv i pokretač ljudskog roda. Odgovore na pitanja kako ljudski organizam funkcionira i kako funkcioniraju pojedini aspekti ljudskog neurološkog sustava možemo tražiti jedino u znanosti. Čovjek kao predmet proučavanja razlikuje se od drugih životinjskih organizama i po stupnju razvijenost motorički funkcija naročito onih fine motorike koja se manifestira kroz unikatne sposobnosti poput sviranja instrumenta, izrade umjetnina, slikanja, kiparstva, izrade najfinijih dijelova računala pa sve do sposobnosti zapisivanja misli i ideja. Sposobnost zapisivanja simbola možemo pratiti duboko u povijest ljudske vrste, od prvih pećinskih crteža preko glinenih pločica s klinastim pismom, antičkih freski, renesansnih umjetnika pa sve do modernog glasovnog pisma. Sposobnost pisanja i crtanja simbola povezana je s motoričkim znanjima i sposobnostima posebice s grafomotorikom koja je manifestacija vizualno-motoričke integracije.

1.1. Motoričke sposobnosti

Motoričke sposobnosti definiraju se kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za beskonačan broj manifesnih motoričkih reakcija i mogu se izmjeriti i opisati (Findak, 2001). Motoričke sposobnosti važne su za razvoj ostalih osobina i sposobnosti. Motoričke sposobnosti genetski su određene i imaju svoj genetski limit. Unatoč tome na njih možemo utjecati adekvatnim odabirom vježbi i trenažnih procesa. Ova spoznaja važna je za kineziološku znanost kao i za njenu granu kineziološku edukaciju. Važnost motoričkih sposobnosti može se ogledati u činjenici da ako pojedinac ne razvija pojedine sposobnosti do razine koju je moguće postići, uzimajući u obzir genetske limite, neće moći savladavati svakodnevne zadaće potrebne za normalno funkcioniranje.

Kada govorimo o motoričkim sposobnostima i njihovoj podjeli mnogi autori koriste različite podjele i hijerarhijske modele. Unutar kineziološke edukacije govorimo o primarnim motoričkim sposobnostima i to redom: brzina, eksplozivna snaga, koordinacija, repetitivna snaga, fleksibilnost, statička snaga, ravnoteža i preciznost (shema 1). Neke motoričke sposobnosti visoko su genetski uvjetovane poput brzine, koordinacije i eksplozivne snage. Findak (2001) zaključuje da bi sposobnosti koje su više urođene trebalo ranije razvijati i to već u ranom djetinjstvu jer njihov razvoj ranije završava. Autor navodi da se ostale sposobnosti koje nisu u toj mjeri genetski determinirane može i mora razvijati u ranim fazama te da je utjecaj na iste moguć tokom čitavog života.



Shema 1.
Primarne motoričke sposobnosti.

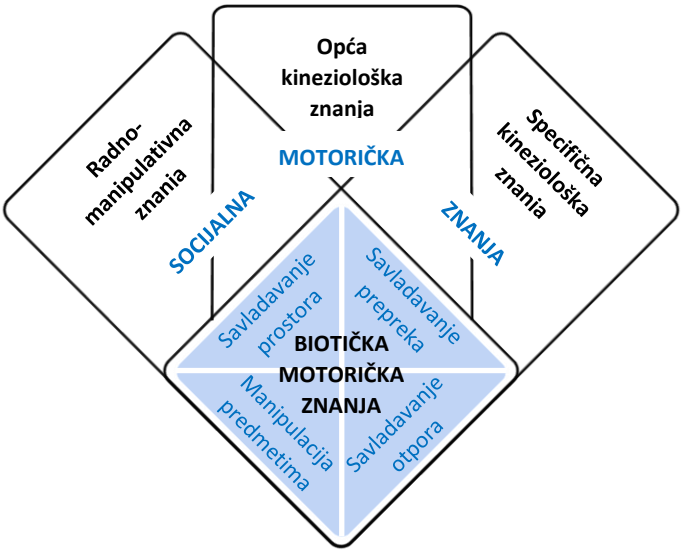
1.2.Motorička znanja

Kretanje je jedan od najvažnijih čimbenika za funkcioniranje organizama u njihovom habitusu. Kada promatramo čovjekovo kretanje i funkcioniranje u prirodnom okruženju jedan od glavnih faktora su motorička znanja. Motorička znanja omogućuju pojedincu funkcioniranje u svakodnevnom životu. Osnovna motorička znanja važna su za esencijalne potrebe pojedinca poput kretanja, bježanja od opasnosti, hranjenja i reprodukcije. Mnoga motorička znanja upotrebljavamo na nivou refleksa i toliko su važna za egzistenciju da ih možemo nazivati bazičnim motoričkim znanjima. Osim znanja koja su prethodno spomenuta čovjek od rođenja usvaja na tisuće i tisuće motoričkih znanja. Jedna od glavnih karakteristika svih motoričkih znanja je ta da ih možemo naučiti. Neka kretanja su evolucijski urođena ali je za svako znanje potrebno učenje i vježba.

S aspekta kineziološke edukacije kao grane supstratne znanosti kineziologije motorička znanja su važan sadržaj plana i programa te ih se kao takve prati i provjerava. Poznato nam je da motorička znanja nisu genetski uvjetovana već se stječu isključivo vježbanjem. Findak (2001) definira motorička znanja kao stupanj usvojenosti pojedinih motoričkih struktura koje mogu biti na različitim razinama te da se na ta znanja može utjecati primjerenim vježbanjem ili ponavljanjem određenih struktura kretanja sve dok se znanje ne usvoji na određenoj razini. Findak dalje navodi

da su motorička znanja ovisna o ljudskim osobinama i sposobnostima te da su ista važan čimbenik za kvalitetu i kvantitetu motoričkih znanja.

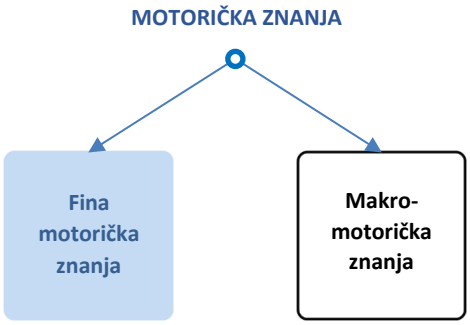
Prema Mrakoviću, Metikošu i Findaku (1993) ljudska motorička znanja mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine: biotička motorička znanja i socijalna motorička znanja (shema 2). Biotička motorička znanja možemo promatrati kao temeljna ili opća znanja koja su čovjeku potrebna za funkcioniranje. Ova znanja su genetski uvjetovana potreba čovjeka koja prema autorima ima dvostruku funkciju: steći i usavršiti ona motorička znanja koja su nužna za rješavanje svakodnevnih motoričkih zadaća tijekom života te osigurati optimalan razvoj najvećeg broja antropoloških obilježja posebno antropometrijskih, motoričkih i funkcionalnih. Socijalna motorička znanja su ona znanja koja usvajamo učenjem i vježbanjem. Autori ove podjele govore da su socijalna motorička znanja nastala kao znanja o funkciji obavljanja neke profesije, znanja o funkciji sporta i znanja koja su primarno u funkciji razvoja različitih antropometrijskih, motoričkih i funkcionalnih obilježja.



Shema 2.
Struktura motoričkih znanja,
(Modificirano prema Mraković, Metikoš i Findak, 1993).

1.2.1. Podjela motoričkih znanja

Unutar kineziološke znanosti postoje različite podjele motoričkih znanja, a različiti autori koriste različite klasifikacije. Jedna od najvažnijih i najočitijih podjela je ona po preciznosti i vrsti muskulature (Stallings, 1973). Ova podjela važna je za daljnje razumijevanje problematike kojom se bavi ova doktorska disertacija. Kada govorimo o preciznosti i vrsti muskulature govorimo o dva tipa motoričkih znanja i to o makro-motoričkim znanjima i finim motoričkim znanjima (Coker, 2017; Stallings, 1973) (shema 3). Ovaj sustav temelji se na preciznosti pokreta i vrsti mišićnih skupina potrebnih za uspješnu izvedbu pojedinih pokreta.



Shema 3.
Podjela motoričkih znanja.

1.2.2. Makro-motorička znanja

Kada su u izvođenju pokreta uključene velike mišićne skupine, a preciznost nije od esencijalne važnosti govorimo o makro-motoričkim znanjima. Makro-motoričkim znanjima nazivamo ona znanja koja za svoju manifestaciju koriste velike mišićne skupine poput trčanja, skakanja, bacanja koplja, veslanja i mnogih drugih. Ova znanja su od esencijalne važnosti za očuvanje vrste jer omogućavaju savladavanje prostora i prepreka te manipuliranje objektima. Makro-motorička znanja manifestiraju se u socijalnim motoričkim znanjima koja možemo promatrati kao civilizacijski doseg. Kada govorimo o razvoju makro-motorike u infantilnoj fazi razvoja moramo spomenuti posturalnu kontrolu. Dojenčad u prvim tjednima života počinje uključivati velike mišićne skupine vrata i leđa te počinje fiksirati i podizati glavu kako bi stabilizirali pogled i pratili objekte. Do drugog mjeseca starosti novorođenče može sjediti dok ih se drži u krilu. Djeca mogu neovisno sjediti od šestog ili sedmog mjeseca starosti. Stajanje se postupno razvija tijekom prve godine starosti. S otprilike osam mjeseci djeca samostalno pokušavaju stati na noge

te se vuku za fiksne predmete, a sa deset do dvanaest mjeseci mogu samostalno stajati (Santrock, 2015). Kroz drugu godinu života djeca počinju savladavati efikasnije prostor i kontrolirati predmete. U fazi ranog djetinjstva i školskog uzrasta možemo kao eksperti najviše utjecati na razvoj ovih motoričkih znanja. Kroz nastavu tjelesne i zdravstvene kulture nastavnici mogu pravovremeno utjecat na znanja i sposobnosti te mogu pratiti i vrednovati. Ova motorička znanja trebaju se usvajati sukladno razvojnim značajkama pojedine dobi (Findak 2001.)

1.2.3. Fina motorička znanja

Vještine koje su karakterizirane preciznim pokretima i upotrebom manjih i finijih mišićnih struktura nazivamo finim motoričkim znanjima. Autori se često ograničavaju na pokrete koji su manipulativne prirode. Svako voljno uključivanje finih mišićnih struktura za izvođenje preciznih pokreta možemo klasificirati kao fina motorička znanja. Naravno, kada govorimo o finoj motorici, manifestacije manipulativne prirode najzornije objašnjavaju ovakvu vrstu pokret. Ove vještine imaju tendenciju da budu manipulativne prirode. Primjeri finih motoričkih znanja koriste se u svakodnevnom životu i jedan su od evolucijskih i civilizacijskih dosega koja ljudski rod razlikuju od drugih vrsta. Fina motorička znanja su primjerice izrada preparata za mikroskopiranje, lemljenje najfinijih električnih komponenti u pametnom telefonu, tipkanje na pametnom telefonu, izrada nakita, kirurške tehnike kod operacije srca, vađenje sjemenke iz ljušture te brojne druge vještine potrebne za funkcioniranje čitave ljudske civilizacije. Fina motorička znanja postupno se razvijaju kroz razvojne faze djeteta. Za dojenačku dob karakteristični su refleksi. Jedan od najznačajnijih refleksa je Darwinov refleks koji se pojavljuje kod primata i kod ljudskog novorođenčeta nestaje u prva dva mjeseca. Od drugog do petog mjeseca života razvija se koordinacija oko-ruka te dijete počinje dosezati i hvatati predmete. Od sedmog do dvanaestog mjeseca počinje se razvijati niz finih motoričkih sposobnosti. Dijete pokazuje kažiprstom, precizno podiže male predmete te koristi prsni zahvat korištenjem palca i kažiprsta. Nakon ove faze razvoja dijete pokazuje sposobnost finog hvatanja predmet sa tri prsta (palac, kažiprst i srednji prst). U ranoj edukacijskoj fazi možemo primijetiti pojavu crtanja i pisanja kao važne manifestacije finih motoričkih znanja. U fazi kada dijete pohađa školu dolazi do razvoja fine motorike koja se manifestira kroz vještinu pisanja odnosno pojačanog razvoja grafomotoričkih vještina. Fina motorika zaslužna je za funkcioniranje čovjeka u njegovom okruženju. U edukacijskoj znanosti razvoj fine motorike kao i utjecaj na isti primjerenim odabirom metodičkih alata jedan je od glavnih prediktora uspješnosti u akademskom obrazovanju. U edukaciji djeteta sposobnost fine manipulacije i usklađivanje pokreta jedan je od značajnih segmenata obrazovanja. Primjer tome možemo vidjeti u različitim nastavnim predmetima od

likovne kulture, hrvatskog jezika, matematike do tjelesne i zdravstvene kulture. Kada govorimo o kompleksnim motoričkim znanjima možemo ih promatrati kao kombinaciju makro-motoričkih znanja i finih motoričkih znanja, gdje mogu prevladavati jedna ili druga. U obrazovanju jedan od glavnih segmenata je sposobnost pisanja simbola korištenjem finih pokreta i kompleksnih neuroloških operacija što nas dovodi do pojma grafomotorika.

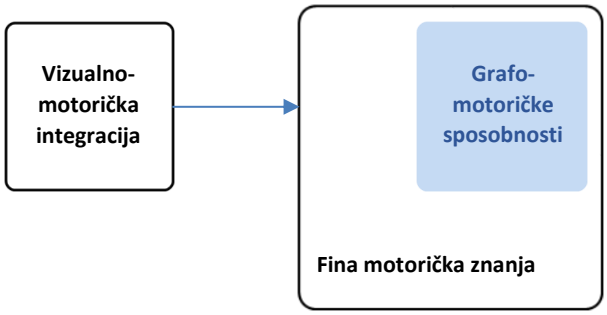
1.3. Grafomotoričke sposobnosti

Finu motoriku smo okarakterizirali kao pokrete u kojima su uključene fine mišićne skupine. Takvi pokreti se najčešće odvijaju u šaci i prstima (Gallahue i Ozmun, 1998; Zervas, 2006). U ovim radnjama sudjeluju i proksimalni dijelovi tijela poput podlaktice, nadlaktice, ramenog pojasa i kralježnice. Ovakav sustav pruža stabilnost koja omogućava prstima i šaci u obavljanju inih pokreta (Erhardt i Meade, 2005). Unutar fine motorike šake možemo definirati grafomotorička znanja. Grafomotorika je sposobnost pisanja i crtanja simbola upotrebom snage prstiju i njihovom kontrolom (Levine, 1987; Kent, 1998). Grafomotorička znanja su neophodna za akademski uspjeh učenika (Gallahue i Ozmun, 1998; Zervas, 2006). U ranom djetinjstvu od druge do šeste godine starosti razvija se veliki spektar motoričkih vještina. Usavršavaju se stara i uče nova znanja najviše kroz igru. Igra je važan faktor u kognitivnom razvoju djeteta kao i u razvoju makro-motoričkih znanja i finih motoričkih znanja. Tranzicija između predškolske dobi i školske dobi je važan period razvoja fine motorike i grafo-motoričkih znanja. U prvim godinama akademskog obrazovanja djeca razvijaju finu motoriku i savladavaju efektivno tehniku pisanja (Feder, Majnemer, Bourbonnais, Plat, Blayney i Synnes, 2005). Sposobnost pisanja i crtanja simbola jedan je od glavnih prediktora uspješnosti u akademskom obrazovanje te je stoga od iznimne važnosti usmjeriti kurikularne sadržaje u smjeru razvoja i praćenja istih.

1.4.Vizualno-motorička integracija

Za razumijevanje finih motoričkih znanja i njihovih manifestacija važno je definirati pozadinske mehanizme. Jedna od pozadinskih funkcija u izvršavanju zadaća pisanja i crtanja simbola je vizualno-motorička integracija. Vizualno-motorička integracija predstavlja proces neuro-muskularnog usklađivanja odnosno koordinacije informacija iz vidnih receptora i mišićnih efektora u cilju izvođenja preciznih motoričkih radnji. Najčešće se pod pojmom vizualno-motoričke integracije podrazumijeva usklađivanje očiju i muskulature ruku odnosno šake što omogućuje precizne manualne radnje (Bavčević, 2015). Beery (1989) nalaže da ovaj složeni proces uključuje

vizualnu percepciju kao i koordinaciju oka i mišića efektora šake. Proces vizualno-motoričke integracije odgovoran je za razvoj finih motoričkih vještina i znanja. U sklopu ontogenetskog razvoja djeteta praćenjem vizualno-motoričke integracije mogu se utvrditi stupnjevi razvoja pojedinih motoričkih funkcija. Vizualno-motorička integracija počinje se razvijati već u sedmom tjednu intrauterinog razvoja nakon razvijanja oka, odnosno kada dijete počinje otvarati oči i gledati. Ovaj mehanizam intenzivno se razvija u razdoblju ranog djetinjstva, a naročito u periodu predškolske dobi i mlađe školske dobi. Vizualno-motoričke vještine zahtijevaju sposobnost prevođenja vizualne percepcije u motoričku funkciju, a uključuju motoričku kontrolu, motoričku preciznost, motoričku koordinaciju i psihomotoričku brzinu (Sanghavi i Kelkar, 2005). Vizualno-motorička integracija ispoljava se kroz grafomotoriku kao sposobnost da se rukom finim pokretima ispisuju simboli (shema 4). Upravo kvaliteta pisanja i crtanja simbola jedan je od glavnih komponenti u edukaciji i akademskom uspjehu pojedinca. Iz definicije vizualno-motoričke integracije može se zaključiti da je odgovorna za fine motoričke radnje gdje je potrebno neuromuskularnim usklađivanjem povezati informacije iz vidnih receptora oka i finih mišićnih struktura šake. Na vizualno-motoričku integraciju možemo utjecati pravovremenim odabirom operatora te samim time predstavlja izrazito važan fenomen za znanost ljudskog pokreta i kineziološku edukaciju.



Shema 4.
Model povezanosti vizualno-motoričke integracije,
finih motoričkih znanja i grafomototričkih sposobnosti.

2. Dosadašnja istraživanja

U ovom poglavlju dan je pregled dosadašnjih istraživanja iz područja vizualno-motoričke integracije s ciljem utvrđivanja temeljnih spoznaja za daljnji znanstveno-istraživački rad. Postavlja se pitanje kako i može li vizualno-motorička integracija utjecati na druga znanja posebice na fina motorička i makromotorička znanja. Pregled je baziran oko pet velikih skupina istraživanja:

1) **Vizualno-motorička integracija i fina motorička znanja**
2) **Vizualno-motorička integracija i akademski uspjeh**
3) **Vizualno-motorička integracija i makromotorička znanja**
4) **Ontogenetski razvoj i vizualno-motorička integracija**
5) **Vizualno-motorička integracija kod djece s teškoćama u razvoju**

U prvoj skupini istraživanja dan je pregled istraživanja koja su se bazirala oko činjenice da je vizualno-motorička integracija usko povezana s finom motorikom šake i da se manifestira kao koordinacija informacije iz vidnih receptora i aktivacije mišića šake. Autori često proučavaju ovaj fenomen kroz razvoj grafomotorike. Na taj se način dolazimo do druge skupine dosadašnjih istraživanja naslonjenih na prvu skupinu. Grafomotorika je jedan od glavnih alata u čitavom akademskom procesu te se može proučavati kako vizualno-motorička integracija manifestirana u vidu grafomotorike može utjecati na akademski uspjeh iz drugih akademskih područja. Treća skupina istraživanja prikazana u ovoj disertaciji nameće se kao logična. Mnogi autori proučavali su povezanost fine motorike, konkretnije vizualno-motoričke integracije i makromotorike kao produkata neuromuskularnog usklađivanja. Važna skupina istraživanja bavi se ontogenetskim razvojem i razvojem vizualno-motoričke integracije. Ova četvrta skupina istraživanja važna je za postavljanje temelja u radu s djecom i daljnje sagledavanje vizualno-motoričke integracije kao predmeta proučavanja. Peta skupina istraživanja prikazana u ovoj disertaciji oslanja se na prethodnu skupinu. Autori postavljaju pitanje povezanosti vizualno-motoričke integracije i evidentiranih teškoća u rastu i razvoju djece.

2.1. Vizualno-motorička integracija i fina motorička znanja

Vizualno-motorička integracija usko je povezana s razvojem finih motoričkih vještina. Upravo neuromuskularna koordinacija informacija iz vidnih receptora i proprioceptivnih mehanizama koja se manifestira aktivacijom mišića efektora nužna je za izvođenje preciznih motoričkih operacija. Ovaj proces od iznimne je važnosti u početnim stadijima učenja ovakvih vještina. Navedeni proces najbolje se može sagledati kroz razvoj fine motorike šake. U edukaciji i edukacijskim istraživanjima ovaj fenomen najčešće je ispitivan kroz razvoj grafomotorike, odnosno na razvoj sposobnosti djeteta da finim pokretima ruke ispisuje grafičke simbole. Grafomotorika kao navedena sposobnost od iznimne je važnosti na svim odgojno-obrazovnim nivoima i najčešće je dobar pokazatelj akademske uspješnosti. Budući da smo istaknuli važnost grafomotorike ne iznenađuje da su se brojne studije bavile upravo ovom problematikom.

Posebice se važnim za uspjeh djeteta u predškolskom odgoju i primarnoj edukaciji pokazuje vizualno-motorička integracija grafomotoričkog tipa koja u značajnoj mjeri determinira dinamiku usvajanja finih motoričkih znanja kao što je pisanje (Cornhill i Case-Smith, 1996; Maki, Voeten, Vauras i Poskiparta, 2001; Tseng i Chow, 2000; Weil i Amundson, 1994; Weintraub i Graham, 2000; Weintraub i Graham, 2000). Weil i Amundson (1994) na uzorku djece u dobi od 5 do 7 godina starosti analizirali su povezanost vizualno-motoričke integracije i grafomotoričkih sposobnosti. Rezultati su potvrdili povezanost između razine vizualno-motoričke integracije i sposobnosti čitkog kopiranja slova. Ne proporcionalno povećanje grafomotoričkih sposobnosti u testu vizualno-motoričke integracije pratilo je bolje rezultate. Istraživanjem nisu pronađene razlike između curica i dječaka predškolske dobi kako u području vizualno-motoričke integracije tako ni u području grafomotoričkih sposobnosti. Cornhill i Case-Smith (1996) na uzorku od 48 učenika prvih razreda koji su bili svrstani od strane učitelja na one s dobrim i lošim rukopisom promatrali su povezanost specifičnih komponenti učinkovitosti poput vizualno-motoričke integracije, koordinacije očiju i manipulacije u šaci s kvalitetom rukopisa. Učenici lošijeg rukopisa imali su znatno slabije rezultate na testu vizualno-motoričke integracije u odnosu na one s dobrim rukopisom. Autori između ostaloga zaključuju da je stupanj vizualno-motoričke integracije važan prediktor za kvalitetu rukopisa. Tseng i Chow (2000) ispitivali su razlike između djece s obzirom na brzinu pisanja. Dobiveni rezultati potvrdili su da vizualno-motorička integracija predstavlja značajan diferencirajući faktor između skupina ispitanika s normalnom i niskom brzinom. Pri tome je utvrđeno da se vizualno-motorička integracija javlja kao značajan prediktivni faktor brzine pisanja kod djece s nižim rezultatima. Na temelju nalaza autori zaključuju da se djeca s manjom brzinom pisanja više oslanjaju na vizualno-motoričku integraciju. Weintraub i Graham (2000) u svojoj studij na učenicima petih

razreda koji su bili podijeljeni po kriteriju kvalitete rukopisa zaključuju da su vizualno-motorička integracija i funkcionalnost prstiju šake prediktori u procjeni kvalitete rukopisa. Autori su pokušali potvrditi da je i spol važan faktor u predikciji kvalitete pisanja. Dobiveni rezultati pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika u kvaliteti rukopisa između spolova. U longitudinalnoj studiji koja je pratila 154 djeteta s finskog govornog područja od predškolske dobi do trećeg razreda osnovne škole autori Maki, Voeten, Vauras i Poskiparta (2001) pokušali su potvrditi utječe li vještina pisanja u predškolskoj dobi na kvalitetu iste u kasnijim fazama školovanja. U ovom istraživanju ispitivala se povezanost djece u različitim fazama edukacije i po spolu u vještini prepoznavanja riječi, mehanici pisanja i koherenciji kompozicije. Autori su između ostaloga utvrdili da su rezultati fonoloških i vizualno-motoričkih vještina značajni prediktori mehanike pisanja u kasnijim periodima edukacije. U istraživanju provedenom na 75 učenika drugih razreda osnovne škole u prosjeku 8.1 godina starosti autori Kaiser, Albaret i Doudin (2009) istražuju kako vizualno-motorička integracija i koordinacija oko-šaka utječu na kvalitetu pisanja. Korištenjem skraćene skale za procjenu dječjeg rukopisa, testa vizualne percepcije i baterije testova za procjenu pokreta kod djece zaključuju da vizualno-motorička integracija, a samim tim i koordinacija oko-šaka važni prediktori za kvalitetu rukopisa. Autori upućuju na upućivanje djece s deficitom u kvaliteti rukopisa upravo na ove dvije vještine prilikom terapije. Određen broj studija nije potvrdio značajnu povezanost između vizualno-motoričke integracije i grafomotoričkih sposobnosti. Marr i Cermark (2002) pokušavaju potvrditi da se razvojnim testom za procjenu vizualno-motoričke integracije može predvidjeti kvaliteta rukopisa u ranim fazama školske edukacije s obzirom na spol te odbacuju hipotezu o prediktivnoj vrijednosti vizualno-motoričke integracije u odnosu na nisku razinu kvalitete rukopisa kod učenika prvih razreda. Slično prethodnom istraživanju, nalazi Goyena i Duffa (2005) ukazuju na nisku osjetljivost VMI testa (Beery, 2004) na razini od 34% kod identifikacije slabe kvalitete rukopisa. Valja naglasiti da su ove dvije prezentirane studije imale različit metodološki pristup. Istraživanje Marra i Cermarka (2002) uključivalo je predikciju kvalitete rukopisa u vremenu odnosno nakon jedne godine, dok je studija Goyena i Duffa (2005) bazirana na rezultatima testova primijenjenim u istom periodu.

Iz navedenih studija moguće je zaključiti da vizualno-motoričku integraciju možemo povezati s grafomotorikom koja se manifestira kroz kvalitetu rukopisa. Ova činjenica od iznimne je važnosti za polje edukacije jer otvara mogućnost pravovremene intervencije u praksi i daje detaljniji uvid u proučavanje vizualno- motoričke integracije.

2.2.Vizualno-motorička integracija i akademski uspjeh

Brojne studije pokazuju visoku povezanost između vizualno-motoričke integracije i fine motorike koju u ovom slučaju promatramo kroz motoriku šake odnosno grafomotoričke vještine. Grafomotorika koja se očituje kroz kvalitetu pisanja jedan je od glavnih elemenata u edukaciji. Postavlja se pitanje utječe li vizualno-motorička integracije preko grafomotoričkih vještina na akademsku uspješnost. Brojne studije bavile su se upravo ovom problematikom i pokušale su doći do zaključaka o utjecaju vizualno-motoričke integracije na uspješnost pojedinih akademskih zadaća kao i na cjelokupnu akademsku uspješnost. Postavlja se pitanje može li stupanj vizualno-motoričke integracije biti prediktor uspješnosti u izvršavanju edukacijskih zadaća.

Taylor (1999) u istraživanju objašnjava povezanost između vizualno-motoričke integracije i akademskog uspjeha na 191 ispitaniku od predškolske dobi do trećeg razreda. Autor zaključuje da je opažena visoka povezanost između rezultata testa za vizualno-motoričku integraciju i akademskih postignuća kod djece u dobi od 7, 8 i 9 godina starosti. Autori Sortor i Kulp (2003) postavljaju pitanje o povezanosti motoričke koordinacije i vizualno-motoričke integracije na uspjeh iz čitanja, matematike i spremnosti za učenje. Korištenjem Beery-Buktenica testa za procjenu vizualno-motoričke integracije autori uočavaju povezanost rezultata s rezultatima drugih testova za procjenu akademskih dostignuća. Sličnu povezanost uočavaju i autori Barnhardt, Borsting, Deland, Pham i Vu (2005) u studiji provedenoj na učenicima podijeljenim u dvije skupine s obzirom na rezultate testa vizualno-motoričke integracije. Učenici s niskim rezultatima na testu vizualno-motoričke integracije napravili su više pogrešaka na testovima iz matematike i prepisivanja teksta od učenika koji su na istom imali bolje rezultate. Zaključak ove studije je da smanjena sposobnost vizualno-motoričke integracije utječe na uspješnost pisanih zadaća u edukaciji. Carlson, Rowe i Curby (2013) na uzorku ispitanika od 5 do 18 godina proučavali su povezanost vizualno-motoričke koordinacije i vizualno-spacijalne integracije s različitim akademskim dostignućima. Autori su pokušali detaljnije objasniti tezu da je fina motorika povezana s akademskim uspjehom i utvrditi koji konkretni elementi utječu na isti. Rezultati pokazuju da vizualno-spacijalna integracija i vizualno-motorička koordinacija utječu na uspjeh iz matematike i pisanja. Sulik, Haft i Obradović (2018) u studiji na 343 učenika trećeg, četvrtog i petog razreda proučavali su stupanj vizualno-motoričke integracije (VMI) kao izravni prediktor izvršnih funkcija i kognitivne kontrole (EFs) i akademskog uspjeha. Autori primjećuju da su EFs i VMI neovisno povezani s standardiziranim testovima iz matematike i engleskog jezika, nešto više u korist kognitivne kontrole i izvršnih funkcija. U radu je naglašeno kako vizualno-motorička integracija može pomoći u razvoju izvršnih funkcija koje su se u ovom istraživanju pokazale kao značajni prediktor akademskog uspjeha. Zaključno

autori navode da je vizualno-motorička integracija važan prediktor ranog akademskog razvoja i da ostaje važan faktor kroz osnovno obrazovanje za razvoj izvršnih funkcija, a neposredno s time i akademskog uspjeha. Pojedine studije bave se kvalitetom pisanja i vizualno-motoričkom integracijom te akademskog uspjeha kod djece s deficitom savladavanja grafomotornih zadataka. Autori Press, Hinojosa i Roston (2009) na uzorku djece s grafomotornim poteškoćama zaključuju da intervencija i naknadno popravljanje ovih vještina može utjecati cjelokupan akademski uspjeh. Samim ti moguće je povezati utjecaj ovakvih sposobnosti na uspješnost u školskim zadaćama. Oberer, Gashaj i Roebers (2018) u longitudinalnoj studiji na uzorku od 134 djece pokušali su utvrditi različite čimbenike školske spremnosti. Mjerenja su obavljena u vrtiću s ciljem predikcije akademskog uspjeha na kraju drugog razreda. Autori su izabrali tri potencijalne prediktorske varijable izvršne funkcije, vizualno-motoričku integraciju i fizičku spremnost. Unošenjem sva tri prediktora istovremeno u model za predviđanje kasnijeg akademskog postignuća autori pronalaze značajnost vizualno-motoričke integracije i izvršnih funkcija. U ovom radu prihvaća se hipoteza kognitivne stimulacije i hipoteza automatizacije kao objašnjenje za prijavljene odnose prediktora i akademskog uspjeha u drugom razredu.

Možemo zaključiti da navedene studije pokazuju visoku prediktivnu moć vizualno-motoričke integracije na akademski uspjeh pogotovo na onaj dio gdje se pisanje koristi u rješavanju određenih edukativnih zadaća.

2.3. Vizualno-motorička integracija i makromotorička znanja

Prilikom proučavanje neuromotoričkog razvoja čovjeka postavlja se pitanje povezanosti vizualno-motoričke integracije s razinom motoričkih znanja konkretno s makromotoričkim znanjima. Motorička efikasnost direktno ovisi o funkciji neuromuskulaturnog sustava. Ako polazimo od te činjenice moguće je pretpostaviti postojanje korelacije između finih motoričkih znanja i makromotoričkih znanja. Pitanje utjecaja makromotorike odnosno motoričkih znanja na vizualno-motoričku integraciju i obrnuto zaintrigiralo je mnoge autore. Ipak, zbog značajne razlike u mehanici izvedbe, metodama učenja i vježbanja u praksi se navedene vještine veoma često razmatraju potpuno odvojeno.

Bonifacci (2004) u svojoj studij na uzorku od 144 učenika osnovne škole u dobi od 6 do 10 godina pokušava ispitati perceptivne, vizualno-motoričke i intelektualne sposobnosti kod učenika s niskim, srednjim i iznadprosječnim motoričkim sposobnostima. Studija je potvrdila značajnu razliku u stupnju vizualno-motoričke integracije između djece s visokim i niskim makromotoričkim znanjima. Razlika u nivou perceptualnih vještina i intelektualnih sposobnosti nije evidentirana. Tako autori Africa i Deventer (2017) u svome istraživanju kreću od pretpostavke da je vizualno-motorička integracija od fundamentalne važnosti za akademske i motoričke vještine. Studija je rađena na 77 učenika iz dviju škola različitog socio-ekonomskog statusa na kojima je korišten Beery-Buktenica test za procjenu vizualno-motoričke integracije. Odabrana su 23 učenika koja su imala najlošiji rezultat na testu te su formirane dvije skupine od 11 i 12 učenika. Eksperimentalna skupina pohađala je četrnaesto tjedni program koji je treba utjecati na poboljšanju makromotoričkih znanja, pod pretpostavkom da će se poboljšati i rezultati na testu za procjenu vizualno-motoričke integracije. Autori primjećuju da djeca iz škole nižeg socioekonomskog statusa imaju nešto niže rezultate te ne pronalaze značajnu povezanost makromotorike i vizualno motoričke-integracije. Iz ove studije zaključeno je kako su potrebna daljnja istraživanja ove problematike. Više studija poput istraživanja autora De Barros, Fragoso, de Oliveira, Cabral Filho i de Castro iz 2003. i autora Rezende, Beteli i dos Santos iz 2005. godine ukazuju na zaključke da se procesi razvoja fine motorike i makromotorike odvijaju odvojeno. U pojedinim slučajevima rezultati ovih studija ukazuju na viši stupanj razvoja fine motorike, dok je u drugim slučajevima evidentiran viši nivo makromotoričkih vještina. U longitudinalnoj studiji provedenoj na djeci starosne dobi od 9 do 21 mjeseca života autori Darrah et al. (2003) analiziraju postignuća djece u području finih motoričkih znanja i makromotoričkih znanja. Autori iznose zaključak da se promatrane motoričke dimenzije razvijaju odvojeno, suprotno pretpostavci intra-individualne stabilnosti. Rezultati studije Darraha, Senthilselvana i Magill-Evansa (2009) također podržavaju hipotezu da je razvoj finih motoričkih

vještina i makromotoričkih vještina karakteriziran intra-individualnim varijabilitetom i fluktuacijom u stopi njihovog prirasta.

Većina znanstvenih studija ukazuje da je tijek rasta i razvoja kod djece karakteriziran izrazitim varijabilitetom u dinamici, kod koje se izmjenjuju faze ubrzanog i usporenog prirasta pojedinih osobina i sposobnosti. Takav varijabilitet rezultira izrazitim intra-individualnim i inter-individualnim razlikama (Darrah, Redfern, Maguire, Beaulne i Watt, 1998; Rosenbaum, 2006; Souza et al., 2010).

2.4. Ontogenetski razvoj i vizualno-motorička integracija

Brojna istraživanja vizualno-motoričke integracije usmjerena su na sagledavanje predmeta proučavanju u funkciji vremena razvoja čovjeka. Autori ovih studija bave se ispitivanjem povezanosti vizualno-motoričke integracije i procesa rasta i razvoja u različitim životnim razdobljima. Važno znanstveno pitanje u ovim istraživanjima predstavlja izučavanje vizualno-motoričke integracije u sklopu ontogenetskog razvoja djeteta.

