



Sveučilište u Zagrebu

FILOZOFSKI FAKULTET

Josip Šabić

**KONFIRMATORNI PRISTUP
ISTRAŽIVANJU RODNIH RAZLIKA U
USPJEŠNOSTI RJEŠAVANJA
MATEMATIČKIH ZADATAKA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



Sveučilište u Zagrebu
FILOZOFSKI FAKULTET

Josip Šabić

**KONFIRMATORNI PRISTUP
ISTRAŽIVANJU RODNIH RAZLIKA U
USPJEŠNOSTI RJEŠAVANJA
MATEMATIČKIH ZADATAKA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:
Prof. dr. Damir Ljubotina

Zagreb, 2018.



University of Zagreb
FACULTY OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

Josip Šabić

**CONFIRMATORY APPROACH IN
EXAMINING GENDER DIFFERENCES IN
MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING
PERFORMANCE**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
Professor Damir Ljubotina, PhD

Zagreb, 2018

Od srca zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli u nastanku ovoga rada.

Najveća hvala mojem mentoru, profesoru Damiru Ljubotini, na strpljenju, neposrednosti i savjetima kojima mi je pomogao da ostvarim ovaj cilj.

Posebno zahvaljujem učenicima/cama i djelatnicima/cama Gimnazije Velika Gorica te studentima/cama i djelatnicima/cama Ekonomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na sudjelovanju u istraživanju.

Zlatku Zadelju i Nadi Mihovilić zahvaljujem za stručnu pomoć u klasifikaciji matematičkih zadataka.

Nacionalnom centru za vanjsko vrednovanje obrazovanja zahvaljujem na ustupanju baza podataka kao i na podršci tijekom doktorskog studija.

Zahvaljujem zakladama The British Scholarship Trust i The Frankopan Fund koje su stipendijama neizmjereno pomogle nastajanje ovoga rada.

Kolegama/icama iz The Psychometrics Centrea Sveučilišta u Cambridgeu zahvaljujem na gostoprimstvu u periodu kada su nastajale prve analize za ovaj rad, kao i na divnim raspravama i druženjima.

Kolegama/icama iz Centra za istraživanje i razvoj obrazovanja Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu (Branislavi Baranović, Borisu Jokiću, Ivani Jugović, Ivi Košutić, Jeleni Matić, Iris Marušić, Ivi Perković, Saši Puziću, Zrinki Ristić Dedić i Ankici Trogrlić Matić) zahvaljujem na pomoći u provedbi istraživanja, razgovorima, savjetima, prijateljstvu i podršci bez koje ovaj rad nikada ne bi bio priveden kraju.

Martini Prpić hvala na najvećoj podršci i pomoći u osvještavanju vlastitih potencijala, kao i na tome što je za mene uvijek tu i kada nas dijele kilometri.

Na kraju zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji na razumijevanju, strpljenju i bezrezervnoj podršci svih ovih godina.

ŽIVOTOPIS MENTORA

Damir Ljubotina rođen je 1965. godine u Otočcu. Na Odsjeku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu magistrirao je 1994. te doktorirao 2000. godine disertacijom pod nazivom *Usporedba psihometrijskih karakteristika kompozitnih testova konstruiranih u kontekstu klasične teorije i teorije odgovora na zadatke*. Od 1992. godine zaposlen je kao asistent na Katedri za psihometriju Odsjeka za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu, a 2016. godine izabran je u znanstveno-nastavno zvanje redovnog profesora. Predstojnik je Katedre za psihometriju te nositelj više kolegija na preddiplomskom, diplomskom i doktorskom studiju psihologije, a sudjelovao je i u nastavi na Sveučilištima u Splitu i Sarajevu. Osnivač je i voditelj Centra za psihodijagnostičke instrumente, a od 2011. voditelj je Centra za primijenjenu psihologiju.

Glavna područja njegovog znanstveno-istraživačkog rada su psihometrija, teorija testova, psihodijagnostika te područje traumatskog stresa. Ukupno je objavio 36 znanstvenih radova i 9 stručnih članaka, (su)urednik je četiri, te koautor jedne knjige, pri čemu citiranost radova do 2017. iznosi 71 prema bazi WOS te 269 prema bazi Google Scholar. Autor je i koautor više od 30 testova inteligencije i kognitivnih sposobnosti, znanja i općeg obrazovanja, te nekoliko upitnika ličnosti, a razvio je i računalni sustav za psihološko testiranje eTest Ekspert. Sudjelovao je na više od 50 međunarodnih i domaćih znanstvenih te stručnih skupova.

Sudjelovao je u većem broju znanstvenih projekata i programa psihosocijalne pomoći, a samostalno kao glavni istraživač vodio je dio projekta Europske unije (kategorija FP5) "Treatment seeking and treatment outcomes in people suffering from posttraumatic stress following war and migration in the Balkans" (voditelj projekta: Stefan Priebe). Od 2007. godine vodio je tehnologijski projekt „Razvoj, standardizacija i psihometrijska validacija testova kognitivnih sposobnosti“ (MZOŠ RH). Od 2007. do 2010. bio je suradnik Ureda za upravljanje kvalitetom te član Odbora za upravljanje kvalitetom Sveučilišta u Zagrebu. Pokretač je i urednik pet brojeva glasnika Ureda za upravljanje kvalitetom Sveučilišta u Zagrebu *UNIQUINFO*. Završio je edukaciju u organizaciji Agencije za znanost i visoko obrazovanje te stekao certifikat za stručnjaka vanjske neovisne periodične prosudbe sustava osiguravanja kvalitete na visokim učilištima. Suradnik je Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja te koautor ispita iz Psihologije na državnoj maturi. Bio je predsjednik Programskog i organizacijskog odbora međunarodnog znanstvenog skupa XIX.

Dani Ramira i Zorana Bujasa i proslave 80. godišnjice studija psihologije u Hrvatskoj. Sudionik je i voditelj šest Ljetnih psihologijskih škola. Član je Hrvatske psihološke komore, Društva za psihološku pomoć i Rehabilitacijskog centra za stres i traumu.

SAŽETAK

U ovom radu ispitane su postavke taksonomije svojstava matematičkih zadataka koja dovode do rodni razlika u uspješnosti njihovog rješavanja (TSMZ; Gallagher, 1998; Gierl i sur., 2003), temeljene na psihobiosocijalnom modelu (npr. Halpern, 1997; 2000). Pri tome su korištene sljedeće metodologije čija kombinacija omogućuje konfirmatorni pristup ispitivanju hipoteza o smjeru rodni razlika: 1) ispitivanje rodni razlika u riješenosti zadataka ispita državne mature iz Matematike za višu razinu (usporedba postotni riješenosti zadataka te ispitivanje rodni diferencijalni funkcioniranja zadataka i skupova zadataka), 2) usporedba nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i klasifikacije nastale na temelju učeničkih iskaza za vrijeme rješavanja zadataka, 3) usporedba rodni razlika između različiti gimnazijskih programa i 4) pokušaj replikacije rodne razlike te smanjenja razlike modifikacijom zadataka u eksperimentalnom nacrtu na novom uzorku.

Nalazi ukazuju na zanemarive rodne razlike u prosječnim ukupnim rezultatima na ispitima, što je u skladu s rezultatima novijih meta-analiza (De Lisi i McGillicuddy-De Lisi, 2002; Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010). Hipoteze TSMZ samo su djelomično potvrđene. Najveća je razlika utvrđena na verbalni problemima i to u korist mladića, što je suprotno hipotezama TSMZ. Razlika je replicirana na manjem uzorku studenata ali samo u slučaju kada je u analizu kao kovarijata uvedena zaključna ocjene iz Matematike u srednjoj školi. Vrijednost rodne razlike nije se statistički značajno mijenjala uslijed dodavanja algoritma / pravila za rješavanje u verbalni problem. Nastavnička klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ u visokom se stupnju slagala s klasifikacijom na temelju iskaza učenika. Usporedba vrijednosti rodni razlika u riješenosti zadataka među gimnazijskim programima nije dovela do jednoznačnih nalaza.

Nalazi sugeriraju kako u poučavanju Matematike djevojkama treba posvetiti više pažnje pri svladavanju strategija rješavanja verbalni problema. Prema autorovim saznanjima, ovo je prvo istraživanje rodni razlika u rješavanju matematičkih zadataka u kojem je korištena opisana kombinacija metodologija te prvo sustavno istraživanje rodni razlika na ispitima državne mature iz Matematike.

Ključne riječi: rodne razlike, matematika, diferencijalno funkcioniranje zadataka, diferencijalno funkcioniranje skupova zadataka, psihobiosocijalni model, državna matura, SIBTEST, pravednost testa, ispiti visokog rizika, srednja škola

SUMMARY

Introduction

In many societies, mathematics is often considered a male domain (Nosek et al., 2009). Males tend to have higher motivation and self-efficacy for mathematics in comparison to females (e.g. Skaalvik & Skaalvik, 2004). On the other hand, gender differences in mathematics achievement are not that unambiguous. While girls usually have higher school grades during the entire education period (Duckworth & Seligman, 2006; Hicks, Johnson, Iacono & McGue, 2008), males have somewhat higher results on standardized mathematics tests (e.g. De Fruyt et al., 2008).

However, findings of the meta-analyses indicate that male advantage in mathematics test achievement has decreased or even disappeared in the last decades (De Lisi & McGillicuddy-De Lisi, 2002; Lindberg, Hyde, Petersen & Linn, 2010). Male advantage in test results is more often found in adolescence and in highly selected samples. Furthermore, male results have somewhat larger variability than female results (Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Lindberg, Hyde, Petersen & Linn, 2010).

The main objective of this study was to explore the taxonomy of mathematics items' characteristics that are expected to yield gender differences in performance on these items (Gallagher et al., 2000). This taxonomy was based on a psychobiosocial model (Halpern, 1997; 2000), which emphasizes the reciprocal relationships among different types of variables (psychological, biological and social) in the process of learning.

According to this taxonomy, males will have higher results on items with multiple solution paths and items that require spatial skills. Females will have higher results on items that require verbal skills and items that require application of routine mathematical solutions (items that require application of routine mathematical solutions to a new unfamiliar situation, items that require application of routine mathematical solutions to a familiar situation, items that require memorization and items that require the use of symbolic processes; Gierl, Bisanz, Bisanz & Boughton, 2003).

In exploring this taxonomy, researchers usually compared average scores of males and females on mathematics items (Gallagher, Levin & Cahalan, 2002). This strategy is problematic because it ignores the effects of the Simpson's paradox (1951). In this study, a confirmatory approach to testing the taxonomy hypotheses was used in the context of the

Croatian State Matura exam, based on a combination of different methodologies that are more adequate for this purpose.

Research problems

1. To examine gender differences in mathematical problem-solving performance.
2. To examine the congruence of item classifications in taxonomy categories; the first one made by mathematics teachers, and the second one made based on the students' remarks while solving individual items.
3. To compare gender differences in mathematical problem-solving performance among general grammar school students and science and mathematics grammar school students.
4. To examine if it is possible to reduce gender difference in mathematical problem-solving performance by manipulating the item characteristics.

Methodology

The data used in this study were obtained from final-year general grammar school and science and mathematics grammar school students who participated in the 2010 and 2011 administrations of the Croatian secondary school final examinations in Mathematics (higher level). In 2010, there were 3425 students from general grammar schools who attended this examination (1361 males and 2064 females) as well as 1577 students from science and mathematics grammar schools (954 males and 623 females). In 2011, 3650 students from general grammar schools (1419 males and 2231 females) and 1531 students from science and mathematics grammar schools (923 males and 608 females) attended the examination. Gender differences in the results on items from every category were analysed using different approaches: the analysis of mean gender differences, differential item functioning (DIF) and differential bundle functioning (DBF) analysis. The DBF analysis has higher statistical power in comparison to analyses conducted on individual items. Therefore, it is more suitable for testing hypotheses about items' characteristics responsible for gender differences in performance on these items. However, it is still relatively rarely used in educational context. In this research, DIF and DBF analyses were performed using Mantel-Haenszel test, SIBTEST / Poly-SIBTEST methodology and empirical curves.

Two types of item classifications in taxonomy categories were compared: the first one was made by mathematics teachers, and the second one was made based on the students'

remarks that were recorded after they tried to solve individual items. More specifically, in a small sample of final-year general grammar school students ($N = 16$; 8 males and 8 females), think aloud protocols were used to inspect students' ways of understanding and solving items. Transcripts were coded according to the descriptions of taxonomy categories. Congruence of the two classifications is necessary if we want to draw conclusions about relationships between values and directions of gender differences on items on the one hand and the belonging taxonomy category on the other hand.

Furthermore, gender differences among general grammar school students and science and mathematics grammar school students were compared. Students that attend science and mathematics grammar schools chose to enroll in these schools at least partially based on their motivation for mathematics. On average, these students achieve higher results on the final examinations in Mathematics than students from general grammar schools. The comparison of gender differences within these two groups of students was used to test the hypothesis about larger male advantage in highly selected samples.

In order to check if it is possible to reduce gender difference by manipulating the item characteristics, items that require verbal skills (the taxonomy category in which largest gender differences were found) were modified and different versions of the same items were applied on a sample of university students ($N = 205$; 81 males and 124 females).

Results and discussion

Gender differences in average total scores on examinations were negligible, which is in accordance with the results of meta-analyses (De Lisi i McGillicuddy-De Lisi, 2002; Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010). The taxonomy hypotheses were only partially confirmed. Namely, the results confirmed male advantage on items with multiple solution paths and items that require spatial skills. Females had higher results on items that require application of routine mathematical solutions to a familiar situation. These findings were in accordance with the hypotheses. However, gender differences were ambiguous on items that require memorization and items that require the use of symbolic processes. Furthermore, males had somewhat higher results on items that require application of routine mathematical solutions to a new unfamiliar situation. The largest difference in favour of male students was found on items requiring verbal skills and this finding was contradictory to the hypothesis. This finding was supported with different types of analyses (analysis of mean gender differences, DIF and DBF). These items were also measuring content domain mathematical

modelling. Other items from this content domain yield gender differences in the same direction. Gender differences in other categories of taxonomy were rather small and of no practical importance. Based on these findings, further investigation of gender differences in verbal problems was conducted.

Gender difference on problems requiring verbal skills was replicated on a sample of university students but only when Mathematics high school grades were used as covariate. The value of gender difference did not change statistically significantly when rule / algorithm for problem solving was explicitly added in the verbal problem. Gender differences were not found in some additional variables that were used in this part of the research (results on the test of verbal series and the inventory of use of mathematics in everyday life).

The teachers' classification of items matched the classification that was based on students' statements to a great extent. The comparison of gender differences between general grammar and science and mathematics grammar school students' results did not give unambiguous results. In other words, the hypothesis of larger male advantage in highly selected samples was not confirmed.

Conclusion

Different methodologies used in this study led to similar findings regarding the largest gender differences in mathematical verbal problems. Although this research did not yield clear conclusions regarding the reasons behind these differences, the results indicate that more attention should be given to the girls' acquisition of the strategies involved in solving mathematical verbal problems.

According to the author's best knowledge, this is the first study that combines the aforementioned methodological approaches in the research of gender differences in performance on mathematics tasks. The confirmatory approach to testing hypotheses about group differences in item performance used in this research can be used in various contexts, e.g. different school subjects.

Furthermore, this is the first comprehensive study of gender differences in the context of the Croatian State Matura Mathematics examinations. These examinations are gender-neutral to a great extent.

Keywords: gender differences, mathematics, differential item functioning, differential bundle functioning, psychobiosocial model, Croatian State Matura, SIBTEST, test fairness, high-stakes examinations, secondary school

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. PREGLED EMPIRIJSKIH NALAZA O RODNIM RAZLIKAMA U OBRAZOVNIM POSTIGNUĆIMA U PODRUČJU MATEMATIKE	5
1.1.1. Nesklad između rodnih razlika u školskim ocjenama i na standardiziranim testovima	5
1.1.2. Rodne razlike u međunarodnim istraživanjima matematičkih znanja i vještina učenika	6
1.1.3. Rodne razlike u pojedinim područjima i vrstama zadataka iz matematike	8
1.1.4. Rodne razlike u samokompetentnosti i motivaciji za matematiku te internalizacija stereotipa o matematici kao muškoj domeni	10
1.2. TEORIJSKA POLAZIŠTA OBJAŠNJENJA RODNIH RAZLIKA U OBRAZOVNIM POSTIGNUĆIMA U PODRUČJU MATEMATIKE	17
1.2.1. Matematika i kognicija	17
1.2.2. Odnos genetskih i okolinskih faktora u osnovi rodnih razlika u matematici	19
1.2.3. Hipoteza o razvoju prostornih sposobnosti u lovačko-sakupljačkim društvima	20
1.2.4. Hipoteza o vezi prostornih sposobnosti i prapovijesnih obrazaca seksualnog ponašanja.....	20
1.2.5. Gearyjeva hipoteza o primarnim i sekundarnim kognitivnim sposobnostima	21
1.2.6. Uloga androgenih hormona u rješavanju vidnoprostornih zadataka	22
1.2.7. Model očekivanja i vrijednosti Eccles i suradnika	22
1.2.8. Multikontekstna teorija	23
1.2.9. Trihotomni model ciljeva za postignućem	24
1.2.10. Hipoteza konvergencije i divergencije u motivaciji za matematiku	25
1.2.11. Hipoteza o sličnostima rodova	25
1.2.12. Drugi pokušaji objašnjenja rodnih razlika u području matematike.....	25
1.2.13. Psihobiosocijalni model	26

1.3. TAKSONOMIJA SVOJSTAVA MATEMATIČKIH ZADATAKA KOJA DOVODE DO RODNIH RAZLIKA U USPJEŠNOSTI NJIHOVOG RJEŠAVANJA (TSMZ).....	29
1.4. PREGLED PSIHOMETRIJSKIH PRISTUPA ANALIZI RAZLIKA MEĐU SKUPINAMA U URATKU NA ZADACIMA.....	33
1.4.1. Diferencijalno funkcioniranje zadataka.....	33
1.4.2. Diferencijalno funkcioniranje skupova zadataka	38
2. CILJ ISTRAŽIVANJA, PROBLEMI I HIPOTEZE	44
2.1. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	44
2.2. PROBLEM 1.	44
2.3. PROBLEM 2.	45
2.4. PROBLEM 3.	45
2.5. PROBLEM 4.	46
3. METODOLOGIJA	48
3.1. SUDIONICI.....	48
3.1.1. Pristupnici ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu.....	48
3.1.2. Uzorak za kvalitativni dio istraživanja.....	49
3.1.3. Uzorak studenata i studentica prve godine studija	50
3.1.4. Procjenjivači zadataka prema kategorijama TSMZ	51
3.1.5. Intervjueri i prepisivači	51
3.2. MJERNI INSTRUMENTI.....	51
3.2.1. Ispiti iz Matematike za višu razinu državne mature.....	51
3.2.2. Modificirani zadaci	53
3.2.3. Dodatne mjere	55
3.3. POSTUPAK.....	57
3.3.1. Klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ.....	57
3.3.2. Postupci za utvrđivanje rodni razlika u riješenosti zadataka.....	59
3.3.3. Metoda razmišljanja naglas za vrijeme rješavanja zadataka	62

3.3.4.	Modifikacija zadataka	64
4.	REZULTATI.....	66
4.1.	REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 1.	66
4.1.1.	Deskriptivni statistički parametri ukupnih rezultata pristupnika na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu.....	66
4.1.2.	Rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka klasificiranih u kategorije TSMZ	69
4.1.3.	Analiza rodni razlika u uspješnosti rješavanja zadataka s obzirom na druga relevantna svojstva zadataka	87
4.2.	REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 2.	94
4.2.1.	Usporedba nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i klasifikacije nastale na temelju iskaza učenika	94
4.2.2.	Usporedba uspješnosti predikcije rodni razlika na zadacima iz Matematike pomoću nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i klasifikacije na temelju iskaza učenika	103
4.3.	REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 3.	105
4.3.1.	Usporedba rodni razlika u uspješnosti rješavanja zadataka iz različiti kategorija TSMZ između različiti gimnazijskih programa	105
4.4.	REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 4.	106
4.4.1.	Deskriptivni statistički parametri rezultata sudionika na originalnim verbalnim problemima i njihovim modifikacijama.....	106
4.4.2.	Analiza djelovanja modifikacije zadataka na rodne razlike u njihovoj riješenosti	107
4.4.3.	Rodne razlike na dodatnim varijablama.....	108
5.	RASPRAVA.....	111
5.1.	RASPRAVA VEZANA UZ PROBLEME ISTRAŽIVANJA	112
5.1.1.	Rasprava vezana uz Problem 1.....	112
5.1.2.	Rasprava vezana uz Problem 2.....	118
5.1.3.	Rasprava vezana uz Problem 3.....	120
5.1.4.	Rasprava vezana uz Problem 4.....	121