Decker (2008) provodi studiju s ciljem utvrđivanja razvojnih promjena u vizualno-motoričkim sposobnostima u tijeku čitavog ljudskog života. Rezultati ove studije pokazuju da vizualno-motoričke sposobnosti brzo rastu sve do sredine adolescencije, polagano se smanjuju kroz razdoblje zrelosti te rapidno opadaju u poznim godinama života. Dobiveni nalazi u kontradikciji su s tvrdnjama koje sugeriraju da vizualno-motorički razvoj završava u kasnom djetinjstvu i ostaje konstantan tijekom života. Decker, Englund, Carboni i Brooks (2011) ispituju relativni doprinos sazrijevanja i kognitivnih vještina razvoju vizualno-motoričke integracije kod male djece. Istraživanje je provedeno na 856 djece u dobi od 4 do 7 godina. Rezultati studije potvrđuju da maturacija i inteligencija značajno utječu na proces vizualno-motoričke integracije. Pri tome nalazi posebice ukazuju na doprinos neverbalnog rezoniranja i vizualno-spacijalnepažnjedjeteta kao značajnog faktora vizualno-motoričke integracije. Lin, Luo, Wu, Shen i Sun (2015) analiziraju trajektorije crteža kao i kinetičke i kinematičke parametre. Studija je provedena s ciljem utvrđivanja dinamike finog motoričkog razvoja kod djece u dobi od 6 do 12 godina. Crtanje ravnih linija i crtanje krugova provođeno je upotrebom tableta osjetljivog na dodir. Određena su tri spacijalna parametra, i to kumulativna duljina linije, duljina vektora ravne linije i vertikalni dijametar kruga. Trajanje crtanja, prosječna brzina crtanja i broj vršnih vrijednosti u brzini crtanja (NPV) uzeti su kao kinematički parametri. Uz prosječnu normalnu silu, kao kinetički parametri uzeti su još i normalizirana sila kuta regulacije (NFR) te varijacija fine motoričke kontrole (VFC) koda zadataka crtanja kruga. Dobiveni rezultati ukazuju da se maturacija i automatizacija finih motoričkih sposobnosti reflektiraju na povećanju brzine crtanja, smanjenju trajanja crtanja, NPV-a i NFR-a te smanjenjem VFC-a kod zadataka crtanja kruga na tabletu. Prilikom procjene finih motoričkih vještina moraju se uzeti u obzir faktori poput edukacije, godina starosti i vrate zadatka. Glavni efekt uzrasta i zadatka, kao i značajne korelacije između dobi i promatranih parametara sugeriraju upravo na sagledavanje prije opisanog efekta. U usporedbi s kinematičkim parametrima, vrijednosti NFR-a i VFC-a upućuju na zaključak da su kinetički parametri također veoma važan faktor u analizi finih motoričkih pokreta. Flatters, Hill, Williams, Barber i Mon-Williams (2014) u studiji provedenoj na 422 učenika ispituju razlike između curica i dječaka u razvoju manualnih vještina. Grafomotoričke

vještine procjenjivane su upotrebom tableta pri čemu se od ispitanika tražilo da korištenjem digitalne olovke izvrše seriju pokreta ciljanja, prate niz apstraktnih formi te prate objekt koji se pomiče po ekranu. Zadaci nisu bili poznati djeci što je omogućilo mjerenje općih sposobnosti definiranih kao manualna kontrola bez utjecaja kulturoloških i iskustvenih razlika. Rezultati ove studije ukazali su na značajan utjecaj spola i dobi kod zadaće ciljanja, pri čemu su curice bile brže u izvršavanju zadaće u mlađoj dobnoj skupini (od 4 do 5 godina), a dječaci u starijoj dobnoj skupini (od 10 do 11 godina). Ovi nalazi u skladu su s dosadašnjim spoznajama koje ukazuju na bolje rezultate dječaka u zadacima makro-motoričkog ciljanja koji se počinju ispoljavati u adolescenciji. Mala ali značajna razlika evidentirana je i u testu praćenja apstraktnih formi u kojem curice pokazuju bolje rezultate bez obzira na dob. Nisu evidentirane razlike između dviju skupina ispitanika u testu praćenja objekta koji se pomiče. Generalno, rezultati ukazuju da curice u pred pubertetskoj dobi imaju bolju sposobnosti manualne kontrole kod izvršavanja novih zadaća. Ipak, na temelju provedenog istraživanja nije moguće tvrditi da curice i dječaci u sklopu edukacije zahtijevaju različit pristup u razvoju manualnih vještina.

Ova skupina istraživanja daje jasan uvid u dinamiku rasta i razvoja te povezanost s razvojem vizualno-motoričke integracije. Možemo postaviti polaznu točku za daljnja razmatranja koja proizlazi iz zaključka da je vizualno-motorička integracije bitan pokazatelj stupnja maturacije i inteligencije. U pojedinim studijama uočene su i razlike u dinamici razvoja po spolu.

2.5. Vizualno-motorička integracija kod djece s teškoćama u razvoju

Sagledavši razvoj vizualno-motoričke integracije kroz funkciju rasta i razvoja potrebno se osvrnuti na korelaciju s poteškoćama i deficitima koji se mogu pojaviti tokom promatranog perioda. Brojna istraživanja proučavaju odnose i razvoj fine motorike u odnosu na pojedina medicinska stanja. U ovom potpoglavlju dan je pregled radova koji se bave teškoćama u rastu i razvoju s kojima se može susresti u edukaciji te njihovim odnosima s vizualno-motoričkom integracijom.

Newby, Epping, Geiger, Miller i Scott (2018) uspoređuju vještine povezane s vizualno-motoričkom integracijom između djece s dijagnosticiranom srpastom anemijom i njihovom braćom i sestrama kao kontrolnom grupom. Istraživanje je bazirano na saznanjima da djeca oboljela od srpaste anemije pokazuju nedostatke u kognitivnom i akademskom funkcioniranju. Istraživanje je provedeno na 105 ispitanika od čega 67 bolesnika i 38 kontrolnih sudionika. Svakom sudioniku dan je Grooved Pegboard Test, test ručne spretnosti i Beery-Buktenica razvojni test vizualno-motoričke integracije. Kod djece sa srpastom anemijom zabilježena je smanjena fina ručna spretnost i brzina te smanjena složenija fina motorička funkcija koja se očitovala kroz grafomotoričke sposobnosti. U usporedbi s braćom i sestrama nije uočena značajna razlika kod fine ručne spretnosti i brzine, ali je utvrđena značajno lošija grafomotorika kod djece sa srpastom anemijom. Ispitanici oboljeli od srpaste anemije imaju prosječnu osnovnu motoričku spretnost i brzinu, ali oslabljenu vizualno-motoričku integraciju koja se manifestira kroz složenije fino-motoričke vještine. Autori zaključuju da je ovaj nalaz značajan s obzirom na funkcionalnu važnost složenih finih motoričkih sposobnosti u ranim akademskim aktivnostima. Memisevic i Djordjevic (2018) vrše meta-analitički pregled 10 istraživačkih studija koje su uključivale 652 djece s blagom mentalnom retardacijom u kojima je procijenjena razina vizualno-motoričke integracije. Analiza je utemeljena na zaključcima istraživačkih studija da djeca s intelektualnim teškoćama imaju deficite u vizualno-motoričkim vještinama. Izmjerena je standardizirana srednja razlika između rezultata testova vizualno-motoričke integracije djece s blagom mentalnom retardacijom i djece bez mentalnih deficita. Autori zaključuju da intelektualni i adaptivni deficiti vještina djece s blagom mentalnom retardacijom mogu biti veći od njihovih relativnih deficita vizualno-motoričke integracije posebno zbog njihovih apstraktnih i konceptualnih deficita razmišljanja. Raspravlja se o mogućoj značajnosti relativne snage vizualno-motoričke integracije među djecom s blagom mentalnom retardacijom te se sugerira da pojačane vizualno-motoričke sposobnosti mogu biti meta za akademske intervencije kao sredstvo za ublažavanje problema u adaptivnom funkcioniranju. Kulp, Ciner, Maguire, Pistilli, Candy, Ying i Moore u studiji iz 2017. godine na djeci vrtićke i predškolske dobi ispituju deficite u mjerama pozornosti, vizualno-motoričkoj integraciji i vizualnoj percepciji te povezanosti istih s

umjerenom nekorigiranom hiperopijom. Sudionici istraživanja bila su djeca dobi od 4 do 5 godina starosti s hiperopijom i emetropijom bez ambliopije ili strabizma. Testovi vizualno-motoričke integracije, vizualne percepcije i testovi pažnje provedeni su na 492 ispitanika. Autori zaključuju da umjereno hiperopična djeca imaju deficite u mjerama pozornosti te lošije rezultate u testovima vizualno-motoričke integracije i vizualne percepcije u odnosu na djecu s dijagnosticiranom emetropijom.

Ove studije nastavljaju se na prethodnu skupinu istraživanja odnosno studije koje su se bavile ontogenetskim razvojem i vizualno-motoričkom integracijom. Rezultati ovih istraživanja pokazuju izrazitu povezanost vizualno-motoričke integracije s evidentiranim poteškoćama u rastu i razvoju s kojima se možemo susresti u edukacijskoj praksi.

Istraživanja prikazana kroz pet velikih skupina istraživanja daju uvid u vizualno-motoričku integraciju kao predmet proučavanja i važne smjernice kako i na koji način sagledavati problematiku. Jedan od važnih predmeta proučavanja je povezanost vizualno-motoričke integracije i fine motorike. Autori su ovaj fenomen proučavali kroz stupanj grafomotoričkih sposobnosti koju su gledali kroz kvalitetu rukopisa. Zaključci proizašli iz tih radova govore nam o visokoj povezanosti vizualno-motoričke integracije i grafomotorike manifestirane kroz kvalitetu rukopisa. Ovakva saznanja daju važne temelje u proučavanju vizualno-motoričke integracije. Sva istraživanja koja se bave željenim predmetom proučavanja naslanjaju se jedna na drugu. Pri zaključcima jednih istraživanja otvaraju se nova pitanja. Autori istraživanja druge skupine prikazane u ovoj disertaciji bavili su se povezanosti vizualno-motoričke integracije odnosno stupnja grafomotoričkih sposobnosti i akademskog uspjeha. Saznanja koja su proizašla iz ovih studija govore o visokoj povezanosti i važnosti vizualno-motoričke integracije u akademskom obrazovanju. Jedno od važnih pitanja je povezanost makromotorike i vizualno-motoričke integracije. Efikasnost neuromuskularnog sustava prediktor je za manifestaciju finih motoričkih znanja i makromotoričkih znanja. Postavlja se pitanje postoji li povezanost između finih motoričkih znanja i makro motoričkih znanja iako se u praksi ista uče i promatraju potpuno odvojeno. Istraživanja treće skupine pokušavaju dati odgovore na ovo pitanje. Zaključci ovih studija potvrđuju da je razvoj ovih sposobnosti potpuno odvojen i da ne postoje poveznice između finih motoričkih znanja i makromotorike, a samim tim vizualno-motoričke integracije i makromotorike. Ovo područje ostavlja neka znanstvena pitanja otvorenima do daljnjega. Četvrta skupina istraživanja sagledava vizualno-motoričku integraciju kroz ontogenetski razvoj. Ishodi ovih istraživanja daju uvid u dinamiku razvoja vizualno-motoričke integracije, a pojedina istraživanja detektiraju razlike među spolovima. Zaključci proizašli iz ovih istraživanja pokazuju da je vizualno-motorička integracija važan pokazatelj i prediktor stupnja maturacije i inteligencije. Posljednja odnosno peta skupina

istraživanja naslanja se na ontogenetski razvoj. Kod rasta i razvoja nerijetko se susrećemo s teškoćama te se postavlja pitanje povezanosti vizualno-motoričke integracije s istima. Autori donose zaključke o visokoj povezanosti vizualno-motoričke integracije s deficitima koji proizlaze iz ovakvih stanja. Veliki broj znanstvenih radova bavi se vizualno-motoričkom integracijom. Saznanja proizašla iz istih postavljaju temelj za daljnja istraživanja i otvaraju broj novih znanstvenih pitanja na koja treba dati valjane odgovore.

3. Problem istraživanja

Sukladno nalazima prezentiranim u sklopu dosadašnjih istraživanja vizualno-motorička integracija nameće se kao značajan aspekt ontogenetskog razvoja djeteta. Poznavanje dinamike vizualno-motoričke integracije kao i njene povezanosti s manifestacijom finih motoričkih vještina, posebice grafomotorike, iznimno je važno s aspekta edukacije u cjelini, pa tako i kineziološke edukacije. Fine motoričke vještine, uključivo i grafomotoriku, direktno su vezane s čitavim spektrom čovjekovih aktivnosti, a ovo posebno dolazi do izražaja u sustavu odgoja i obrazovanja. Stoga je osnovi problem ovoga istraživanja upravo vizualno-motorička integracija kod djece u predškolskoj dobi i primarnoj edukaciji. Ovako definiran problem moguće je dalje raščlaniti na sljedeće parcijalne probleme: povezanost vizualno-motoričke integracije i makromotoričkih sposobnosti, dinamika vizualno-motoričke integracije, razlike među spolovima.

Povezanost vizualno-motoričke integracije i makromotoričkih sposobnosti

S aspekta integriranog odgoja i obrazovanja nameće se pitanje povezanosti različitih antropoloških obilježja kao i mogućnosti njihova uravnoteženog razvoja. U skladu s navedenim postavlja se problem moguće povezanosti vizualno-motoričke integracije i makromotoričkih sposobnost, a što je posebice važno s aspekta kineziološke edukacije i mogućeg transfera učinaka programskih sadržaja na ovu dimenziju.

Dinamika vizualno-motoričke integracije

Uzimajući u obzir vizualno-motoričku integraciju kao važan dio ontogenetskog razvoja djece, postavlja se problem izučavanja dinamike njezina razvoja u funkciji vremena. Poznavanje razvojnih trendova važno je kako bi se moglo pratit i pravovremeno intervenirati u smislu poticanja optimalnog razvoja ove dimenzije.

Razlike među spolovima

Nastavno na navedenu problematiku trenda razvoja ove dimenzije u predškolskoj dobi i razrednoj nastavi, nameće se problem definiranja razlika u stupnju i dinamici vizualno-motoričke integracije među spolovima. Poznavanje mogućih razlika omogućit će konstrukciju i aplikaciju optimalnih tretmana prilagođenih pojedinim skupinama.

4. Cilj i zadaće

Cilj doktorske disertacije bio je utvrditi dinamiku razvoja vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika u predškoli i primarnoj edukaciji. Također, ispitana je povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije. Posebno su ispitane razlike u stupnju vizualno-motoričke integracije između djevojčica i dječaka različite dobi te trend razvoja vizualno-motoričke integracije u funkciji vremena. U sklopu istraživanja testiran je novi mjerni instrument *Test viualno-motoričke integracije* (VMI) koji će omogućiti stručnjacima i znanstvenicima brzu i efikasnu procjenu vizualno-motoričke integracije kod djece u dobi od 3 do 10 godina starosti.

U skladu s navedenim ciljem postavljene su i slijedeće parcijalne zadaće:

- Odrediti mjerne karakteristike testova za procjenu vizualno-motoričke integracije i testova koordinacije tijela
- Ispitati povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije
- Ispitati razlike u stupnju vizualno-motoričke integracije kod ispitanika različitog spola i dobi
- Ispitati razlike u strukturi *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) kod ispitanika po spolu i dobi

4.1. Hipoteze

Sukladno cilju i zadaćama istraživanja postavljaju se hipoteze. Hipoteze su definirane i raspoređene u četiri skupine s obzirom na povezanosti s ciljem i zadaćama.

Hipoteze vezane za metrijske karakteristike mjernih instrumenata

- ***H_{1-1}:*** Motorički testovi za procjenu koordinacije tijela *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP) imaju zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.
- ***H_{1-2}:*** Motorički testovi za procjenu koordinacije tijela *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP) imaju zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.
- ***H_{1-3}:*** Mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.
- ***H_{1-4}:*** Mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.
- ***H_{1-5}:*** Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.
- ***H_{1-6}:*** Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

Hipoteze vezane za povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije

- ***H_{2-1}:*** Postoji statistički značajna povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.
- ***H_{2-2}:*** Postoji statistički značajna povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

Hipoteze vezane za razlike u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob

$H_{3\text{-}1}$: Postoji statistički značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika različitog spola.

$H_{3\text{-}2}$: Postoji statistički značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika različite dobi.

Hipoteze vezane za razlike u strukturi VMI testa kod subuzoraka različite dobi i spola

$H_{4\text{-}1}$: Postoji statistički značajna razlika u strukturi VMI testa kod ispitanikog različitog spola.

$H_{4\text{-}2}$: Postoji statistički značajna razlika u strukturi VMI testa kod ispitanika različite dobi.

5. Metode rada

5.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika za potrebe ovog istraživanja obuhvatio je ukupno 440 ispitanika, podijeljenih prema dobi i spolu u 14 subuzoraka. Struktura uzorka ispitanika prikazana je u tablici 1.

Tablica 1.
Uzorak ispitanika.

Dobna skupina (godine)	**Spol**		**Ukupno**
	djevojčice/učenice	**dječaci/učenici**	
Mlađe predškolsko razdoblje (od 3 do 4 godine)	20	20	40
Srednje predškolsko razdoblje (od 4 do 5 godina)	13	27	40
Starije predškolsko razdoblje (od 5 do 6/7 godina)	23	17	40
Mlađe školsko doba, 1 razred (od 6/7 do 7/8 godina)	40	40	80
Mlađe školsko doba, 2. razred (7/8 do 8/9 godina)	40	40	80
Mlađe školsko doba, 3. razred (od 8/9 do 9/10 godina)	40	40	80
Mlađe školsko doba, 4. razred (od 9/10 do 10/11 godina)	40	40	80
Ukupno	**216**	**224**	**440**

5.2.Metodologija kolekcije podataka

Za rješavanje znanstvenog problema i proučavanje trenda razvoja vizualno-motoričke integracije kao i povezanosti iste s koordinacijom tijela odabrana su dva seta testova. Prva skupina testova sastoji se od novog testa za procjenu vizualno motoričke integracije *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) i *Beery VMI razvojnog testa vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI). Za potrebe procjene povezanosti vizualno-motoričke integracije koordinacije tijela u drugoj skupini testova korištena su tri testa koordinacije odabrana iz baterija testova za procjenu primarnih motoričkih sposobnosti. Testovi koji su primijenjeni za potrebe istraživanja reprezentativno pokrivaju motoričku dimenziju koordinacije kao dijela modela motoričkih sposobnosti (Gredelj, Metikoš, Hošek i Momirović, 1975; Findak, Metikoš, Mraković i Neljak, 1996): *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS), *Okretnost s palicom* (MOP).

5.2.1. Testovi za procjenu vizualno-motoričke integracije

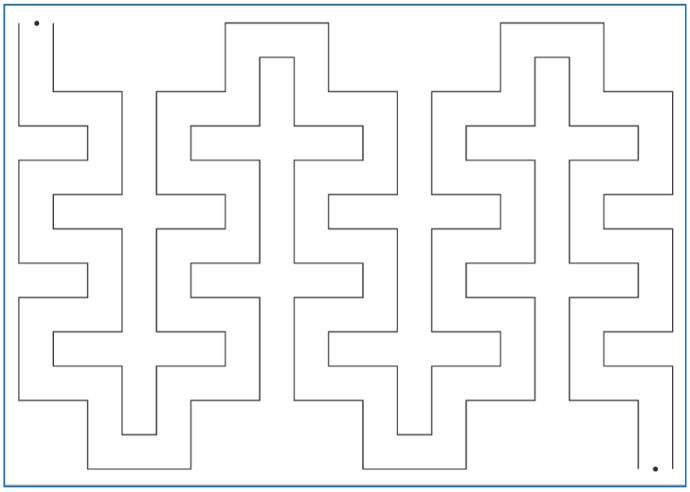
Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI)

Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI) je standardni test za procjenu vizualno-motoričke integracije kod osoba starosne dobi od 2 godine naviše. Beery VMI test je standardiziran na uzorku od 1737 ispitanika u dobi od 2 do 18 godina starosti te 1021 ispitaniku u dobi od 19 do 100 godina starosti. Procjena vizualno-motoričke integracije upotrebom Beery VMI test sastoji se od zadataka u kojima se precrtavaju geometrijski likovi i odličan je pokazatelj grafomotoričke usvojenosti. Test se može primjenjivati u grupnoj i individualnoj formi. Za potrebe ovog istraživanja upotrijebit će se individualna forma koja je primjerena dobi ispitanika. Prilikom bodovanja, 1 bod se daje za točan odgovor, dok se 0 bodova daje za netočan. Djeca ponekad naprave više pokušaja, da bi ispravila pogrešku, ali tada ih treba podsjetiti da imaju po samo jedan pokušaj za svaku formu, oblik. Bitno je naglasiti da se uvijek boduje samo prvi (ne najbolji) pokušaj, kod djece do devet godina života. Djeca iznad devete godine znaju najprije osjenčati oblik, a zatim ga podebljati. Ukoliko ocjenjivač nije siguran koja od formi je prva, potrebno ju je usporediti s veličinom formi koje je dijete nacrtalo u drugim zadacima, ali zadacima u kojima je odgovorilo samo s jednim rješenjem, ne s više rješenja, formi. Od pribora je često potreban kutomjer i ravnalo da bi se što lakše ocijenio određeni zadatak (Beery, K.E., Beery, N.A., Buktenica, 2010).

Test vizualno-motoričke integracije (VMI)

Test vizualno-motoričke integracije (VMI) je novokonstruirani test za procjenu vizualno-motoričke integracije VMI test prezentiran je u pilot istraživanju provedenom 2015. godine na uzorku od 71 učenice i 92 učenika u dobi od 6 do 10 godina (Bavčević, T. i Bavčević, D., 2015). VMI test primijenit će se na cijelom uzorku od ukupno 440 ispitanika.

Test vizualno-motoričke integracije (VMI) sastoji se od dvije paralelne izlomljene linije međusobno udaljene 1,5 cm ucrtane na papiru dimenzija A4. Ucrtane linije čine stazu izlomljenu na ukupno 59 segmenata. Udaljenost između početne točke i krajnje točke iznosi 178,5 cm (shema 5).



Shema 5.
Grafički prikaz VMI testa.

Papir se postavlja ispred ispitanika u vodoravan položaj. Zadatak ispitanika je u što kraćem vremenu povezati početnu i krajnju točku povlačenjem linije olovkom. Liniju je potrebno ucrtati bez prekida i bez dodirivanja vanjskih linija staze. Linija se ucrtava dominantnom rukom olovkom tipa B-2B.

Ispitivač mjeri vrijeme potrebno za izvođenje zadatka u sekundama. Nakon obavljenog zadatka utvrđuje se broj pogrešaka. Pogreškom se smatra svaki prekid u liniji kao i dodirivanje vanjskih linija staze. Konačni rezultat VMI testa predstavlja zbroj vremena potrebnog za obavljanje zadatka i svih pogrešaka multipliciranih brojem dva. Formula za izračunavanje rezultata testa dana je u shemi 6.

$$VMI = VMI_{time} + 2VMI_{errors}$$

Shema 6.
Formula za izračunavanje rezultata VMI testa.

5.2.2. Testovi za procjenu koordinacije tijela

Poligon natraške (MPOL)

Test poligon natraške izvodi se na glatkoj podlozi (parket), koja je dovoljno skliska, ucrtava se startna liniju dužine jedan metar. Na udaljenosti 10 m od startne linije, paralelno s njom, ucrtava se ciljna linija iste dužine. Tri metra od startne linije postavlja se bazni dio švedskog sanduka, a na njega gornji dio sanduka. Visina švedskog sanduka iznosi 50 cm + 2 cm. Šest metara od startne linije postavlja se okvir sanduka po širini staze. Mjesta na kojima se postavljaju sanduk i okvir sanduka označeni su linijom. Ispitanik stoji ispred startne linije, okrenut leđima u smjeru kretanja u četveronožnom položaju oslonjen na stopalima i dlanovima. Zadatak ispitanika je da na startni znak „sad“, iz navedenog položaja, kretanjem unatrag, prijeđe prvu prepreku, a provuče se kroz drugu. Za vrijeme izvođenja zadatka ispitanik smije pogledom kroz noge pratiti smjer kretanja i nasmije okretati glavu. Zadatak je završen kad ispitanik s obje ruke prijeđe liniju cilja. Mjerilac sa štopericom u ruci hoda uz ispitanika i kontrolira njegovu izvedbu. Između svakog pokušaja ispitanik ima pauzu potrebnu za odmor. Zadatak će se ponoviti tri puta, a nakon izvršenog zadatka upisuje se svaki rezultat posebno u desetinkama sekunde od startnog znaka “sad” do prijelaza objema rukama preko linije cilja u sva tri pokušaja. Ukoliko ispitanik nakon što je započeo prolaženje kroz prepreku obori prepreku, on nastavlja s provlačenjem, a okvir se vraća na mjesto. Isto vrijedi i za prvu zapreku. Ukoliko ispitanik obori drugu prepreku prije nego je s obje noge ušao u okvir, mora ju sam namjestiti i započeti provlačenje ponovno, za vrijeme korekcije štoperica se ne zaustavlja. Demonstrira se samo način četveronožnog hodanja unazad. Ispitanik ima pravo na jedno pokusno izvođenje zadatka bez mjerenja rezultata. Za potrebe ovog testa potrebna su slijedeća pomagala: štoperica, švedski sanduk, prostor minimalnih dimenzija 15x3 m, slika zadatka.

Koraci u stranu (MKUS)

Test se izvodi u prostoriji ili otvorenom prostoru na ravnoj i čvrstoj podlozi. Ispitanik stoji sunožno unutar linija, bočno uz prvu liniju. Na znak „sad“ ispitanik se što brže pomiče u stranu tehnikom bočni korak-dokorak, bez križanja nogu, do druge linije. Kada stane vanjskom nogom na liniju ili prijeđe preko nje, zaustavlja se i ne mijenja položaj tijela, na isti se način vraća do prve linije, koju također treba dotaknuti stopalom ili prijeći preko linije. Kada ispitanik na opisani način prijeđe šest puta razmak od četiri metra i stane na liniju ili je prijeđe vanjskom nogom, zadatak je završen. Ocjenjivanje se vrši mjerenjem vremena u desetinkama sekunde od znaka „sad“ do završetka šestog prelaženja staze od četiri metra. Zadatak će se ponoviti tri puta s pauzom dovoljnom za oporavak

ispitanika. Nakon izvršenog zadatka upisuju se rezultati u desetinkama sekunde svakog od tri ponavljanja posebno. Mjeritelj demonstrira zadatak te prilikom ispitivanja koristi sljedeća pomagala: štoperica, prostor minimalnih dimenzija 5x2m, dvije ucrtane linije dužine 1 metar na udaljenosti od četiri metra, slika zadatka.

Okretnost s palicom (MOP)

Kod izvođenja testa okretnost s palicom ispitanik u stavu spetnom stoji na sredini strunjače licem okrenut prema užoj strani strunjače. Palicu drži za krajeve ispred sebe u horizontalnom položaju i ispruženih ruku. Zadatak ispitanika je da se na znak „sad“ okrene za 180°, sjedne, legne na leđa, prebaci obje noge preko palice i provuče noge između ruku te se podigne u stav spetni tako da palica ostane iza leđa zauzimajući stav stojeći pozorno. Za cijelo vrijeme izvođenja zadatka ispitanik ni u jednom trenutku ne smije ispustiti palicu, već je stalno drži objema rukama. Ukoliko se ispusti palica mora se nastaviti zadatak od položaja u kojem je nastala pogreška. Mjeri se vrijeme u desetinkama sekunde od znaka „sad“ do stava pozorno s palicom iza leđa. Test će se izvodit tri puta i upisuje se sva tri rezultata posebno. Mjerilac sjedi pola metra ispred šireg dijela strunjače, daje znak za početak, mjeri vrijeme te može glasno dirigirati redoslijed elemenata. Ispitanik ima pravo na jedan probni pokušaj. Za uspješnu izvedbu testa potrebna su slijedeća pomagala: štoperica, strunjača, palica dužine 100 cm, slika zadatka.

5.3. Metode obrade podataka

Kako bismo iz izmjerenih podataka dobili valjane rezultate iz kojih možemo interpretirati i zaključiti o problemu s kojim se bavi ova doktorska disertacija upotrjebljene su odgovarajuće metode obrade podataka. Rezultati su analizirani upotrebom programa STATISTICA 13.

Analiza metrijskih karakteristika mjernih instrumenata

(Provjera hipoteza: $H_{1\text{-}1}$, $H_{1\text{-}2}$, $H_{1\text{-}3}$, $H_{1\text{-}4}$,$H_{1\text{-}5}$, $H_{1\text{-}6}$)

Osjetljivost

Nad dobivenim podacima izračunati su slijedeći parametri deskriptivne statistike: aritmetička sredina ($\bar{x}$), minimalni rezultat (min) i maksimalni rezultat (max), standardna devijacija (SD), koeficijent asimetrije distribucije (α_3), koeficijent izduženosti distribucije (α_4). Testiranje normaliteta distribucije podataka izvršen je primjenom Kolmogorov-Smirnovljeva testa (KS-test). Kao kritična vrijednost KS-testa uzeta je mogućnost pogreške na razini 0,05.

Pouzdanost

Pouzdanost mjernih instrumenata analizirana je primjenom korelacijske analize pri čemu su određene matrice interkorelacija čestica pojedinih mjernih instrumenata uz izračun Pearsonovog koeficijenta linearne korelacije (r). Također, određeni su Cronbach alfa koeficijenti (Cronbach α) te mjere prosječnih korelacija čestica (IIr) kod svih višečestičnih mjernih instrumenata.

Homogenost

Kako bi se odredila homogenost VMI testa i testova koordinacije, provedena je faktorska analiza nad ponovljenim mjerenjima. Metoda ekstrakcije faktora provedena je po modelu glavnih komponenti, a za određivanje broja značajnih komponenti korišten je Guttman-Kaiserov kriterij. U sklopu navedenog izračunat su sljedeći parametri: faktorska opterećenja (faktorski koeficijenti ili saturacije, f), komunalitet (h^2), postotak protumačene varijance (% var)

Faktorska valjanost

Faktorska valjanost VMI testa određena je primjenom korelacijske analize u odnosu na vrijednost testa *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) na subuzorku ispitanika opisanom u poglavlju *5.6. Plan istraživanja*. U sklopu navedenog određen je Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r) te koeficijent determinacije (r^2).

Analiza povezanosti vizualno-motoričke integracije i koordinacije tijela

(Provjera hipoteza: $H_{2\text{-}1}$, $H_{2\text{-}2}$)

Kako bi se analizirala povezanost između pojedinih varijabli vizualno-motoričke integracije i koordinacije tijela upotrjebljena je korelacijska analiza uz izračun Pearsonovog koeficijenta linearne korelacije (r). s ciljem analize povezanosti skupova varijabli koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije upotrebljena je kanonička korelacijska analiza. U sklopu navedene metode obrade podataka određeni su sljedeći parametri: koeficijent kanoničke korelacije (R_c), svojstvena vrijednost (λ) Vrijednost Bartlettovog χ^2-testa (χ^2), broj stupnjeva slobode kod Bartlettovog χ^2-testa (df), razina značajnosti za Bartlettov χ^2-test (p), koeficijenti korelacije manifesnih varijabli i kanoničkih faktora (F), redundancija (Rd)

Analiza razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob ispitanika

(Provjera hipoteza: $H_{3\text{-}1}$, $H_{3\text{-}2}$,)

Razlike između ispitanica i ispitanika različite dobi testirane su uporabom dvofaktorske analize varijance po modelu 2x7 s kategoričkim prediktorima dob i spol. U sklopu navedenoga izračunati su glavni i interakcijski efekti 2x7 ANOVE (dob i spol te interakcijski efekti dob x spol). Kako bi se odredila statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina pojedinih skupina pod utjecajem značajnih generatora efekta primijenjen je Bonferronijev test.

Analiza razlika u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije (VMI) u odnosu na spol i dob ispitanika

(Provjera hipoteza: $H_{4\text{-}1}$, $H_{4\text{-}2}$)

Razlike između ispitanika u vremenu potrebnom za rješavanje VMI testa ispitane su upotrebom dvofaktorske analize varijance po modelu 2x7, dok je razlika aritmetičkih sredina pojedinih skupina pod utjecajem značajnih generatora efekta primijenjen je Bonferronijev test. Parametri izračunati u sklopu analiza opisani su u prethodnom paragrafu.

Razlike između ispitanika u broju grešaka prilikom rješavamja VMI testa određena je primjenom Kruskal- Wallis H testa. U sklopu navedenog izračunati su suma rangova (SR), prosječni rang (MR), χ2 vrijednost (H) te pripadajuća razina značajnosti (p). Kako bi se odredila statistička značajnost razlika medijana pojedinih skupina pod utjecajem značajnog generatora efekta primijenjena je post hoc analiza uz Bonferronijevu korekciju pogreške.

5.4. Plan istraživanja

Istraživanje problematike trenda razvoja vizualno-motoričke integracije, a samim time i stupnja grafomotoričkih vještina kod djece u primarnoj edukaciji provedeno je u pet faza istraživanja:

1) ***Organizacija istraživanja***

   U ovoj fazi izvršen je dogovor s ravnateljima vrtića i osnovnih škola te odgojiteljima te učiteljima o provedbi postupka mjerenja. Također, osigurane su potrebne suglasnosti za provedbu istraživanja.

2) ***Pilot faza istraživanja***

   U pilot fazi provedeno je testiranje vizualno-motoričke integracije i koordinacije na 25% uzorka ispitanika ravnomjerno raspoređenih po dobi, u ukupnom broju od 110. Beery VMI test primijenjen je jednom, a VMI test tri puta uzastopno. Testovi koordinacije koraci u stranu (MKUS), poligon natraške (MPOL) i okretnost s palicom (MOP) primijenjeni su također tri puta. Nad dobivenim podatcima određene su metrijske karakteristike svih primijenjenih testova.

3) ***Postupak mjerenja***

   U ovoj fazi izvršeno je mjerenje vizualno-motoričke integracije na kompletnom uzorku ispitanika upotrebom novokonstruiranog VMI testa.

4) ***Obrada podataka***

   Prikupljeni podaci iz druge i treće faze istraživanja analizirani su te obrađeni opisanim statističkim metodama upotrebom programa STATISTICA 13.

5) ***Izrada disertacije***

   U posljednjoj fazi, a na osnovu dobivenih podataka, pristupilo se izradi doktorske disertacije.

6. Rezultati

6.1. Analiza metrijskih karakteristika mjernih instrumenata

U ovom poglavlju prezentirani su rezultati testova za procjenu metrijskih karakteristika mjernih instrumenata upotrjebljenih u istraživanju. Radi lakšeg razumijevanja mjerni instrumenti (testovi) podijeljeni su u dvije skupine:

1) Testovi za procjenu koordinacije tijela

2) Testovi za procjenu vizualno-motoričke integracije

Za procjenu koordinacije tijela korištena su tri višečestična mjerna instrumenta: *Poligon natraške* (MOP), *Koraci u stran*u (MKUS) te *Okretnost s palicom* (MOP). Na svim mjernim instrumentima za procjenu koordinacije izračunati su pokazatelji metrijskih karakteristika: osjetljivost, pouzdanost i homogenost te je ispitan normalitet distribucije.

Za procjenu vizualno-motoričke integracije upotrjebljena su dva mjerna instrumenta *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) te *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI). U sklopu testiranja metrijskih karakteristika na skupini testova za procjenu vizualno-motoričke integracije na testu Beery VMI kao jednočestičnom mjernom instrumentu ispitana je osjetljivost te normalitet distribucije. Na novokonstruiranom VMI testu izračunati su pokazatelji metrijskih karakteristika: osjetljivost, homogenost, pouzdanost te faktorska valjanost.

6.1.1. Osjetljivost

Osjetljivost predstavlja svojstvo mjernog instrumenta da uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja (Dizdar, 2006, str. 306). U kineziološkoj znanosti osjetljivost mjernog instrumenta provjerava se na temelju disperzije rezultata odnosno putem analize aritmetičkih sredina u odnosu na pripadajuće standardne devijacije te oblika distribucije podataka.

Za procjenu osjetljivosti mjernih instrumenata upotrjebljenih u ovom istraživanju izračunati su sljedeći parametri deskriptivne statistike:

- *Aritmetička sredina* ($\bar{x}$)
- *Minimalni rezultat* (min)*, maksimalni rezultat* (max)
- *Standardna devijacija* (σ)
- *Mjera asimetrije distribucije* (α_3)
- *Mjera izduženosti distribucije* (α_4)

Aritmetička sredina ($\bar{x}$) – mjera centralne tendencije izračunata kao omjer zbroja svih vrijednosti pojedine varijable i ukupnog broja entiteta (Dizdar, 2006, str. 64).

Minimalni rezultat (min), maksimalni rezultat (max) – mjere varijabilnosti koje ukazuju na raspon rezultata kod pojedine varijable.

Standardna devijacija (σ) – mjera varijabilnosti koja pokazuje prosječno odstupanje vrijednosti numeričke varijable od njezine aritmetičke sredine (Šošić i Serdar, 1994. str. 63). Vrijednost standardne devijacije koja se smatra prihvatljivom iznosi maksimalno 1/3 aritmetičke sredine rezultata promatrane varijable (Bala, 1986, str. 237).

Mjera asimetrije distribucije (α_3) – standardizirana mjera smjera i veličine asimetrije distribucije podataka. Za simetrične rasporede koeficijent je jednak 0. Obično se kreće u intervalu od ±2, a ako je riječ o izrazito asimetričnom rasporedu poprimit će i vrijednosti izvan tog intervala (Šošić i Serdar, 1994. str. 71-72).

Mjera izduženosti distribucije (α_4) – koeficijent koji opisuje zaobljenost u okolini modalnog vrha krivulje distribucije frekvencija. Zaobljenost se uspoređuje i mjeri prema zaobljenosti vrha normalne distribucije (Šošić i Serdar, 1994. str. 76). U programskom paketu *Statistica 13.0*, korištenom za obradu podataka u sklopu ovog istraživanja, vrijednost koeficijenta α_4 kod normalne distribucije jednaka je 0. Sukladno navedenome, koeficijent α_4 veći od 0 ukazuje na empirijsku distribuciju čiji je vrh viši od vrha normalne distribucije, dok koeficijent α_4 manji od 0 upućuje na distribuciju s nižim vrhom od vrha normalne distribucije.