5.2.	OPĆENITA RAZMATRANJA NALAZA	123
5.3.	ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS REZULTATA ISTRAŽIVANJA	125
5.4.	METODOLOŠKA OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA	126
5.5.	PREPORUKE ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA	127
6.	ZAKLJUČAK	128
7.	POPIS LITERATURE	130
PRILOZI	147
	PRILOG 1. PRIMJERI ZADATAKA IZ ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU KLASIFICIRANIH U KATEGORIJE TSMZ.....	147
	PRILOG 2. SPECIFIKACIJA ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE	150
	PRILOG 3. PSIHOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE	154
	PRILOG 4. ZADACI ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE SORTIRANI PREMA VELIČINI RODNIH RAZLIKA.....	158
	Vrijednosti razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka iz općih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)	158
	Vrijednosti rodnog diferencijalnog funkcioniranja zadataka (SIBTEST / Poly-SIBTEST) za pristupnike iz općih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.).....	159
	Vrijednosti razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka iz prirodoslovno- matematičkih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.).....	160
	Vrijednosti rodnog diferencijalnog funkcioniranja zadataka (SIBTEST / Poly-SIBTEST) za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)	161
	PRILOG 5. EMPIRIJSKE KRIVULJE ZADATAKA ZA MLADIĆE I DJEVOJKE IZ OPĆIH I PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKIH GIMNAZIJA NA ISPITIMA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE	162
	Ispit iz 2010. godine - opće gimnazije	162

Ispit iz 2011. godine - opće gimnazije	170
Ispit iz 2010. godine – prirodoslovno-matematičke gimnazije.....	178
Ispit iz 2011. godine – prirodoslovno-matematičke gimnazije.....	186
PRILOG 6. EMPIRIJSKE KRIVULJE SKUPOVA ZADATAKA ZA MLADIĆE I DJEVOJKE IZ OPĆIH I PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKIH GIMNAZIJA NA ISPITIMA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE.....	194
Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina.....	194
Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje.....	195
Verbalni problemi	196
Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama.....	197
Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama.....	198
Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje	199
Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese	200
PRILOG 7. KODNI PROTOKOL ZA ANALIZU TRANSKRIPATA ZVUČNIH ZAPISA	201
PRILOG 8. PRIMJER TRANSKRIPTA ISKAZA SUDIONIKA ZA VRIJEME RJEŠAVANJA ZADATAKA IZ MATEMATIKE	202
PRILOG 9. PRIMJER VERBALNOG PROBLEMA I NJEGOVIH MODIFIKACIJA ...	209
Originalni verbalni problem iz ispita državne mature	209
Modificirani verbalni problem s eksplicitno navedenim algoritmom / pravilom za rješavanje	209
Matematički izraz bez verbalnog elementa.....	209
PRILOG 10. STATISTIKA KODIRANJA DIJELOVA UČENIČKIH ISKAZA ZA VRIJEME RJEŠAVANJA ZADATAKA IZ MATEMATIKE.....	211
PRILOG 11. LISTA PRIMJENE MATEMATIKE U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU ...	214
PRILOG 12. ARITMETIČKE SREDINE I STANDARDNE DEVIJACIJE RIJEŠENOSTI ZADATAKA IZ MATEMATIKE I NJIHOVIH MODIFIKACIJA	215
ŽIVOTOPIS.....	216
POPIS OBJAVLJENIH RADOVA	217

1. UVOD

U mnogim društvima postoje uvriježeni stereotipi o tome kako je matematika¹ prvenstveno „muška“ domena te da su dječaci i mladići nadareniji i uspješniji u matematici od djevojčica i djevojaka, iako postoje i velike međukulturalne razlike u razvijenosti tih stereotipa (npr. Nosek i sur., 2009; Tsui, Xu i Venator, 2011). Ove stereotipe potkrepljuje i činjenica da najprestižnije znanstvene nagrade u području matematike poput Fieldsove medalje, Abelove nagrade i Wolfove nagrade u pravilu dobivaju muškarci. Prva i jedina dobitnica Fieldsove medalje bila je Maryam Mirzakhani (1977. – 2017.) koja je ovu nagradu osvojila 2014. godine, a Abelovu i Wolfovu nagradu za matematiku dosad nije osvojila niti jedna laureatkinja.

Mnoga istraživanja pokazuju kako postoje rodne razlike² u samokompetentnosti te motivaciji za učenje matematike (npr. Skaalvik i Skaalvik, 2004), kao i u akademskom uspjehu u području matematike (De Fruyt, Van Leeuwen, De Bolle i De Clercq, 2008). Iako muški sudionici u istraživanjima često iskazuju veću samokompetentnost i višu razinu motivacije za matematiku, ovi nalazi ovise o dobi i drugim čimbenicima. Rodne razlike u akademskom uspjehu u području matematike ovise između ostaloga i o načinu na koji se akademski uspjeh mjeri (npr. Duckworth i Seligman, 2006). Iako su prosječne razlike između rezultata mladića i djevojaka na matematičkim testovima u pravilu daleko manje nego razlike koje postoje unutar rodova, na ispitima visokog rizika poput završnih ispita u srednjim školama ili prijemnim ispitima za studentske programe čak i takve vrlo male razlike mogu imati dalekosežne posljedice po kandidata ili kandidatkinju te rezultirati neupisivanjem željenog studentskog smjera i / ili promjenom plana o budućoj poslovnoj karijeri.

¹ U tekstu se naziv *matematika* (malim početnim slovom) odnosi na znanstvenu disciplinu u širem smislu, a *Matematika* (velikim početnim slovom) na školski predmet.

² Većina se istraživača, pa i autor ove disertacije, slažu kako su razlike mladića i djevojaka u uspjehu na matematičkim zadacima pod utjecajem ne samo bioloških nego i socijalizacijskih i kulturnih varijabli. Na mjestima u tekstu na kojima se govori o razlikama između mladića i djevojaka koje su barem dijelom pod utjecajem socijalizacijskih i / ili kulturnih varijabli ili kada takav utjecaj postoji kao mogućnost, u ovom će se tekstu upotrebljavati termin *rodne razlike*. Termin *spolne razlike* upotrebljavat će se u dijelovima teksta koji se prvenstveno odnose na biološke razlike (primjerice, one koje su nastale uslijed razlika u koncentracijama određenih hormona). Treba imati na umu da u rezultatima istraživanja nije uvijek sasvim jasno koje su od ovih varijabli u osnovi razlika između mladića i djevojaka.

Standardizirani test PSAT (engl. *The Preliminary SAT*), na temelju kojeg se odlučuje koji će srednjoškolci u Sjedinjenim Američkim Državama dobiti stipendiju za nastavak školovanja, do 1997. godine sastojao se od dva dijela pri čemu je jedan dio ispitivao matematiku, a drugi kritičko čitanje. Na temelju rezultata na takvom obliku ispitivanja stipendije su većinom dobivali muški pristupnici. Nakon što je 1997. godine uveden i treći dio ispita koji je ispitivao pisano izražavanje, ovaj omjer se drastično promijenio te su stipendije sada uglavnom dobivale djevojke (npr. Halpern, 2000). Ovaj primjer ilustrira kako su u nekim područjima uspješniji mladići, a u nekima djevojke te kako rodne razlike mogu imati ozbiljne praktične posljedice po pojedince.

Pozadinu rodnih razlika u rezultatima na ispitima iz matematike važno je razumjeti ne samo iz znanstveno-istraživačkih razloga nego i kako bi se na temelju saznanja o uzrocima tih razlika, prema potrebi, interveniralo u nastavno-obrazovne procese te pomoglo učenicima i učenicama u svladavanju poteškoća u određenom predmetnom području, u određenim kontekstima primjene matematičkih znanja i vještina ili na određenom tipu zadataka. Nalazi ovih istraživanja mogu pomoći i u konstrukciji valjanijih i pouzdanijih pisanih ispita iz kojih bi se uklonili zadaci koji ne ispituju samo željeni predmet mjerenja, tj. matematičko znanje i vještine, nego i neke druge konstrukte koji nisu usko vezani uz matematiku, a čiju razvijenost autori ispita izvorno nisu niti planirali mjeriti. Tako konstruirani ispiti bi istovremeno bili i pravedniji jer ne bi diskriminirali rodne skupine prema svojstvima irelevantnima za predmet mjerenja. Pravednost mjerenja je prema Standardima za pedagoško i psihološko testiranje ključan element kojem treba težiti pri razvoju mjernih instrumenata (AERA, APA i NCME, 2014).

U ovome istraživanju ispitane su rodne razlike u rješavanju matematičkih zadataka pri čemu je kao početna točka za klasifikaciju zadataka korištena taksonomija svojstava matematičkih zadataka koja dovode do rodnih razlika u uspješnosti njihovog rješavanja (TSMZ; Gallagher i sur., 2000; Gallagher, Levin i Cahalan, 2002; Gierl i sur., 2003). Ova taksonomija oslanja se na psihobiosocijalni model³ (npr. Halpern, 1997; 2000; Halpern, Wai i Saw, 2005). Prema psihobiosocijalnom modelu, različiti faktori poput genetike i hormona djeluju na razvoj mozga. Međutim, i iskustva iz okoline mogu povratno djelovati na promjene u veličini, morfologiji i povezanosti struktura mozga i središnjeg živčanog sustava. Drugim

³ Diane F. Halpern i drugi autori za ovaj model upotrebljavaju i naziv *biopsihosocijalni model* (engl. *biopsychosocial model*), a pojavljuju se i nazivi u kojima su psihološki, biološki i socijalizacijski čimbenici navedeni nekim drugim redoslijedom (npr. Halpern, 2006; Miller i Halpern, 2014).

riječima, prema ovom modelu, u procesu učenja nemoguće je odvojiti biološku komponentu od komponente okoline. Autorice taksonomije također se pozivaju i na empirijske spoznaje iz područja rodni razlika u matematici. Prema TSMZ, očekuje se da će mladići biti uspješniji na zadacima u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina i na zadacima koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, a djevojke na verbalnim problemima i zadacima koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja.