Normalitet distribucije podataka izračunat je uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa (KS-test). Ovaj statistička metoda temelji se na usporedbi empirijskih relativnih kumulativnih frekvencija i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencija. Ako je najveće odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije (max d) manje od kritične vrijednosti KS-testa (max d < KS-test), zaključuje se da empirijska distribucija ne odstupa statistički značajno od normalne distribucije uz određenu pogrešku (Dizdar, 2006, str. 112-113; Pauše, 1993, str. 261-265).

Kao kritična vrijednost KS-testa uzet će se mogućnost pogreške na razini 0,05. Kritične, odnosno tablične vrijednosti KS-testa preuzete su od Dizdara (2006, str. 323).

U tablici 2 prikazani su parametri deskriptivne statistike te rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa normaliteta distribucije podataka za 5 subuzoraka ispitanika po dobnim skupinama.

Tablica 2.
Parametri deskriptivne statistike.

(N – broj ispitanika, $\bar{x}$ – aritmetička sredina, min – minimalni rezultat, max – maksimalni rezultat, σ – standardna devijacija, α_3 – mjera asimetrije distribucije, α_4 – mjera izduženosti distribucije, max d – maksimalno odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije)

Predškola (N = 30)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	α_3	α_4	**max d**
MPOL	28,97	14,48	49,38	9,09	0,53	-0,11	0,083
MKUS	19,00	12,04	27,55	3,70	0,10	-0,15	0,095
MOP	9,02	4,65	17,88	3,28	1,10	1,13	0,127
VMI	64,22	34,91	120,05	21,71	0,89	0,29	0,138
Beery VMI	13,23	9,00	21,00	2,93	0,88	0,79	0,165
1. razred osnovne škole (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	α_3	α_4	**max d**
MPOL	21,90	11,50	41,74	7,18	1,20	1,82	0,130
MKUS	14,52	11,54	18,57	1,80	0,40	-0,04	0,105
MOP	5,51	3,54	9,00	1,41	0,63	0,48	0,098
VMI	42,36	31,08	62,51	8,36	0,75	0,15	0,143
Beery VMI	20,65	15,00	26,00	3,13	-0,16	-1,04	0,123
2. razred osnovne škole (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	α_3	α_4	**max d**
MPOL	17,03	11,77	27,51	3,91	0,98	1,19	0,141
MKUS	12,94	10,85	15,41	1,23	0,04	-0,23	0,116
MOP	5,40	4,66	8,03	0,94	1,65	2,23	0,250
VMI	33,49	22,32	65,88	9,58	2,21	6,56	0,206
Beery VMI	22,40	17,00	27,00	2,74	-0,19	-0,47	0,137
3. razred osnovne škole (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	α_3	α_4	**max d**
MPOL	16,59	11,05	21,50	2,66	-0,17	-0,11	0,102
MKUS	11,93	10,26	15,55	1,29	1,14	1,76	0,129
MOP	5,29	3,99	7,74	1,12	0,70	-0,32	0,184
VMI	28,22	21,05	34,58	3,72	-0,18	-0,56	0,145
Beery VMI	23,15	18,00	29,00	2,56	0,07	0,78	0,227
4. razred osnovne škole (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	α_3	α_4	**max d**
MPOL	15,87	10,92	23,31	3,84	0,51	-0,75	0,138
MKUS	11,60	9,59	13,71	1,20	0,10	-0,81	0,114
MOP	5,31	3,91	7,82	1,16	0,95	-0,02	0,153
VMI	28,18	23,62	37,13	4,02	0,84	-0,24	0,172
Beery VMI	23,85	21,00	27,00	1,66	0,19	-0,87	0,145

Predškola: granična max d ($p<0,05$) = 0,241
1, 2, 3. i 4. razred osnovne škole: granična max d ($p<0,05$) = 0,294

Legenda: MPOL – Poligon natraške, MKUS – Koraci u stranu, MOP – Okretnost s palicom, VMI – Test vizualno-motoričke integracije, Beery VMI – Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije.

Analizom rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka djece predškolske dobi utvrđen je prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Blaga povećana prosječna odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljiva su kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP), gdje vrijednosti standardne devijacije ($\sigma_{MOP} = 3,28$) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{MOP} = 9,02$) te varijable *VMI*, gdje vrijednosti standardne devijacije ($\sigma_{VMI} = 21,71$) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMI} = 64,22$). Analiza parametara asimetrije (α_3) ukazuje na simetričnost distribucije kod svih promatranih varijabli osim varijable *Okretnost s palicom* (MOP) čije vrijednosti pokazuju pojavu blage pozitivne asimetrije ($\alpha_{3\ MOP} = 1,10$). Vrijednosti promatrane varijable (MOP) grupiraju se u zoni nešto nižih vrijednosti. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka djece predškolske dobi vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, što ukazuje na pravilnu distribuciju podataka u odnosu na mjere centralnih tendencija. Kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) detektirana je blaga pojava leptokurtičnosti distribucije odnosno grupiranja vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata ($\alpha_{4\ Mop} = 1,13$).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,241 za subuzorak djece predškolske dobi. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Usporedbom rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenika i učenica prvog razreda osnovne škole moguće je primijetiti da prosječna odstupanja rezultata ne prelaze 1/3 vrijednosti aritmetičke sredine, što ukazuje na prihvatljiv stupanj disperzije rezultata svih promatranih varijabli. Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati promatranih varijabli raspoređeni po simetričnoj distribuciji. Iznimka je varijabla *Poligon natraške* (MPOL) koja poprima vrijednost $\alpha_{3\ MPOL} = 1,20$. Ovakav koeficijent asimetrije ukazuje na blagu pojavu pozitivne asimetrije, odnosno na grupiranje rezultata u zoni nižih vrijednosti. Kod promatranog subuzorka učenika i učenica prvog razreda osnovne škole koeficijent izduženosti (α_4) ukazuje na mezokurtičnu distribuciju podataka kod većine varijabli. Kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) koeficijent izduženosti ($\alpha_{4\ MPOL} = 1,82$) ukazuje na grupiranje rezultata oko aritmetičke sredine, što ukazuje na pojavu blage leptokurtičnosti distribucije podataka. Kod varijable *Beery VMI* koeficijent asimetrije poprima rezultat $\alpha_{4\ BeeryVMI} = -1,04$ te ukazuje na pojavu blage raspršenosti rezultata od prosječnog rezultata. Ovakvi nalazi ukazuju na platikurtičnu distribuciji podataka.

Maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) upotrebom Kolmogorov-Smirnovljeva testa ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294. Ovakvi nalazi ukazuju na pojavu normalne distribucije podataka za sve promatrane varijable kod subuzorka učenika i učenica prvog razreda osnovne škole.

Prosječna odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenika i učenica drugog razreda osnovne škole ne prelaze 1/3 vrijednosti aritmetičke sredine ni u jednoj promatranoj varijabli. Ovakvi rezultati nam ukazuju na prihvatljiv stupanj srednjeg kvadratnog odstupanja rezultata promatranih varijabli. Kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) i varijable za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije *VMI* evidentirana je pojava pozitivne asimetrije podataka što ukazuje na grupiranje rezultata u zoni nižih vrijednosti ($\alpha_{3\ MOP}$ = 1,65, $\alpha_{3\ VMI}$ = 2,21). Također kod ove dvije varijable primjećuje se pozitivan pojačan koeficijent izduženosti (α_4) što ukazuje na leptokurtičnu distribuciju podataka, odnosno na grupiranje rezultata oko prosječnog rezultata. Ova vrijednost nešto je izraženija kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) koja poprima vrijednost $\alpha_{4\ VMI}$ = 6,56 u odnosu na varijablu (MOP) koja poprima vrijednost $\alpha_{4\ MOP}$ = 2,23.

Na subuzorku učenika i učenica drugog razreda osnovne škole upotrebom Kolmogorov-Smirnovljeva testa utvrđena je normalna distribucija podataka, uzimajući u obzir da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294.

Analizom srednjeg kvadratnog odstupanja evidentiran je prihvatljiv stupanj disperzije podataka kod subuzorka učenika i učenica trećeg razreda osnovne škole. Usporedba rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) upućuje na zaključak da prosječna odstupanja rezultata ne prelaze 1/3 vrijednosti aritmetičke sredine ni u jednoj promatranoj varijabli. Analiza koeficijenta asimetrije (α_3) ukazuje na simetričnu distribuciju podataka kod svih varijabli osim varijable *Koraci u stranu* (MKUS) koja poprima vrijednost nešto veće vrijednosti ($\alpha_{3\ MKUS}$ = 1,14). Kod spomenute varijable rezultati poprimaju blagi oblik pozitivne asimetrije odnosno grupiranja rezultata u zoni nižih vrijednosti. Kod iste varijable primjećuje se blago povećanje koeficijenta izduženosti (α_4), što ukazuje na blagu leptokurtičnu distribuciju podataka. Vrijednost koeficijenta izduženosti za ovu varijablu iznosi $\alpha_{4\ MKUS}$ = 1,76.

Upotrebom Kolmogorov-Smirnovljeva testa na subuzorku učenika i učenica trećeg razreda osnovne škole maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294, što ukazuje na normalnu distribuciju podataka kod promatranih varijabli.

Kod subuzorka učenika i učenica četvrto razreda osnovne škole analiza rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) pokazuje da prosječna odstupanja rezultata ne prelaze 1/3 vrijednosti aritmetičke sredine promatranih varijabli. Dobiveni rezultati ukazuju na prihvatljiv stupanj disperzije vrijednosti promatranih varijabli. Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od 0,10 do 0,95 što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli unutar promatranog subuzorka. Koeficijenti izduženosti (α_4) nalaze se u intervalu od -0,87 do -0,02, što upućuje na mezokurtičnu distribuciju podataka promatranih varijabli.

Upotrebom Kolmogorov-Smirnovljeva testa na subuzorku učenika i učenica četvrtog razreda osnovne škole utvrđena je normalna distribucija podataka promatranih varijabli. Maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294.

Iz analize rezultata izvode se sljedeći zaključci:

1) Osjetljivost svih mjernih instrumenata za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI , Beery VMI) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka. Kod obje varijable utvrđena je normalna distribucija podataka.

2) Osjetljivost svih mjernih instrumenata za procjenu koordinacije tijela (*Poligon natraške*, *Koraci u stranu* te *Okretnost s palicom*) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka. Kod svih promatranih varijabli utvrđena je normalan distribucija podataka.

6.1.2. Pouzdanost

Pouzdanost mjernog instrumenta jedna je od metrijskih karakteristika koja ukazuje na konzistenciju i preciznost rezultata dobivenih mjernim procesom. Pouzdanost definiramo kao metrijsku karakteristiku mjernih instrumenata koja ukazuje na nezavisnost rezultata mjerenja od djelovanja nesistematskih varijabilnih faktora (Bala, 1986, str. 233). Sistemski faktori, odnosno sistemske pogreške, pripisuju se promjenama unutar samog predmeta mjerenja poput učenja i razvoja. Nesistemski varijabilni faktori, odnosno pogreške nastale samim mjerenjem, pod utjecajem su vanjskih čimbenika. Neki od najčešćih uzroka nastanka nesistematskih pogrešaka u kineziološkim mjerenjima su mjerenje različitih mjerilaca, različita mjerenja istog mjerioca, variranje mjerne karakteristike u tijeku dana, mjerenje različitom mjernom aparaturom te generiranje slučajnih pogrešaka pri primjeni mjernog instrumenta(Dizdar, 2006, str. 275).

Za procjenu pouzdanosti mjernih instrumenata upotrjebljenih u ovom istraživanju izračunati su sljedeći parametri:

- Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r)
- Cronbachova α
- Prosječna korelacija čestica (IIr)

Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r) izražava jačinu linearnog odnosa dviju varijabli (Dizdar, 2006, str. 168). Kod analize pouzdanosti mjernog instrumenta navedeni parametar ukazuje na smjer i veličinu povezanosti pojedinih čestica testa. Budući da je u konstrukciji višečestičnih testova cilj postići jednake ili približno jednake rezultate u ponovljenim mjerenjima, vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije važan je pokazatelj interne konzistencije testa.

Cronbachova α je statistički pokazatelj koji se koristi kao mjera interne konzistencije višečestičnih testova. Spomenuti statistički parametar ukazuje koliko dobro višečestični skup procjenjuje jednodimenzionalni predmet mjerenja. Cronbachov α koeficijent procjenjuje se na osnovi projekcija čestica na prvu glavnu komponentu interkorelacija čestica (Bala, 1986, str. 237).

Prosječna korelacija čestica (IIr) parametar je pouzdanosti unutarnje konzistentnosti, odnosno ukazuje u kojoj su mjeri rezultati u jednoj čestici povezani sa svim ostalim rezultatima unutar čestica.

U tablici 3 prikazane su matrice interkorelacija čestica te parametri pouzdanosti za 5 subuzoraka ispitanika po dobnim skupinama.

Tablica 3.
Parametri pouzdanosti mjernih instrumenata.

(Cronbach α – Cronach α koeficijent, IIr – prosječna korelacija čestica)

Predškola

	MPOL			MKUS			MOP			VMI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,00			1,00			1,00			1,00		
2	0,83	1,00		0,84	1,00		0,88	1,00		0,94	1,00	
3	0,77	0,95	1,00	0,84	0,87	1,00	0,79	0,87	1,00	0,91	0,92	1,00
	Chronbach α = 0,931			Chronbach α = 0,944			Chronbach α = 0,945			Chronbach α = 0,973		
	IIr = 0,870			IIr = 0,850			IIr = 0,858			IIr = 0,925		

1. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,00			1,00			1,00			1,00		
2	0,92	1,00		0,67	1,00		0,67	1,00		0,68	1,00	
3	0,92	0,94	1,00	0,84	0,88	1,00	0,71	0,82	1,00	0,72	0,63	1,00
	Chronbach α = 0,975			Chronbach α = 0,907			Chronbach α = 0,886			Chronbach α = 0,857		
	IIr = 0,930			IIr = 0,812			IIr = 0,740			IIr = 0,678		

2. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,00			1,00			1,00			1,00		
2	0,90	1,00		0,74	1,00		0,32	1,00		0,90	1,00	
3	0,73	0,88	1,00	0,77	0,77	1,00	0,57	0,70	1,00	0,78	0,90	1,00
	Chronbach α = 0,936			Chronbach α = 0,894			Chronbach α = 0,775			Chronbach α = 0,944		
	IIr = 0,851			IIr = 0,758			IIr = 0,552			IIr = 0,865		

3. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,00			1,00			1,00			1,00		
2	0,64	1,00		0,92	1,00		0,77	1,00		0,60	1,00	
3	0,59	0,72	1,00	0,89	0,94	1,00	0,57	0,48	1,00	0,34	0,45	1,00
	Chronbach α = 0,804			Chronbach α = 0,965			Chronbach α = 0,814			Chronbach α = 0,699		
	IIr = 0,654			IIr = 0,920			IIr = 0,621			IIr = 0,471		

4. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,00			1,00			1,00			1,00		
2	0,84	1,00		0,90	1,00		0,75	1,00		0,49	1,00	
3	0,80	0,93	1,00	0,90	0,89	1,00	0,80	0,83	1,00	0,47	0,46	1,00
	Chronbach α = 0,941			Chronbach α = 0,963			Chronbach α = 0,918			Chronbach α = 0,730		
	IIr = 0,868			IIr = 0,897			IIr = 0,793			IIr = 0,475		

Legenda: MPOL – Poligon natraške, MKUS – Koraci u stranu, MOP – Okretnost s palicom, VMI – Test vizualno-motoričke integracije.

Uvidom u strukturu matrice interkorelacija kod subuzorka djece predškolske dobi evidentirane su statistički značajne linearne korelacije među pojedinim česticama testa kod svih promatranih varijabli. Vrijednosti korelacije kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) kreću se u intervalu od 0,77 do 0,95, što odgovara srednje jakoj do jakoj korelativnoj povezanosti. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti korelacije kreću se od 0,84 do 0,87, što odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti korelacije kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,79 do 0,88, što odgovara srednje jakoj do jakoj korelativnoj povezanosti. Za varijablu *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korelacijske vrijednosti kreću se u intervalu od 0,91 do 0,94, što odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti prosječnih korelacija među česticama (IIr) kreću se u rasponu od 0,850 do 0,925, što upućuje na visok stupanj unutarnje konzistencije svih mjernih instrumenata za spomenuti subuzorak.

Vrijednosti Cronbach koeficijenta kreću se u rasponu od 0,931 do 0,973, što potvrđuje visok stupanj pouzdanosti svih korištenih mjernih instrumenata kod subuzorka djece predškolske dobi.

Analizom strukture matrice interkorelacija za subuzorak učenika i učenica prvog razreda osnovne škole evidentirane su statistički značajne linearne korelacije među pojedinim česticama svih upotrjebljenih testova, odnosno promatranih varijabli. Vrijednosti korelacije kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) kreću se u intervalu od 0,92 do 0,94, što odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti korelacije kreću se od 0,67 do 0,88, što odgovara srednje jakoj do jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti korelacije kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,67 do 0,82, što odgovara srednje jakoj do jakoj korelativnoj povezanosti. Za varijablu *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korelacijske vrijednosti za promatrani subuzorak kreću se u intervalu od 0,63 do 0,72, što odgovara srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti prosječnih korelacija među česticama (IIr) nalaze se unutar intervala od 0,678 do 0,930. Vrijednosti unutar ovakvog intervala ukazuju na visok stupanj unutarnje konzistencije svih promatranih varijabli.

Vrijednosti Chronbachove α poprimaju vrijednosti od 0,857 do 0,975, što potvrđuje visok stupanj pouzdanosti svih upotrjebljenih testova na subuzorku učenika i učenica prvog razreda osnovne škole.

Kod subuzorka učenika i učenica drugog razreda osnovne škole matrice interkorelacija ukazuju na statistički značajne linearne korelacije među pojedinim česticama mjernih instrumenata kod svih promatranih varijabli. Kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) vrijednosti korelacije kreću se u intervalu od 0,73 do 0,90. Promatrani interval odgovara srednje jakoj do jakoj korelaciji. Vrijednosti korelacije za varijable *Koraci u stranu* (MKUS) kreću se od 0,74 do 0,77, što odgovara srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti korelacije kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,32 do 0,70, što odgovara nešto slabijoj do srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Za varijablu *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korelacijske vrijednosti poprimaju vrijednosti u rasponu od 0,78 do 0,90, što odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti prosječnih korelacija među česticama (IIr) kreću se u rasponu od 0,552 do 0,865, što upućuje na zadovoljavajući stupanj unutarnje konzistencije upotrjebljenih testova.

Vrijednosti Chronbachove α poprimaju vrijednosti od 0,775 do 0,944, što potvrđuje visok stupanj pouzdanosti svih mjernih instrumenata korištenih kod subuzorka učenika i učenica drugog razreda osnovne škole.

Analizom strukture matrice interkorelacija kod učenika i učenica trećeg razreda osnovne škole evidentirane su statistički značajne linearne korelacije među pojedinim česticama testa kod svih promatranih varijabli. Vrijednosti korelacije kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) poprimaju vrijednosti u rasponu od 0,59 do 0,72, što odgovara srednje jakoj do jakoj korelativnoj povezanosti. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti korelacije kreću se u rasponu od 0,89 do 0,94. Promatrani raspon odgovara jakoj korelativnoj povezanosti čestica. Vrijednosti korelacije kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,48 do 0,77. Promatrani interval ukazuje na pojavu nešto slabije do srednje jake korelacije među česticama. Za varijablu *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korelacijske vrijednosti kreću se u intervalu od 0,34 do 0,60, što odgovara slaboj do srednjoj jakoj korelativnoj povezanosti. Interval prosječnih korelacija čestica (IIr) kreće se od 0,471 do 0,920, što upućuje na zadovoljavajući stupanj unutarnje konzistencije mjernih instrumenata korištenih kod promatranog subuzorka.

Vrijednosti Chronbachove α poprimaju vrijednosti od 0,699 do 0,965, što potvrđuje visok stupanj pouzdanosti svih testova korištenih na subuzorku učenika i učenica trećeg razreda osnovne škole.

Uvidom u strukturu matrice interkorelacija kod učenika i učenica četvrtog razreda evidentirane su statistički značajne linearne korelacije među pojedinim česticama mjernog instrumenta kod svih promatranih varijabli.

Varijabla *Poligon natraške* (MPOL) poprima korelacijske vrijednosti u rasponu od 0,80 do 0,93, što odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti korelacije kreću se u rasponu od 0,89 do 0,90. Promatrani raspon odgovara jakoj korelativnoj povezanosti. Vrijednosti korelacije kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,75 do 0,83, što ukazuje na pojavu srednje jake do jake korelacije među česticama. Za varijablu *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korelacijske vrijednosti kreću se u intervalu od 0,46 do 0,49. Promatrani interval ukazuje na pojavu nešto slabije ali statistički značajne korelacijske povezanosti među česticama promatranog testa. Vrijednosti prosječnih korelacija među česticama (IIr) kreću se u rasponu od 0,475 do 0,897. Opisan raspon upućuje na visok stupanj unutarnje konzistencije testova.

Vrijednosti Chronbachove α poprimaju vrijednosti od 0,730 do 0,963, što potvrđuje visok stupanj pouzdanosti svih testova korištenih na subuzorku učenika i učenica četvrtog razreda osnovne škole.

Iz analize rezultata izvode se sljedeći zaključci:

1) Pouzdanost mjernog instrumenata *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka.

2) Pouzdanost svih mjernih instrumenata za procjenu koordinacije tijela (*Poligon natraške*, *Koraci u stranu* te *Okretnost s palicom*) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka.

6.1.3. Homogenost

Homogenost mjernog instrumenta možemo definirati kao svojstvo kompozitnih testova koje pokazuje koliko rezultati ispitanika u svim česticama zavise od istog predmeta mjerenja ili identične kombinacije različitih predmeta mjerenja. Homogenost kao metrijska karakteristika od iznimne je važnosti za procjenjivanje dijagnostičke vrijednosti testa. Utvrđivanje homogenosti mjernog instrumenta prediktor je za jednoznačno zaključivanje i analizu rezultata koji su dobiveni uporabom istoga (Dizdar, 2006, str. 302). U ovom istraživanju homogenost je izračunata uporabom faktorske analize po modelu glavnih komponenti uz primjenu Guttman-Kaiserova kriterija.

Za procjenu homogenosti mjernih instrumenata upotrjebljenih u ovom istraživanju izračunati su sljedeći parametri:

- Faktorska opterećenja (f)
- Komunaliteti (h^2)
- Postotak protumačene varijance (% var)

Faktorska opterećenja (f) ili ortogonalne projekcije predstavljaju vrijednosti koje odgovaraju udaljenosti od ishodišta do točke dobivene povlačenjem okomice s vrha manifesne varijable na faktore (Dizdar, 2006, str. 234). Drugim riječima ortogonalne projekcije predstavljaju koordinate pojedinih manifesnih varijabli u faktorskom prostoru (Fulgosi, 1979, str. 89). Iz toga proizlazi da su faktorska opterećenja jednaka projekciji test-vektora na koordinatnu os ili faktor (Fulgosi, 1979, str. 90).

Komunaliteti (h^2) predstavljaju onaj dio ukupne varijance svake manifesne varijable koji je moguće objasniti pomoću k značajnih komponenata. Dio varijance koji nije moguće objasniti pomoću k značajnih komponenata naziva se unikvitet (u_j^2). Varijancu svake manifestne varijable moguće je dekomponirati na komunalitet i unikvitet (Dizdar, 2006, str. 227). Također, komunaliteti predstavljaju dio varijance neke varijable izražene sumom kvadrata faktorskih koeficijenata zajedničkih faktora te varijable (Fulgosi, 1979, str. 83).

Postotak protumačene varijance (% var) predstavlja postotak ukupnog varijabiliteta glavnog predmeta mjerenja objašnjenog izoliranim faktorima.

U tablici 4 prikazana je faktorska analiza čestica mjernih instrumenata za 5 subuzoraka ispitanika po dobnim skupinama.

Tablica 4.
Faktorska analiza čestica mjernih instrumenata.

(f – faktorska opterećenja, h^2 – komunaliteti, % var – postotak protumačene varijance)

Predškola

	MPOL			MKUS			MOP			VMI	
	f	h^2		f	h^2		f	h^2		f	h^2
1	-0,91	0,83	1	-0,94	0,88	1	-0,94	0,89	1	-0,97	0,95
2	-0,98	0,96	2	-0,95	0,91	2	-0,97	0,94	2	-0,98	0,96
3	-0,96	0,91	3	-0,95	0,91	3	-0,94	0,88	3	-0,97	0,94
	% var = 89,96			% var = 89,96			% var = 90,23			% var = 94,97	

1. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI	
	f	h^2		f	h^2		f	h^2		f	h^2
1	-0,97	0,94	1	-0,90	0,80	1	-0,87	0,76	1	-0,91	0,82
2	-0,98	0,96	2	-0,92	0,84	2	-0,92	0,84	2	-0,87	0,75
3	-0,98	0,96	3	-0,98	0,95	3	-0,93	0,87	3	-0,88	0,78
	% var = 95,28			% var = 86,46			% var = 82,26			% var = 78,44	

2. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI	
	f	h^2		f	h^2		f	h^2		f	h^2
1	-0,93	0,86	1	-0,91	0,83	1	-0,74	0,55	1	-0,94	0,88
2	-0,98	0,97	2	-0,91	0,83	2	-0,82	0,68	2	-0,98	0,96
3	-0,92	0,85	3	-0,92	0,85	3	-0,93	0,86	3	-0,94	0,88
	% var = 89,14			% var = 83,85			% var = 69,43			% var = 90,49	

3. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI	
	f	h^2		f	h^2		f	h^2		f	h^2
1	-0,84	0,71	1	-0,96	0,93	1	0,92	0,84	1	0,82	0,67
2	-0,90	0,82	2	-0,98	0,96	2	0,88	0,78	2	0,87	0,75
3	-0,88	0,78	3	-0,97	0,94	3	0,77	0,60	3	0,72	0,51
	% var = 76,74			% var = 94,49			% var = 73,91			% var = 64,57	

4. razred osnovne škole

	MPOL			MKUS			MOP			VMI	
	f	h^2		f	h^2		f	h^2		f	h^2
1	-0,92	0,85	1	-0,97	0,94	1	-0,91	0,84	1	-0,82	0,67
2	-0,97	0,94	2	-0,96	0,93	2	-0,93	0,86	2	-0,81	0,65
3	-0,96	0,92	3	-0,96	0,93	3	-0,94	0,89	3	-0,80	0,63
	% var = 90,47			% var = 93,15			% var = 86,10			% var = 65,03	

Legenda: MPOL – Poligon natraške, MKUS – Koraci u stranu, MOP – Okretnost s palicom, VMI – Test vizualno-motoričke integracije.

Faktorskom analizom čestica kod subuzorka djece predškolske dobi kod svih analiziranih varijabli izoliran je jedan značajan faktor, što ukazuje na visok stupanj interne konzistencije analiziranih mjernih instrumenata. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorima kod promatranih mjernih instrumenata poprima vrijednosti od 89,96 % do 94,97 %. Dobiveni nalazi ukazuju da čestice kod svih mjernih instrumenata procjenjuju jedinstven predmet mjerenja.

Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) nalaze se u intervalu od -0,91 do -0,98, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,83 do 0,96. Dobiveni nalazi ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti faktorskih opterećenja (f) nalaze se u intervalu od -0,94 do -0,95, što ukazuje na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,88 do 0,91. Vrijednosti unutar prikazanog intervala ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Za varijablu *Okretnost s palicom* (MOP) faktorska opterećenja (f) poprimaju vrijednosti u rasponu od -0,94 do -0,97. Dobiveni nalazi ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Kod promatrane varijable komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,88 do 0,94, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) nalaze se u intervalu od -0,97 do -0,98, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,94 do 0,96. Dobiveni nalazi ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom.

Kod subuzorka učenika i učenica prvog razreda faktorskom analizom čestica kod svih analiziranih varijabli izoliran je jedan značajan faktor. Ovakav nalaz ukazuje na visok stupanj interne konzistencije analiziranih mjernih instrumenata. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorima kod promatranih mjernih instrumenata poprima vrijednosti od 78,44 % do 95,28 %, što ukazuje da čestice kod svih mjernih instrumenata procjenjuju jedinstven predmet mjerenja.

Faktorska opterećenja (f) kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) nalaze se u intervalu od -0,97 do -0,98, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,94 do 0,96. Dobiveni nalazi ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) nalaze se u rasponu od -0,90 do -0,98, što ukazuje na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2)

poprimaju vrijednost od 0,80 do 0,95, što ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom unutar prikazanog intervala. Za varijablu *Okretnost s palicom* (MOP) faktorska opterećenja (f) poprimaju vrijednosti u rasponu od -0,87 do -0,93. Dobiveni nalazi ukazuju na značajnu povezanost čestica testa korištenog kod promatranog subuzorka s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) kod promatrane varijable poprimaju vrijednost od 0,76 do 0,87, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) nalaze se u intervalu od -0,87 do -0,91, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,75 do 0,82, Što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom.

Faktorskom analizom čestica kod subuzorka učenika i učenica drugog razreda osnovne škole kod svih analiziranih varijabli izoliran je jedan značajan faktor, što ukazuje na visok stupanj interne konzistencije analiziranih mjernih instrumenata. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorima kod promatranih mjernih instrumenata poprima vrijednosti od 69,43 % do 90,49 %. Dobiveni nalazi ukazuju da čestice kod svih mjernih instrumenata procjenjuju jedinstven predmet mjerenja.

Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) nalaze se u intervalu od -0,92 do -0,98. Dobiveni nalazi ukazuju na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,85 do 0,97, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti faktorskih opterećenja (f) nalaze se u intervalu od -0,91 do -0,92. Vrijednosti unutar dobivenog intervala ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,83 do 0,85, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Faktorska opterećenja (f) za varijablu *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti u rasponu od -0,74 do -0,93. Dobiveni nalazi ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) kod promatrane varijable poprimaju vrijednost od 0,55 do 0,86, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) nalaze se u intervalu od -0,94 do -0,98, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,88 do 0,96. Dobiveni nalazi ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom.

Kod subuzorka učenika i učenica trećeg razreda osnovne škole faktorskom analizom čestica kod svih analiziranih varijabli izoliran je jedan značajan faktor, što ukazuje na visok stupanj interne konzistencije analiziranih mjernih instrumenata. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorima kod promatranih mjernih instrumenata poprima vrijednosti od 64,57 % do 94,49 %. Dobiveni nalazi ukazuju da čestice kod svih mjernih instrumenata procjenjuju jedinstven predmet mjerenja.

Kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) vrijednosti faktorskih opterećenja (f) nalaze se u intervalu od -0,84 do -0,90,što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,71 do 0,82. Dobiveni nalazi unutar promatranog intervala ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom kod promatrane varijable. Kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) vrijednosti faktorskih opterećenja (f) nalaze se u rasponu od -0,96 do -0,98. Dobivene vrijednosti ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Kod promatranog subuzorka komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,93 do 0,96, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Faktorska opterećenja (f) za varijablu *Okretnost s palicom* (MOP) poprimaju vrijednosti od 0,77 do 0,92. Vrijednosti unutar dobivenog raspona ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja.) Kod promatrane varijable komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,60 do 0,84, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) nalaze se u intervalu od 0,72 do 0,87, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Za promatranu varijablu komunaliteti čestica testa (h^2) poprimaju vrijednost od 0,51 do 0,75. Dobiveni nalazi unutar spomenutog intervala ukazuju na zadovoljavajući stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom.

Upotrebom faktorske analize čestica mjernih instrumenata kod učenika i učenica četvrtog razreda osnovne škole kod svih analiziranih varijabli izoliran je jedan značajan faktor. Dobiveni nalaz ukazuje na visok stupanj interne konzistencije analiziranih testova korištenih u svrhu mjerenja kod spomenutog subuzorka. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorima kod promatranih mjernih instrumenata poprima vrijednosti od 65,03 % do 93,15 %, što ukazuje da čestice kod svih mjernih instrumenata procjenjuju jedinstven predmet mjerenja.

Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) poprimaju vrijednosti od -0,92 do -0,97. Komunaliteti čestica testa (h^2) poprimaju vrijednost od 0,85 do 0,94. Dobiveni nalazi unutar promatranog intervala ukazuju na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom kod promatrane varijable za promatrani subuzorak. Kod varijable

Koraci u stranu (MKUS) vrijednosti faktorskih opterećenja (f) nalaze se u intervalu od -0,96 do -0,97. Vrijednosti unutar dobivenog intervala ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,93 do 0,94, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) faktorska opterećenja (f) poprimaju vrijednosti u rasponu od -0,91 do -0,94. Nalazi unutar dobivenog intervala ukazuju na značajnu povezanost čestica mjernog instrumenta s glavnim predmetom mjerenja. Kod promatrane varijable komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,84 do 0,89, što ukazuje na visok stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom. Vrijednosti faktorskih opterećenja (f) kod varijable *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) nalaze se u intervalu od -0,80 do -0,82, što ukazuje na značajnu povezanost čestica s glavnim predmetom mjerenja. Komunaliteti čestica (h^2) poprimaju vrijednost od 0,63 do 0,67. Dobiveni nalazi ukazuju na zadovoljavajući stupanj zajedničke varijance objašnjene izoliranim faktorom.

Iz analize rezultata izvode se sljedeći zaključci:

1) Homogenost mjernog instrumenata *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka.

2) Homogenost svih mjernih instrumenata za procjenu koordinacije tijela (*Poligon natraške*, *Koraci u stranu* te *Okretnost s palicom*) na zadovoljavajućem je stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka.

6.1.4. Faktorska valjanost

Faktorska valjanost kao svojstvo mjernog instrumenta nastoji detektirati predmet mjerenja koji se ispituje upotrebom istoga. Ova metrijska karakteristika utvrđuje u kojoj mjeri svaki od faktora mjernog instrumenta uvjetuje varijabilnost dobivenih rezultata. Spomenutom metodom utvrđuje se koliko neki test dobro mjeri onaj faktor za čije je mjerenje konstruiran (Dizdar, 2006, str. 309). Faktorska valjanost novokonstruiranog testa utvrđuje se korelacijom tog testa s faktorima koji su definirani kao linearne kombinacije rezultata većeg broja testova za koje se pretpostavlja da imaju isti predmet mjerenja kao taj konkretni test (Dizdar, 2006, str. 311). U ovom istraživanju za izračun faktorske valjanosti mjernog instrumenta *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) korištena je korelacijska analiza u odnosu na vrijednosti testa *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) na svim subuzorcima ispitanika.

Za procjenu faktorske valjanosti mjernog instrumenata upotrjebljenog u ovom istraživanju izračunat je slijedeći parametar:

- Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r)
- Koeficijent determinacije (r^2)

Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r) odnosno Pearsonov produkt-moment koeficijent korelacije izražava jačinu linearne povezanosti dviju varijabli (Dizdar, 2006, str. 168)

Koeficijent determinacije (r^2) predstavlja proporciju zajedničkog varijabiliteta dvaju varijabli (Dizdar, 2006, str. 168)

U tablici 5 prikazani su pokazatelji faktorske valjanosti za mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) kod 5 subuzoraka ispitanika po dobnim skupinama.

Tablica 5.
Pokazatelji faktorske valjanosti.

(r – Pearsonov koeficijent linearne korelacije, r^2 = Koeficijent determinacije)

	VMI				
		Osnovna škola			
	Predškola	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
Beery VMI	-0,752	-0,884	-0,573	-0,463	-0,461
	r^2 = 56,55 %	r^2 = 78,15 %	r^2 = 33,83 %	r^2 = 21,44 %	r^2 = 21,25 %

Legenda: VMI – Test vizualno-motoričke integracije, Beery VMI – Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije.

Nalazi korelacijske analize između rezultata *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) i *Beery VMI razvojnog testa vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) potvrdili su značajnu povezanost vrijednosti varijabli analiziranih mjernih instrumenata kod svi pet subuzoraka ispitanika. Dobiveni Pearsonovi koeficijenti linearne korelacije statistički su značajni te poprimaju vrijednosti od -0,461 do -0,884.

Analizom koeficijenata determinacije moguće je utvrditi značajnu proporciju zajedničkog varijabiliteta varijabli rezultata promatranih testova. Uspješnost predikcije rezultata testa *Beery VMI razvojnog testa vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) temeljem rezultata novog testa *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) iznosi za subuzorak ispitanika predškole 56,55 %, za ispitanike prvog razreda 78,15 %, drugog razreda 33,83 %, trećeg razreda 21,44 % te četvrtog razreda 21,25 %.

Temeljem dobivenih rezultata moguće je zaključiti kako primijenjeni testovi procjenjuju isti predmet mjerenja te se novokonstruirani mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) može smatrati valjanim.

Iz analize rezultata izvodi se sljedeći zaključak:

1) Pokazatelji faktorske valjanosti mjernog instrumenata *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) na zadovoljavajućem su stupnju kod svih pet promatranih subuzoraka.