U dosadašnjim istraživanjima provjere postavki ove taksonomije uglavnom je korištena metodologija usporedbe postotne riješenosti zadataka koji posjeduju različita svojstva od strane djevojaka i mladića (Gallagher, Levin i Cahalan, 2002). Iz više razloga koji će u ovom tekstu kasnije biti detaljnije elaborirani (npr. Simpsonov paradoks, nedostatak statističke snage), ovakav pristup ispitivanju rodni razlika na pojedinačnim zadacima rezultira ograničenim mogućnostima testiranja hipoteza o smjeru rodni razlika i najčešće ne može iznjedruti jednoznačne zaključke o prirodi rodni razlika i njihovim uzrocima.

U ovom radu stoga će se, u svrhu provjere postavki TSMZ, u prvom dijelu istraživanja upotrijebiti nekoliko raznovrsni psihometrijski pristupa. Uz ispitivanje rodni razlika u postotnoj riješenosti zadataka ispita državne mature iz Matematike za višu razinu, poseban naglasak bit će na pristupima u kojima se pri usporedbi rezultata mladića i djevojaka na pojedinom zadatku kontrolira njihovo postignuće na čitavom ispitu. Drugim riječima, uspoređivat će se riješenost zadatka od strane mladića i djevojaka koji su postigli podjednak ili sličan ukupni rezultat na ostatku ispita. Ovi pristupi nazivaju se analizama diferencijalnoga funkcioniranja zadataka (DFZ; engl. *differential item functioning*; npr. Schmitt, Holland i Dorans, 1993) i diferencijalnoga funkcioniranja skupova zadataka (DFSZ; engl. *differential bundle functioning*; Douglas, Roussos i Stout, 1996). Riječ je o metodologijama koje su i u svijetu nedovoljno korištene u edukacijskim mjerenjima, a u hrvatskoj psihometrijskoj praksi pogotovo (Šabić, 2014). U kontekstu istraživanja rodni razlika u edukacijskim mjerenjima, cilj ovih metodoloških pristupa je utvrditi postoji li rodna pristranost zadataka ili skupina zadataka koji posjeduju neko određeno svojstvo.

Korištenje DFZ i DFSZ može dati novi uvid u području rodni razlika u matematici, naročito kada se njihovo korištenje upari s odgovarajućim teorijskim okvirom, što u dosadašnjim istraživanjima u kojima su upotrebljavane ove metodologije uglavnom nije bio slučaj. Nakon provedbe analiza DFZ, zadaci na kojima je utvrđeno diferencijalno funkcioniranje uglavnom se uklanjaju iz daljnje uporabe testa bez promišljanja o uzrocima diferencijalnoga funkcioniranja, a ako se o uzrocima i promišlja, to se obično čini *post hoc*, tj.

nakon što su analize već provedene (Educational Testing Service, 2009). Istraživači vrlo rijetko istraživanja DFZ započinju s jasnim hipotezama o smjeru razlika na zadacima koji posjeduju određenu karakteristiku. Dijelom je tome razlog i slaba statistička snaga analiza DFZ koja proizlazi iz toga što su to analize uratka pristupnika na samo jednom zadatku, a svaki pojedini zadatak ima mnogo različitih karakteristika od kojih neke mogu diskriminirati u korist jedne skupine, a neke druge u korist druge skupine. Drugim riječima, utjecaj jedne karakteristike zadatka može biti „maskiran“ utjecajem drugih karakteristika. DFSZ je noviji skup psihometrijskih postupaka koji je razvijen upravo s idejom povećanja statističke snage analiza diferencijalnog funkcioniranja kako bi se omogućilo testiranje konkretnih hipoteza (Bolt i Stout, 1996). Korištenje ovih postupaka trebalo bi pomoći u prelasku s eksploratornog na konfirmatorni pristup istraživanju razlika u rezultatima na zadacima među skupinama sudionika. Kombinacija triju kvantitativnih metodologija, tj. usporedbe prosječne postotne riješenosti pojedinih zadataka, analiza DFZ i analiza DFSZ, uparenih s odgovarajućim teorijskim okvirom, može dati detaljniji uvid u prirodu razlika među skupinama nego svaka od tih metodologija sama za sebe. Također, usporedit će se rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka unutar dvaju najvećih gimnazijskih programa: općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

U drugom, kvalitativnom dijelu istraživanja, koristit će se metodologija rješavanja zadataka iz Matematike od strane učenika uz razmišljanje naglas (engl. *think aloud protocol*; npr. van Someren, Barnard i Sandberg, 1994). Usporedit će se klasifikacija zadataka nastala na temelju iskaza učenika za vrijeme njihovog rješavanja s klasifikacijom tih istih zadataka u kategorije TSMZ od strane nastavnika Matematike. Na ovaj će se način nastojati provjeriti pretpostavku da učenici zbilja doživljavaju i rješavaju određene matematičke zadatke na način kako to pretpostavljaju nastavnici. Ako su opisi karakteristika zadataka iz TSMZ zbilja u osnovi rodni razlika u riješenosti pojedinih zadataka, tada je očekivano kako će se te karakteristike zadataka moći iščitati i iz transkripata zvučnih zapisa nastalih za vrijeme učeničkog rješavanja zadataka uz razmišljanje naglas. Ovakav kvalitativni pristup omogućuje dublji uvid u učeničke pristupe rješavanju zadataka i kognitivne procese koji se javljaju za vrijeme rješavanja zadataka.

U trećem dijelu istraživanja, koje se izravno nastavlja na rezultate prvoga dijela, bit će identificirana kategorija zadataka TSMZ u čijoj su riješenosti postojale najveće rodne razlike. Na temelju originalnih zadataka iz te kategorije sastavit će se novi, njima slični zadaci, iz kojih će se nastojati ukloniti ona svojstva za koja se pretpostavlja da se nalaze u osnovi rodne

razlike u uspješnosti rješavanja originalnih zadataka. Novi zadaci bit će slični originalnim zadacima po sadržaju koji se njima ispituje (tj. u osnovi zadatka ostat će isti matematički princip / izraz i isti brojevi). Zatim će se na novom uzorku provjeriti dolazi li nakon takve modifikacije zadataka do smanjenja rodne razlike. Dakle, u ovom dijelu istraživanja želi se, uz replikaciju nalaza prvoga dijela istraživanja na novom uzorku, ispitati je li moguće izravno utjecati na smanjenje razlike između mladića i djevojaka manipulacijom svojstvima zadataka. Ovaj metodološki pokušaj predstavlja još jedan odmak od inače uvriježenog eksploratornog pristupa u istraživanju rodni razlika u uspješnosti rješavanja matematičkih zadataka. Također, ispitat će se neki mogući korelati rodni razlika u uspješnosti rješavanja matematičkih zadataka kako bi se pokušalo odgonetnuti razloge u osnovi tih razlika.

Upotrebom različitih metodologija i analizom rodni razlika u rezultatima pristupnika na dva ljetna roka državne mature te u dva gimnazijska programa, u ovom istraživanju nastoji se postići što veća stabilnost dobivenih nalaza i zaključaka koji iz njih proizlaze. S obzirom da se u literaturi uglavnom izvještava o vrlo malim rodni razlikama u uspjehu na ispitima iz matematike (npr. Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010), ovakav pristup ima bolje izgleda za utvrđivanje supstancijalnih rodni razlika koje nisu dobivene po slučaju.

U nastavku uvodnog poglavlja slijedi pregled dosadašnjih istraživačkih spoznaja u području ispitivanja rodni razlika u rješavanju matematičkih zadataka te pregled relevantni teorijskih polazišta zaključno s psihobiosocijalnim modelom i taksonomijom koja je korištena u ovom istraživanju. Također, opisani su neki specifični psihometrijski pristupi korišteni u ovom radu koji dosada u ovom području nisu bili dovoljno korišteni (DFZ i DFSZ), a čija je pozadinska logika ključna za konfirmatorni pristup istraživanju razlika među skupinama.

1.1. PREGLED EMPIRIJSKIH NALAZA O RODNIM RAZLIKAMA U OBRAZOVNIM POSTIGNUĆIMA U PODRUČJU MATEMATIKE

1.1.1. Nesklad između rodni razlika u školskim ocjenama i na standardiziranim testovima

Djevojčice imaju u prosjeku više školske ocjene od dječaka tijekom čitavoga osnovnog i srednjeg školovanja iz svih školskih predmeta, pa tako i iz Matematike (Duckworth i Seligman, 2006; Hicks, Johnson, Iacono i McGue, 2008; Jokić i Ristić Dedić, 2010; Voyer i Voyer, 2014; Burušić i Šerić, 2015). Ocjene koje učitelji daju nisu usklađene s

rezultatima na standardiziranim testovima te nakon kontrole rezultata na tim testovima djevojčice još uvijek imaju nešto više školske ocjene nego dječaci (npr. Cornwell, Mustard i Van Parys, 2013).

S druge strane, na standardiziranim testovima iz matematike i prirodoslovlja dječaci često postižu više prosječne rezultate od djevojčica (npr. De Fruyt i sur., 2008). Nesklad između školskih ocjena i rezultata standardiziranih testova ukazuje na to da ova dva tipa procjene zahvaćaju djelomično različite predmete mjerenja, odnosno da školske ocjene vrednuju i neke dodatne elemente osim znanja i vještina vezanih uz školski predmet (npr. komunikacijske vještine, ponašanje u razredu itd.). Duckworth i Seligman (2006) objašnjavaju bolje ocjene djevojčica time što su one u prosjeku samodiscipliniranije od dječaka. Također, standardizirani testovi obično se razlikuju po vrsti zadataka i po širini područja ispitivanja od pisanih i usmenih provjera koje organiziraju nastavnici u školama (Wiggins, 1998), pa razlog ovog nesuglasja možda leži i u tome.

Novije meta-analize pokazale su kako se rodne razlike na standardiziranim testovima u općoj populaciji u zadnjih nekoliko desetljeća smanjuju te kako su najveće u adolescenciji i u visoko selekcioniranim uzorcima (De Lisi i McGillicuddy-De Lisi, 2002; Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010). Rezultati mladića na standardiziranim matematičkim testovima obično imaju veći varijabilitet od rezultata djevojaka. Iz tog su razloga kod visoko selekcioniranih uzoraka rodne razlike veće, tj. mladići nadareni za matematiku postižu u prosjeku više rezultate od nadarenih djevojaka, a ove su rodne razlike veće nego u općoj populaciji. Veći je broj mladića nego djevojaka na oba kraja distribucije rezultata, tj. i među vrlo visokim i među vrlo niskim rezultatima (npr. Royer i Garofoli, 2005; Halpern i sur., 2007; Hyde i Mertz, 2009; Baye i Monseur, 2016).

1.1.2. Rodne razlike u međunarodnim istraživanjima matematičkih znanja i vještina učenika

Važan izvor informacija o rodnim razlikama u području matematike su istraživanja matematičkih znanja i vještina učenika koja se provode na reprezentativnim uzorcima u velikom broju zemalja sudionica svakih nekoliko godina. Ova istraživanja pokazuju da se smjer i veličina rodnih razlika razlikuje od zemlje do zemlje. Primjerice, u istraživanju TIMSS 2015. (engl. *Trends in International Mathematics and Science Study*; Međunarodno istraživanje trendova u znanju matematike i prirodoslovlja; Mullis, Martin, Foy i Hooper,

2016), od ukupno 49 zemalja koje su sudjelovale s uzorcima učenika četvrtih razreda osnovnih škola, u 23 zemlje nije bilo statistički značajne razlike u prosječnom rezultatu dječaka i djevojčica, u 18 zemalja postojale su statistički značajne razlike u korist dječaka (uključujući i Hrvatsku), a u 8 zemalja postojale su razlike u korist djevojčica. U osmom razredu osnovne škole, od ukupno 39 zemalja sudionica, u 26 zemalja nije bilo statistički značajne razlike u prosječnom rezultatu dječaka i djevojčica, u šest zemalja postojale su statistički značajne razlike u korist dječaka, a u sedam zemalja u korist djevojčica. Hrvatski učenici 8. razreda nisu sudjelovali u istraživanju. Iz ovih nalaza proizlazi da se rodne razlike u korist dječaka smanjuju s krajem osnovne škole.

U istraživanju PISA 2015. provedenom na petnaestogodišnjacima sudjelovale su 72 zemlje (OECD, 2016). U 29 zemalja dječaci su imali statistički značajno više rezultate na testu iz matematike. Takav nalaz dobiven je i na rezultatima hrvatskog uzorka. Djevojčice su imale statistički značajno viši rezultat u 9 zemalja.

Slični su rezultati dobiveni i u prethodnim ciklusima ovih istraživanja. Primjerice, u istraživanju TIMSS 2011. (Mullis, Martin, Foy i Arora, 2012), od ukupno 50 zemalja koje su sudjelovale s uzorcima učenika četvrtih razreda, u 26 zemalja nije bilo statistički značajne razlike u rezultatu dječaka i djevojčica, u 20 zemalja postojale su male statistički značajne razlike u korist dječaka (uključujući i Hrvatsku), a u četiri razlike u korist djevojčica. U osmom razredu osnovne škole, od ukupno 42 zemlje koje su sudjelovale, u 22 zemlje nije bilo statistički značajne razlike u rezultatu dječaka i djevojčica, u sedam zemalja postojale su statistički značajne razlike u korist dječaka, a u preostalih 13 zemalja u korist djevojčica (hrvatski učenici 8. razreda nisu sudjelovali u istraživanju). U istraživanju PISA 2009. (OECD, 2010), od 65 zemalja koje su sudjelovale u istraživanju, u 35 zemalja dječaci su imali statistički značajno više rezultate na testu iz matematike. Takav nalaz dobiven je i na rezultatima hrvatskog uzorka. Djevojčice su imale statistički značajno viši rezultat u pet zemalja.

Treba napomenuti kako je istraživanje TIMSS usmjereno na ispitivanje matematičkih znanja i vještina obrađenih u osnovnoškolskim kurikulumima (tj. nastavnim programima), iako su mogućnosti da se jednim ispitom podjednako uspješno „pokriju“ kurikulumi svih zemalja sudionica prilično sužene (Šabić, 2016). S druge strane, PISA istraživanje usmjereno je na ispitivanje matematičkih kompetencija petnaestogodišnjaka (većina sudionika PISA istraživanja u Republici Hrvatskoj završila je osnovnu školu te su upisali 1. razred srednje škole), te nije vezano uz kurikulume osnovnih škola zemalja sudionica. Moguće je kako

nesukladnost rodni razlika utvrđeni u TIMSS-u i PISA-i proizlazi iz različitih svrha ovih dvaju istraživanja. No za očekivati je da su i rezultati na PISA istraživanju također u pozitivnim korelacijama i sa znanjem školske matematike i s uspjehom u školi.

Na matematičkom dijelu standardiziranog SAT testa koji se u Sjedinjenim Američkim Državama koristi kao selekcijski test za ulaz u visokoškolsko obrazovanje, od 1972. do 2016. godine nikada se nije dogodilo da djevojke imaju viši prosječni rezultat od mladića (College Board, 2016). Riječ je o testiranjima koja pohađa vrlo veliki broj pristupnika. Primjerice, 2016. godine testu je pristupilo 1 637 589 pristupnika. Mladići postižu prosječne rezultate koji su statistički značajno viši od rezultata djevojaka, a rodna razlika obično je veća od 30 bodova (na skali od 200 do 800 bodova s prosječnim rezultatom 500).

Na NAEP testiranjima iz matematike (engl. *The National Assessment of Educational Progress*) koja predstavljaju nacionalno reprezentativna testiranja učenika u Sjedinjenim Američkim Državama, bijeli učenici 4. razreda bili su uspješniji od bijelih učenica 1992. i 1996. godine. U drugim etničkim skupinama rodne razlike nisu utvrđene. U 8. razredu nije bilo rodni razlika. U 12. razredu, mladići su postizali u prosjeku bolje rezultate od djevojaka 1990. i 1992. godine, ali ne i 1996. godine (Coley, 2001).

Na temelju navedenih rezultata istraživanja od kojih su neka provedena na uzorcima u velikom broju zemalja, a neka na velikim uzorcima u Sjedinjenim Američkim Državama, može se zaključiti da se rodne razlike u korist dječaka često nalaze na uzorcima djece u dobi od oko 10 godina. Razlike su manje krajem osnovne škole, a najveće u srednjoj školi, tj. u adolescenciji, od petnaeste godine života nadalje. Ovdje treba uzeti u obzir da se testovi za učenike različitih dobnih skupina međusobno razlikuju po strukturi, tj. po znanjima i vještinama koje ispituju te da promjene u veličinama rodni razlika najvjerojatnije nisu odraz maturacijskih procesa nego svojstava testova. Drugim riječima, matematika nije jedinstvena niti homogena disciplina, a predmet mjerenja matematičkih testova mijenja se s uzrastom ciljne populacije učenika.

1.1.3. Rodne razlike u pojedinim područjima i vrstama zadataka iz matematike

Analize sadržaja matematičkih zadataka na kojima se javljaju rodne razlike u njihovoj riješenosti često rezultiraju nekonzistentnim nalazima o tome koja specifična područja bolje rješavaju djevojke, a koja mladići. Ipak, u većini istraživanja djevojke su bile uspješnije u

rješavanju algebarskih problema i rutinskih „školskih“ problema koji zahtijevaju usvojenost matematičkih sadržaja, a mladići u zadacima koji ispituju geometriju i koji zahtijevaju nekonvencionalnu uporabu matematičkog znanja i odmak od školskih obrazaca rješavanja

Gallagher i De Lisi, 1994; Gallagher i sur., 2000; Hyde, Fennema i Lamon, 1990; Zhang, 2009). Ove su nalaze istraživači pokušavali objasniti različitim evolucijskim, biološkim i okolinskim faktorima, o čemu će biti više riječi malo kasnije u ovom poglavlju.

Leahey i Guo (2001) su koristeći rezultate američkih nacionalnih ispita u longitudinalnom nacrtu uspoređivali uspjeh djevojaka i mladića u matematici tijekom osnovne i srednje škole. Došli su do zaključka da se pretkraj srednje škole pojavljuje razlika u korist mladića u uspjehu na geometrijskim zadacima, iako u osnovnoj školi razlike nije bilo.

Na zadacima u kojima se od sudionika zahtijeva stvaranje prostornog prikaza i zadržavanje tog prikaza u radnom pamćenju uz manipulaciju njime, mladići su uspješniji od djevojaka (Halpern i sur., 2007). Masters i Sanders (1993) su u meta-analizi utvrdili da se na zadacima mentalnih rotacija, u kojima se zahtijeva zadržavanje i manipulacija trodimenzionalnim prikazima u radnom pamćenju, nalaze velike razlike u korist mladića te da su rodne razlike u rezultatu na testovima mentalnih rotacija bile relativno stabilne u periodu između 1975. i 1992 godine.

U istraživanjima koja su proveli Casey, Nuttall, Pezaris i Benbow (1995) te Casey, Nuttall i Pezaris (1997) dobiven je nalaz da je rezultat na testu mentalnih rotacija medijator rodni razlika u uspjehu na matematičkom dijelu SAT testa u korist muških sudionika. Medijacijski učinak bio je najizraženiji kod sudionika s visokim rezultatima na testu. Wei, Yuan, Chen i Zhou (2012) su na kineskom uzorku studenata došli do nalaza da su prostorne sposobnosti povezane s uratkom na testu napredne matematike koji je ispitivao modernu algebru, statistiku i matematičku logiku.

Lindberg, Hyde, Petersen i Linn (2010) su u meta-analizi istraživanja provedenih od 1990. do 2007. godine utvrdili kako postoje rodne razlike u riješenosti različitih vrsta matematičkih zadataka. Konkretno, mladići su češće bili uspješni na zadacima višestrukog izbora, a djevojke na zadacima otvorenog tipa. Postoje i istraživanja u kojima ovakav obrazac nalaza nije utvrđen. Npr. Beller i Gafni (2000) su ispitivali postoje li rodne razlike u riješenosti zadataka višestrukog izbora i zadataka otvorenog tipa na uzorcima trinaestogodišnjih učenika i učenica. Koristili su metodologiju DFZ. Dobili su nekonzistentne rezultate koji nisu bili u skladu s nalazima da su dječaci uspješniji na zadacima višestrukog izbora, a djevojčice na zadacima otvorenog tipa. Također, došli su do nalaza da se veće

razlike u korist dječaka dobivaju na težim zadacima, tj. da postoji pozitivna povezanost između težine zadataka i rodnog učinka u riješenosti u korist dječaka. Iako su rezultati istraživanja nejednoznačni, čini se kako su vrsta i težina zadataka karakteristike o kojima treba voditi računa kada se ispituju razlike u riješenosti zadataka među rodovima.