Temeljem rezultata analize metrijskih karakteristika mjernih instrumenata moguće je donijeti zaključak o prihvaćanju sljedećih hipoteza:

$H_{1\text{-}1}$: Motorički testovi za procjenu koordinacije tijela *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP) imaju zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.

$H_{1\text{-}2}$: Motorički testovi za procjenu koordinacije tijela *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP) imaju zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

$H_{1\text{-}3}$: Mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.

$H_{1\text{-}4}$: Mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

$H_{1\text{-}5}$: Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.

$H_{1\text{-}6}$: Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

6.2. Analiza povezanosti koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije

U ovom poglavlju prezentirani su nalazi povezanosti rezultata testova koordinacije tijela (*Poligon natraške*, *Koraci u stran*u te *Okretnost s palicom*) i rezultata testova za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije (*Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije*, *Test vizualno-motoričke integracije*). Uzorak ispitanika u ovoj fazi istraživanja podijeljen je u tri subuzorka: djecu predškolske dobi, učenike i učenice prvog i drugog razreda te učenike i učenice trećeg i četvrtog razreda. Za analizu povezanosti dviju skupova manifesnih varijabli korištene su sljedeće statističke metode:

1) **Korelacijska analiza**
2) **Kanonička korelacijska analiza**

Korelacijskom analizom ispitana je linearna povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije. Korelacijska analiza pokazuje koliko rezultati u jednoj varijabli objašnjavaju rezultate u drugoj varijabli, odnosno u kojoj mjeri rezultati dvaju varijabli sukladno variraju (Dizdar, 2006, str. 160).

U sklopu korelacijske analize izračunat je sljedeći parametar:

- Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r)

Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r) izražava jačinu linearnog odnosa dviju varijabli (Dizdar, 2006, str. 168). Kod analize pouzdanosti mjernog instrumenta navedeni parametar ukazuje na smjer i veličinu povezanosti pojedinih čestica testa. Budući da je u konstrukciji višečestičnih testova cilj postići jednake ili približno jednake rezultate u ponovljenim mjerenjima, vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije važan je pokazatelj interne konzistencije testa.

U tablici 6 prikazani su rezultati linearne povezanosti između varijabli koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije.

Tablica 6.
Matrica korelacija između testova koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije.

(r – Pearsonov koeficijent linearne korelacije)

	Predškola		**1. i 2. razred**		**3. i 4. razred**	
	VMI	Beery VMI	VMI	Beery VMI	VMI	Beery VMI
MPOL	0,50	-0,51	0,47	-0,33	0,12	-0,28
MKUS	0,64	-0,63	0,54	-0,42	0,01	-0,20
MOP	0,74	-0,64	0,40	-0,27	0,03	-0,07

Legenda: MPOL – Poligon natraške, MKUS – Koraci u stranu, MOP – Okretnost s palicom,
Beery VMI – Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije, VMI – Test vizualno-motoričke integracije.

Analizom strukture matrice korelacija za subuzorak djece predškolske dobi evidentirane su statistički značajne linearne korelacije između svih varijabli koordinacije tijela i varijabli za procjenu vizualno-motoričke integracije. Vrijednosti korelacija varijabli koordinacije tijela i varijable VMI kreću se u rasponu od 0,50 do 0,74, što odgovara srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Linearne korelacijske vrijednosti između varijable Beery VMI i varijabli koordinacije tijela kreću se u intervalu od -0,51 do -0,64. Dobiveni nalazi odgovaraju srednje jakoj korelacijskoj povezanosti.

Uvidom u strukturu matrice korelacija za učenike i učenice prvog i drugog razreda osnovne škole evidentirane su statistički značajne linearne korelacije među svim varijablama osim kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) i varijable Beery VMI. Vrijednosti korelacije između varijabli VMI i varijabli koordinacija tijela kreću se u intervalu od 0,47 do 0,54, što odgovara slaboj do srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Interval korelacijskih vrijednosti za varijablu Beery VMI s varijablama koordinacije tijela kreće se od -0,27 do -0,33. Ovakvi nalazi ukazuju na slabu korelativnu povezanost između varijabli MPOL i MKUS s varijablom Beery VMI dok između varijable MOP i Beery VMI nema statistički značajne korelativne povezanosti.

Kod subuzorka učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda analizom matrice korelacija nisu zabilježene statistički značajne linearne korelacije. Vrijednosti korelacije između varijabli VMI i varijabli koordinacija tijela kreću se u intervalu od 0,01 do 0,12. Linearne korelacijske vrijednosti između varijable Beery VMI i varijabli koordinacije tijela kreću se u intervalu od -0,07 do -0,28.

Kanonička korelacijska analiza upotrjebljena je s ciljem utvrđivanja strukturne povezanosti dvaju skupova varijabli odnosno rezultata testova koordinacije tijela i rezultata testova za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije. Kanoničkom analizom utvrđuju se relacije između dvaju skupova varijabli mjerenih na istom skupu entiteta (Dizdar, 2006, str. 238). Relacije između dvaju skupova varijabli utvrđuju se preko kanoničkih faktora koji predstavljaju linearne kombinacije varijabli obaju skupova (Dizdar, 2006, str. 239).

U sklopu kanoničke analize izračunati su sljedeći parametri:

- *Koeficijent kanoničke korelacije (R_c)*
- *Svojstvena vrijednost (λ)*
- *Vrijednost Bartlettovog χ^2 testa (χ^2)*
- *Broj stupnjeva slobode (df)*
- *Razina značajnosti za Bartlettov χ^2 test (p)*
- *Koeficijenti korelacije manifesnih varijabli i kanoničkih faktora (F)*
- *Redundancija (Rd)*

Koeficijent kanoničke korelacije (R_c) – predstavlja maksimalno moguću korelaciju između kanoničkih faktora koji pripadaju istom paru (Dizdar, 2006, str. 240).

Svojstvena vrijednost (λ) – predstavlja kvadrat kanoničke korelacije, odnosno koeficijent determinacije kanoničke korelacije. Ovaj parametar ukazuje na proporciju zajedničke varijance dvaju pripadajućih kanoničkih faktora (Dizdar, 2006, str. 240).

Vrijednost Bartlettovog χ^2 testa (χ^2) – Statistička značajnost kanoničkih korelacija testirana je primjenom Bartlettovog χ^2-testa. Izračunate χ^2-vrijednosti imaju približno χ^2-distribuciju s određenim brojem stupnjeva slobode (df) (Dizdar, 2006, str. 244).

Broj stupnjeva slobode (df) – broj stupnjeva slobode kod Bartlettovog χ^2-testa.

Razina značajnosti za Bartlettov χ^2 test (p) – označava stupanj pogreške, odnosno vjerojatnost prihvaćanja pogrešne hipoteze.

Koeficijenti korelacije manifesnih varijabli i kanoničkih faktora (F) - Navedeni parametri predstavljaju linearnu zavisnost između originalnih varijabli svakog skupa i njihovih kanoničkih faktora. Drugim riječima, koeficijenti korelacije strukture mjere iznos varijance koju originalne varijable dijele sa kanoničkim faktorom, pa se na osnovi njih može utvrditi relativan doprinos svake varijable pripadajućim kanoničkim faktorima (Kovačić, 1994, str. 93).

Redundancija (Rd) – predstavlja ukupnu redundantnu varijancu, odnosno veličinu varijance prvog skupa varijabli koju je moguće procijeniti drugim skupom varijabli i obrnuto. Navedeni parametar se može koristiti kao pokazatelj moguće procjene tj. rekonstrukcije jednog skupa varijabli na temelju drugog skupa varijabli (Dizdar, 2006, str. 242).

U tablici 7 prikazani su rezultati kanoničke korelacijske analize između dimenzija testovi za koordinaciju tijela i testovi za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije.

Tablica 7.
Kanonička korelacijska analiza.

(Rc – koeficijent kanoničke korelacije, λ – koeficijent determinacije kanoničke korelacije,
χ^2 – vrijednost χ^2-testa, df – broj stupnjeva slobode, p – razina značajnosti,
F – koeficijenti korelacije manifesnih varijabli i kanoničkih faktora, Rd – redundancija)

	Predškola		**1. i 2. razred**		**3. i 4. razred**	
Rc	0,789	0,177	0,577	0,078	0,292	0,107
λ	0,623	0,031	0,333	0,006	0,085	0,011
χ^2	26,162	0,824	14,782	0,220	3,611	0,414
df	6	2	6	2	6	2
p	0,000	0,662	0,022	0,896	0,729	0,813
	F		**F**		**F**	
MPOL	-0,67	0,62	-0,81	-0,35	-0,95	-0,12
MKUS	-0,85	0,51	-0,93	0,33	-0,71	0,70
MOP	-0,95	-0,14	-0,70	-0,57	-0,24	-0,01
	Rd = 44,12 %		Rd =22,47 %		Rd =4,35 %	
VMI	-0,98	-0,19	-1,00	0,01	-0,39	-0,92
Beery VMI	0,86	-0,50	0,74	-0,67	1,00	0,06
	Rd =53,70 %		Rd =25,84 %		Rd =5,37 %	

Legenda: MPOL – Poligon natraške, MKUS – Koraci u stranu, MOP – Okretnost s palicom,
Beery VMI – Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije, VMI – Test vizualno-motoričke integracije.

Kanoničkom analizom kod subuzorka djece predškolske dobi moguće je izdvojiti jedan statistički značajan par kanoničkih faktora. Pripadajući koeficijent kanoničke korelacije iznosi R_c = 0,789, što ukazuje na visok stupanj povezanosti faktora dvaju promatranih skupova varijabli. Mjera determinacije odnosno svojstvena vrijednost iznosi λ = 0,623. Iz dobivenih nalaza moguće je potvrditi značajnu proporciju zajedničke varijance dvaju izdvojenih kanoničkih faktora. Upotrebom Bartlettovog χ^2-testa potvrđena je statistička značajnost definiranog para kanoničkih faktora (χ^2 = 26,162; df = 6; p = 0,000).

Najveći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s faktorom koordinacije tijela evidentiran je kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP) (F_{MOP} = -0,95), nešto niži koeficijenti korelacije primijećeni se kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) (F_{MKUS} = -0,85) i varijable *Poligon natraške* (MPOL) (F_{MPOL} = -0,67). U domeni varijabli vizualno-motoričke integracije najveći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s definiranim pripadajućim faktorom evidentiran je kod varijable VMI (F_{VMI} = -0,98). Varijabla Beery VMI također snažno doprinosi formiranju pripadajućeg kanoničkog faktora ($F_{Beery\ VMI}$= 0,86).

Pokazatelji redundancije ukazuju na visok stupanj moguće procijene jednog skupa varijabli na temelju drugog skupa varijabli. Upotrebom skupa varijabli vizualno-motoričke integracije moguće je procijeniti 44,12 % varijance skupa varijabli koordinacije tijela. U obrnutom slučaju upotrebom skupa varijabli koordinacije tijela moguće je procijeniti 53,70 % varijance skupa varijabli vizualno-motoričke integracije, što ukazuje na nešto veći stupanj rekonstrukcije.

Analizom parametara kanoničke analize kod subuzorka učenika i učenica prvog i drugog razreda osnovne škole moguće je ekstrapolirati jedan statistički značajan par kanoničkih faktora. Pripadajući koeficijent kanoničke korelacije iznosi R_c = 0,557, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj povezanosti faktora dvaju promatranih skupova varijabli. Mjera determinacije odnosno svojstvena vrijednost iznosi λ = 0,333. Iz dobivenih nalaza moguće je potvrditi značajnu proporciju zajedničke varijance dvaju izdvojenih kanoničkih faktora. Upotrebom Bartlettovog χ^2-testa potvrđena je statistička značajnost definiranog para kanoničkih faktora (χ^2 = 14,782; df = 6; p = 0,022).

Najveći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s faktorom koordinacije tijela evidentiran je kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) (F_{MKUS} = -0,93), nešto niži koeficijenti korelacije primijećeni se kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) (F_{MPOL} = -0,81) i varijable *Okretnost s palicom* (MOP) (F_{MOP} = -0,70). U domeni varijabli vizualno-motoričke integracije iznimno visok koeficijent korelacije manifesnih varijabli s definiranim pripadajućim faktorom evidentiran je kod varijable VMI (F_{VMI} = -1,00). Varijabla Beery VMI također snažno doprinosi formiranju pripadajućeg kanoničkog faktora ($F_{Beery\ VMI}$= 0,74).

Pokazatelji redundancije ukazuju na zadovoljavajući stupanj moguće rekonstrukcije jednog skupa varijabli na temelju drugog skupa varijabli. Upotrebom skupa varijabli vizualno-motoričke integracije moguće je procijeniti 22,47 % varijance skupa varijabli koordinacije tijela. U obrnutom slučaju upotrebom skupa varijabli koordinacije tijela moguće je procijeniti 25,84 % varijance skupa varijabli vizualno-motoričke integracije kod promatranog subuzorka.

Uporabom kanoničke analize na subuzorku učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda osnovne škole nije ekstrapoliran ni jedan statistički značajan par kanoničkih faktora. Pripadajući koeficijent kanoničke korelacije kod prvog para kanoničkih faktora iznosi R_c = 0,292, dok mjera determinacije odnosno svojstvena vrijednost iznosi λ = 0,085. Upotrebom Bartlettovog χ^2-testa nije potvrđena statistička značajnost definiranog para kanoničkih faktora (χ^2 = 3,611; df = 6; p = 0,729). Budući da je dokazano da prvi par kanoničkih faktora nije statistički značajan moguće je konstatirati da isto proizlazi i za sljedeći kanonički par.

Temeljem rezultata analize povezanosti rezultata testova koordinacije tijela i rezultata testova vizualno-motoričke integracije moguće je donijeti zaključak o prihvaćanju sljedeće hipoteze:

$H_{2\text{-}1}$: Postoji statistički značajna povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka ispitanika predškolske dobi.

Temeljem nalaza analize povezanosti rezultata testova koordinacije tijela i rezultata testova vizualno-motoričke integracije djelomično se prihvaća sljedeća hipoteza.

$H_{2\text{-}2}$: Postoji statistički značajna povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka ispitanika u razrednoj nastavi.

6.3. Analiza razlika među ispitanicima u domeni vizualno-motoričke integracije

6.3.1. Analiza parametra deskriptivne statistike

U ovom podpoglavlju prikazani su rezultati deskriptivne statistike rezultata *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) za ukupan uzorak od N = 440 ispitanika, raspoređenih na četiri subuzorka:

1) *Subuzorak dječaka predškolske dobi* (N = 64):

- Predškola – mlađa dobna skupina (N = 20)
- Predškola – srednja dobna skupina (N = 27)
- Predškola – srednja dobna skupina (N = 17)

2) *Subuzorak djevojčica predškolske dobi* (N = 56)

- Predškola – mlađa dobna skupina (N = 20)
- Predškola – srednja dobna skupina (N = 13)
- Predškola – srednja dobna skupina (N = 23)

3) *Subuzorak učenika osnovne škole* (N = 160)

- 1. razred osnovne škole (N = 40)
- 2. razred osnovne škole (N = 40)
- 3. razred osnovne škole (N = 40)
- 4. razred osnovne škole (N = 40)

4) *Subuzorak učenica osnovne škole* (N = 160)

- 1. razred osnovne škole (N = 40)
- 2. razred osnovne škole (N = 40)
- 3. razred osnovne škole (N = 40)
- 4. razred osnovne škole (N = 40)

Uporabom programskog paketa *Statistica 13.0* izračaunati su sljedeći parametri deskriptivne statistike:

- *Aritmetička sredina* ($\bar{x}$)
- *Minimalni rezultat* (min)*, maksimalni rezultat* (max)
- *Standardna devijacija* (σ)
- *Mjera asimetrije distribucije* (α_3)
- *Mjera izduženosti distribucije* (α_4)

Normalitet distribucije podataka izračunat je uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa (KS-test). Ovaj statistička metoda temelji se na usporedbi empirijskih relativnih kumulativnih frekvencija i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencija. Ako je najveće odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije (max d) manje od kritične vrijednosti KS-testa (max d < KS-test), zaključuje se da empirijska distribucija ne odstupa statistički značajno od normalne distribucije uz određenu pogrešku (Dizdar, 2006, str. 112-113; Pauše, 1993, str. 261-265).

Kao kritična vrijednost KS-testa uzet će se mogućnost pogreške na razini 0,05. Kritične, odnosno tablične vrijednosti KS-testa preuzete su od Dizdara (2006, str. 323).

U tablici 8. prikazani su parametri deskriptivne statistike te rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa normaliteta distribucije podataka za subuzoraka dječaka predškolske dobi.

Tablica 8.
Parametri deskriptivne statistike za subuzorak dječaka predškolske dobi.

(N – broj ispitanika, $\bar{x}$ – aritmetička sredina, min – minimalni rezultat, max – maksimalni rezultat, σ – standardna devijacija, α_3 – mjera asimetrije distribucije, α_4 – mjera izduženosti distribucije, max d – maksimalno odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije)

Predškola – mlađa dobna skupina (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	61,03	33,68	81,46	10,95	-0,33	0,94	0,129
VMI_{error}	16,65	5,00	29,00	6,88	0,23	-0,93	0,180
VMI	94,33	64,84	116,93	17,71	-0,27	-1,21	0,113
Predškola – srednja dobna skupina (N = 27)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	44,48	22,17	60,17	8,86	-0,38	0,28	0,112
VMI_{error}	10,37	1,00	23,00	6,14	0,40	-0,57	0,099
VMI	65,22	45,92	90,18	11,12	0,61	0,14	0,118
Predškola – srednja dobna skupina (N = 17)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	32,33	20,53	49,89	9,50	0,52	-0,84	0,114
VMI_{error}	5,71	0,00	11,00	3,58	0,01	-1,36	0,153
VMI	43,74	32,53	60,24	7,21	0,46	0,39	0,095

Mlađa dobna skupina: granična max d ($p<0,05$) = 0,294
Srednja dobna skupina: granična max d ($p<0,05$) = 0,254
Starija dobna skupina: granična max d ($p<0,05$) = 0,318

Legenda: VMI_{time} – vrijeme rješavanja Testa vizualno-motoričke integracije, VMI_{error} – broj grešaka u Testu vizualno-motoričke integracije, VMI – ukupan rezultat Testa vizualno-motoričke integracije

Analizom rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka dječaka predškolske dobi mlađe dobne skupine utvrđen je prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 6,88) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 16,65). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od -0,33 do 0,23 što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli unutar promatranog subuzorka. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka dječaka mlađe dobne skupine vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, što ukazuje na pravilnu distribuciju podataka u odnosu na mjere centralnih tendencija. Kod varijable VMI detektirana je blaga pojava platikurtičnosti distribucije odnosno raspršenosti vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata ($\alpha_{4\,VMI}$ = -1,21).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294 za subuzorak dječaka mlađe dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Prosječna odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka dječaka predškolske dobi srednje dobne skupine ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 6,14) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 10,37). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od -0,38 do 0,61, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli unutar promatranog subuzorka. Koeficijenti izduženosti (α_4) nalaze se u intervalu od -0,57 do 0,28, ,što upućuje na mezokurtičnu distribuciju podataka promatranih varijabli.

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,254 za subuzorak dječaka srednje dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka dječaka predškolske dobi starije dobne skupine ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 3,58) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 5,71). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od 0,01 do 0,52, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli unutar promatranog subuzorka. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka dječaka starije dobne skupine vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli osim kod varijable VMI_{error} gdje je detektirana blaga pojava platikurtičnosti distribucije odnosno raspršenosti vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata (α_4 VMI_{error} = -1,36).

Uporabom

Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,318 za subuzorak dječaka starije dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

U tablici 9 prikazani su parametri deskriptivne statistike te rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa normaliteta distribucije podataka za subuzoraka djevojčica predškolske dobi.

Tablica 9.
Parametri deskriptivne statistike za subuzorak djevojčica predškolske dobi.

(N – broj ispitanika, $\bar{x}$ – aritmetička sredina, min – minimalni rezultat, max – maksimalni rezultat, σ – standardna devijacija, α_3 – mjera asimetrije distribucije, α_4 – mjera izduženosti distribucije, max d – maksimalno odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije)

Predškola – mlađa dobna skupina (N = 20)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	57,49	30,76	85,64	14,35	0,26	-0,43	0,198
VMI_{error}	14,50	3,00	26,00	7,16	-0,05	-1,37	0,185
VMI	86,49	46,76	117,39	19,81	-0,57	-0,38	0,160
Predškola – srednja dobna skupina (N = 13)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	41,69	29,57	62,11	10,63	0,57	-0,90	0,146
VMI_{error}	8,38	1,00	13,00	3,01	-1,00	2,06	0,169
VMI	58,46	45,57	84,11	11,26	1,05	0,75	0,188
Predškola – starija dobna skupina (N = 23)							
	$\bar{x}$	**min**	**max**	**σ**	**α_3**	**α_4**	**max d**
VMI_{time}	37,76	25,03	53,72	8,60	0,33	-0,95	0,108
VMI_{error}	4,13	0,00	10,00	3,09	0,54	-0,73	0,169
VMI	46,02	31,25	59,72	7,01	-0,07	-0,12	0,119

Mlađa dobna skupina: granična max d (p<0,05) = 0,294
Srednja dobna skupina: granična max d (p<0,05) = 0,361
Starija dobna skupina: granična max d (p<0,05) = 0,275

Legenda: VMI_{time} – vrijeme rješavanja Testa vizualno-motoričke integracije, VMI_{error} – broj grešaka u Testu vizualno-motoričke integracije, VMI – ukupan rezultat Testa vizualno-motoričke integracije

Odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka djevojčica predškolske dobi mlađe dobne skupine ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 7,16) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 14,50). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od -0,57 do 0,26, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli unutar promatranog subuzorka. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka djevojčica mlađe dobne skupine vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, osim kod varijable VMI_{error} kod koje je detektirana blaga pojava platikurtičnosti distribucije odnosno raspršenosti vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata (α_4 VMI_{error} = -1,37).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,294 za subuzorak djevojčica mlađe dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Prosječna odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka djevojčica predškolske dobi srednje dobne skupine ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 3,01) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 8,38). Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati promatranih varijabli raspoređeni po simetrično distribuciji. Iznimka je varijabla VMI koja poprima vrijednost $\alpha_{3\,VMI}$ = 1,05. Ovakav koeficijent asimetrije ukazuje na blagu pojavu pozitivne asimetrije, odnosno na grupiranje rezultata u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka djevojčica srednje dobne skupine vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, osim kod varijable VMI_{error} kod koje je detektirana pojava leptokurtičnosti distribucije odnosno grupiranja vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata ($\alpha_4\, VMI_{error}$ = 2,06).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,361 za subuzorak djevojčica srednje dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Prosječna odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka djevojčica predškolske dobi starije dobne skupine ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata osim kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 30,9) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 4,13). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od --0,07 do 0,54, što ukazuje na zadovoljavajući stupanj simetrije distribucije rezultata svih promatranih varijabli. Koeficijenti izduženosti (α_4) nalaze se u intervalu od -0,95 do -0,12, što upućuje na mezokurtičnu distribuciju podataka promatranih varijabli.

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ni kod jedne varijable ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,275 za subuzorak djevojčica starije dobne skupine. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

U tablici 10 prikazani su parametri deskriptivne statistike te rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa normaliteta distribucije podataka za subuzoraka učenika osnovne škole.

Tablica 10.
Parametri deskriptivne statistike za subuzorak učenika osnovne škole.

(N – broj ispitanika, $\bar{x}$ – aritmetička sredina, min – minimalni rezultat, max – maksimalni rezultat, σ – standardna devijacija, α_3 – mjera asimetrije distribucije, α_4 – mjera izduženosti distribucije, max d – maksimalno odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije)

	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
1. razred osnovne škole (N = 40)							
VMI_{time}	33,45	18,56	56,44	9,10	0,80	0,44	0,127
VMI_{error}	3,15	0,00	13,00	2,94	1,54	2,47	0,227
VMI	39,75	26,08	61,02	9,37	0,71	-0,33	0,138
2. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	27,65	17,35	50,42	7,12	0,83	1,26	0,090
VMI_{error}	3,73	0,00	14,00	3,00	1,57	2,87	0,220
VMI	35,10	23,35	54,42	6,62	0,61	0,64	0,084
3. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	26,56	15,25	54,71	7,38	1,52	4,28	0,131
VMI_{error}	3,05	0,00	9,00	2,04	0,39	0,45	0,129
VMI	32,66	23,56	54,71	6,21	1,57	3,48	0,147
4. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	21,98	14,41	39,10	6,48	1,12	0,53	0,151
VMI_{error}	3,23	0,00	11,00	2,86	1,11	0,35	0,291
VMI	28,43	16,73	41,25	5,99	0,28	-0,60	0,106

1, 2, 3. i 4. razred osnovne škole: granična max d ($p<0,05$) = 0,210

Legenda: VMI_{time} – vrijeme rješavanja Testa vizualno-motoričke integracije, VMI_{error} – broj grešaka u Testu vizualno-motoričke integracije, VMI – ukupan rezultat Testa vizualno-motoričke integracije

Analizom rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenika prvog razreda osnovne škole utvrđen je prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 2,94) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 3,15). Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati promatranih varijabli raspoređeni po simetrično distribuciji. Iznimka je varijabla VMI_{error} koja poprima vrijednost $\alpha_{3\ VMIerror}$ = 1,54. Ovakav koeficijent asimetrije ukazuje na blagu pojavu pozitivne asimetrije, odnosno na grupiranje rezultata u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka učenika

prvog razreda osnovne škole vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, osim kod varijable VMI_{error} kod koje je detektirana pojava leptokurtičnosti distribucije odnosno grupiranja vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata (α_4 VMI_{error} = 2,47).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenika prvog razreda osnovne škole osim kod varijable čija maksimalana odstupanja prelaze kritičnu vrijednost (max d = 0,227). Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable osim varijable VMI_{error}.

Rezultati aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenika drugog razreda osnovne škole ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 3,00) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 3,73). Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati promatranih varijabli raspoređeni po simetrično distribuciji. Iznimka je varijabla koja poprima vrijednost $\alpha_{3\ VMIerror}$ = 1,57, što ukazuje na blagu pojavu pozitivne asimetrije, odnosno na grupiranje rezultata u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka učenika drugog razreda osnovne škole vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod varijable VMI. Kod varijabli VMI_{time} i VMI_{error} detektirana pojava leptokurtičnosti distribucija odnosno grupiranja vrijednosti rezultata promatranih varijabli oko prosječnog rezultata (α_4 VMI_{time} = 1,26; α_4 VMI_{error} = 2,87).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenika drugog razreda osnovne škole osim kod varijable VMI_{error} čija maksimalana odstupanja prelaze kritičnu vrijednost (max d = 0,220). Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable osim varijable VMI_{error}.

Prosječna odstupanja rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenika trećeg razreda osnovne škole ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 2,04) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 3,05). Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati varijabli VMI_{time} i VMI u zoni nižih vrijednosti, što upućuje na pojavu pozitivne asimetrije podataka (α_3 VMI_{time} = 1,52; α_3 VMI = 1,57).

Vrijednosti varijable VMI_{error} poprimaju vrijednost $\alpha_3 = 0,39$, što ukazuje na simetričnu distribuciju podataka. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka učenika drugog razreda osnovne škole vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod varijable VMI_{error} ($\alpha_4\, VMI_{error} = 0,45$). Kod varijabli VMI_{time} i VMI evidentirana je pojava leptokurtičnosti distribucije podataka odnosno grupiranja rezultata oko aritmetičke sredine ($\alpha_4\, VMI_{time} = 4,28$; $\alpha_4\, VMI = 3,48$).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) kod svih promatranih varijabli ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenika trećeg razreda osnovne škole. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Za subuzorak učenika četvrtog razreda osnovne škole rezultati aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror} = 2,86$) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror} = 3,23$). Iz mjera koeficijenata asimetrije (α_3) utvrđeno je da su rezultati varijabli VMI_{time} i VMI u zoni nižih vrijednosti. Dobiveni nalazi upućuju na pojavu pozitivne asimetrije podataka ($\alpha_{3\, VMItime} = 1,12$; $\alpha_3\, VMI_{error} = 1,11$). Vrijednosti varijable VMI poprimaju vrijednost $\alpha_3 = 0,28$, što ukazuje na simetričnu distribuciju podataka. Koeficijenti izduženosti (α_4) nalaze se u intervalu od -0,60 do 0,53, što upućuje na mezokurtičnu distribuciju podataka promatranih varijabli.

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenika četvrtog razreda osnovne škole osim kod varijable VMI_{error} čija maksimalana odstupanja prelaze kritičnu vrijednost (max d = 0,291). Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable osim varijable VMI_{error}.

U tablici 11 prikazani su parametri deskriptivne statistike te rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa normaliteta distribucije podataka za subuzoraka učenica osnovne škole.

Tablica 11.
Parametri deskriptivne statistike za subuzorak učenica osnovne škole.

(N – broj ispitanika, $\bar{x}$ – aritmetička sredina, min – minimalni rezultat, max – maksimalni rezultat, σ – standardna devijacija, α_3 – mjera asimetrije distribucije, α_4 – mjera izduženosti distribucije, max d – maksimalno odstupanje između empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije)

	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
1. razred osnovne škole (N = 40)							
VMI_{time}	34,90	21,92	50,39	7,91	0,26	-0,87	0,151
VMI_{error}	2,15	0,00	9,00	1,94	1,41	2,70	0,206
VMI	39,20	26,08	62,00	8,26	0,63	-0,04	0,135
2. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	27,49	15,77	64,62	8,77	2,13	7,35	0,171
VMI_{error}	2,75	0,00	13,00	2,75	1,70	3,94	0,207
VMI	32,99	19,89	68,62	9,50	1,74	3,98	0,186
3. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	22,77	13,16	34,67	4,90	0,18	-0,41	0,093
VMI_{error}	2,35	0,00	8,00	2,02	1,22	1,07	0,219
VMI	27,47	17,82	37,68	5,43	0,05	-0,83	0,085
4. razred osnovne škole (N = 40)							
	$\bar{x}$	min	max	σ	α_3	α_4	max d
VMI_{time}	20,58	12,83	42,72	6,28	1,63	3,19	0,166
VMI_{error}	3,15	0,00	12,00	3,01	1,00	0,35	0,249
VMI	26,88	14,83	42,72	6,57	0,31	-0,12	0,064

1, 2, 3. i 4. razred osnovne škole: granična max d ($p<0,05$) = 0,210

Legenda: VMI_{time} – vrijeme rješavanja Testa vizualno-motoričke integracije, VMI_{error} – broj grešaka u Testu vizualno-motoričke integracije, VMI – ukupan rezultat Testa vizualno-motoričke integracije

Rezultati aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenica prvog razreda osnovne škole ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 1,94) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 2,15). Mjere koeficijenata asimetrije (α_3) kod promatranog subuzorka ukazuju na simetričnu distribuciju podataka u svim varijablama osim kod varijable VMI_{error} gdje koeficijent asimetrija iznosi α_3 = 1,41. Prezentirani nalazi ukazuju na pojavu pozitivne asimetrije odnosno da se rezultati grupiraju u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenata izduženosti (α_4) utvrđena je mezokurtična distribucija podataka kod svih promatranih varijabli osim kod varijable VMI_{error}. Kod spomenute varijable koeficijent izduženosti

ukazuje na leptokurtičnu distribuciju odnosno da se vrijednosti okupljaju oko aritmetičke sredine ($\alpha_{4\ VMIerror}$ = 2,70).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) kod svih promatranih varijabli ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenica prvog razreda osnovne škole. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Analizom aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenica drugog razreda osnovne škole ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata osim kod varijable VMI_{error}. Kod spomenute varijable vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{\ VMIerror}$ = 2,75) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{\ VMIerror}$ = 2,75). Rezultati koeficijenata asimetrije (α_3) nalaze se u rasponu od 1,70 do 2,13, što ukazuje na pojavu pozitivne asimetrije kod svih varijabli, odnosno da su rezultati u zoni nižih vrijednosti. Također, koeficijenti izduženosti (α_4) nalaze se u intervalu od 3,94 do 7,35, što upućuje na leptokurtičnu distribuciju podataka kod svih promatranih varijabli odnosno da se rezultati okupljaju oko aritmetičke sredine.

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) kod svih promatranih varijabli ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenica drugog razreda osnovne škole. Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable.

Rezultati aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenica trećeg razreda osnovne škole ukazuju na prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{\ VMIerror}$ = 2,02) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{\ VMIerror}$ = 2,35). Mjere koeficijenata asimetrije (α_3) kod promatranog subuzorka ukazuju na simetričnu distribuciju podataka u svim varijablama osim kod varijable VMI_{error} kod koje koeficijent asimetrije iznosi α_3 = 1,22. Prezentirani nalazi ukazuju na pojavu pozitivne asimetrije odnosno da se rezultati grupiraju u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenata izduženosti (α_4) utvrđena je mezokurtična distribucija podataka kod svih promatranih varijabli osim kod varijable VMI_{error}. Kod spomenute varijable koeficijent izduženosti ukazuje na leptokurtičnu distribuciju odnosno da se vrijednosti okupljaju oko aritmetičke sredine ($\alpha_{4\ VMIerror}$ = 1,07).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenica trećeg razreda osnovne škole osim kod varijable VMI_{error} čija maksimalna odstupanja prelaze kritičnu vrijednost (max d = 0,219). Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable osim varijable VMI_{error}.

Analizom rezultata aritmetičkih sredina ($\bar{x}$) te pripadajućih standardnih devijacija (σ) kod subuzorka učenica četvrtog razreda osnovne škole utvrđen je prihvatljiv stupanj srednje kvadratnog odstupanja od prosječnih rezultata. Povećanje prosječnog odstupanja rezultata od vrijednosti pripadajućih aritmetičkih sredina vidljivo je kod varijable VMI_{error}, gdje vrijednost standardne devijacije ($\sigma_{VMIerror}$ = 3,01) prelazi 1/3 vrijednosti pripadajuće aritmetičke sredine ($\bar{x}_{VMIerror}$ = 3,15). Rezultati mjera asimetrije (α_3) ukazuju na simetriju distribucije rezultata kod varijabli VMI_{error} i varijable VMI. Kod varijabli VMI_{time} koeficijent asimetrije poprima vrijednost α_3 = 1,63, što odgovara pozitivnoj asimetriji podataka odnosno raspodjeli rezultata u zoni nižih vrijednosti. Analizom koeficijenta izduženosti (α_4) kod subuzorka učenica četvrtog razreda osnovne škole vidljiva je mezokurtična distribucija podataka kod promatranih varijabli, što ukazuje na pravilnu distribuciju podataka u odnosu na mjere centralnih tendencija. Kod varijable VMI_{time} detektirana je pojava leptokurtičnosti distribucije odnosno grupiranja vrijednosti rezultata promatrane varijable oko prosječnog rezultata (α_4 VMI_{time} = 3,19).

Uporabom Kolmogorov-Smirnovljeva testa, utvrđeno je da maksimalna odstupanja između empirijskih i teoretskih relativnih kumulativnih frekvencije (max d) ne prelaze kritičnu vrijednosti KS-testa od max d = 0,210 za subuzorak učenica četvrtog razreda osnovne škole osim kod varijable VMI_{error} čija maksimalna odstupanja prelaze kritičnu vrijednost (max d = 0,249). Dobiveni nalazi potvrđuju normalnu distribuciju podataka za sve promatrane varijable osim varijable VMI_{error}.

6.3.2. Analiza razlika među ispitanicima u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob

Analiza razlika rezultata *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) među ispitanicima u odnosu na spol i dob obavljena je upotrebom dvofaktorske analize varijance odnosno, dvofaktorske ANOVA-e. Dvofaktorska ANOVA je proširenje jednofaktorske ANOVA-e koja proučava utjecaj dvaju nezavisnih kategorijskih varijabli na jednu kontinuiranu zavisnu varijablu.

U sklopu dvofaktorske analize varijance izračunati su sljedeći parametri:

- *Suma kvadrata (SS)*
- *Broj stupnjeva slobode (df)*
- *Varijanca (MS)*
- *F - test statistika (F)*
- *Razina značajnosti (p)*

Suma kvadrata (SS) – sastoji se od sume kvadrata unutar grupa i sume kvadrata između grupa (Dizdar, 2006, str. 153). Suma kvadrata između grupa predstavlja sumu kvadrata odstupanja aritmetičkih sredina grupa od zajedničke aritmetičke sredine. Suma kvadrata unutar grupa predstavlja sumu kvadratnih odstupanja rezultata entiteta od aritmetičkih sredina pripadajućih grupa (Dizdar, 2006, str. 152).

Broj stupnjeva slobode (df) – korigirani broj rezultata izmjerenih uzoraka

Varijanca (MS) – je prosjek sume kvadrata, a izračunava se kad se suma kvadrata (SS) podjeli s pripadajućim brojem stupnjeva slobode (df).

F - test statistika (F) – predstavlja omjer varijance između grupa i varijance unutar grupa (Dizdar, 2006, str. 154).