Gallagher i Mandinach (1992) su na uzorku najuspješnijih pristupnika matematičkom SAT testu utvrdili da su djevojke uglavnom sklonije uporabi algoritamskih strategija nego mladići: i pri rješavanju zadataka višestrukog izbora i na otvorenom tipu zadataka. Mladići su na zadacima višestrukog izbora bili skloniji koristiti strategije uvida, a na zadacima otvorenog tipa algoritamske strategije. Gallagher i sur. (2000) došli su do nalaza da su muški srednjoškolci uspješniji od djevojaka u uparivanju adekvatnih strategija rješavanja problema s karakteristikama matematičkih problema.

Istraživači su nastojali utvrditi postoje li neki određeni dijelovi gradiva na kojima uspjeh učenika predstavlja dugoročni prediktor njihovog kasnijeg uspjeha u matematici. Siegler i sur. (2012) su u longitudinalnom istraživanju na uzorku učenika iz Sjedinjenih Američkih Država i Ujedinjenog Kraljevstva došli do nalaza da je učeničko znanje razlomaka i dijeljenja u osnovnoj školi prediktivno za njihov uspjeh tijekom srednje škole (pet ili šest godina kasnije) u algebri i matematici općenito, čak i nakon kontrole znanja iz drugih područja matematike, opće intelektualne sposobnosti, mjera radnog pamćenja, obiteljskog dohotka i obrazovanja roditelja.

1.1.4. Rodne razlike u samokompetentnosti i motivaciji za matematiku te internalizacija stereotipa o matematici kao muškoj domeni

Rodne razlike u samokompetentnosti za matematiku

U prosjeku, mladići svoju kompetentnost za matematiku tijekom čitavog osnovnog i srednjeg školovanja procjenjuju višom nego što to čine djevojke i to je potvrđeno u velikom broju istraživanja (Kurtz-Costes, Rowley, Harris-Britt i Woods, 2008; Plante, de la Sablonnière, Aronson i Théorêt, 2013). Npr. Skaalvik i Skaalvik (2004) su na uzorcima norveških osnovnoškolaca, srednjoškolaca i studenata došli do nalaza da kod mladića postoji viša razina samokompetentnosti za matematiku, očekivanja školskog uspjeha iz matematike i intrinzične motivacije za matematiku.

Hijerarhijsko linearno modeliranje na rezultatima uzorka iz Sjedinjenih Američkih Država dovelo je do nešto drukčijih nalaza: u periodu između početka osnovnog obrazovanja i kraja srednjoškolskog obrazovanja smanjila se samokompetentnost i vrijednost različitih školskih predmeta, pa tako i matematike, procijenjena od strane učenika i učenica (Jacobs, Lanza, Osgood, Eccles i Wigfield, 2002). Samokompetentnost dječaka za matematiku na početku osnovne škole bila je viša od samokompetentnosti djevojčica, no samokompetentnost dječaka je s dobi opadala brže te je na kraju srednje škole samokompetentnost mladića bila slična samokompetentnosti djevojaka.

Slična metodologija korištena je na uzorcima australskih, američkih i njemačkih učenika (od 7. do 12. razreda), u ispitivanju promjena u matematičkoj samokompetentnosti u funkciji dobi (Nagy i sur., 2010). Samokompetentnost se smanjivala u funkciji dobi u svim uzorcima. Mladići su u 7. razredu iskazivali višu razinu samokompetentnosti od djevojaka u svim zemljama. Između 7. i 12. razreda veličina rodne razlike bila je stabilna, što nije u skladu s nalazom Jacobs i sur. (2002).

Nalazi o smanjenju samokompetentnosti za matematiku u funkciji dobi također nisu uvijek dosljedni. U istraživanju Chouinarda i Roya (2008) samokompetentnost kanadskih učenika nije se značajno smanjila tijekom 7., 8. i 9. razreda. Kod mladića je bila viša nego kod djevojaka. Tijekom 10. i 11. razreda, samokompetentnost mladića značajno se smanjila, a djevojaka porasla pa se tako rodna razlika u samokompetentnosti smanjila.

Na uzorku njemačkih adolescenata, utvrđeno je da nakon kontrole samokompetentnosti za matematiku i vrijednosti koje sudionici pripisuju matematici raste povezanost između pripadnosti ženskom rodu i školskih ocjena (Steinmayr i Spinath, 2008). Drugim riječima, samokompetentnost i vrijednosti koje učenici pripisuju matematici djelovale su kao supresori. Djevojke su u ovom istraživanju imale više ocjene te autorice zaključuju kako bi mladići vjerojatno imali i slabije ocjene kada ne bi imali višu samokompetentnost i vrijednosti koje pripisuju matematici nego djevojke.

Crombie i sur. (2005) koristili su strukturalno modeliranje kako bi predvidjeli školske ocjene iz Matematike i namjere upisa matematičkih predmeta u uzorku američkih petnaestogodišnjaka. Pri predviđanju ocjena, autori su došli do sličnih nalaza i na uzorku mladića i na uzorku djevojaka. Postojala je usmjerena veza između prijašnjih ocjena i samokompetentnosti za matematiku te između samokompetentnosti za matematiku i sadašnjih ocjena. Mladići su iskazivali više razine samokompetentnosti nego djevojke, a djevojke su imale više ocjene. Intrinzične i utilitarne vrijednosti matematike nisu bile prediktori ocjena.

Pri predviđanju namjere upisa matematičkih predmeta, postojale su veće rodne razlike. Kod djevojaka, postojala je usmjerena veza između samokompetentnosti i namjere upisa matematičkih predmeta dok kod mladića nije postojala takva veza. Kod mladića je postojala usmjerena veza između prijašnjih ocjena i namjere upisa matematičkih predmeta, a kod djevojaka ne. Kod oba roda postojala je usmjerena veza između utilitarnih vrijednosti matematike i namjere upisa matematičkih predmeta ali ta veza bila je jača kod mladića.

Kenney-Benson, Pomerantz, Ryan i Patrick (2006) testirali su strukturalni model u kojem su pretpostavili kako će djevojčice biti sklonije od dječaka usmjeravanju na ciljeve ovladavanja sadržajem, a također će biti sklonije izbjegavanju problematičnog ponašanja u razredu. Ove će dvije varijable dalje biti pozitivno povezane s korisnim strategijama učenja, koje će biti pozitivno povezane s višim školskim ocjenama. Za sve varijable iz ovoga modela korišteni su podaci prikupljeni u 5. razredu, osim ocjena koje su prikupljene u 7. razredu jer je autore zanimalo kako će ovi prediktori predviđati razliku u budućim ocjenama. Model se dobro slagao s podacima. Također je testiran model u kojem su ciljevi za postignućem i izbjegavanje problematičnog ponašanja povezani s korisnim strategijama učenja, a one s uratkom na standardiziranim testovima. U modelu nije korištena varijabla roda jer nije utvrđeno postojanje rodni razlika u uratku na testu. I ovaj se model dobro slagao s podacima. Međutim, kad su autori u model dodali samokompetentnost izmjerenu u 5. razredu kao prediktor uratka na testu, preostale varijable više nisu bile značajni prediktori uratka na testu. Ovaj nalaz ukazuje da se nepostojanje rodni razlika na uratku u standardiziranom testu može objasniti velikom važnosti samokompetentnosti u testnoj situaciji. U ostalim školskim situacijama do izražaja više dolaze ciljevi za postignućem i ponašanje u razredu iz čega proizlaze rodne razlike u ocjenama.

Tully i Jacobs (2010) su na mjerama akademske samokompetentnosti za matematiku utvrdili da su djevojke iz ženskih škola postizale u prosjeku najviše vrijednosti - statistički značajno više od prosjeka cijelog muškog uzorka. Mladići koji su išli u mješovite srednje škole na ovim mjerama postizali su najniže vrijednosti. Istraživanje je provedeno na australskom uzorku. Ovaj nalaz nije u skladu s nalazima prethodnih istraživanja u kojima su mladići iskazivali višu samokompetentnost od djevojaka.

Iz navedenih istraživanja može se zaključiti da dječaci i mladići uglavnom iskazuju više razine samokompetentnosti za matematiku, no u nekim istraživanjima se te razlike s dobi smanjuju ili čak nestaju. Pri ispitivanju rodni razlika u riješenosti matematičkih zadataka

važno je provjeriti koliko je procjena samokompetentnosti za matematiku povezana s rezultatima na tim zadacima.

Rodne razlike u motivaciji za matematiku

Kao što je slučaj i u drugim područjima, uspjeh u matematici povezan je s motivacijom. Npr. Eklöf (2007) je utvrdila pozitivnu povezanost uspjeha švedskih učenika osnovnih škola na TIMSS-u te motivacije za rješavanje tog testa. Međutim, ova povezanost nije bila statistički značajna nakon što su u analizu kao prediktori uspjeha na testu uvedeni matematička samokompetentnost i učenička procjena vrijednosti matematike.

U ranije spomenutom istraživanju, Skaalvik i Skaalvik (2004) su na uzorcima norveških osnovnoškolaca, srednjoškolaca i studenata utvrdili više razine intrinzične motivacije za matematiku nego kod djevojaka. U skladu s tim je i nalaz Guaya i sur. (2010) na kanadskom uzorku djece (6 do 10 godina) da dječaci iskazuju višu razinu intrinzične motiviranosti za matematiku.

Watt (2008) je koristila modele latentnog rasta kako bi ispitala rodne razlike u samopercepciji talenta i intrinzičnoj vrijednosti matematike u tri australske kohorte koje su longitudinalno praćene. Istraživanje je provedeno na učenicima od 7. do 11. razreda, u dobi od 12 do 16 godina. Samopercepcija talenta i intrinzična vrijednost matematike opadala je tijekom školovanja kod oba roda s tim da su razine ovih mjera bile više kod mladića.

Ista autorica došla je do nalaza da su australski srednjoškolci skloniji biranju matematičkih predmeta nego srednjoškolke (Watt, 2006). Razlika u istom smjeru dobivena je i u planiranju odabira karijere u matematici. Utilitarne vrijednosti matematike bile su u pozitivnoj korelaciji s planiranjem karijere u matematici pri čemu je rod bio moderirajuća varijabla. Naime, karijeru u matematici planirali su mladići sa srednje visokim i visokim utilitarnim vrijednostima, dok su među djevojkama karijeru u matematici planirale samo one s najvišim utilitarnim vrijednostima.

U ranije spomenutom istraživanju, Chouinard i Roy (2008) utvrdili su da je utilitarna vrijednost matematike opala u periodu između 7. i 11. razreda za oba roda. Djevojke su bile sklonije ciljevima ovladavanja sadržajem od mladića, a vrijednosti su za oba roda opadale u funkciji dobi. Mladići su bili skloniji ciljevima izvedbe i ciljevima izbjegavanja rada, a

vrijednosti su za oba roda bile stabilne u funkciji dobi. Tijekom sve tri godine, sve motivacijske mjere za oba roda bile su više na početku školske godine nego na kraju.

Vrugt, Oort i Waardenburg (2009) su ispitali strukturalni model u kojem su pretpostavili kako će usmjerenost na ciljeve ovladavanja sadržajem biti povezana s većom samoeфикасношću učenika, a usmjerenost na ciljeve izvedbe s usporedbom s manje uspješnim učenicima. Viša samoeфикаsnost i usporedba s manje uspješnima će, prema modelu, dalje biti povezani s pozitivnim afektom prema matematici, što će rezultirati većim školskim ocjenama. Istraživanje je provedeno na nizozemskom uzorku učenika u dobi od 14 do 16 godina. Model je potvrđen na učenicama, ali kod učenika nije postojala povezanost između socijalne usporedbe i afekta te između afekta i ocjena.

Tully i Jacobs (2010) su metodom intervjuja na australskom uzorku došli do nalaza da su djevojke sklone odabrati studij inženjerstva zbog prijašnjeg uspjeha u matematici i samopercepcije da su uspješne u matematici. Mladići su s druge strane birali studij pod utjecajem uzora iz obitelji koji su bili inženjeri. Na atribucijskoj karti, mladići su kao razloge upisa inženjerskog studija navodili izgledne mogućnosti za buduću karijeru te da su oduvijek to željeli studirati. Djevojke su navodile da su odabrale taj studij zbog izglednih mogućnosti za buduću karijeru te zbog toga što su uspješne u matematici.

Vršnjaci također mogu utjecati na motivaciju učenika u području matematike. Na uzorku američkih adolescenata u dobi od 13 do 19 godina utvrđena je veza između učeničkih odabira matematičkih predmeta i školskog uspjeha njihovih bliskih prijatelja te školskih kolega (Crosnoe, Riegel-Crumb, Field, Frank i Muller, 2008). Ove povezanosti bile su veće kod djevojaka. Povezanosti su bile snažnije kod starijih adolescenata, a slabije kod adolescenata ponavljača.

Veličina rodnih razlika u motivaciji za matematiku može ovisiti i o razini postignuća učenika/ca u uzorku. Preckel, Goetz, Pekrun i Kleine (2008) su na rezultatima njemačkog uzorka učenika 6. razreda došli do nalaza da su rodne razlike u korist dječaka u motivaciji za matematiku, matematičkom samopoimanju i interesu za matematiku veće na uzorku nadarenih učenika, nego na uzorku učenika prosječnih postignuća.

Na uzorku učenika 5., 6., 7. i 8. razreda zagrebačkih osnovnih škola hijerarhijskim regresijskim analizama utvrđeno je da se veći strah od matematike javlja kod djevojčica i kod učenika s nižim prethodnim postignućem u matematici (Rovan, Pavlin-Bernardić i Vlahović-Štetić, 2013). Osim toga, značajni prediktori straha od matematike bili su cilj izbjegavanja rada, nisko očekivanje uspjeha i slabiji interes za matematiku.

Na hrvatskom uzorku učenika sva četiri razreda prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija utvrđeno je da je strah od matematike slabo izražen. Međutim, bio je nešto jači kod djevojaka i pristupnika iz jezičnih gimnazija (Arambašić, Vlahović-Štetić i Severinac, 2005). Mladići i djevojke su u ovom istraživanju iskazali u prosjeku neutralan stav prema matematici te nije utvrđena rodna razlika u stavu prema matematici.

Navedena istraživanja ne daju konzistentne zaključke o razlikama u motivaciji za matematiku između djevojaka i mladića, iako se u većini istraživanja pronalaze razlike u korist mladića. Pri ispitivanju rodnih razlika u riješenosti matematičkih zadataka važno je provjeriti koliko je procjena motivacije za matematiku povezana s rezultatima na tim zadacima.

Internalizacija stereotipa o matematici kao muškoj domeni

Razina razvijenosti stereotipa u nekom društvu o matematici kao muškoj domeni može biti povezana s rodnim razlikama u postignućima u matematici, kao i s motivacijom djevojaka i mladića za matematiku. Hyde i Mertz (2009) su na rezultatima 30 zemalja došli do nalaza da je učestalost identifikacije djevojaka talentiranih za matematiku u nekoj zemlji povezana s vrijednosti indeksa rodne ravnopravnosti (engl. *The Gender Gap Index*; npr. Hausmann, Tyson i Zahidi, 2007).

Prosječna razina implicitnih stereotipa o tome da su matematika i prirodoslovlje muške domene pozitivno je povezana s veličinom rodnih razlika u korist dječaka u uspjehu u matematici i prirodoslovlju na razini država. Nosek i sur. (2009) su došli do ovog nalaza kada su na uzorcima u 34 zemlje primijenili test implicitnih asocijacija. Samoiskaz stereotipa (tj. eksplicitno stereotipiziranje) nije doprinijelo boljoj predikciji rodnih razlika.

Plante i sur. (2013) su proveli odvojene analize na uzorcima kanadskih djevojčica i dječaka u dobi između 11 i 14 godina te upotrebom strukturalnog modeliranja došli do nalaza da je stupanj internalizacije stereotipa o tome kako dječaci imaju razvijenije matematičke sposobnosti neizravan prediktor školskog uspjeha u matematici te planova za biranje karijere u matematici. Medijatori ove povezanosti bili su samokompetentnost za matematiku i procjena vrijednosti matematike. Samokompetentnost je bila važniji medijator pri predviđanju školskog uspjeha, a procjena vrijednosti matematike pri predviđanju planova za biranje karijere u matematici. Ovakav nalaz potvrđen je i nakon kontroliranja prethodnog školskog

uspjeha djevojčica i dječaka, koji je inače bio najbolji samostalni prediktor budućeg školskog uspjeha.

Kurtz-Costes i sur. (2008) su ispitali strukturalni model u kojem su povezali dječju percepciju stereotipa odraslih o sposobnostima muškaraca i žena za matematiku i znanost te dječje stereotipe i dječju samokompetentnost za matematiku i znanost. Istraživanje su proveli na američkim uzorcima djevojčica i dječaka (9, 12 i 14 godina). Samokompetentnost devetogodišnjih dječaka nije bila pod utjecajem njihovih vjerovanja o sposobnostima dječaka i djevojčica. Kod starijih dječaka, njihovo vjerovanje o sposobnostima dječaka bilo je medijator povezanosti percepcije stereotipa odraslih i samokompetentnosti. Kod djevojčica je samo u dobi od 12 godina postojala veza između percepcije stereotipa odraslih i samokompetentnosti. Niti u jednom ženskom uzorku nije postojala povezanost između vjerovanja o sposobnostima dječaka i djevojčica te samokompetentnosti.

Spencer, Steele i Quinn (1999) su u eksperimentalnom nacrtu utvrdili da studentice na teškom ispitu iz matematike postižu slabije rezultate od studenata kada im se kaže da na tom testu muškarci inače postižu bolje rezultate. Rodne razlike bile su manje kada je studenticama rečeno da na tom testu ne postoje rodne razlike. Slični rezultati dobiveni su i na visoko selekcioniranom uzorku studenata/ica i na uzorku studenata/ica nešto nižih postignuća.

U već spomenutom istraživanju, Arambašić, Vlahović-Štetić i Severinac (2005) su na uzorku učenika sva četiri razreda prirodoslovno-matematičkih i jezičnih gimnazija došle i do nalaza kako se sudionici u prosjeku nisu slagali sa stavom da je matematika muška domena. To je neslaganje bilo nešto jače izraženo kod djevojaka nego kod mladića. Također, to je neslaganje bilo izraženije u poduzorku učenika/ca iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija nego u poduzorku učenika/ca iz jezičnih gimnazija.

Pavlin-Bernardić, Vlahović-Štetić i Mišurac Zorica (2010) su ispitale stavove i uvjerenja prema matematici predmetnih nastavnika Matematike i učitelja razredne nastave te studenata koji se školuju za učiteljski poziv. Autorice su došle do zaključka da je uvjerenje o tome da je matematika muška domena bilo vrlo slabo izraženo u tom uzorku. Među skupinama nije bilo značajnijih razlika u tom uvjerenju.

Na temelju ovih nalaza može se zaključiti da stereotipi o matematici kao muškoj domeni nisu značajnije izraženi, barem kada je riječ o hrvatskom kontekstu.

S obzirom na rodne razlike u samokompetentnosti i motivaciji za matematiku, kao i na rodno stereotipiziranje matematike u nekim kulturama, moguće je kako mladići u

svakodnevnom životu češće sudjeluju u aktivnostima koje zahtijevaju primjenu matematike nego djevojke. To zatim može rezultirati višim stupnjem riješenosti matematičkih zadataka od strane mladića. Stoga je u ispitivanju rodni razlika u rješavanju matematičkih zadataka važno uzeti u obzir svakodnevno iskustvo sudionika/ca s matematikom te ga pokušati izmjeriti.

1.2. TEORIJSKA POLAZIŠTA OBJAŠNJENJA RODNIH RAZLIKA U OBRAZOVNIM POSTIGNUĆIMA U PODRUČJU MATEMATIKE

U ovom poglavlju bit će opisana glavna teorijska polazišta autora u području rodni razlika u matematici. Na početku slijedi kratak uvod o vezama matematike i kognicije nakon čega su izloženi pristupi temeljeni na evolucijskim hipotezama, hormonalnim razlikama i okolinskim faktorima te drugi pristupi istraživanja rodni razlika u matematici zaključno s psihobiosocijalnim modelom.

1.2.1. Matematika i kognicija

Matematičke vještine obično se dijele na dva dijela – osnovne aritmetičke operacije i rješavanje matematičkih problema (Dehn, 2008). U različitom stupnju, obje vrste matematičkih vještina uključuju sve komponente i procese kratkoročnog i radnog pamćenja. Čak i najjednostavnije računске operacije zahtijevaju kratkoročnu pohranu informacija o zadatku, dosjećanje relevantnih procedura te procesiranje koje pretvara informacije u numerički oblik.