Razina značajnosti (p) – označava stupanj pogreške, odnosno vjerojatnost prihvaćanja pogrešne hipoteze.

U tablici 12. prikazani su parametri dvofaktorske analize varijance u rezultatima *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na spol i dob.

Tablica 12.
Dvofaktorska analiza varijance.

(SS – suma kvadrata, df – broj stupnjeva slobode, MS – varijanca,
F – test statistika F, p – razina značajnosti)

Faktor	df	SS	MS	F	p
spol	1	913,68	913,68	10,49	0,00
dobna skupina	6	141213,67	23535,61	270,23	0,00
spol x dobna skupina	6	899,71	149,95	1,72	0,11
greška	426	37103,04	87,10		
UKUPNO	439	184060,19			

Primjenom dvofaktorske analize varijance na uzorku djece i učenika od 3 do 10 godina definirana su dva statistički značajna faktora odnosno, dva generatora efekta (spol i dob). Moguće je utvrditi da spol generira značajan utjecaj na rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) uz vrjednost F = 10,49 te razinu značajnosti p = 0,00. Faktor dobi također značajno determinira rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) uz vrijednost F = 270,23 te razinu značajnosti p = 0,00. Analiza interakcijskog efekta pokazala je da kombinacija dvaju faktora ne proizvodi značajan efekt na rezultat *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) (F = 1,71; p = 0,11). Drugim riječima učinak faktora spol ima značajan učinak na rezultat VMI testa bez obzira na dob odnosno faktor dob ima značajan učinak na rezultat VMI testa bez obzira na spol.

Kako bi se utvrdila značajnost razlika aritmetičkih sredina između pojedinih subuzoraka odnosno kategorija ispitanika provedena je pos hoch analiza uz primjenu Bonferroni testa. Analizom je obuhvačen faktor dob budući da ovaj faktor generira značajan efek na rezultat analiziranog testa. Nad faktorom spol nije provedena pos hoc analiza budući da ova varijabla sadržava samo dvije kategorije. Budući da interakcijski generator efekta, definiran kao faktor spol x dob, nije statistički značajan nad njim nije provedena pos hoc analiza.

Bonferroni test omogućuje višestruku analizu razlika aritmetičkih sredina uz korekciju razine značajnosti. Ovaj je test sa statističkog aspekta moguće smatrati konzervativnim, budući da se dopuštena pogreška mjerenja dijeli brojem mogućih usporedbi čime se izbjegava statistička pogreška prve vrste (Dizdar, 2006, str.158-159).

U tablici 13. prikazani su rezultati post hoc analize upotrebom Bonferroni testa u odnosu na dob ispitanika.

Tablica 13.
Post hoc analiza – Bonferroni test.

		Predškola			Osnovna škola			
		PS1	PS2	PS3	OS1	OS2	OS3	OS4
Predškola	PS1							
	PS2	0,00						
	PS3	0,00	0,00					
Osnovna škola	OS1	0,00	0,00	0,05				
	OS2	0,00	0,00	0,00	0,01			
	OS3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15		
	OS4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	

Legenda: PS1 – mlađa dobna skupina predškole, PS2 – srednja dobna skupina predškole, PS3 – starija dobna skupina predškole, OS1 – prvi razred osnovne škole, OS2 – drugi razred osnovne škole, OS3 – treći razred osnovne škole, OS4 – četvrti razred osnovne škole

Sukcesivnom analizom rezultata post hoc analize između aritmetičkih sredina pojedinih dobnih skupina evidentirana je statistički značajna razlika između ispitanika mlađe i srednje predškolske dobi ($p_{PS1\text{-}PS2}$ = 0,00), srednje i starije predškolske dobi ($p_{PS2\text{-}PS3}$ = 0,00), starije predškolske dobi i prvog razreda osnovne škole ($p_{PS3\text{-}OS1}$ = 0,05) te prvog i drugog razreda osnovne škole ($p_{OS1\text{-}OS2}$ = 0,01). Razlika aritmetičkih sredina između ispitanika drugog i trećeg razreda ($p_{OS2\text{-}OS3}$ = 0,15) te trećeg i četvrtog razreda nije statistički značajna ($p_{OS3\text{-}OS4}$ = 1,00).

Temeljem rezultata analize razlika među ispitanicima u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob moguće je donijeti zaključak o prihvaćanju sljedećih hipoteza:

$H_{3\text{-}1}$: Postoji statistički značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika različitog spola.

$H_{3\text{-}2}$: Postoji statistički značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika različite dobi.

6.3.3. Analiza razlika među ispitanicima u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob

U tablici 14. prikazani su parametri dvofaktorske analize varijance u rezultatima vremena rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na spol i dob.

Tablica 14.
Dvofaktorska analiza varijance.

(SS – suma kvadrata, df – broj stupnjeva slobode, MS – varijanca,
F – test statistika F, p – razina značajnosti)

Faktor	df	SS	MS	F	p
spol	1	44,56	44,56	0,64	0,42
dobna skupina	6	49839,58	8306,60	119,78	0,00
spol x dobna skupina	6	784,11	130,69	1,88	0,08
greška	426	29543,41	69,35		
UKUPNO	439	81384,00			

Primjenom dvofaktorske analize varijance na uzorku djece i učenika od 3 do 10 godina definiran je jedan statistički značajna faktor odnosno, generator efekta dob. Moguće je utvrditi da dob generira značajan utjecaj na rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) uz vrijednost F = 119,78 te razinu značajnosti p = 0,00. Analiza interakcijskog efekta pokazala je da kombinacija dvaju faktora ne proizvodi značajan efekt na rezultat *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Kako bi se utvrdila značajnost razlika aritmetičkih sredina između pojedinih subuzoraka odnosno kategorija ispitanika provedena je pos hoch analiza uz primjenu Bonferroni testa. Analizom je obuhvačen faktor dob budući da ovaj faktor generira značajan efek na rezultat analiziranog testa. Nad faktorom spol nije provedena pos hoc analiza budući da nije značajan generator efekta kao ni na interakcijskom generatoru efekta (spol x dob).

Bonferroni test omogućuje višestruku analizu razlika aritmetičkih sredina uz korekciju razine značajnosti. Ovaj je test sa statističkog aspekta moguće smatrati konzervativnim, budući da se dopuštena pogreška mjerenja dijeli brojem mogućih usporedbi čime se izbjegava statistička pogreška prve vrste (Dizdar, 2006, str.158-159).

U tablici 15. prikazani su rezultati post hoc analize upotrebom Bonferroni testa u odnosu na dob ispitanika u vremenu rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Tablica 15.
Post hoc analiza – Bonferroni test.

		Predškola			**Osnovna škola**			
		PS1	PS2	PS3	OS1	OS2	OS3	OS4
Predškola	PS1							
	PS2	0,00						
	PS3	0,00	0,00					
Osnovna škola	OS1	0,00	0,00	1,00				
	OS2	0,00	0,00	0,00	0,00			
	OS3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59		
	OS4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	

Legenda: PS1 – mlađa dobna skupina predškole, PS2 – srednja dobna skupina predškole, PS3 – starija dobna skupina predškole, OS1 – prvi razred osnovne škole, OS2 – drugi razred osnovne škole, OS3 – treći razred osnovne škole, OS4 – četvrti razred osnovne škole

Sukcesivnom analizom rezultata post hoc analize razlika aritmetičkih sredina između ispitanika različitih dobnih skupina evidentirana je statistički značajna razlika između ispitanika mlađe i srednje predškolske dobi ($p_{PS1\text{-}PS2} = 0,00$) te srednje i starije predškolske dobi ($p_{PS2\text{-}PS3} = 0,00$). Između ispitanika starije pređškolske dobi i ispitanika prvog razreda osnovne škole nisu evidentirane statistički značajne razlike ($p_{PS3\text{-}OS1} = 1,00$). Daljnjom analizom utvrđena je statistički značajna razlika između ispitanika prvog i drugog razreda ($p_{OS1\text{-}OS2} = 0,00$). Između ispitanika drugog i trećeg razreda ($p_{OS2\text{-}OS3} = 0,59$) te ispitanika trećeg i četvrtog rzreda ($p_{OS3\text{-}OS4} = 0,22$) nisu evidentirane statistički značajne razlike u vremenu potrebnom za rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Uvidom u rezultate deskriptivne statistike i rezultate Kolmogorov-Smirnovljeva testa vidljivo je da vrijednosti varijable VMI_{error} nisu normalno distribuirane kod subuzoraka učenika prvog, drugog i četvrtog razreda osnovne škole te učenica trećeg i četvrtog razreda osnovne škole. Zbog navedenih razloga za ispitivanje razlika u strukturi *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) odnosno za ispitivanje razlika u varijabli VMI_{error} u odnosu na spol i dob upotrebljena je Kruskal-Wallis ANOVA. Kruskal-Wallis ANOVA ili Kruskal-Wallis H test neparametrijska je metoda za ispitivanje da li uzorci potječu iz iste distribucije ispitivanjem medijana rankova (Kruskal i Wallis, 1952). Drugim riječima, ovom metodom se utvrđuje statistička značajnost razlike između dva ili više nezavisnih uzoraka entiteta u jednoj varijabli. Kruskal-Wallisov test transformira rezultate ispitanika u rangove uz izračuna suma rangova za svaku grupu zasebno. Ako se subuzorci ispitanika prema sumi rangova više razlikuju, veća je vjerojatnost da je razlika između subuzoraka statistički značajna.

U sklopu Kruskal-Wallisove ANOVA-e izračunati su sljedeći parametri:

- *Suma rangova (SR)*
- *Prosječni rang (MR)*
- χ2 vrijednost *(H)*
- *Razina značajnosti (p)*

Suma rangova (SR) – sastoji se od zbroja svih definiranih rangova unutar promatrane distribucije.

Prosječni rang (MR) – izračunava se djeljenjem sume rangova s pripadajućim brojem ispitanika.

χ2 vrijednost (H) – vrjednost Kruskal-Wallisovog H testa.

Razina značajnosti (p) – označava stupanj pogreške, odnosno vjerojatnost prihvaćanja pogrešne hipoteze.

U tablici 16. prikazani su parametri Kruskal-Wallisove ANOVA-e u rezultatima broja grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na spol.

Tablica 16.
Kruskal-Wallis ANOVA.

(N – broj ispitanika, SR – suma rangova, MR – prosječni rang,
H – χ^2 vrijednost, p – razina značajnosti)

Spol	N	SR	MR
Djevojčice/Učenice	216	43611,50	201,91
Dječaci/Učenici	224	53408,50	238,43
	H = 9,200		p = 0,002

Rezultati Kruskal-Wallisovog H testa potvrdili su značajnost razlika između ispitanika različitog spola. Vrijednosti testa na razini H = 9,200 uz pripadajuću razinu značajnosti od p = 0,002 ukazuju na statistički značajnu razliku u broju grešaka između ispitanika i ispitanica. Poct hoc analiza između navedenih skupina nije provedena budući da varijabla spol obuhvaća dvije kategorije te bi provođenje spomenute analize samo potvrdilo rezultate Kruskal-Wallisovog H testa.

U tablici 17. prikazani su parametri Kruskal-Wallisove ANOVA-e u rezultatima broja grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na dob.

Tablica 17.
Kruskal-Wallis ANOVA.

(N – broj ispitanika, SR – suma rangova, MR – prosječni rang,
H – χ^2 vrijednost, p – razina značajnosti)

Dobna skupina		N	SR	MR
Predškola	PS1	40	15833,50	395,84
	PS2	40	13733,50	343,34
	PS3	40	9866,50	246,66
Osnovna škola	OS1	80	13355,00	166,94
	OS2	80	15288,00	191,10
	OS3	80	14204,00	177,55
	OS4	80	14739,50	184,24
		H = 151,269		p = 0,000

Legenda: PS1 – mlađa dobna skupina predškole, PS2 – srednja dobna skupina predškole, PS3 – starija dobna skupina predškole, OS1 – prvi razred osnovne škole, OS2 – drugi razred osnovne škole, OS3 – treći razred osnovne škole, OS4 – četvrti razred osnovne škole

Nalazi provedene analize potvrdili su statističku značajnost razlika između ispitanika različite dobi. Dobivene vrijednosti Kruskal-Wallisovog H testa na nivou od H = 151,269 uz pripadajuću razinu značajnosti od p = 0,000 ukazuju da se ispitanici različite dobi u značajnoj mjeri razlikuju u broju počinjenih grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

U tablici 18. prikazani su rezultati post hoc analize razlika medijana pojedinih dobnih skupina u broju pogrešaka uz primjenuBonferronijeve korekcije.

Tablica 18.
Post hoc analiza razlika prosječnih rangova.

		Predškola			**Osnovna škola**			
		PS1	PS2	PS3	OS1	OS2	OS3	OS4
Predškola	PS1							
	PS2	1,00						
	PS3	0,00	0,01					
Osnovna škola	OS1	0,00	0,00	0,03				
	OS2	0,00	0,00	0,50	1,00			
	OS3	0,00	0,00	0,11	1,00	1,00		
	OS4	0,00	0,00	0,24	1,00	1,00	1,00	

Legenda: PS1 – mlađa dobna skupina predškole, PS2 – srednja dobna skupina predškole, PS3 – starija dobna skupina predškole, OS1 – prvi razred osnovne škole, OS2 – drugi razred osnovne škole, OS3 – treći razred osnovne škole, OS4 – četvrti razred osnovne škole

Sukcesivnom analizom razlika između pojedinih dobnih skupina ispitanika uočava se izostanak statistički značajne razlike između djece mlađe i srednje predškolske dobi ($p_{PS1-PS2}$ = 1,00). Statistički značajna razlika detektirana je između djece srednje i starije predškolske dobi ($p_{PS2-PS3}$ = 0,01) te između djece starije predškolske dobi i učenika prvog razreda ($p_{PS3-OS1}$ = 0,03). Daljnjom analizom između učenika prvog i drugog razreda ($p_{OS1-OS2}$ = 1,00), drugog i trećeg razreda ($p_{OS2-OS3}$ = 1,00) kao i trećeg i četvrtog razreda ($p_{OS3-OS4}$ = 1,00) nisu evidentirane statistički značajne razlike u broju grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Temeljem rezultata analize razlika među ispitanicima u strukturi *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na spol i dob moguće je donijeti zaključak o prihvaćanju sljedećih hipoteza:

H_{4-1}: Postoji statistički značajna razlika u strukturi VMI testa kod ispitanikog različitog spola.

H_{4-2}: Postoji statistički značajna razlika u strukturi VMI testa kod ispitanika različite dobi.

7. Rasprava

7.1. Metrijske karakteristike mjernih instrumenata

Za potrebe analize metrijskih karakteristika mjernih instrumenata korištenih u prezentiranoj studiji uzeti su rezultati dobiveni na subuzorku od 110 ispitanika pravilo raspoređenih po pet dobnih skupina. Mjerne instrumente korištene za potrebe istraživanja dijelimo u dvije skupine. Prva skupina mjernih instrumenata odnosi se na testove za procjenu koordinacije tijela dok se druga skupina mjernih instrumenata odnosi na testove za procjenu vizualno-motoričke integracije. Testovi za procjenu koordinacije tijela čine tri kompozitna višečestična testa: *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stran*u (MKUS) te *Okretnost s palicom* (MOP). Navedeni testovi procjenjuju koordinaciju tijela odnosno funkcioniranje mehanizma za strukturiranje kretanja u hijerarhijskom model motoričkih sposobnosti. Spomenuti mehanizam subordiniran je mehanizmu za regulaciju kretanja(Gredelj et al., 1975). Za procjenu vizualno-motoričke integracije kod navedenog subuzorka korišten je *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) te *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI). U ovoj fazi istraživanja odnosno za potrebe analize metrijskih karakteristika testova *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) korišten je kao jednočestični test dok je *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) upotrjebljen kao višečestični mjerni instrument.

Metrijske karakteristike mjernih instrumenata za procjenu koordinacije tijela

Mjerni instrument *Poligon natraške* (MPOL) koristi se za procjenu koordinacije tijela kao sposobnosti realizacije kompleksnih motoričkih struktura premještanjem cijelog tijela u prostoru s preprekama. Kod spomenutog testa naglašena je reorganizacija reorganizacija stereotipa koji se obično nazivaju prirodnim oblicima kretanja(Hošek,1976; Prskalo, 2004).

Iz dobivenih rezultata pokazatelji disperzije podataka potvrđuju da promatrani mjerni instrument uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja. Analiza pokazatelja oblika i normaliteta distribucije ukazuje na normalnu distribuciju podataka kod svih subuzoraka ispitanika. Analizom svih promatranih parametara moguće je zaključiti da mjerni instrument *Poligon natraške* (MPOL) ispunjava zahtjev osjetljivosti.

Mjerni instrument *Poligon natraške* (MPOL) ima zadovoljavajući stupanj pouzdanosti kod svih pet promatranih subuzoraka. Parametri dobiveni ispitivanjem pouzdanosti testa ukazuju da je

postupak mjerenja bio nezavisan od nesistematskih faktora, odnosno da je mjerni instrument optimalno procjenjivao predmet mjerenja. Dobiveni nalazi upućuju na zaključak o dobroj konstrukciji mjernog instrumenta, kvalitetno razrađenom i standardiziranom postupku mjerenja te dobrom i razrađenom postupku kolekcije podataka.

Rezultati faktorske analize potvrđuju da sve čestice mjernog instrumenata *Poligon natraške* (MPOL) zavise od istog predmeta mjerenja kod svih pet promatranih subuzoraka. Faktorskom analizom čestica mjernog instrumenta izoliran je jedan značajan faktor koji ukazuje na visok stupanj unutarnje konzistencije unutar istoga. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorom na visokom je nivou, što ukazuje da čestice promatranog testa procjenjuju jedinstven predmet mjerenja. Dobiveni nalazi upućuju da mjerni instrument *Poligon natraške* (MPOL) kod svih pet promatranih uzoraka ispunjava zahtjev homogenosti.

Mjerni instrument *Koraci u stranu* (MKUS) u prezentiranom istraživanju korišten je za procjenu agilnosti kao sposobnosti brze promjene smjera odnosno pravca kretanja (Hošek,1976).

Pokazatelji disperzije podataka ukazuju da promatrani mjerni instrument uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja kod svih pet subuzoraka ispitanika. Rezultati analize pokazatelja oblika i normaliteta distribucije ukazuju na normalnu distribuciju podataka. Iz analize promatranih parametara moguće je zaključiti da mjerni instrument *Koraci u stranu* (MKUS) ispunjava zahtjev osjetljivosti.

Mjerni instrument *Koraci u stranu* (MKUS) ima zadovoljavajući stupanj pouzdanosti kod svih pet promatranih subuzoraka. Parametri dobiveni ispitivanjem pouzdanosti testa ukazuju da je postupak mjerenja bio nezavisan od nesistematskih faktora, odnosno da mjerni instrument optimalno procjenjuje predmet mjerenja. Rezultati dobiveni analizom upućuju na zaključak o dobroj konstrukciji mjernog instrumenta, kvalitetno razrađenom i standardiziranom postupku mjerenja te dobrom i razrađenom postupku kolekcije podataka.

Faktorskom analizom čestica mjernog instrumenta *Koraci u stranu* (MKUS) izoliran je jedan značajan faktor koji ukazuje na visok stupanj unutarnje konzistencije. Rezultati faktorske analize potvrđuju da sve čestice mjernog instrumenata zavise od istog predmeta mjerenja. kod svih pet promatranih subuzoraka. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorom na visokom je nivou, što ukazuje da čestice promatranog testa procjenjuju jedinstven predmet mjerenja. Dobiveni nalazi upućuju da mjerni instrument *Koraci u stranu* (MKUS) kod svih pet promatranih uzoraka ispunjava zahtjev homogenosti.

Mjerni instrument *Okretnost s palicom* (MOP) korišten je za procjenu koordinacije cijelog tijela, odnosno koordiniranog i brzog izvođenja relativno kompliciranog slijeda motoričkih elemenata za čiju je izvedbu potrebna angažiranost gotovo svih dijelova tijela (Hošek,1976).

Rezultati ukazuju da promatrani mjerni instrument uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja. Rezultati analize pokazatelja oblika i normaliteta distribucije ukazuju na normalnu distribuciju podataka. Iz analize promatranih parametara moguće je zaključiti da mjerni instrument *Okretnost s palicom* (MOP) ispunjava zahtjev osjetljivosti kod svih pet subuzoraka ispitanika.

Kod mjernog instrumenta *Okretnost s palicom* (MOP) detektiran je visoki stupanj pouzdanosti kod svih pet subuzoraka. Ispitivanjem parametara pouzdanosti testa utvrđuje se da je postupak mjerenja bio nezavisan od nesistematskih faktora, odnosno da mjerni instrument optimalno procjenjuje predmet mjerenja. Mjerni instrument *Okretnost s palicom* (MOP) također ima zadovoljavajući stupanj pouzdanosti, što upućuje na zaključak o dobroj konstrukciji mjernog instrumenta, kvalitetno razrađenom i standardiziranom postupku mjerenja te dobrom i razrađenom postupku kolekcije podataka.

Rezultati faktorske analize varijable *Okretnost s palicom* (MOP) potvrđuju da sve čestice mjernog instrumenata zavise od istog predmeta mjerenja kod svih pet promatranih subuzoraka. Faktorskom analizom čestica mjernog instrumenta izoliran je jedan značajan faktor. Količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorom na zadovoljavajućem je nivou, što ukazuje da čestice promatranog testa procjenjuju jedinstven predmet mjerenja. Mjerni instrument *Koraci u stranu* (MKUS) kod svih pet promatranih uzoraka ispunjava zahtjev homogenosti.

Temeljem provedenih analiza motorički testovi za procjenu koordinacije tijela pokazuju zadovoljavajuće metrijske karakteristike kod djece i učenika u dobi od 3 do 10 godina. Dobiveni nalazi u skladu su s rezultatima prethodnih istraživanja (Gredelj, 1975; Hošek,1976; Metikoš, Prot, Horvat, Kuleš i Hofman, 1982). Moguće je zaključiti kako primijenjeni instrumenti predstavljaju vrijedan instrumentarij u sustavu predškolskog odgoja i obrazovanje i primarne edukacije.

Metrijske karakteristike mjernih instrumenata za procjenu vizualno-motoričke integracije

U prezentiranom istraživanju za potrebe ispitivanja stupnja vizualno-motoričke integracije korišten je *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI)*. Spomenuti mjerni instrument koristi se za procjenu vizualno-motoričke integracije kod osoba starosne dobi od 2 do 100 godina (Beery, K.E., Beery, N.A., Buktenica, 2010).

Analizom srednjeg kvadratnog odstupanja evidentiran je prihvatljiv stupanj disperzije podataka kod svih pet subuzoraka, što ukazuje da promatrani mjerni instrument uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja. Analiza pokazatelja oblika i normaliteta distribucije ukazuje na normalnu distribuciju podataka. Iz analize promatranih parametara moguće je zaključiti da mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI)* ispunjava zahtjev osjetljivosti.

Za potrebe istraživanja vizualno-motoričke integracije u prezentiranoj studiji korišten je novokonstruirani *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI). VMI test prezentiran je u pilot istraživanju provedenom 2015. godine (Bavčević, T. i Bavčević, D, 2015).

Analizom rezultata dobivenih upotrebom *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) moguće je zaključiti da mjerni instrument ispunjava zahtjev osjetljivosti. Iz dobivenih rezultata pokazatelji disperzije podataka potvrđuju da promatrani mjerni instrument uspješno razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja. Analiza pokazatelja oblika i normaliteta distribucije ukazuje na normalnu distribuciju podataka kod svih subuzoraka ispitanika.

Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) ima zadovoljavajući stupanj pouzdanosti kod svih pet promatranih subuzoraka. Parametri dobiveni ispitivanjem pouzdanosti testa ukazuju da je postupak mjerenja bio nezavisan od nesistematskih faktora, odnosno da je mjerni instrument optimalno procjenjivao predmet mjerenja. Dobiveni nalazi upućuju na zaključak o dobroj konstrukciji mjernog instrumenta, kvalitetno razrađenom i standardiziranom postupku mjerenja te dobrom i razrađenom postupku kolekcije podataka.

Rezultati faktorske analize potvrđuju da sve čestice mjernog instrumenata *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) zavise od istog predmeta mjerenja kod svih pet promatranih subuzoraka. Ekstrapolacija jednog značajnog faktora ukazuje na visok stupanj unutarnje konzistencije čestica testa. Također količina zajedničkog varijabiliteta objašnjena ekstrapoliranim faktorom na visokom je nivou, što ukazuje da čestice promatranog testa procjenjuju jedinstven predmet mjerenja. Dobiveni nalazi upućuju da mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) kod svih pet promatranih uzoraka ispunjava zahtjev homogenosti.

Testiranje faktorske valjanosti upućuje na zaključak da mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) procjenjuje jedinstveni predmet mjerenja. Iz navedenog je moguće zaključiti da mjerni instrument procjenjuje faktore za čije je mjerenje konstruiran te ga je temeljem toga moguće smatrati dijagnostički valjanim.

Vizualno-motorička integracija kao pozadinski mehanizam ključan je za manifestaciju različitih finih motoričkih operacija. Ovaj nadređeni neuromuskularni mehanizam odnosi se na usklađivanje informacija dobivenih iz vidnih receptora te finih mišićnih struktura šake u svrhu izvođenja preciznih motoričkih radnji (Bavčević, 2015). Precizne motoričke radnje od esencijalne su važnosti u afirmativnom edukacijskom razdoblju djece. Daljnjom ekstrakcijom fine motorike šake dolazimo do pojma grafomotorike. Prema autorima Levinu (1987) i Kentu (1998) grafomotoriku možemo definirati kao sposobnost pisanja i crtanja simbola upotrebom snage prstiju i njihovom kontrolom. Iz dosadašnjih istraživanja (Cornhill i Case-Smith, 1996; Gallahue i Ozmun, 1998; Maki, Voeten, Vauras i Poskiparta, 2001; Suggate, Pufke i Stoeger, 2019; Tseng i Chow, 2000; Weil i Amundson, 1994; Weintraub i Graham, 2000; Weintraub i Graham, 2000; Zervas, 2006) spomenuta znanja neophodna su za akademski uspjeh učenika posebno u predškolskom odgoju i primarnoj edukaciji gdje u značajnoj mjeri determiniraju dinamiku usvajanja finih motoričkih znanja kao što je pisanje. Također, iz istraživanja spomenute problematike (Dinehart i Manfra, 2013; Press, Hinojosa i Roston, 2009; Ratzon, Efraim i Bart, 2007; Spanaki, Venetsanou, Evaggelinou i Skordilis, 2014) grafomotorika se manifestira kroz kvalitetu rukopisa te se na nju može pravovremeno intervenirati u praksi. Upravo su kurikularni sadržaji u predškolskoj i primarnoj edukaciji direktno i indirektno usmjereni na razvoj spomenutih vještina u vidu vježbi pisanja i crtanja te dodatnih sadržaja u neposrednoj nastavnoj praksi. Za potrebe istraživanja vizualno-motoričke integracije kao nadređenog mehanizma finim motoričkim sposobnostima grafomotoričkog tipa važno je koristiti objektivne i validne mjerne instrumente. *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI)* ima dobre metrijske karakteristike što je potvrđeno brojnim dosadašnjim studijama (Brown, Chinner i Stagnitti, 2010; Brown, Chinner i Stagnitti, 2011; Harvey, Leonard-Green, Mohan, Kulp, Davis Miller i Dennis, 2017). Za kvalitetnu provedbu mjerenja ovim testom nužno je educirati mjerioce zbog zahtjevnog protokola evaluacije rezultata. Također, prilikom testiranja potrebno je izdvojiti znatnu količinu vremena za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije kod jednog ispitanika. Stoga su ovakva istraživanja u svakodnevnoj praksi tehnički i organizacijski zahtjevna te se primjenjuju ciljano u dijagnostičke svrhe, a rjeđe kao kontrolni instrument za provjeru kvalitete rada odgajatelja, učitelja i nastavnika ili pak efikasnosti odgojno-obrazovnih sadržaja namijenjenih poboljšanju vizualno-motoričke integracije. Sukladno navedenom otvara se potreba za

konstrukcijom novog mjernog instrumenta koji će omogućiti objektivnu i ekonomičnu procjenu stupanja vizualno-motoričke integracije, kako u znanstvene svrhe tako i u svrhu monitoringa u sklopu svakodnevne odgojno-obrazovne prakse. Upravo novokonstruirani *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) pokazao se kao jednostavan, maksimalno objektivan te ekonomičan mjerni instrument koji ispitivaču omogućuje brzi monitoring jednostavnu proceduru evaluacije rezultata (Bavčević, T. i Bavčević, D., 2015). Iz analize metrijskih karakteristika provedenih u prezentiranoj studiji utvrđeno je da novokonstruirani mjerni instrument ispunjava uvjete osjetljivosti, pouzdanosti, homogenosti i faktorske valjanosti te je kao takav objektivan i dijagnostički valjan. Osim navedenog novokonstruirani mjerni instrument reflektira standardne postupke u sustavu odgoja i obrazovanja u pristupu razvoja grafomotoričkih vještina, budući da od ispitanika zahtjeva uravnoteženu manifestaciju brzine i točnosti.

Temeljem navedenog, a uzevši u obzir činjenicu o važnosti grafomotoričkih vještina u funkciji akademske uspješnosti, moguće je ustvrditi da je proces vizualno-motoričke integracije od esencijalne važnosti prilikom planiranja, programiranja i provedbe odgojno-obrazovnog procesa. Stoga je, u cilju optimizacije stručnog i znanstvenog rada, konstrukcija ovakvog instrumenta iznimno važna kako za odgajatelji, učitelje i nastavnike, tako i za znanstvenike zainteresirane za izučavanje ontogenetskog razvoja čovjeka.

7.2. Povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije

Za potrebe analize povezanosti koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije korišteni su rezultati dviju skupina testova na 110 ispitanika raspoređenih u tri dobne skupine. Rezultati su prikupljeni uporabom testova za koordinaciju tijela (*Poligon natraške*, *Koraci u stran*u, *Okretnost s palicom*) te testova za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije (*Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije*, *Test vizualno-motoričke integracije*). U ovoj fazi istraživanja 110 ispitanika podijeljeno je u tri dobne kategorije: djecu predškolske dobi, učenike i učenice prvog i drugog razreda te učenike i učenice trećeg i četvrtog razreda osnovne škole. Upotrebom spomenutih testova definirana su dva seta varijabli:

1) **Varijable koordinacije tijela –** *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS), *Okretnost s palicom* (MOP)
2) **Varijable vizualno-motoričke integracije –** VMI, Beery VMI

Motoričke sposobnosti definiraju se kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za beskonačan broj manifesnih motoričkih reakcija i mogu se izmjeriti i opisati (Findak, 2001). Unutar hijerarhijskog modela strukture motoričkog prostora mjesto koordinacije je prilično pouzdano i konzistentno definirano (Gredelj et al., 1975). Iz navedenog koordinaciju tijela definiramo kao sposobnost izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka (Gredelj et al., 1975; Metikoš i Hošek, 1972). Prema Findaku (2001) koordinacija spada u skupinu visoko genetski uvjetovanih motoričkih sposobnosti poput brzine i eksplozivne snage.

Za manifestaciju finih motoričkih operacija grafomotoričkog tipa poput pisanja i crtanja simbola pozadinski mehanizam vizualno-motoričke integracije od iznimnog je značaja. Vizualno-motoričku integraciju definiramo kao proces neuro-muskularnog usklađivanja odnosno usklađivanja očiju i finih mišićnih struktura šake (Teo Bavčević, Tonči Bavčević i D. Bavčević, 2015). Također prema Beeryu (1989) ovaj složeni proces uključuje vizualnu percepciju kao i koordinaciju oka i mišića efektora šake. Vizualno-motoričke vještine uključuju motoričku kontrolu, motoričku preciznost, motoričku koordinaciju i psihomotoričku brzinu (Sanghavi i Kelkar, 2005). Vizualno-motorička integracija počinje se razvijati već u sedmom tjednu intrauterinog razvoja nakon razvijanja vidnog aparata. Ovaj mehanizam intenzivno se razvija u razdoblju ranog djetinjstva, a naročito u periodu predškolske dobi i mlađe školske dobi.

Kod proučavanja makromotorike (motoričke operacija kod kojih su uključene velike mišićne strukture) i mikromotorike (motoričke operacija kod kojih su uključene fine mišićne strukture)

postavlja se pitanje mehanizma odnosno neurološke podloga zaslužne za njihovu manifestaciju. Također, važno aspekt u proučavanju neuromotoričkog razvoja čovjeka predstavlja i povezanost vizualno-motoričke integracije i koordinacije tijela. Poznato je da motorička efikasnost direktno ovisi o funkciji neuromuskulatornog sustava iz čega proizlazi pretpostavka korelacije između finih motoričkih znanja i vještina te makromotoričkih znanja i vještina. Na ovoj razini važno je utvrditi mehanizam odnosno mehanizme odgovorne za manifestaciju navedenih znanja i vještina. Teoretski su moguća barem dva scenarija. Prvi pretpostavlja postojanje zajedničkog mehanizma odgovornog za manifastaciju kako mikromotoričkih tako i makromotorički znanja i vještina. Pri tome postoji mogućnost diferencijacije ovakvog mehanizma u tijeku ontogenetskog razvoja na specifične podmehanizme koji kontroliraju pojedine manifestacije znanja odnosno vještina. Drugi scenarij pretpostavlja postojanje dvaju odvojenih mehanizama odgovornih za kontrolu mikromotoričkih odnosno makromotoričkih znaja i vještina. Tako definirani odvojeni mehanizmi slijedili bi autentičan razvojni proces te bi sukladno tome i manifestacije mikromotoričkih i makromotoričkih znanja i vještina bile potpuno odvojene. Zbog značajne razlike u mehanici izvedbe, metodama učenja i vježbanja u praksi se navedene vještine veoma često razmatraju potpuno odvojeno. Iz dosadašnjih studija autori uglavnom sugeriraju da se promatrane motoričke dimenzije razvijaju odvojeno (Darraha et al., 2009; Darrah et al., 2003; De Barros et al., 2003; Rezende, Beteli i dos Santos, 2005). Većina znanstvenih studija ukazuje da je tijek rasta i razvoja kod djece karakteriziran izrazitim varijabilitetom u dinamici, kod koje se izmjenjuju faze ubrzanog i usporenog prirasta pojedinih osobina i sposobnosti (Darrah et al., 1998; Rosenbaum, 2006; Souza et al., 2010).

U sklopu analize povezanosti koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije upotrjebljene su korelacijska analiza i kanonička korelacijska analiza. Korelacijska analiza pokazuje koliko rezultati u jednoj varijabli objašnjavaju rezultate u drugoj varijabli, odnosno u kojoj mjeri rezultati dvaju varijabli sukladno variraju (Dizdar, 2006, str. 160). Kanoničkom analizom utvrđuju se relacije između dvaju skupova varijabli mjerenih na istom skupu entiteta (Dizdar, 2006, str. 238).

Kod subuzorka djece predškolske dobi evidentirane su statistički značajne linearne korelacije između svih varijabli koordinacije tijela i varijabli za procjenu vizualno-motoričke integracije. Dobivene vrijednosti linearne korelacije između varijabli koordinacije tijela i varijabli vizualno-motoričke integracije odgovaraju srednje jakoj korelativnoj povezanosti. Uvidom u strukturu matrice korelacija za učenike i učenice prvog i drugog razreda evidentirane su statistički značajne linearne korelacije između svih varijabli osim varijable *Okretnost s palicom* (MOP) i varijable Beery VMI. Vrijednosti statistički značajnih koeficijenata linearne korelacije odgovaraju

slaboj linearnoj korelaciji kod svih varijabli osim varijable *Koraci u stranu* (MKUS) i varijable VMI gdje je zabilježena srednje jaka korelacija. Analizom linearne korelacije kod subuzorka učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda nisu zabilježene statistički značajne linearne korelacije ni kod jedne varijable.

Dobiveni nalazi korelacijske analize ukazuju na trend opadanja povezanosti među varijablama koordinacije tijela i varijablama vizualno-motoričke integracije u funkciji vremena. Drugim riječima primjećuje se povećanje heterogenosti odnosno povećavanja povećanja rezultata u funkciji vremena što upućuje na diferencijaciju među analiziranim skupinama varijabli. Moguće je pretpostaviti da su evidentirani procesi rezultat s jedne strane ontogenetskog razvoja, a sa druge učenja i vježbanja. Relativni doprinos navedenih procesa tek predstoji analizirati i proučiti. Na ovom nivou moguće je konstatirati kako se međusobni odnosi promatranih varijabli kao posljedica navedenih procesa dodatno usložnjavaju, što upućuje na mogućnost pojave razdvajanja kontrolnih mehanizama u podlozi navedenih manifestacija.

Kako bi se dobio uvid u strukturu i oblik povezanosti dimenzija koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije u sljedećoj fazi obavljena je kanonička korelacijska analiza. U sklopu navedene analize testirane su relacije povezanosti varijabli *Poligon natraške* (MPOL), *Koraci u stranu* (MKUS) i *Okretnost s palicom* (MOP) u domeni koordinacije tijela te varijabli VMI i Beery VMI u domeni vizualno-motoričke integracije.

Kod subuzorka djece predškolske dobi izoliran je jedan statistički značajan par kanoničkih faktora (χ^2 = 26,162; df = 6; p = 0,000) uz visoki pripadajući koeficijent kanoničke korelacije, što ukazuje na visok stupanj povezanosti faktora dvaju promatranih skupova varijabli (R_c = 0,789; λ = 0,623). Najveći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s faktorom koordinacije tijela evidentiran je kod varijable *Okretnost s palicom* (MOP), nešto niži koeficijenti korelacije primijećeni su kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS) i varijable *Poligon natraške* (MPOL) (F_{MOP} = -0,95; F_{MKUS} = -0,85; F_{MPOL} = -0,67). U domeni varijabli vizualno-motoričke integracije veći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s definiranim pripadajućim faktorom evidentiran je kod varijable VMI dok je kod varijable Beery VMI nešto niži (F_{VMI} = -0,98, $F_{Beery\ VMI}$ = 0,86). Kanoničkom analizom kod subuzorka učenika i učenica moguće je izdvojiti jedan statistički značajan par kanoničkih faktora (χ^2 = 14,782; df = 6; p = 0,022). Pripadajući koeficijent kanoničke korelacije ukazuje na zadovoljavajući stupanj povezanosti faktora dvaju promatranih skupova varijabli (R_c = 0,577; λ = 0,333). Najveći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s faktorom koordinacije tijela evidentiran je kod varijable *Koraci u stranu* (MKUS), nešto niži koeficijenti korelacije primijećeni su kod varijable *Poligon natraške* (MPOL) i varijable *Okretnost s palicom* (MOP) (F_{MKUS} = -0,93; F_{MPOL} = -0,81; F_{MOP} = -0,70). U domeni varijabli vizualno-motoričke integracije veći koeficijent korelacije manifesnih varijabli s

definiranim pripadajućim faktorom evidentiran je kod varijable VMI dok je kod varijable Beery VMI nešto niži (F_{VMI} = -1,00; $F_{Beery\ VMI}$= 0,74). Upotrebom kanoničke analize na subuzorku učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda osnovne škole nije ekstrapoliran ni jedan statistički značajan par kanoničkih faktora (χ^2 = 3,611; df = 6; p = 0,729). Uz navedeno dobiveni su niski koeficijent kanoničke korelacije i mjera determinacije (R_c = 0,292, λ = 0,085).

Dobiveni nalazi analize povezanosti pojedinih varijabli kao i povezanosti dvaju skupova varijabli pružaju uvid u oblik i strukturu povezanosti dimenzija koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije.

Uzroke povezanosti moguće je tražiti u elementima i strukturi izvedbe testova upotrjebljenih za procjenu dimenzija koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije. Kod testova za procjenu koordinacije tijela kao i kod testova za procjenu vizualno-motoričke integracije esencijalne su motorička kontrola te vizualna kontrola prilikom izvedbe kretnih struktura potrebnih za postizanje boljih rezultata. Prilikom izvođenja testova iz domene koordinacije tijela osim spomenutih elemenata strukture za uspješnu izvedbu potrebna je i brzina motoričke izvedbe. Spomenuta specifičnost značajna je i kod *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI), što je vidljivo u samom cilju testa u kojemu ispitanik u što kraćem vremenu i što točnije mora završiti zadatak. Stoga je moguće pretpostaviti da upravo brzina, točnost te vizualna kontrola prilikom izvedbe povezuju rezultate testova koordinacije tijela i rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). U domeni procjene stupnja vizualno-motoričke integracije kod *Beery VMI razvojnog testa vizualno-motoričke integracije* (Beery VMI) ispitanici nisu limitirani vremenom rješavanja zadataka, što objašnjava nešto slabiju ali statistički značajnu povezanost s testovima koordinacije tijela kao i nešto slabiju projekciju rezultata testa na definirani faktor. Visoke povezanosti među testovima koordinacije tijela i testova vizualno-motoričke integracije kod nižih dobnih skupina moguće je objasniti činjenicom da svi testovi osim motoričke, vizualne kontrole zahtijevaju i visoki kognitivni angažman prilikom same izvedbe.

Osnovu strukture povezanosti dimenzija koordinacije tijela kod subuzorka djece predškolske dobi u najvećoj mjeri determiniraju rezultati varijable *Okretnost s palicom* (MOP), zatim rezultati varijable *Koraci u stranu* (MKUS) te nešto manje rezultati varijable *Poligon natraške* (MPOL).

Rezultati varijable *Okretnost s palicom* (MOP) u najvećoj mjeri objašnjavaju definirani faktor te kao takvi u najvećoj mjeri doprinose u procjeni skupa varijabli vizualno-motoričke integracije. Kod skupa varijabli vizualno-motoričke integracije varijabla VMI u najvećoj mjeri determinira strukturu povezanosti navedenih dimenzija. Iz navedenoga je moguće zaključiti da snažnu

povezanost varijabli *Okretnost s palicom* (MOP) i VMI uvjetuje sama priroda izvedbe testova koja zahtjeva motoričku brzinu i točnost. Kod *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) traži se preciznost i brzina na mikromotoričkoj razini dok su kod testa *Okretnost s palicom* (MOP) spomenute karakteristike na makromotoričkoj razini. Uočena je i statistički značajna povezanost rezultata varijable *Okretnost s palicom* (MOP) i rezultata varijable Beery VMI, ali u nešto manjoj mjeri nego je to uočeno kod povezanost s varijablom VMI. Ovakvi nalazi mogu se tumačiti činjenicom da se prilikom izvođenja obaju testova zahtjeva točnost, ali ne i brzina prilikom izvedbe.

Rezultati varijable *Koraci u stranu* (MKUS) u velikoj mjeri doprinose objašnjenju faktora koordinacije tijela te značajno doprinosi u procjeni skupa varijabli vizualno-motoričke integracije. Rezultati varijable *Koraci u stranu* (MKUS) u snažnoj su mjeri povezani s varijablom VMI. Povezanost varijabli može se objasniti činjenicom da prilikom izvođenja obaju testova ispitanik mora balansirati između brzine i točnosti rješavanja zadataka. Kod predškolskog uzrasta u praksi je primijećeno da se djeca snažno oslanjaju na komponentu vizualne kontrole prilikom izvedbe testa *Koraci u stranu* (MKUS), što upućuje na mogući uzrok povezanosti spomenutih varijabli. Visoka razina povezanosti detektirana je i s varijablom Beery VMI. Ovakve relacije mogu se pripisati činjenici da je kod promatranog subuzorka prilikom izvedbe testa *Koraci u stranu* (MKUS) izražena komponenta vizualne kontrole.

Varijabla *Poligon natraške* (MPOL) također u velikoj mjeri doprinosi objašnjenju faktora koordinacije tijela te značajno doprinosi u procjeni skupa varijabli vizualno-motoričke integracije. Međusobna ovisnost rezultata varijable *Poligon natraške* (MPOL) i rezultata varijabli vizualno-motoričke integracije kod djece predškolske dobi nešto je slabija u odnosu na preostale varijable koordinacije tijela. Za razliku od ostalih testova koordinacije tijela prilikom izvođenja testa *Poligon natraške* (MPOL) zbog specifičnog položaja tijela ispitanicima je limitirana komponenta vizualne kontrole. Moguće je zaključiti da izostanak vizualne kontrole u najvećoj mjeri objašnjava rezultate nešto slabijeg utjecaja varijable *Poligon natraške* (MPOL) na skup varijabli vizualno-motoričke integracije kao i same povezanosti pojedinih varijabli.

Strukturu povezanosti dimenzija koordinacije tijela kod učenika i učenica prvog razreda osnovne škole u najvećoj mjeri determiniraju rezultati varijable *Koraci u stranu* (MKUS), zatim rezultati varijable *Poligon natraške* (MPOL) te nešto manje rezultat varijable *Okretnost s palicom* (MOP).

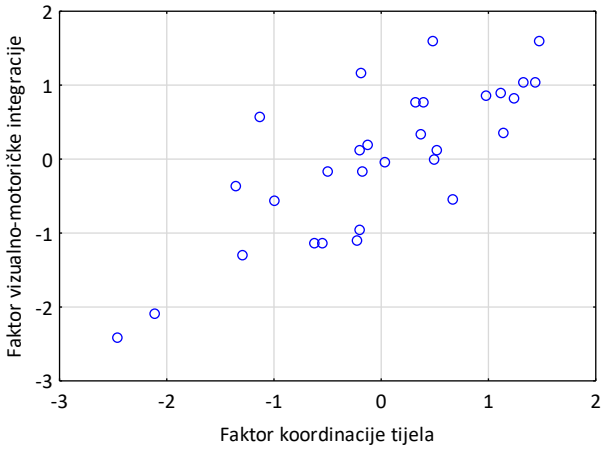
Kod promatranog subuzorka zabilježen je značajni pad koeficijenta kanoničke korelacije te usložnjavanja odnosa varijabli u odnosu na subuzorak djece predškolske dobi. Ovakve nalaze moguće je povezati s rastom i razvojem te količinom usvojenosti kretnih struktura na mikromotoričkoj i makromotoričkoj razini.

Rezultati varijable *Koraci u stranu* (MKUS) u najvećoj mjeri objašnjavaju definirani faktor te kao takvi u najvećoj mjeri doprinose u procjeni skupa varijabli vizualno-motoričke integracije. Kod skupa varijabli vizualno-motoričke integracije varijabla VMI i kod promatranog subuzorka ispitanika u najvećoj mjeri determinira strukturu povezanosti navedenih dimenzija. Uzrok snažne povezanosti spomenutih varijabli može biti da se u ovom razdoblju prilikom izvedbe testa *Koraci u stranu* (MKUS) učenici u većoj mjeri oslanjaju na vizualnu kontrolu u odnosu na druge testove koordinacije tijela uz pozitivan utjecaj učenja i vježbanja odnosno povećanja fundusa motoričkih znanja. Također, uočena je i statistički značajna povezanost rezultata varijable *Koraci u stranu* (MKUS) i rezultata varijable Beery VMI, ali u nešto manjoj mjeri nego je to detektirano kod povezanost s varijablom VMI. Ovakvi nalazi mogu se tumačiti činjenicom da se prilikom izvođenja obaju testova ispitanici snažno oslanjaju na komponentu vizualne kontrole.

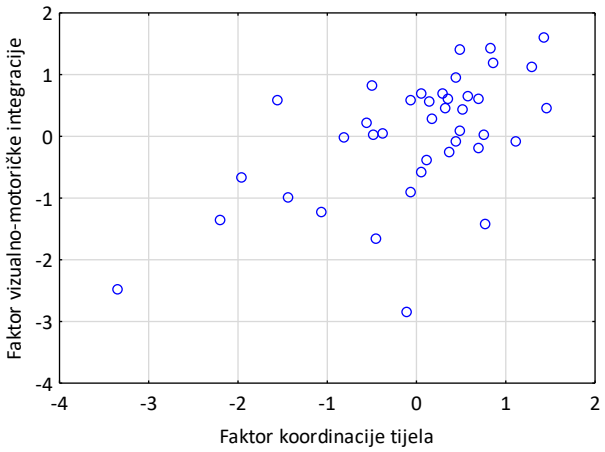
Varijable *Poligon natraške* (MPOL) i *Okretnost s palicom* (MOP) također snažno doprinose objašnjenju faktora koordinacije tijela te značajno doprinose u procjeni skupa varijabli vizualno-motoričke integracije. Razloge evidentiranog usložnjavanja moguće je tražiti u procesima rasta i razvoja odnosno učenja i vježbanja. Naime, *Okretnost s palicom* (MOP) kao pokazatelje sposobnosti reorganizacije stereotipa gibanja koja u velikoj mjeri ovisi o fondu postojećih motoričkih programa. Drugim riječima povećanje fundusa motoričkih znanja koje je očekivano u ovom razdoblju u odnosu na prethodno, može rezultirati povećanom motoričkom efikasnošću. Povećanje navedenog fonda znanja može također imati utjecaj i na ostale dimenzije koordinacije što može predstavljati moguće objašnjenje povećanog utjecaja faktora koordinacije tijela reprezentiranog u rezultatima testa *Okretnost s palicom* (MOP)

Kod subuzorka učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda osnovne škole manifestacije motoričke koordinacije te vizualno-motoričke integracije ne pokazuju značajan stupanj povezanosti. Potvrđeno je to kako nalazima korelacijske analize tako i nalazima kanoničke analize. Moguće je pretpostaviti da su procesi rasta i razvoja u ovoj fazi života doveli do diferencijacije mehanizama u podlozi dimenzija koordinacije te vizualno-motoričke integracije. Struktura povezanost kavu pronalazimo u prethodnim razdobljima, posebice u razdoblju predškole više ne egzistira. Umjesto navedenog prostor promatranih dimenzija poprima potpuno heterogenu strukturu što upućuje na finaliziranje procesa diferencijacije u aspektima koordinacije odnosno vizualno-motoričke integracije.

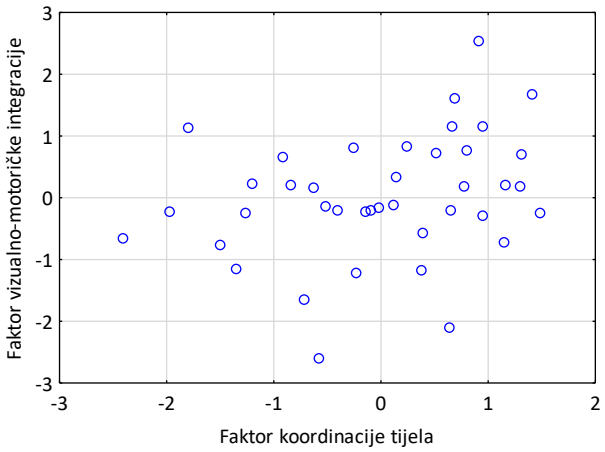
Grafikon 1.
Pozicija entiteta u prostoru kanoničkih faktora kod subuzorka predškole.



Grafikon 2.
Pozicija entiteta u prostoru kanoničkih faktora kod subuzorka 1. i 2. razreda.



Grafikon 3.
Pozicija entiteta u prostoru kanoničkih faktora kod subuzorka 3. i 4. razreda.



Grafikoni 1, 2 i 3 prikazuju disperziju entiteta mjerenja u prostoru prvog para kanoničkih faktora definiranih kao *Faktor koordinacije tijela* te *Faktor vizualno-motoričke integracije* za subuzorke ispitanika predškole, prvog i drugog razreda te trećeg i četvrtog razreda.

Izolirani par kanoničkih faktora kod subuzorka ispitanika predškole (Grafikon 1) statistički je značajan (χ^2 = 26,162; p = 0,000) uz koeficijent kanoničke korelacije Rc = 0,789 te koeficijent determinacije λ = 0,623. Dobiveni nalazi rezultiraju jasnim grupiranjem entiteta u prostoru kanoničkih faktora, pri čemu je moguće opaziti tendenciju formiranja linearne strukture povezanosti dvaju skupova varijabli.

Kod subuzorka ispitanika prvog i drugog razreda (Grafikon 2) izolirani par kanoničkih faktora također je statistički značajan (χ^2 = 14,782; p = 0,022). Koeficijent kanoničke korelacije u vrijednosti Rc = 0,577 te koeficijent determinacije na razini λ = 0,333 ukazuju na značajnu povezanost dvaju skupova varijabli. Međutim, smanjenje povezanosti analiziranih skupova vidljivo je i na grafičkom prikazu na kojem se uočava povećanje disperzije entiteta u prostoru kanoničkih faktora.

Izolirani par kanoničkih faktora kod subuzorka ispitanika trećeg i četvrtog razreda (Grafikon 3) nije statistički značajan (χ^2 = 3,611; p = 0,729). Dobiveni nalazi manifestiraju se i jasnom disperzijom entiteta u prostoru izoliranih kanoničkih faktora.

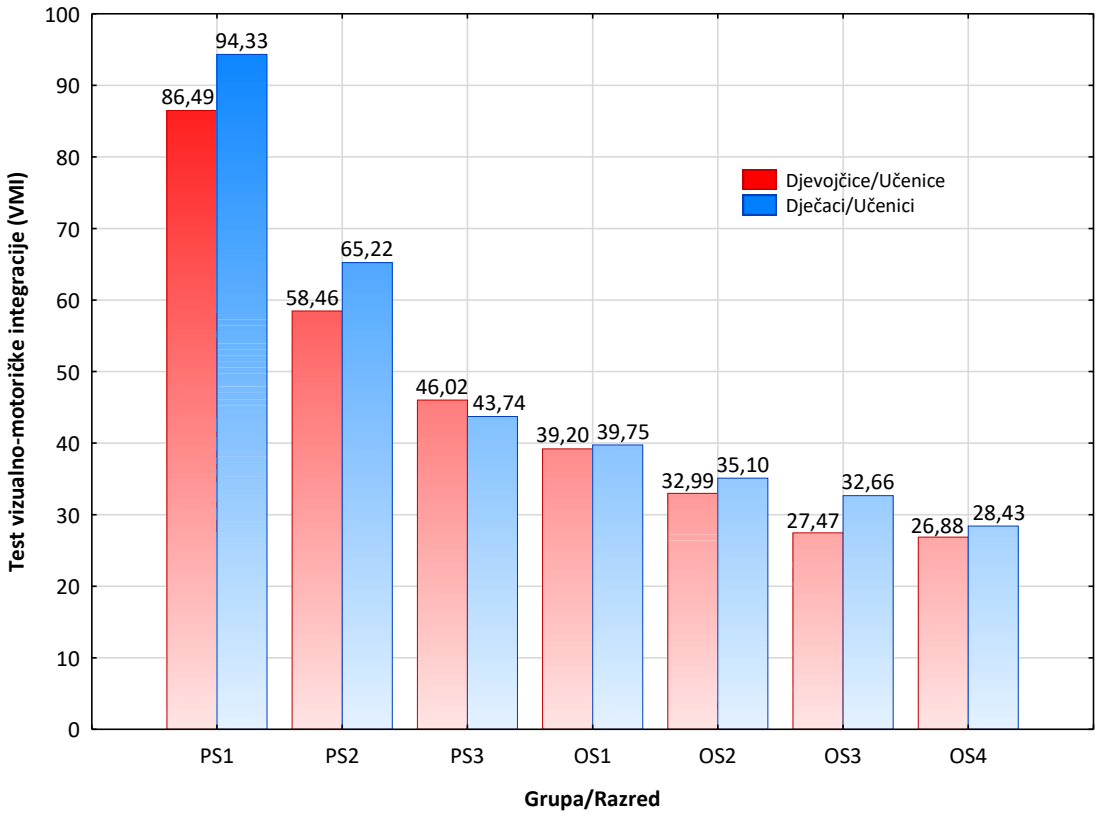
7.3. Razlike među ispitanicima u domeni vizualno-motoričke integracije

7.3.1. Razlike među ispitanicima u stupnju vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob

U sklopu analize razlika među ispitanicima (N = 440) u domeni vizualno-motoričke integracije iz rezultata deskriptivne statistike, odnosno izračuna pripadajućih aritmetičkih sredina u grafikonu 4. na kvantitativnoj razini prikazan je trend stupnja vizualno-motoričke integracije u funkciji vremena. Iz analize kvantitativnih razlika vidljiv je rast stupnja vizualno-motoričke integracije između djece mlađe predškolske dobi i srednje predškolske dobi. Unutar subuzorka mlađe predškolske dobi rezultati aritmetičkih sredina upućuju da su djevojčice nešto uspješnije u rješavanju *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u odnosu na dječake. Uvidom u strukturu rezultata aritmetičkih sredina subuzorka djece srednje predškolske dobi vidljiva je kvantitativna razlika između ispitanika u korist djevojčica. Između subuzorka djece srednje predškolske dobi i djece starije predškolske dobi uočen je rast u rezultatima *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Drugim riječima djeca starije predškolske dobi imala su bolje rezultate u VMI testu u odnosu na ispitanike srednje predškolske dobi. Unutar subuzorka ispitanika starije predškolske dobi uočena je blaga kvantitativna razlika u rezultatima testa u korist dječaka. Trend poboljšanja rezultata vidljiv je kod subuzorka učenika prvog razreda osnovne škole u odnosu na djecu starije predškolske dobi. Kvantitativna razlika u rezultatima *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) vidljiva je unutar promatranog subuzorka. Učenice prvog razreda imaju nešto bolje rezultate od učenika u *Testu vizualno-motoričke integracije* (VMI). Uvidom u rezultate aritmetičkih sredina na kvantitativnoj razini primijećen je trend povećanja stupnja vizualno-motoričke integracije između ispitanika prvog i drugog razreda osnovne škole. Također, unutar samog subuzorka ispitanika drugog razreda vidljivo je da učenice postižu bolje rezultate od učenika u *Testu vizualno-motoričke integracije* (VMI). Daljnjom analizom rezultata aritmetičkih sredina vidljiva je na kvantitativnoj razini stabilizacija trenda rasta stupnja vizualno-motoričke integracije između ispitanika drugog i trećeg razreda kao i između ispitanika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole. Unutar subuzorka trećeg razreda učenice postižu bolje rezultate u VMI testu u odnosu na učenike trećeg razreda osnovne škole. Kvantitativne razlike vidljive su između učenika i učenica četvrtog razreda, odnosno u ovoj životnoj dobi učenice postižu nešto bolje rezultate u *Testu vizualno-motoričke integracije* (VMI) od učenika. Iz rezultata aritmetičkih sredina uočen je najveći kvantitativni skok između djece srednje predškolske dobi u odnosu na djecu mlađe školske dobi zatim između djece starije predškolske dobi u odnosu na djecu srednje predškolske dobi. Također uočen je rast kod ispitanika prvog razreda osnovne škole u

odnosu na djecu starije predškolske dobi. Rezultati aritmetičkih sredina pokazuju poboljšanje rezultata *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) kod učenika drugog razreda osnovne škole, a kod učenika trećeg i četvrtog razreda vidljiva je stabilizacija u razlikama rezultata testa.

Grafikon 4.
Aritmetičke sredine rezultata Testa za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI) u onosu na dob i spol.



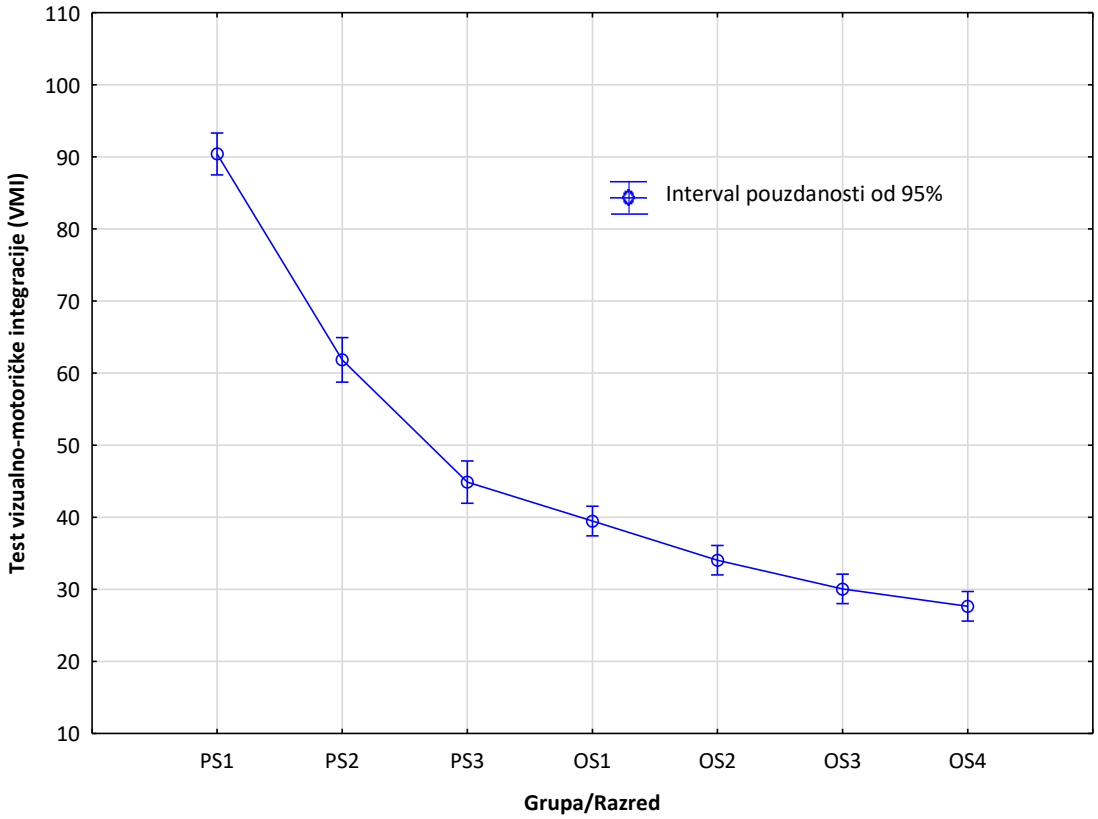
Faktorskom analizom varijance utvrđena su dva značajna generatora efekta dob i spol koji determiniraju rezultate ispitanika u Testu vizualno-motoričke integracije (VMI). Generalno, moguće je ustvrditi kako stupanj vizualno-motoričke integracije značajno ovisi o spolu odnosno dobi ispitanika.

Kvantitativne razlike detektirane među ispitanicima različitog spola potvrđene su kao statistički značajne na ukupnom uzorku, što upućuje na zaključak kako da djevojčice odnosno učenice generalno ostvaruju viši stupanj vizualno-motoričke integracije u odnosu na dječake odnosno učenike. Međutim, iako značajne na generalnoj razini, razlike evidentirane na nivo pojedinih skupina u odnosu na spol zbog izostanka interakcijskog učinka treba tumačiti oprezno. Dakle,

istraživanje je potvrdilo značajne razlike između ispitanika različitog spola, a s ciljem preciznije detekcije spolnih razlika u pojedinim razvojnim razdobljima preporučuju se daljnja istraživanja.

Od posebnog interesa u sklopu provedenog istraživanja bila je detekcija i analiza razlika ispitanika različitih dobnih skupina. Dobiveni nalazi faktorske analize potvrdili su statistički značajne razlike među ispitanicima u odnosu na dob. To upućuje na značajan ontogenetski zamah u razvoju vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika predškolske i mlađe školske dobi. Ovakvi nalazi u skladu su rezultatima dosadašnjih istraživanja koji upravo navedeno razdoblje detektiraju kao najznačajnija period u razvoju promatranih sposobnosti (Decker et al., 2011).

Grafikon 5.
Rezultati Testa za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI) u onosu na dob.



Primjenom post hoc analize dobiven je uvid u razlike između pojedinih dobnih skupina obuhvaćenih provedenim istraživanjem. Inspekcijom sukcesivnih rezultata evidentirane su statistički značajne razlike između svi dobnih skupina predškolske dobi. Tako se pokazuje statistički značajna razlika između djece mlađe predškolske dobi u odnosu na djecu srednje predškolske dobi, kao i značajna razlika između djece srednje predškolske dobi i starije predškolske dobi u stupnju

vizualno-motoričke integracije. Dobiveni nalazi ukazuju na značajan napredak u ontogenetskom smislu kod promatrane dimenzije upravo u predškolskoj dobi. Navedeno se jasno vidi i na grafikonu 6 gdje se uočava točka fleksije kod ispitanika starije predškolske dobi. Procesi rasta i razvoja očito proizvode pozitivne efekte i u području vizualno-motoričke integracije, što je u skladu s razvojnom dinamikom ovog životnog razdoblja koje se općenito smatra fazom ubrzanog razvoja (Findak, 2001). Pridoda li se tome utjecaj učenja i vježbanja kroz sadržaje usmjerene razvoju grafomotoričkih vještina koji čine značajan dio kurikuluma rada s djecom predškolske dobi, dobiveni rezultati mogu se smatrati očekivanima. Značajna razlika u stupnju vizualno-motoričke integracije evidentirana je i između ispitanika starije predškolske dobi te učenika prvog razreda osnovne škole, kao i učenika prvog i drugog razreda osnovne škole. Analiziraju li se kurikularni sadržaji za učenike prvog razreda moguće je detektirati čitav niz elemenata usmjerenih učenju pisanja odnosno grafomotorike, a takve aktivnosti u podlozi nužno imaju za osnovu vizualno-motoričku integraciju. Stoga je i napredak u stupnju vizualno-motoričke integracije očekivan budući da se razvoj grafomotoričkih vještina, a time i fine motorike odnosno mikromotoričkih vještina postavlja kao jedan od osnovnih ciljeva u ovom odgojno obrazovnom razdoblju (Lin et al., 2015).

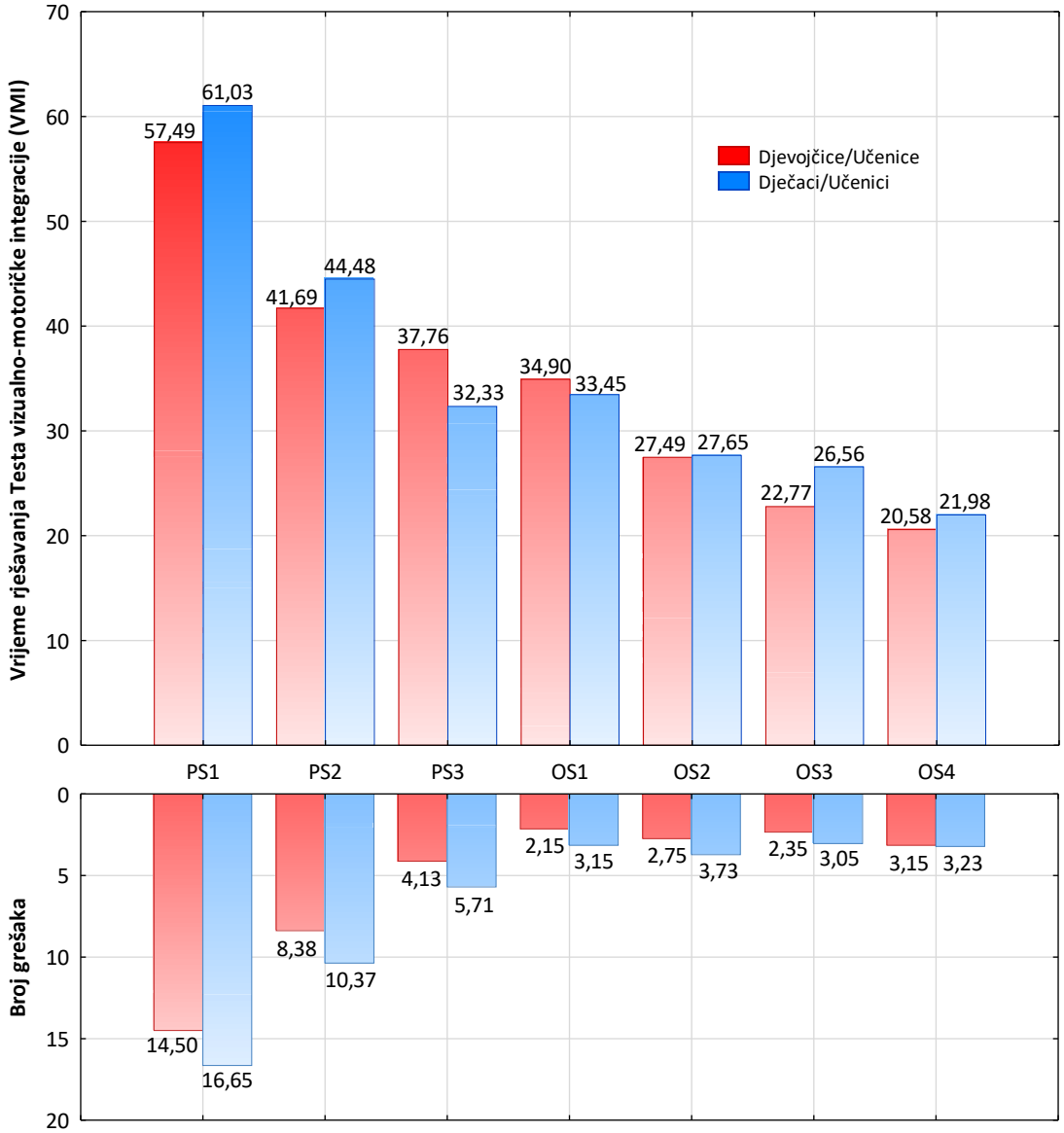
Daljnjom analizom razlika među pojedinim dobnim skupinama uočava se stabilizacija procesa vizualno-motoričke integracije, pa tako kvantitativne razlike između ispitanika drugog i trećeg razreda, kao i učenika trećeg i četvrtog razreda više nisu statistički značajne. Dobiveni nalazi upućuju na zaključak da su procesi vizualno-motoričke integracije u najvećoj mjeri završeni ili preciznije da proces razvoja promatrane dimenzije ulazi u fazu stabilizacije koju karakterizira veoma blag kvantitativni napredak.

7.3.2. Razlike među ispitanicima u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije u odnosu na spol i dob

U sklopu analize razlika među ispitanicima (N = 440) u strukturi *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) iz rezultata deskriptivne statistike, odnosno izračuna pripadajućih aritmetičkih sredina u grafikonu 5. na kvantitativnoj razini prikazan je trend količine vremena i broja grešaka prilikom rješavanja testa po uzrastima. Na kvantitativnoj razini vidljiv je pad u količini vremena potrebnog za rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) sukcesivno kod djece mlađe, srednje i starije predškolske dobi. Također, uvidom u rezultate broja grešaka kvantitativne razlike među djecom mlađe, srednje i starije predškolske dobi upućuju na pad u broju počinjenih grešaka prilikom izvedbe testa. Unutar mlađe predškolske dobi učenice brže rješavaju VMI test te rade manje broj grešaka u odnosu na dječake. Isti odnosi na kvantitativnoj razini zabilježeni su i kod ispitanika srednje predškolske dobi. Drugim riječima djevojčice su brže i preciznije i u ovom životnom periodu od dječaka u rješavanju *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Kod subuzorka djece starije predškolske dobi učenici nešto brže rješavaju test, ali ujedno i čine veći broj grešaka prilikom izvedbe VMI testa. Blagi kvantitativni skok u vremenu potrebnom za rješavanje testa vidljiv je kod ispitanika prvog razreda u odnosu na ispitanike starije predškolske dobi. Kod učenika i učenica prvog razreda došlo je i do smanjivanja broja grešaka u odnosu na raniju životnu dob. Uvidom u strukturu vremena vidljiva je blaga kvantitativna razlika u vremenu rješavanja VMI testa u korist učenika. Učenice i u prvom razredu rade manji broj grešaka u odnosu na učenike. Analizom aritmetičkih sredina rezultata vremena i greške vidljiv je kvantitativni skok učenika i učenica drugog razreda osnovne škole u vremenu rješavanja testa u odnosu na učenike i učenice prvog razreda. U subuzorku ispitanika drugog razreda učenice su nešto brže u rješavanju testa te rade nešto manje grešaka u odnosu na učenike. Uvidom u rezultate aritmetičkih sredina ispitanika trećeg razreda vidljivo je neznatno kvantitativno poboljšanje u vremenu rješavanja testa kao i u smanjenju broja grešaka. Kod promatranog subuzorka učenice također brže i točnije rješavaju *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Učenici i učenice četvrtog razreda na kvantitativnoj razini brže rješavaju test od učenika i učenica trećeg razreda. Ispitanici promatranog subuzorka rade nešto veći broj grešaka u odnosu na ispitanike prethodnog subuzorka. I u četvrtom razredu učenice na kvantitativnoj razini nešto brže i točnije rješavaju test u odnosu na učenike. Uvidom u kvantitativne razlike aritmetičkih sredina varijabli VMI_{time} i VMI_{error} da se naslutiti trend poboljšanja vremena potrebnog za rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Iz rezultata aritmetičkih sredina uočen je najveći kvantitativni skok između djece srednje predškolske dobi u odnosu na djecu mlađe školske dobi zatim, između djece starije predškolske dobi u odnosu na djecu srednje predškolske

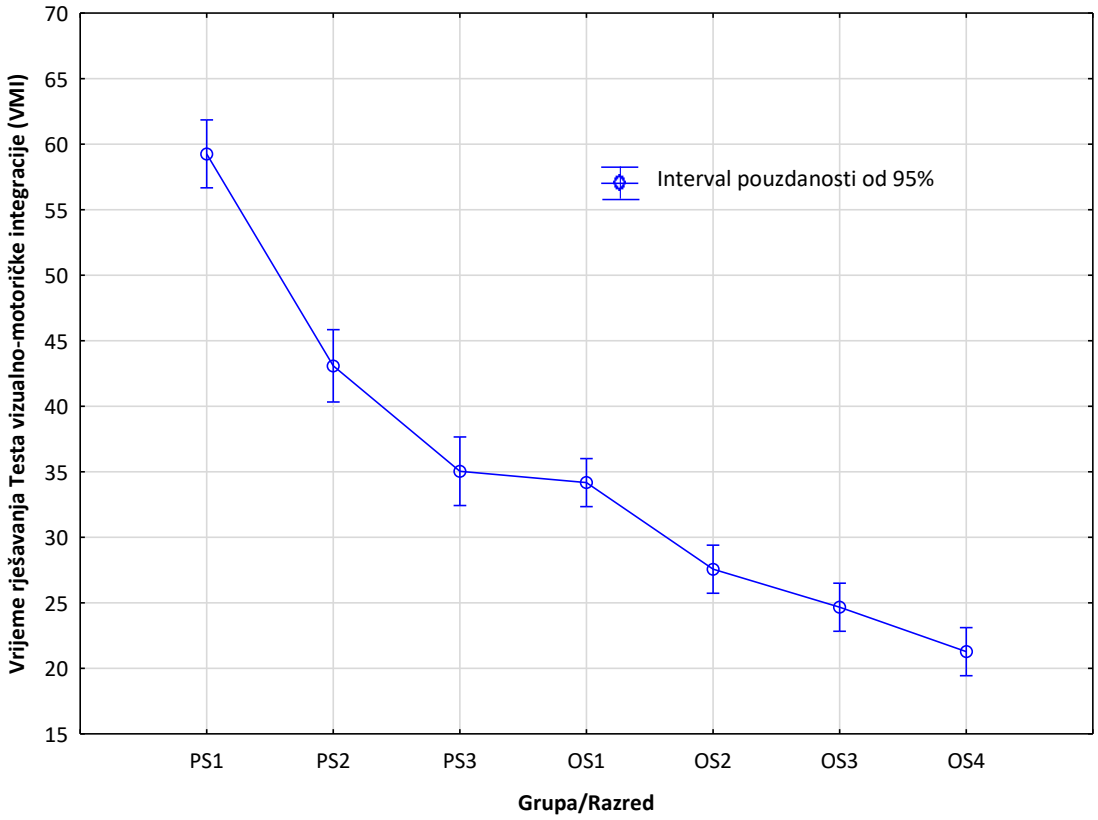
dobi. Također uočeno je poboljšanje kod ispitanika prvog razreda osnovne škole u odnosu na djecu starije predškolske dobi. Rezultati aritmetičkih sredina pokazuju poboljšanje vremena izvođenja VMI testa kod učenika drugog razreda osnovne škole, a kod učenika trećeg i četvrtog razreda vidljiva je stabilizacija u varijabli VMI_{time}. Sličan trend vidljiv je i kod broja grešaka počinjenih prilikom rješavanja testa. Uvidom u rezultate aritmetičkih sredina uočeno je najveće kvantitativno poboljšanje sukcesivno između djece mlađe, srednje i starije predškolske dobi. Kod subuzorka učenika prvog razreda vidljiv je pad u rezultatima varijable VMI_{error} u odnosu na raniji životni period. Kvantitativne razlike aritmetičkih sredina varijable VMI_{error} u prvom, drugom, trećem i četvrtom razredu osnovne škole upućuju na moguću stabilizaciju trenda poboljšanja točnosti prilikom izvedbe *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

Grafikon 6.
Aritmetičke sredine rezultata Testa za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI) u onosu na dob i spol.



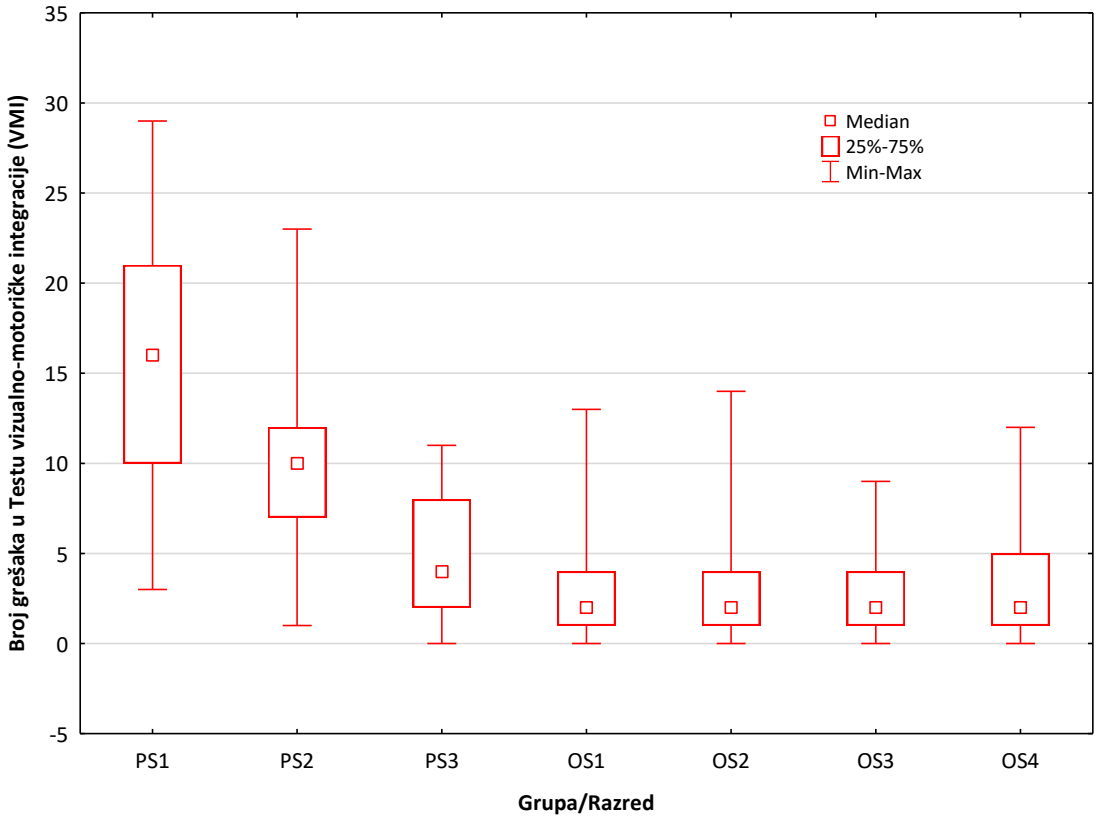
Faktorska analiza varijance potvrdila je statistički značajnu razliku među ispitanicima različite dobi u vremenu potrebnom za rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Evidentno je, dakle kako dob značajno utječe na brzinu rješavanja testa. Pri tome se uočava trend smanjenja potrebnog vremena, što ispitanicima omogućava sve brže rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Uvidom u analizu razlika između pojedinih dobnih skupina moguće je suditi o dinamici razvoja sposobnosti brzog rješavanja testa. Tako je vidljivo da brzina rješavanja značajno raste između ispitanika mlađe i srednje predškolske dobne skupine te srednje i starije dobne skupine. U starijoj dobnoj skupini dolazi do usporavanja ovog trenda te razlike u odnosu na ispitanike prvog razreda osnovne škole više nisu značajne. Ponovno ubrzavanje trenda uočava se između učenika prvog i drugog razreda gdje je razlika u brzini rješavanja testa statistički značajna. U drugom razredu trend se ponovno usporava, pa tako između učenika drugog i trećeg, kao i trećeg i četvrtog razlike u brzini rješavanja teta više nisu statistički značajne. Navedeno je vidljivo i u grafikonu 7 gdje je inspekcijom trenda jasno uočljivo usporavanje razvojnih procesa između ispitanika starije predškolske dobi i učenika prvih razreda kao i između učenika drugog i četvrtog razreda.

Grafikon 7.
Vrijeme rješavanja Testa za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI) u onosu na dob.



Primjenom Kurskal-Wallis testa potvrđena je statistički značajna razlika između subuzoraka ispitanika u odnosu na spol i dob u broju grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Dobiveni nalazi upućuju na zaključak o spolu kao značajnom generatoru razlika među ispitanicima. Drugim riječima, prilikom rješavanja testa ispitanici i ispitanice generiraju različit broj pogrešaka pri čemu kvantitativna analiza ukazuje da su ispitanice prilikom rješavanja točnije. Daljnjom analizom potvrđena je i značajnost razlike među različitim skupinama ispitanika s obzirom na dob. Analizom razlika između pojedinih dobnih skupina moguće je dobiti uvid u trend poboljšanja točnosti u funkciji vremena. Razlika u količini pogrešaka kod ispitanika mlađe i srednje predškolske dobi, iako je evidentirana na kvantitativnoj razini, nije statistički značajna. Daljnjom analizom trenda uočava se statistički značajna razlika u točnosti prilikom rješavanja testa između ispitanika srednje i starije predškolske dobi kao i kod ispitanika starije predškolske dobi i učenika prvih razreda. U periodu od prvog do četvrtog razreda dolazi do stagnacije trenda, pa je moguće evidentirati kako razlike između učenika prvog i drugog, drugog i trećeg te trećeg i četvrtog razreda nisu statistički značajne. Navedeni nalazi reprezentirani su i na grafikonu 8 koji jasno ukazuje na pojačan trend povećanja točnosti između ispitanika srednje i starije predškolske te starije predškolske dobi i prvog razreda nakon čega dolazi do stabilizacije rezultata.

Grafikon 8.
Broj grešaka u Testu za procjenu vizualno-motoričke integracije (VMI) u onosu na dob.



7.4. Implikacije i budući pravci istraživanja

Vizualno-motorička integracija važan je pozadinski mehanizam odgovoran za manifestaciju finih motoričkih pokreta prilikom izvođenja mikromotoričkih vještina naročito onih iz polja grafomotorike. Jedna od pozadinskih funkcija u izvršavanju zadaća pisanja i crtanja simbola je vizualno-motorička integracija koju predstavlja proces neuro-muskularnog usklađivanja odnosno koordinacije informacija iz vidnih receptora i mišićnih efektora u cilju izvođenja preciznih motoričkih radnji. Vizualno-motorička integracija ima visoku prediktivnu moć na akademski uspjeh naročito na odgojno obrazovne segmente u kojima se koristi pisanje. Upravo je poznavanje pozadinskih mehanizama odgovornih za manifestacije spomenutih znanja i vještina ključno u planiranju i programiranju edukacijskih sadržaja u cjelini kao i u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture.

Provedeno istraživanje dalo je uvid u povezanost koordinacije tijela s stupnjem vizualno-motoričke integracije. Rezultati istraživanja dali su uvid u zajednički pozadinski mehanizam koji se postepeno diferencira kroz predškolsku i mlađu školsku dob. Osim navedenog, ispitan je novi mjerni instrument koji omogućuje brzo i ekonomičano ispitivanje stupnja vizualno-motoričke integracije u dobi od 3 do 10 godina starosti. Upotrebom spomenutog mjernog instrumenta ispitan je trend razvoja stupnja vizualno-motoričke integracije te je dan uvid u internu strukturu testa odnosno u relaciju brzine izvođenja finih motoričkih pokreta i točnosti prilikom njihove izvedbe.

Nalazi istraživanja definiraju polaznu točku za daljnju primjenu dobivenih znanstvenih spoznaja u području kineziološke edukacije u znanstvenom i praktičnom smislu. Osim navedenog, rezultati istraživanja mogu se implementirati u sadržaje drugih nastavnih predmeta te u sadržaje predškolskog odgoja i obrazovanja u svrhu detekcije stupnja vizualno-motoričke integracije kao i odabira metoda za poboljšanje mikromotoričkih vještina. Znanstvene spoznaje provedenog istraživanja moguće je implementirati u područje pedagogije, didaktike, psihologije, edukacijske rehabilitacije kao i u druga srodna područja.

U daljnjem tekstu postavljeni su mogući budući pravci istraživanja koji bi dali dodatan uvid u proces vizualno-motoričke integracije te obogatili fundus znanstvenih spoznaja unutar navedenog područja:

- Istraživanje neurološke pozadine vizualno-motoričke integracije
- Istraživanje utjecaja vizualno-motoričke integracije na različite mikromotoričkih manifestacije
- Istraživanje utjecaja različitih antropološki dimenzija na proces vizualno-motoričke integracije
- Istraživanje povezanosti vizualno-motoričke integracije i akademskog uspjeha
- Longitudinalno istraživanje ontogenetskog razvoja vizualno-motoričke integracije
- Istraživanje stupnja vizualno-motoričke integracije kod odraslih i osoba starije životne dobi
- Istraživanje razvoja vizualno-motoričke integracije kod osoba s posebnim potrebama

Navedeni pravci istraživanja daju uvid u buduću strategiju istraživanja različitih aspekata vizualno-motoričke integracije. Realizacijom istih dobio bi se još dublji uvid u samu strukturu pozadinskih mehanizama odgovornih za manifestaciju makromotoričkih i mikromotoričkih vještina. Navedeni pravci istraživanja daju logičan slijed u svrhu dodatnog izučavanja promatranog fenomena te dobivanja validnih znanstvenih spoznaja.

8. Zaključak

Glavni problem prezentiranog istraživanja predstavlja ontogenetski razvoj vizualno-motoričke integracije kao pozadinskog mehanizma odgovornog za manifestaciju mikromotoričkih vještina. Mikromotoričke vještine i znanja, naročito grafomotoričkog tipa, direktno su vezane s čitavim spektrom čovjekovih aktivnosti, posebno u sustavu odgoja i obrazovanja u cjelini pa tako i u kineziološkoj edukaciji. Definirani znanstveni problem podijeljen je na parcijalne probleme vezane za mehanizam vizualno-motoričke integracije, povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije, trend razvoja vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika u dobi od 3 do 10 godina te interne strukture *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) u funkciji vremena.

Iz navedeni znanstvenih problema formirani su cilj i zadaće istraživanja te su postavljene istraživačke hipoteze. Dobiveni nalazi pružaju uvid u pozadinske mehanizme odgovorne za manifestaciju pokreta u domenama makromotoričkih i mikromotoričkih znanja i vještina kao i razvojni trend vizualno-motoričke integracije. Dobiveni nalazi osigurali su valjane znanstvene odgovore te su ostvareni ciljevi i zadaće istraživanja iz kojih je moguće donijeti znanstvene zaključke.

1) Metrijske karakteristika mjernih instrumenata:

- Analizom metrijskih karakteristika utvrđen je zadovoljavajući stupanj osjetljivosti, pouzdanosti i homogenosti mjernih instrumenata *Poligon natraške* (MOP), *Koraci u stran*u (MKUS) te *Okretnost s palicom* (MOP) kod svih pet subuzoraka ispitanika. Mjerni instrumenti omogućavaju praćenje ontogenetskog razvoja u domeni motoričkih sposobnosti tipa koordinacija. Također, analizirani testovi pogodni su za evaluaciju i praćenje stupnja koordinacije tijela kod djece i učenika u dobi od 3 do 10 godina kako u znanstvene svrhe tako i u neposrednoj odgojno-obrazovnoj praksi. Iz dobivenih nalaza moguće je zaključiti da svi spomenuti testovi predstavljaju vrijedan kineziometrijske instrumente primjenjive kod proučavanja motoričkih sposobnosti tipa koordinacija.

- Iz analize metrijskih karakteristika moguće je zaključiti da mjerni instrument *Beery VMI razvojni test vizualno-motoričke integracije (Beery VMI)* ispunjava zahtjev osjetljivosti kod djece i učenika u svih pet subuzoraka. Dobiveni nalazi potvrđuju da mjerni instrument omogućava praćenje stupnja vizualno-motoričke integracije kod populacije od 3 do 10 godina starosti i kao takav predstavlja vrijedan instrument za proučavanje stupnja vizualno-

motoričke integracije. Analizirani test pogodan je za dijagnostičko praćenje stupnja vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika kao i za kolekciju znanstveno valjanih podataka.

- Ispitivanjem metrijskih karakteristika novokonstruiranog mjernog instrumenta *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) utvrđen je zadovoljavajući stupanj osjetljivosti, pouzdanosti, homogenosti i faktorske valjanosti kod svih pet subuzoraka ispitanika. Mjerni instrument omogućava detekciju stupnja vizualno-motoričke integracije kod djece i učenika u dobi od 3 do 10 godina. Evaluirani mjerni instrument pogodan je za brzi monitoring velikog broja ispitanika na objektivan i ekonomičan način te kao takav predstavlja vrijedan znanstveni instrument. Osim navedenoga zbog svoje objektivnosti, efikasnosti i lake upotrebe *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) pogodan je za evaluaciju i monitoring djece i učenika u odgojno-obrazovnoj praksi od strane odgajatelja, učitelja i nastavnika. Dobivenih nalazi upućuju na zaključak da analizirani test predstavlja vrijedan kineziometrijski instrument pogodan za proučavanje stupnja vizualno-motoričke integracije grafomotoričkog tipa.

2) Povezanost koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije

- Dobiveni nalazi međusobne povezanosti pojedinih varijabli te povezanosti skupova varijabli koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka predškolske dobi upućuju na zaključak o visokoj korelativnoj i kanoničkoj povezanosti. Osim navedenog nalazi sugeriraju postojanje jedinstvenog pozadinskog mehanizma odgovornog za manifestaciju kretnih struktura potrebnih za savladavanje zadataka kod testova koordinacije tijela tako i kod testova za procjenu stupnja vizualno-motoričke integracije.

- Temeljem dobivenih nalaza povezanosti pojedinih varijabli te povezanosti skupova varijabli koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka učenika i učenica prvog i drugog razreda osnovne škole moguće je zaključiti da su spomenute varijable i dimenzije na visokom, ali znatno manjem stupnju povezanosti u odnosu na subuzorak predškolske dobi. Smanjenje povezanosti varijabli i dimenzija koordinacije tijela te vizualno-motoričke integracije upućuje na zaključak da u ovoj životnoj fazi započinju procesi postepene diferencijacije pozadinskih mehanizama odgovornih za manifestaciju promatranih makromotoričkih i mikromotoričkih znanja i vještina.

- Iz analize povezanosti varijabli i dimenzija koordinacije tijela i vizualno-motoričke integracije kod subuzorka učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda osnovne škole moguće je utvrditi da ne postoji povezanost među promatranim dimenzijama. Nalazi upućuju na zaključak da u ovoj životnoj dobi dolazi do potpune diferencijacije mehanizama odgovornih za manifestaciju promatranih znanja i vještina kako na makromotoričkoj razini tako i na mikromotoričkoj razini.

- Temeljem nalaza moguće je zaključiti da se manifestacije makromotoričkih i mikromotoričkih znanja i vještina mijenjaju u funkciji vremena odnosno da dolazi do pojave postupne diferencijacije među pojedinim životnim razdobljima. U predškolskom razdoblju promatrana znanja i vještine nalaze se pod kontrolom jedinstvenog mehanizma da bi se zbog elemenata rasta i razvoja te učenja i uvježbavanja odnosno povećanja fundusa motoričkih znanja i vještina u fazi prvog i drugog razreda mehanizmi počeli postepeno odvajati. Na osnovu nalaza kod učenika i učenica trećeg i četvrtog razreda opaža se potpuno razdvajanje pozadinskih mehanizama zaslužnih za manifestacije promatranih dimenzija. Diferencijaciju mehanizama odgovornih za manifestaciju promatranih znanja i vještina kod djece i učenika u dobi od 3 do 10 godina moguće je objasniti elementima izraženog rasta i razvoja te povećanja fundusa motoričkih programa.

3) Trend razvoja vizualno-motoričke integracije

- Analizom razvojnih trendova odnosno ispitivanja razlika kod djece i učenika u stupnju vizualno-motoričke integracije utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike između ispitanica i ispitanika u stupnju vizualno-motoričke integracije. Iz dvofaktorske analize varijance moguće je zaključiti da spol generira značajan utjecaj na rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

- Iz dobivenih nalaza dvofaktorske analize varijance moguće je zaključiti da postoje statistički značajne razlike u stupnju vizualno-motoričke integracije između ispitanika promatranih dobnih skupina. Drugim rječima, dobiveni nalazi potvrđuju da generator efekta dob značajno utječe na rezultate *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

- Rezultati post hoc analize daju uvid u razlike između pojedinih dobnih skupina obuhvaćenih u prezentiranoj studiji. Uvidom u dobivene nalaze moguće je zaključiti da postoje statistički značajne razlike između svih dobnih skupina predškolske dobi. Tako je vidljiva točka fleksije kod djece starije predškolske dobi odnosno kod tranzicije iz predškolskog odgojno obrazovnog sustava u školski odgojno obrazovni susta. Analizom trenda razvoja stupnja vizualno-motoričke integracije utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike između ispitanika prvog i drugog razreda, što upućuje na zaključak da i u ovom životnom razdoblju postoji točka fleksije u stupnju vizualno-motoričke integracije. Rezultati daljnje analize upućuju na zaključak da kod učenika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole dolazi do stabilizacije trenda razvoja vizualno-motoričke integracije.

4) Razlike u strukturi Testa vizualno-motoričke integracije (VMI)

- Analiza razlika u količini vremena potrebnog za rješavanje *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) ukazuju na zaključak da postoji statistički značajna razlika između ispitanika različite dobi. Dobiveni nalazi potvrđuju da statistički značajn generator efekta dob utječe na brzinu rješavanja VMI testa.

- Rezultati dvofaktorske analize varijance razlika u brzini rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) upućuju na zaključak o postojanju trenda smanjenja potrebnog vremena za rješavanje testa. Brzina rješavanja značajno raste između ispitanika mlađe i srednje predškolske dobne skupine te srednje i starije dobne skupine. U starijoj dobnoj skupini dolazi do usporavanja trenda poboljšanja brzine rješavanja testa u odnosu na ispitanike prvih razreda, što ukazuje na postojanje točke fleksije unutar promatranog trenda. Statistički značajno ubrzanje trenda uočava se između učenika prvog i drugog razreda osnovne škole. U drugom razredu trend se ponovno usporava, pa tako između učenika drugog i trećeg, kao i trećeg i četvrtog razlike u brzini rješavanja testa više nisu statistički značajne. Iz dobivenih nalaza moguće je zaključiti da se sljedeća točka fleksije nalazi između prvog i drugog razreda osnovne škole te da u trećem i četvrtom razredu osnovne škole dolazi do usporavanja razvojnih procesa odnosno, do smanjenja brzine prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI).

- Analiza razlika u broju pogrešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI) ukazuju na zaključak o postojanju statistički značajne razlika između ispitanika različitog spola. Primjenom Kurskal-Wallisovog H testa potvrđeno je da spol generira značajan utjecaj na točnost prilikom rješavanja testa.

- Iz dobivenih nalaza Kurskal-Wallisovog H testa moguće je zaključiti da postoji statistički značajna razlika između ispitanika različite dobi u broju počinjenih grešaka prilikom izvođenja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Dobiveni nalazi potvrđuju da generator efekta dob statistički značajno utječe na točnost prilikom rješavanja VMI testa.

- Rezultati post hoc analize potvrđuju da postoji statistički značajna razlika između subuzoraka ispitanika u odnosu na dob u broju grešaka prilikom rješavanja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Analizom rezultata post hoc analize moguće je zaključiti da ispitanici različitih dobnih skupina generiraju različit broj pogrešaka prilikom rješavanja testa. Uvidom u razlike između pojedinih dobnih skupina moguće je dobiti uvid u trend poboljšanja točnosti u funkciji vremena. Analizom trenda uočava se statistički značajna razlika u točnosti prilikom rješavanja testa između ispitanika srednje i starije predškolske dobi kao i kod ispitanika starije predškolske dobi i učenika prvih razreda, što navodi na zaključak da u ovim fazama razvoja postoje točke fleksije u trendu poboljšanja točnosti prilikom izvođenja testa. U periodu od prvog do četvrtog razreda dolazi do stagnacije trenda opadanja broja grešaka prilikom izvođenja *Testa vizualno-motoričke integracije* (VMI). Nalazi ukazuju na pojačan trend povećanja točnosti između ispitanika srednje i starije predškolske dobi te starije predškolske dobi i prvog razreda osnovne škole nakon čega dolazi do stabilizacije rezultata.

5) Prijedlog noveliranja u sustavu nomenklature

Temeljem analize dosadašnjih spoznaja kao i temeljem provedenog istraživanja te izvedenih zaključaka predlaže se uvođenje dvaju termina u sustav kineziološke nomenklature:

- ***Mikromotoričke vještine*** – obuhvačaju vještine odnosno motoričke programe koji se manifestiraju na izoliranoj razini ili segmentu tijela.
- ***Makromotoričke vještine*** – obuhvačaju vještine odnosno motoričke programe koji se uključuju pokrete velikih segmenata tijela ili tijela u cjelini.

Prezentirani nalazi doktorske disertacije dali su uvid u strukturu vizualno-motoričke integracije kao pozadinskog mehanizma odgovornog za usklađivanje informacija dobivenih putem vidnih receptora i finih mišićnih struktura šake prilikom izvođenja mikromotoričkih operacija. Sukladno cilju i zadaćama u prezentiranoj studiji dobiven je uvid u proces razvoja promatrane dimenzije u funkciji vremena kao i povezanosti vizualno-motoričke integracije i koordinacije tijela. Osim navedenog, ispitan je novokonstruirani mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) koji na brz, efikasan i precizan način mjeri stupanj promatrane dimenzije.

Poznavanje pozadinskih mehanizama te njihovih manifestacija od esencijalnog je značaja u formiranju kurikularnih sadržaja usmjerenih ka usavršavanju dimenzija odgovornih za uspješnost pojedinca u akademskom procesu i svakodnevnom životu. Mjerni instrument *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI) omogućuje jednostavnu detekciju promatrane dimenzije kod djece i učenika, kako u znanstvene svrhe tako i u neposrednoj odgojno obrazovnoj praksi. Brzim i jednostavnim screeaningom kao i spoznajama razvojnih trendova vizualno-motoričke integracije omogućena je pravovremena detekcija u svrhu unapređenja nastavnih sadržaja u predškolskom odgoju i obrazovanju, razrednoj nastavi te kineziološkoj edukaciji.

Nalazi i spoznaje prezentirane doktorske disertacije dali su validne znanstvene odgovore o trendu razvoja vizualno-motoričke integracije kao i odnosima makromotoričkih i mikromotoričkih vještina. Dobiveni odgovori samo su jedan djelić kompleksne slagalice funkcioniranja ljudskog organizma.

9. Literatura

Africa, E. K., & van Deventer, K. J. (2017). A motor-skills programme to enhance visual motor integration of selected pre-school learners. *Early Child Development and Care*, *187*(12), 1960-1970.

Bala, G. (1986). *Logičke osnove metoda za analizu podataka iz istraživanja u fizičkoj kulturi.* Novi Sad: Gustav Bala.

Barnhardt, C., Borsting, E., Deland, P., Pham, N., & Vu, T. (2005). Relationship between visual-motor integration and spatial organization of written language and math. *Optometry and Vision Science*, *82*(2), 138-143.

Bavčević, T. (2015). Research review of relation of visual-motor integration, motor abilities and ontogenetic development. In Z. Grgantov, J. Paušić, T. Bavčević, D. Čular, A. Kezić & A. Miletić (Eds.), *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference "Contemporary Kinesiology", Split, 2015* (pp. 729-737). Split: Faculty of Kinesiology, University of Split.

Bavčević, T., & Bavčević, D. (2015). Construction and validation of the test for evaluation of visual-motor integration in children aged 7 to 10. *Research in Physical Education, Sport & Health*,*4*(2).

Bavčević, Teo; Bavčević, Tonči; Bavčević, D. (2015). Preliminary research results of visual-motor integration in children aged 7 to 10. In Z. Grgantov, J. Paušić, T. Bavčević, D. Čular, A. Kezić & A. Miletić (Eds.), *Proceedings Book of the 5th International Scientific Conference "Contemporary Kinesiology", Split, 2015* (pp. 751-758). Split: Faculty of Kinesiology, University of Split.

Beery, K. E., Beery, N. A., Buktenica, N. A. (2010). *Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration, Sixth Edition (Beery VMI).* SAD: PsychCorp.

Beery, K. E. (1989). *The Developmental Test of Visual-Motor Integration*(3rd.ed.). Cleveland: Modern Curriculum Press.

Bonifacci, P. (2004). Children with low motor ability have lower visual-motor integration ability but unaffected perceptual skills. *Human Movement Science, 23*(2), 157-68.

Brown, T., Chinner, A., & Stagnitti, K. (2010). The reliability of two visual motor integration tests used with healthy adults. *Occupational therapy in health care*, *24*(4), 308-319.

Brown, T., Chinner, A., & Stagnitti, K. (2011). Convergent validity of two visual motor integration tests. *British journal of occupational therapy*, *74*(6), 295-303.

Carlson, A. G., Rowe, E., & Curby, T. W. (2013). Disentangling fine motor skills' relations to academic achievement: The relative contributions of visual-spatial integration and visual-motor coordination. *The Journal of genetic psychology*, *174*(5), 514-533.

Coker, C. A. (2017). *Motor learning and control for practitioners*. Routledge.

Cornhill, H., & Case-Smith, J. (1996). Factors that relate good and poor handwriting. *The American Journal of Occupational Therapy*, *50*(9), 732–739.

Darrah, J., Senthilselvan, A., & Magill-Evans J. (2009). Trajectories of serial motor scores of typically developing children: Implications for clinical decision making. *Infant Behav Dev., 32*(1), 72-8.

Darrah, J., Hodge, M., Magill-Evans, J., & Kembhavi, G. (2003). Stability of serial assessments of motor and communication abilities in typically developing infants-implications for screening. *Early Hum Dev., 72*(2), 97-110.

Darrah, J., Redfern, L., Maguire, T. O., Beaulne, A. P., & Watt, J. (1998). Intra-individual stability of rate of gross motor development in full-term infants. *Early Hum Dev., 52*(2), 169-79.

De Barros, K. M., Fragoso, A. G., de Oliveira, A. L., Cabral Filho, J. E., & de Castro, R. M. (2003). Do environmental influences alter motor abilities acquisition? A comparison among children from day-care centers and private schools. *Arq Neuropsiquiatr,61*(2A), 170-175.

Decker, S. L., Englund, J. A., Carboni, J. A., & Brooks, J. H. (2011). Cognitive and Developmental Influences in Visual-Motor Integration Skills in Young Children. *Psychological Sssessment, 23*(4), 1010-1016.

Decker, S. L. (2008). Measuring growth and decline in visual-motor processes with the Bender-Gestalt second edition. *Journal of Psychoeducational Assessment, 26*(1), 3-15.

Dinehart, L., & Manfra, L. (2013). Associations between low-income children's fine motor skills in preschool and academic performance in second grade. *Early Education & Development*, *24*(2), 138-161.

Dizdar, D. (2006). *Kvantitativne metode.* Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Findak, V. (2001). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture - priručnik za nastavnike tjelesne i zdravstvene kulture.* Zagreb: Školska knjiga.

Findak, V., Metikoš, D., Mraković, M., & Neljak, B. (1996). *Primijenjena kineziologija u školstvu - NORME.* Zagreb: Hrvatski pedagoško-književni zbor.

Erhardt, R., & Meade, V. (2005). Improving handwriting without teaching handwriting: The consultative clinical reasoning process. *Australian Occupational Therapy Journal, 52*, 199–210.

Flatters, I., Hill, L. J. B., Williams, J. H. G., Barber, S. E., & Mon-Williams, M. (2014). Manual Control Age and Sex Differences in 4 to 11 Year Old Children. *Plos One, 9*(2).

Fulgosi, A. (1979). *Faktorska analiza.* Zagreb: Školska knjiga.

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (1998). Childhood perception and perceptual motor development. *Understanding motor development infants, children, adolescents, adults.* Singapore: McGraw-Hill, 297-316.

Goyen, T. A., & Duff, S. (2005). Discriminant validity of the developmental test of visual-motor integration in relation to children with handwriting dysfunction. *Australian Occupational Therapy Journal*, *52*, 109–115.

Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A., & Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti. 1. rezultati dobijeni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija, 5* (1-2), 7-82.

Harvey, E. M., Leonard-Green, T. K., Mohan, K. M., Kulp, M. T., Davis, A. L., Miller, J. M., & Dennis, L. K. (2017). Inter-Rater and Test-Retest Reliability of the Beery VMI in Schoolchildren. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, *94*(5), 598.

Hošek, A. (1976). Strktura koordinacije. *Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology*, *6*(1.-2.), 152-192.

Kaiser, M. L., Albaret, J. M., & Doudin, P. A. (2009). Relationship between visual-motor integration, eye-hand coordination, and quality of handwriting. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, *2*(2), 87-95.

Kovačić, Z. J. (1994*). Multivarijaciona analiza.* Beograd: Ekonomski fakultet.

Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, *47*(260), 583-621.

Kulp, M. T., Ciner, E., Maguire, M., Pistilli, M., Candy, T. R., Ying, G. S., & Moore, B. (2017). Attention and Visual Motor Integration in Young Children with Uncorrected Hyperopia. *Optometry and Vision Science*, *94*(10), 965-970.

Levine M. D. (1987) *Development variation and learning disorders.* Cambridge, MA: Educators Publishing Service, Inc.

Lin, Q. S., Luo, J. F., Wu, Z. C., Shen, F., & Sun, Z. W. (2015). Characterization of finemotor development: Dynamic analysis of children's drawing movements. *Human Movement Science, 40*, 163-175.

Maki, H. S., Voeten, M. J. M., Vauras, M. M. S., & Poskiparta, E. H. (2001). Predicting writing skill development with word recognition and preschool readiness skills. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, *14*(7-8), 643–672.

Metikoš, D., Prot, F., Horvat, V., Kuleš, B., & Hofman, E. (1982). Bazične motoričke sposobnosti ispitanika natprosječnog motoričkog statusa. *Kineziologija, Zagreb*, *14*, 21-62.

Metikoš, D., & Hošek, A. (1972). Faktorska struktura nekih testova koordinacije. *Kineziologija. Vol. 2*, *1*, 43-51.

Mraković, M., Metikoš, D., & Findak, V. (1993). Teorijski model klasifikacije motoričkih znanja. *U Zborniku radova 2. ljetne škole pedagoga fizičke kulture Republike Hrvatske, Rovinj, 26-29.06.1993. (ur. V. Findak, K. Kristić, B. Klobučar), str. 3-17.* Zagreb: Zavod za školstvo Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske.

Marr, D., & Cermark, S. A. (2002). Predicting handwriting performance of early elementary students with the developmental test of visual-motor integration. *Perceptual and Motor Skills*, *95*, 661–669.

Memisevic, H., & Djordjevic, M. (2018). Visual-Motor Integration in Children With Mild Intellectual Disability: A Meta-Analysis. *Perceptual and motor skills*, *125*(4), 696-717.

Newby, R. F., Epping, A., Geiger, J. A., Miller, M. S., & Scott, J. P. (2018). Visual Motor Integration in Children With Sickle Cell Disease. *Journal of pediatric hematology/oncology*,*40*(7), 495-498.

Oberer, N., Gashaj, V., & Roebers, C. M. (2018). Executive functions, visual-motor coordination, physical fitness and academic achievement: Longitudinal relations in typically developing children. *Human movement science*, *58*, 69-79.

Pauše, Ž. (1993). *Uvod u matematičku statistiku.* Zagreb: Školska knjiga.

Press, H. A., Hinojosa, J., & Roston, K. L. (2009). Improving a Child's Writing Skills for Increased Attention to Academic Activities. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, *2*(3-4), 171-177.

Prskalo, I. (2004.): Osnove kineziologije, udžbenik za studente učiteljskih škola. Petrinja: Visoka učiteljska škola.

Ratzon, N. Z., Efraim, D., & Bart, O. (2007). A short-term graphomotor program for improving writing readiness skills of first-grade students. *American Journal of Occupational Therapy*, *61*(4), 399-405.

Rezende, M. A., Beteli, V. C.,& dos Santos, J. L. (2005). Folow-up of the child's motor abilities in day-care centers and pre-schools. *Rev Lat Am Enfermagem, 13*(5). 619-625.

Rosenbaum, P. (2006). Classification of abnormal neurological outcome. *Early Hum Dev., 82*(3), 167-71.

Sanghavi, R.,& Kelkar, R. (2005). Visual-motor integration and learning disabled children. *The Indian Journal of Occupational Therapy, 37*(2), 33-38.

Santrock, J. W. (2015). *Life-span development: A topical approach to*. McGraw-Hill.

Sortor, J. M., & Kulp, M. T. (2003). Are the results of the Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration and its subtests related to achievement test scores? *Optometry and vision science*, *80*(11), 758-763.

Souza, C. T., Santos, D. C. C, Tolocka, R. E., Baltieri, L., Gibim, N. C.,& Habechian, F. A. P. (2010). Assessment of global motor performance and gross and fine motor skills of infants attending day care centers. *Brazilian Journal of Physical Therapy, 14*(4).

Spanaki, I. E., Venetsanou, F., Evaggelinou, C., & Skordilis, E. K. (2014). Graphomotor skills of Greek kindergarten and elementary school children: Effect of a fine motor intervention program. *Comprehensive Psychology*, *3*, 01-09.

Stallings, L. M. (1973). *Motor skills: development and learning*. WC Brown Company.

Suggate, S., Pufke, E., & Stoeger, H. (2019). Children's fine motor skills in kindergarten predict reading in grade 1. *Early Childhood Research Quarterly*, *47*, 248-258.

Sulik, M. J., Haft, S. L., & Obradović, J. (2018). Visual-Motor Integration, Executive Functions, and Academic Achievement: Concurrent and Longitudinal Relations in Late Elementary School. *Early Education and Development*, 1-15.

Šošić, I., & Serdar, V. (1994). *Uvod u statistiku.* Zagreb: Školska knjiga.

Taylor, M. K. (1999). Relationship between visual motor integration skill and academic performance in kindergarten through third grade. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, *76*(3), 159-163.

Tseng, M. H., & Chow, S. M. K. (2000). Perceptual-motor function of school-age children with slow handwriting speed. *American Journal of Occupational Therapy, 54*(1), 83-88.

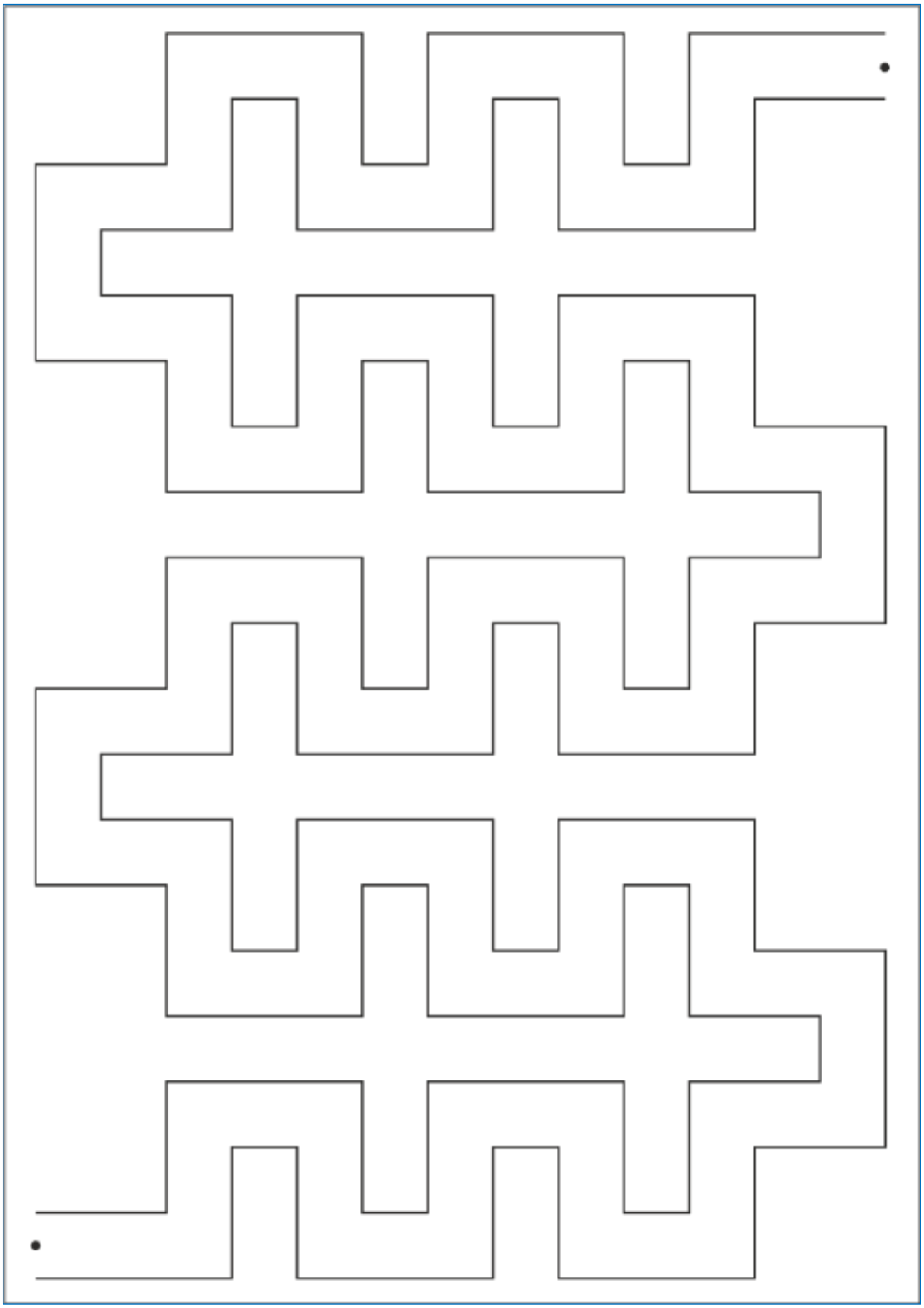
Weil, M. J., &Amundson, S. J. C. (1994). Relationship between visuomotor and handwriting skills of children in kindergarten. *American Journal of Occupational Therapy, 48*(11), 982-988.

Weintraub, N., & Graham, S. (2000). The contribution of gender, orthographic, finger function, and visual-motor processes to the prediction of handwriting status. *The Occupational Therapy Journal of Research*, *20*(2), 121–140.

Zervas, Y. (2006).*Introduction in motor behaviour. A psychological approach.* Athens, Greece: Author.

10. Prilog

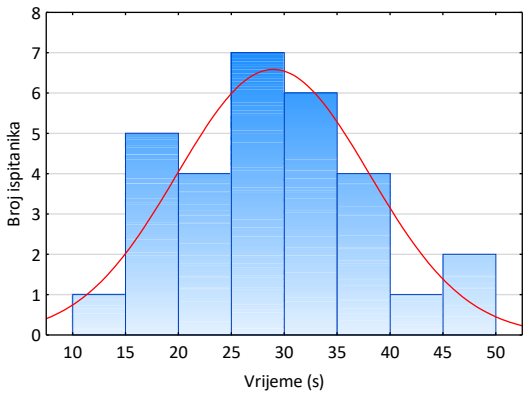
Prilog 1. *Test vizualno-motoričke integracije* (VMI).



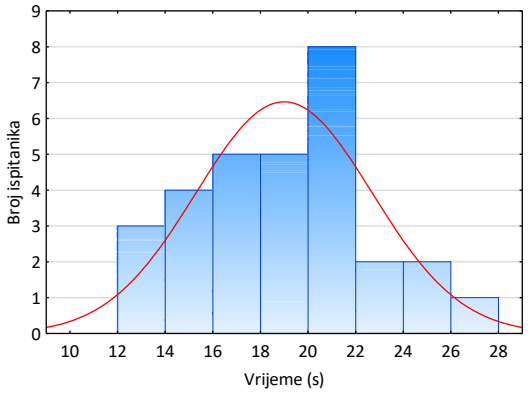
Napomena: Okvir označava stranicu formata A4.

Prilog 2. Distribucija podataka varijabli – pilot uzorak ispitanika predškolske dobi.

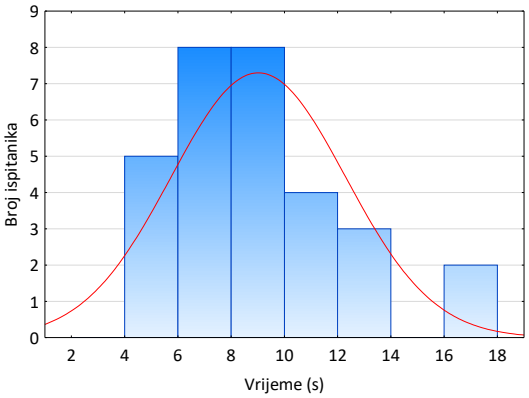
Histogram 1.
Distribucija podataka za varijablu MPOL.
(K-S d = 0,083)



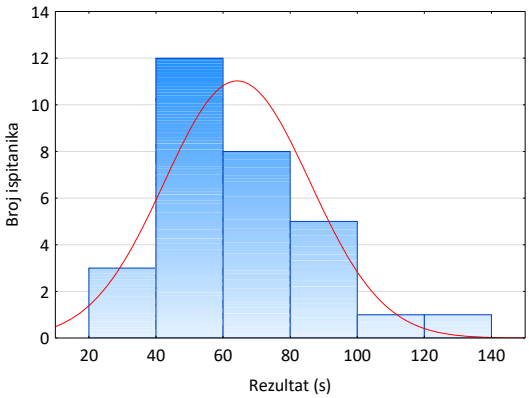
Histogram 2.
Distribucija podataka za varijablu MKUS.
(K-S d = 0,095)



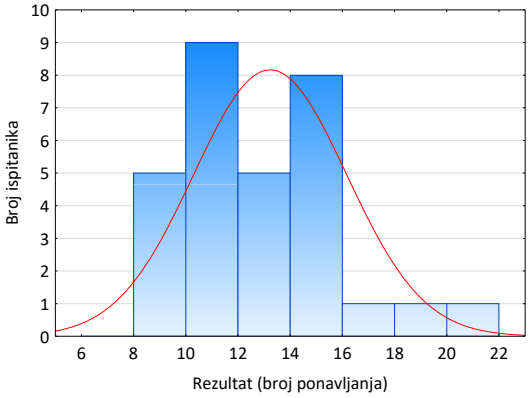
Histogram 3.
Distribucija podataka za varijablu MOP.
(K-S d = 0,127)



Histogram 4.
Distribucija podataka za varijablu VMI.
(K-S d = 0,138)



Histogram 5.
Distribucija podataka za varijablu Berry VMI.
(K-S d = 0,165)



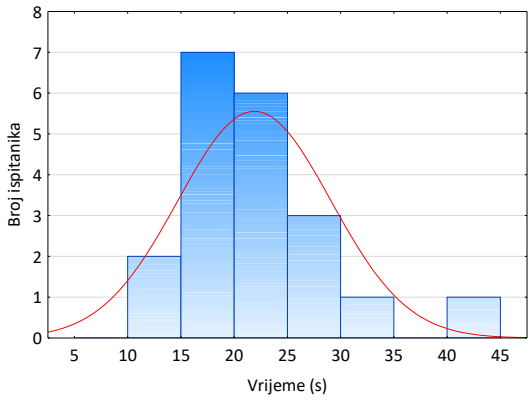
Legenda:

Očekivana normalna distribucija

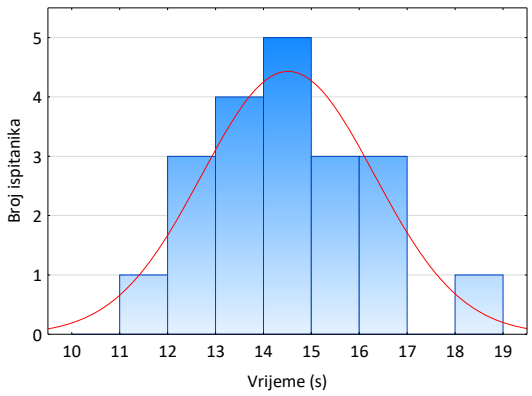
max $d_{PREDŠKOLA}$ = 0,241

Prilog 3. Distribucija podataka varijabli – pilot uzorak ispitanika prvog razreda.

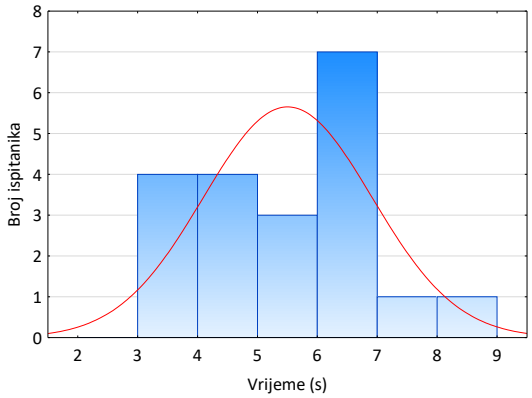
Histogram 6.
Distribucija podataka za varijablu MPOL.
(K-S d = 0,130)



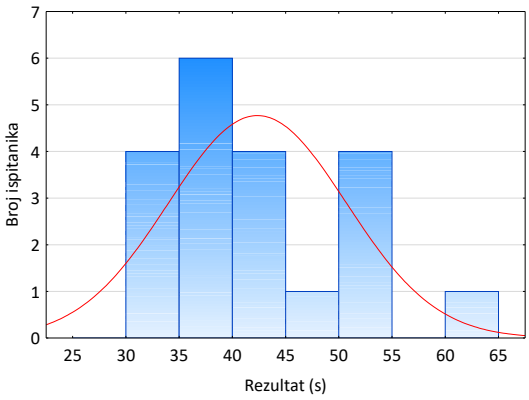
Histogram 7.
Distribucija podataka za varijablu MKUS.
(K-S d = 0,105)



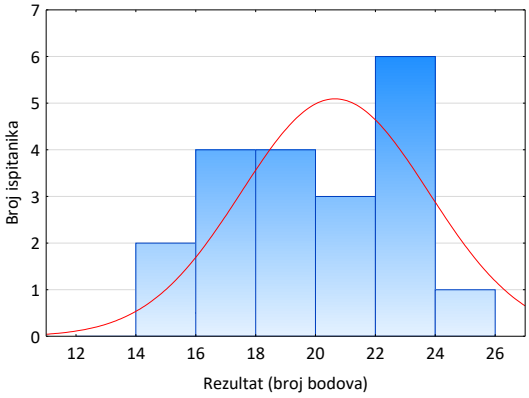
Histogram 8.
Distribucija podataka za varijablu MOP.
(K-S d = 0,098)



Histogram 9.
Distribucija podataka za varijablu VMI.
(K-S d = 0,143)



Histogram 10.
Distribucija podataka za varijablu Berry VMI.
(K-S d = 0,123)



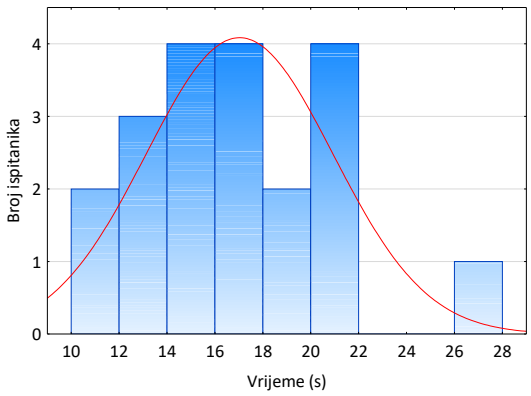
Legenda:

Očekivana normalna distribucija

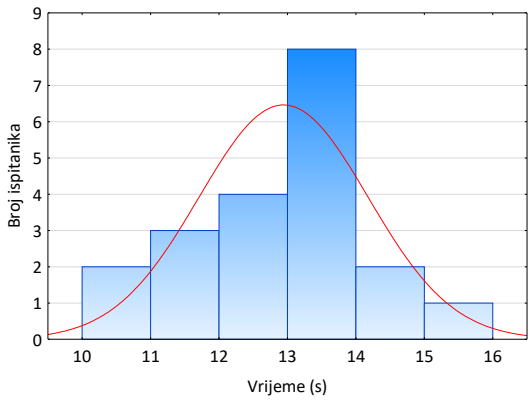
max $D_{OSNOVNA\ ŠKOLA}$ = 0,294

Prilog 4. Distribucija podataka varijabli – pilot uzorak ispitanika drugog razreda.

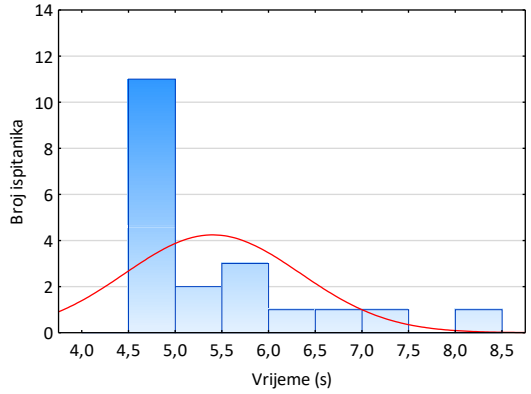
Histogram 11.
Distribucija podataka za varijablu MPOL.
(K-S d = 0,141)



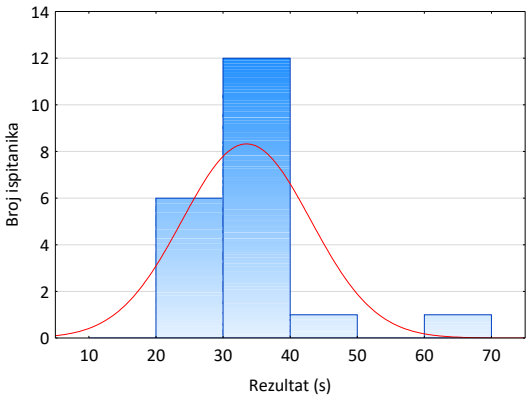
Histogram 12.
Distribucija podataka za varijablu MKUS.
(K-S d = 0,116)



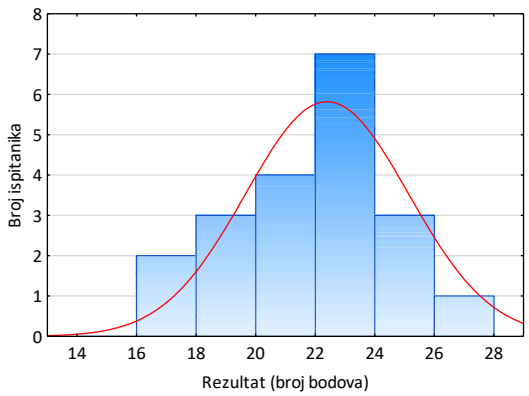
Histogram 13.
Distribucija podataka za varijablu MOP.
(K-S d = 0,250)



Histogram 14.
Distribucija podataka za varijablu VMI.
(K-S d = 0,206)



Histogram 15.
Distribucija podataka za varijablu Berry VMI.
(K-S d = 0,137)



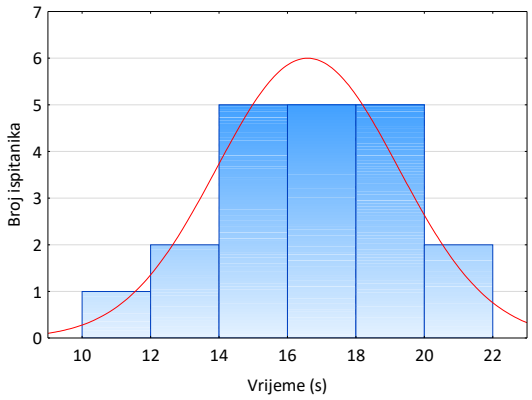
Legenda:

Očekivana normalna distribucija

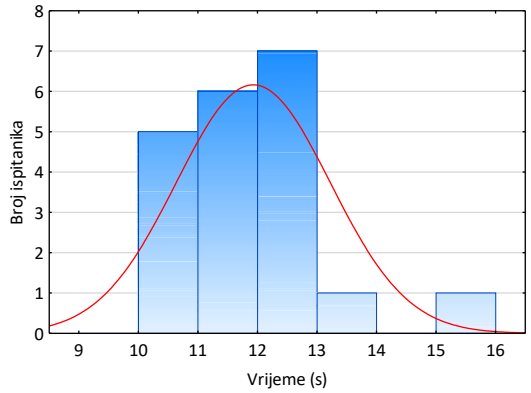
max $D_{OSNOVNA\ ŠKOLA}$ = 0,294

Prilog 5. Distribucija podataka varijabli – pilot uzorak ispitanika trećeg razreda.

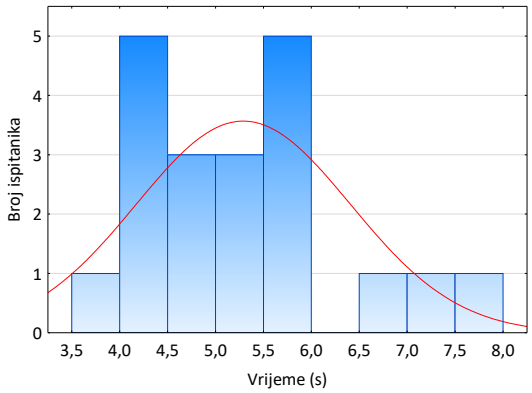
Histogram 16.
Distribucija podataka za varijablu MPOL.
(K-S d = 0,102)



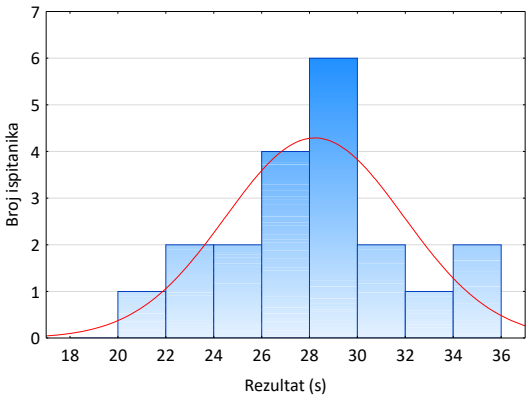
Histogram 17.
Distribucija podataka za varijablu MKUS.
(K-S d = 0,129)



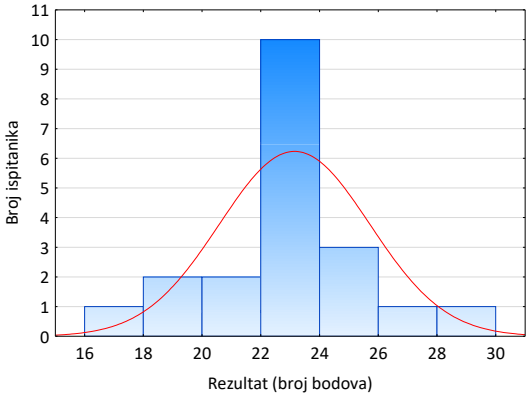
Histogram 18.
Distribucija podataka za varijablu MOP.
(K-S d = 0,184)



Histogram 19.
Distribucija podataka za varijablu VMI.
(K-S d = 0,145)



Histogram 20.
Distribucija podataka za varijablu Berry VMI.
(K-S d = 0,227)



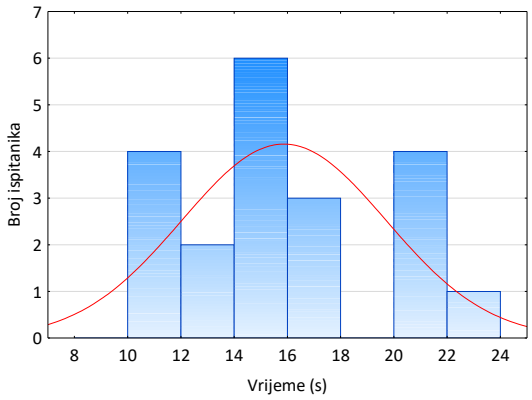
Legenda:

Očekivana normalna distribucija

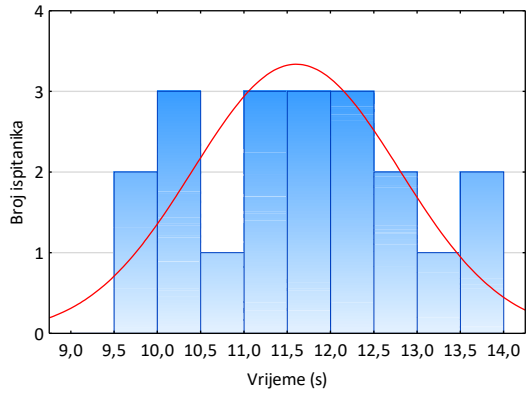
max $D_{OSNOVNA\ ŠKOLA}$ = 0,294

Prilog 6. Distribucija podataka varijabli – pilot uzorak ispitanika četvrtog razreda.

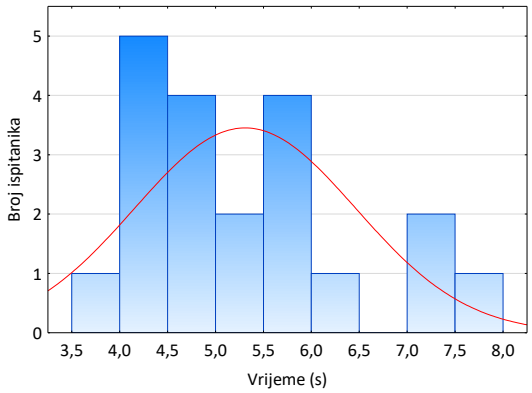
Histogram 21.
Distribucija podataka za varijablu MPOL.
(K-S d = 0,138)



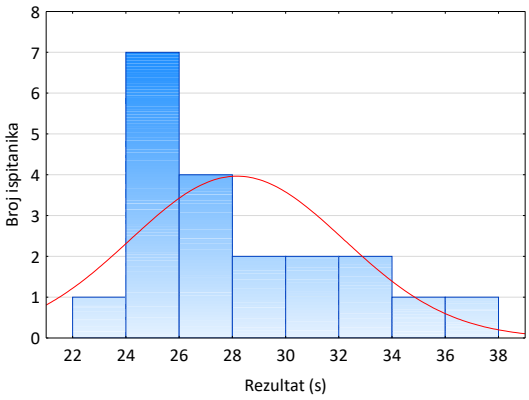
Histogram 22.
Distribucija podataka za varijablu MKUS.
(K-S d = 0,114)



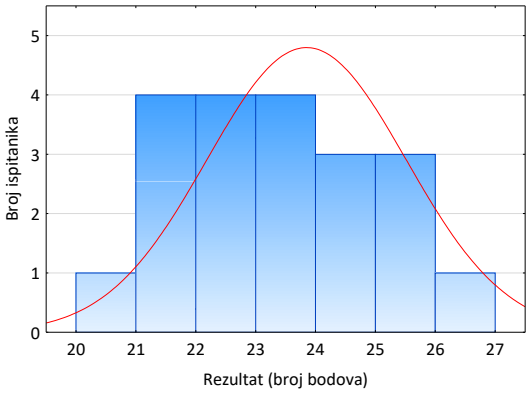
Histogram 23.
Distribucija podataka za varijablu MOP.
(K-S d = 0,153)



Histogram 24.
Distribucija podataka za varijablu VMI.
(K-S d = 0,172)



Histogram 25.
Distribucija podataka za varijablu Berry VMI.
(K-S d = 0,145)



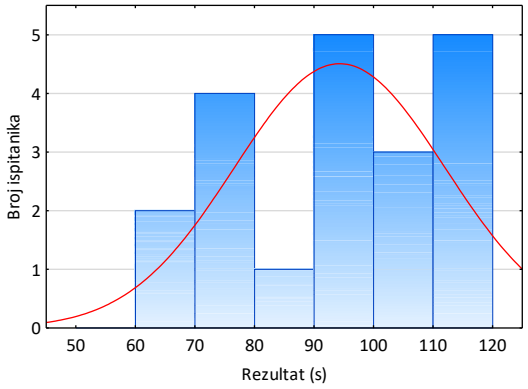
Legenda:

Očekivana normalna distribucija

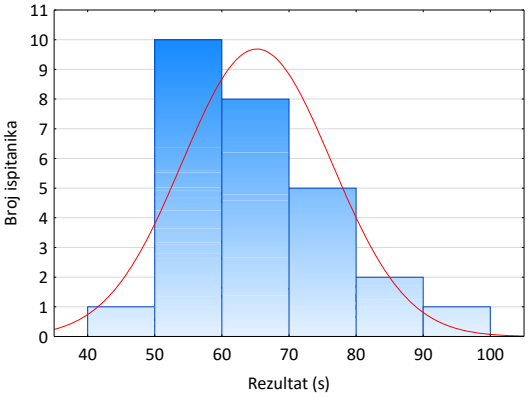
max $D_{OSNOVNA\ ŠKOLA}$ = 0,294

Prilog 7. Distribucija podataka za varijablu VMI – kompletan uzorak ispitanika predškolske dobi.

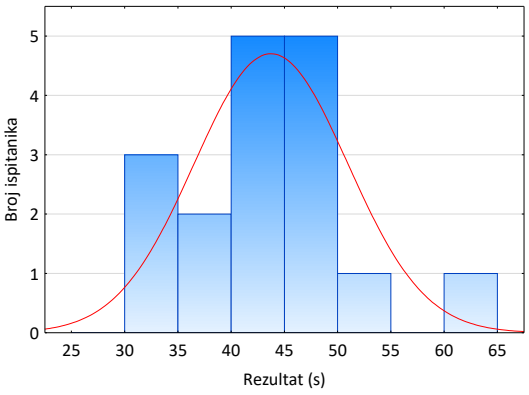
Histogram 26.
Mlađa dobna skupina – dječaci.
(K-S d = 0,113)



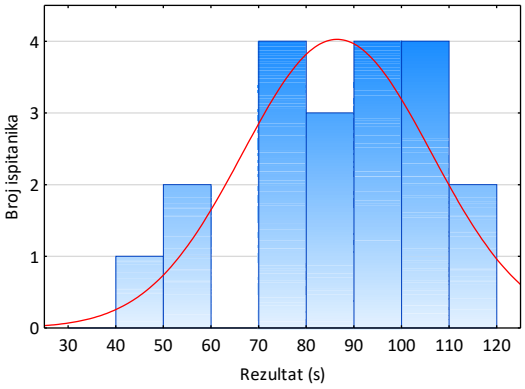
Histogram 27.
Srednja dobna skupina – dječaci.
(K-S d = 0,118)



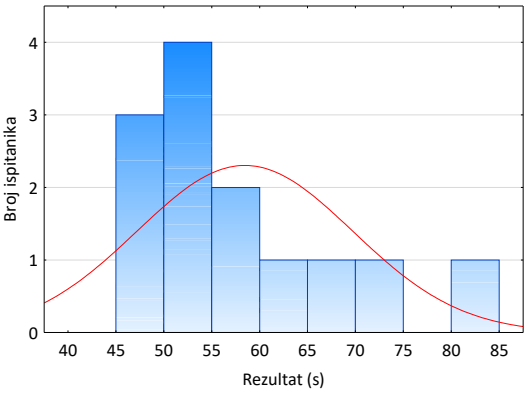
Histogram 28.
Staija dobna skupina – dječaci.
(K-S d = 0,095)



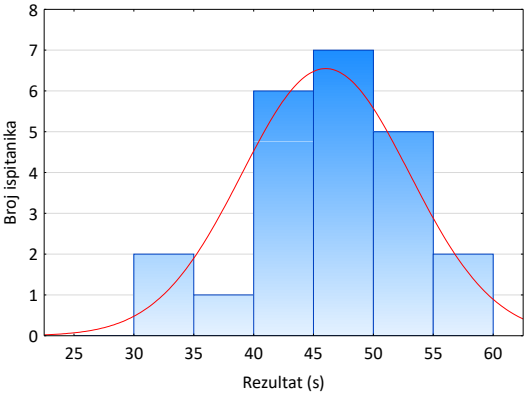
Histogram 29.
Mlađa dobna skupina – djevojčice.
(K-S d = 0,160)



Histogram 30.
Srednja dobna skupina – djevojčice.
(K-S d = 0,188)

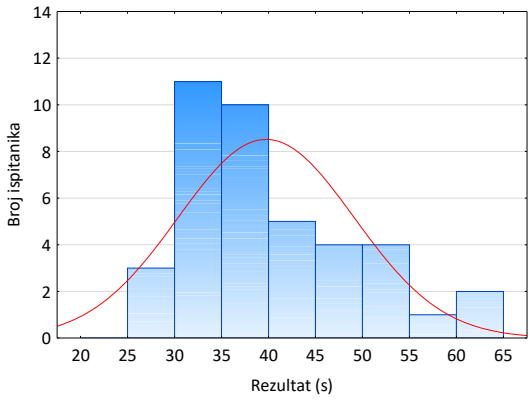


Histogram 31.
Starija dobna skupina – djevojčice.
(K-S d = 0,119)

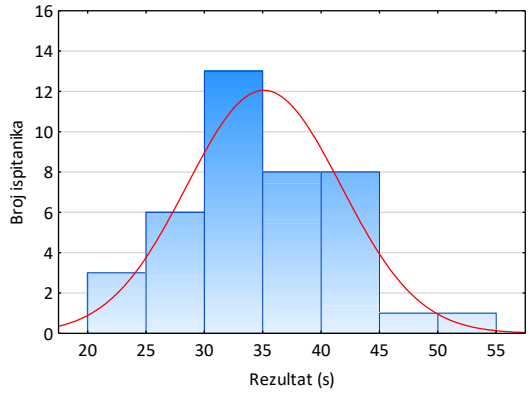


Prilog 8. Distribucija podataka za varijablu VMI – kompletan uzorak ispitanika osnovne škole.

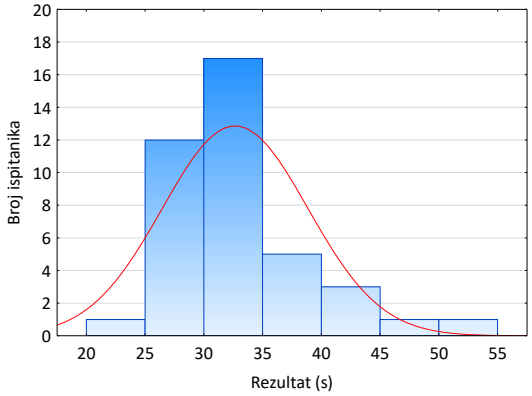
Histogram 32.
Prvi razred – učenici.
(K-S d = 0,138)



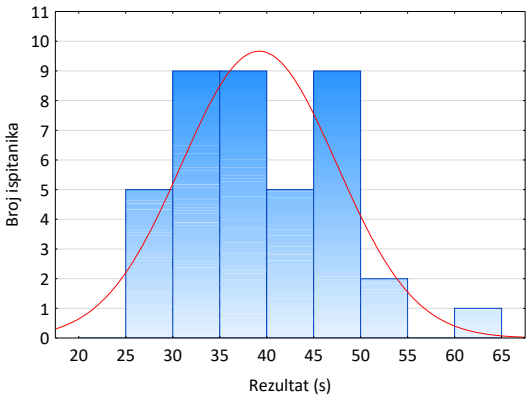
Histogram 33.
Drugi razred – učenici.
(K-S d = 0,084)



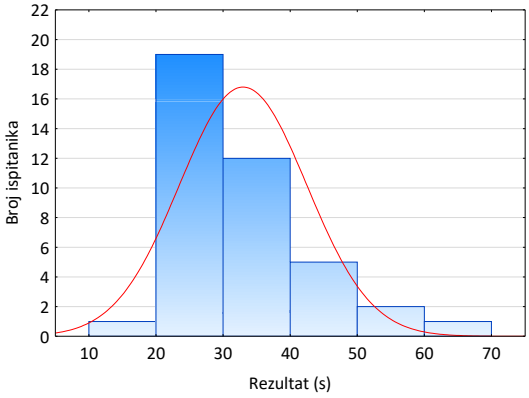
Histogram 34.
Treći razred – učenici..
(K-S d = 0,147)



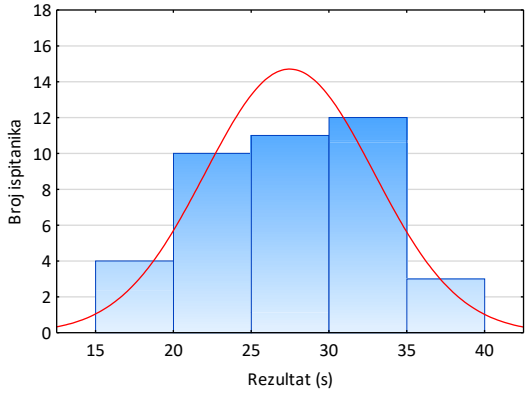
Histogram 35.
Prvi razred – učenice.
(K-S d = 0,135)



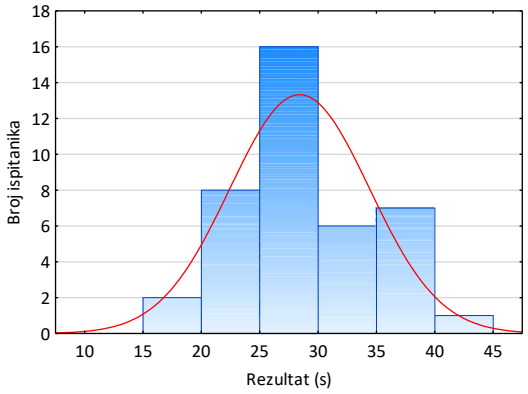
Histogram 36.
Drugi razred – učenice.
(K-S d = 0,186)



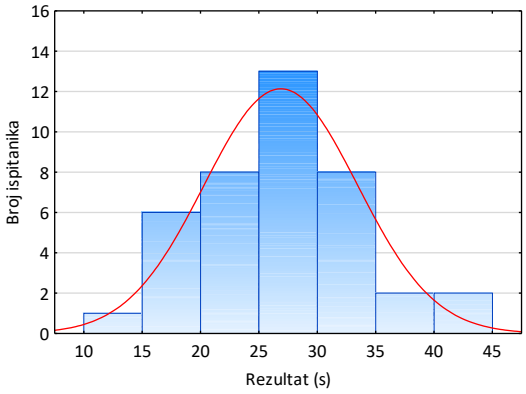
Histogram 37.
Treći razred – učenice.
(K-S d = 0,085)



Histogram 38.
Četvrti razred – učenici.
(K-S d = 0,106)



Histogram 39.
Četvrti razred – učenice.
(K-S d = 0,064)



Legenda:

Očekivana normalna distribucija

max d_{PS1} = 0,294

max d_{PS2} = 0,254

max d_{PS3} = 0,318

max d_{OS1} = 0,210

max d_{OS2} = 0,210

max d_{OS3} = 0,210

max d_{OS4} = 0,210