Rješavanje matematičkih zadataka zahtijeva istovremeno procesiranje i pohranu numeričkih i vizualnih informacija. Izvršno radno pamćenje zaduženo je za koordiniranje, nadgledanje i poredak svih koraka uključenih u matematičke procedure. Ono je potrebno kod procjenjivanja, brojanja, održavanja poretka informacija, praćenja informacije u postupcima koji se sastoje od više koraka, biranja i izvršavanja strategija rješavanja problema (Bull, Johnston i Roy, 1999).

Resursi radnog pamćenja najpotrebniji su u ranim fazama usvajanja matematičkih vještina. Nakon što usvoje osnovne matematičke činjenice, rješenja nekih jednostavnih aritmetičkih problema učenici već znaju napamet te ih mogu dozvati iz dugoročnog pamćenja, pa se na taj način oslobađa kapacitet radnog pamćenja (Dehn, 2008).

Kod djece mlađeg uzrasta (primjerice, kod učenika prvoga razreda osnovne škole) važnija je uporaba vidnoprostornog radnoga pamćenja. Ovo vrijedi sve dok djeca ne usvoje mogućnost simboličke i verbalne reprezentacije aritmetike. Levine, Jordan i Huttenlocher (1992) došli su do nalaza da su predškolska djeca uspješnija u rješavanju neverbalnih, nego verbalnih i brojčanih problema. Neverbalni problemi su u ovom istraživanju bili postavljeni pomoću objekata čiji se broj mijenjao. Najbolji samostalni prediktor uspjeha predškolske djece na neverbalnim matematičkim problemima je upravo vidnoprostorno radno pamćenje (Bull, Espy i Wiebe, 2008).

Starija se djeca prvenstveno oslanjaju na uporabu fonološkog radnog pamćenja jer njihovo matematičko funkcioniranje postaje sve više verbalno i apstraktno. Kod starije djece uporaba vidnoprostornog radnog pamćenja ponovo dolazi do izražaja kada se tijekom svog školovanja susretnu s geometrijom (Dehn, 2008).

Fonološko radno pamćenje i procesiranje uključeno je i u osnovne aritmetičke operacije i u rješavanje problema zadanih u obliku teksta. Djeca s poteškoćama u rješavanju matematičkih zadataka često imaju probleme kratkoročnog pamćenja verbalnih informacija (Gathercole, Pickering, Knight i Stegmann, 2004). Neučinkovita uporaba fonološkoga radnoga pamćenja također može biti u osnovi ovih problema. Veze radnoga pamćenja i rješavanja problemskih zadataka postavljenih u obliku teksta manje su proučavane (Andersson, 2007). Swanson i Beebe-Frankenberger (2004) pronašli su pozitivnu povezanost između mjera radnoga pamćenja i uspješnosti u rješavanju matematičkih verbalnih problema kod učenika u prva tri razreda osnovne škole. Štibrić (2013) je u istraživanju na učenicima četvrtih razreda osnovnih škola analizom traga utvrdila da je za razumijevanje teksta u rješavanju verbalnih matematičkih problema najvažniji epizodički međuspremnik. Također, fonološka petlja i sposobnost spajanja informacija objašnjavali su dio varijance rješavanja verbalnih problemskih zadataka i nakon što su kontrolirani vještina računanja te razumijevanje teksta.

Rješavanje matematičkih problemskih zadataka u većem opsegu opterećuje radno pamćenje nego što je to slučaj s jednostavnim računanjem. Djeca s ADHD-om čine više pogrešaka kada problemski zadaci sadrže nevažne numeričke ili verbalne informacije (Bull i Espy, 2006). Oslabljeni inhibitorni procesi, uslijed kojih nevažne informacije ulaze u radno pamćenje ili se zadržavaju u njemu za vrijeme obrade važnih informacija, mogu objasniti loš uspjeh u matematici (Bull i Scerif, 2001).

Royer i Garofoli (2005) razlikuju dvije faze u rješavanju matematičkih verbalnih problema: reprezentaciju problema i rješavanje problema. Osoba koja rješava zadatak mora stvoriti mentalnu reprezentaciju problema, a ovaj proces uvelike ovisi o radnom pamćenju. Rješavanje problema postavljenog u obliku teksta zahtijeva praćenje nadolazećih informacija, integriranje informacija, dosjećanje matematičkih činjenica i postupaka iz dugoročnoga pamćenja, povezivanje točnoga algoritma sa zadanim problemom, konstantno osvježavanje sadržaja koji se nalaze u radnom pamćenju, obavljanje računskih operacija, nadgledanje računskoga procesa i evaluiranje rješenja. Kada osoba nauči kako rješavati određeni tip problema, za rješavanje takvih problema koristi manji dio kapaciteta radnoga pamćenja.

Uspjeh u rješavanju matematičkih testova povezan je i s inteligencijom. Npr. Deary, Strand, Smith i Fernandes (2007) su na britanskom uzorku u longitudinalnom istraživanju došli do nalaza kako se na temelju Spearmanovog g faktora inteligencije odmjerenog u dobi od 11 godina može objasniti čak 58,6 % varijance rezultata na nacionalnom ispitu iz matematike u dobi od 16 godina. U području edukacijskih istraživanja, pa i društvenih znanosti općenito, istraživači rijetko kada uspiju objasniti ovako visok postotak varijabiliteta u kriterijskoj varijabli, a naročito ako je prediktorska varijabla odmjerena u ranijoj vremenskoj točki. I u drugim istraživanjima utvrđena je prediktivnost intelektualnih sposobnosti za uspjeh u matematici (npr. Kaya, Juntune i Stough, 2015).

1.2.2. Odnos genetskih i okolinskih faktora u osnovi rodni razlika u matematici

Većina će se istraživača složiti kako su muškarci i žene u prosjeku podjednako inteligentni te da rodne razlike u uspješnosti rješavanja eventualno postoje na određenim vrstama kognitivnih zadataka. U istraživanjima kognitivnih sposobnosti, obično se veći broj muških rezultata nego ženskih nalazi na oba kraja distribucija, tj. muški rezultati imaju veći varijabilitet (Halpern i LaMay, 2000; Halpern i sur., 2007).

U današnje vrijeme vjerojatno nema psihologa koji bi rodne razlike u kognitivnim sposobnostima pokušao objasniti isključivo genetskim ili isključivo okolinskim faktorima (Halpern, Wai i Saw, 2005). S obzirom na generalni linearni model koji se nalazi u osnovi većine statističkih postupaka koji se koriste u modernim psihologijskim i edukacijskim istraživanjima, očekivano je da istraživači nastoje procijeniti koliki se udio varijance rodni razlika može objasniti određenom vrstom faktora. Većina istraživača zagovara interakcijski

pristup u kojem i genetski i okolinski faktori imaju ulogu u objašnjenju rodni razlika te nastoje procijeniti koliki je udio genetskih faktora, a koliki okolinskih u objašnjenju tih razlika (Halpern, Wai i Saw, 2005). Međutim, udio genetskih i okolinskih faktora vjerojatno je nemoguće objektivno procijeniti, a čini se kako ti faktori i nisu u potpunosti neovisni jedni o drugima kako će kasnije biti objašnjeno.

1.2.3. Hipoteza o razvoju prostornih sposobnosti u lovačko-sakupljačkim društvima

Što se tiče područja matematike, najčešće istraživana i teorijski obrazlagana rodna razlika je svakako razlika u prostornim sposobnostima muškaraca i žena. Jedna od evolucijskih teorija pokušava objasniti rodne razlike u prostornim sposobnostima time što su u prošlosti u primitivnim lovačko-sakupljačkim društvima muškarci prvenstveno bili lovci i ratnici te su se kretali na širem području nego žene uslijed čega su se morali uspješnije snalaziti u prostoru (Silverman i Eals, 1992; Eals i Silverman, 1994). Prema ovoj hipotezi, žene bi trebale imati bolje pamćenje informacija poput toga u kojem se području mogu pronaći određene jestive biljke u različitim godišnjim dobima. Eals i Silverman (1994) su u svojim istraživanjima potvrdili da žene u prosjeku posjeduju bolje pamćenje za lokaciju objekata. Međutim, ova hipoteza je problematična za objašnjavanje razlika u prostornim sposobnostima jer su se u mnogim društvima žene također bavile lovom, a morale su i, primjerice, plesti košare za skupljanje plodova, što je također vrlo kompleksna prostorna vještina. Osim toga, vidnoprostorni zadaci na kojima se redovito dobivaju najveće razlike u korist muških sudionika obično se rješavaju na jednom listu papira formata A4 te je riječ o zadacima koji su kvalitativno bitno drukčiji od zadatka snalaženja u području od nekoliko kvadratnih kilometara (Halpern, 2000).

1.2.4. Hipoteza o vezi prostornih sposobnosti i prapovijesnih obrazaca seksualnog ponašanja

Evolucijski psiholozi koriste i drugu hipotezu, po kojoj se uzrok rodni razlikama u prostornim sposobnostima nalazi u obrascima seksualnog ponašanja ljudskih predaka. Istraživanja na različitim vrstama miševa kod kojih postoji monogamni ili poliginijski obrazac seksualnog ponašanja (npr. Sherry, Jacobs i Gaulin, 1992) pokazala su kako spolne razlike u

prostornim sposobnostima u korist mužjaka postoje kod poliginih vrsta miševa ali ne i kod monogamnih. Autori smatraju kako je razlog tome što se poligini mužjaci moraju kretati u širem području nego monogamni kako bi pronašli veći broj ženki. Stoga razvijenije prostorne sposobnosti mužjaka kod tih vrsta povećavaju vjerojatnost reprodukcije. Kod monogamnih vrsta miševa, ženke i mužjaci kreću se u otprilike jednako prostranom području. Također je utvrđeno kako mužjaci poliginih vrsta miševa imaju veći hipokampus nego ženke, dok kod monogamnih vrsta miševa nema razlike u prosječnoj veličini hipokampusa mužjaka i ženki (npr. Jacobs, Gaulin, Sherry i Hoffman, 1990). U prosjeku razvijenije prostorne sposobnosti muškaraca nego žena mogu imati uzrok u tome što su u prošlosti ljudi živjeli u poliginim zajednicama te su se muškarci stoga morali kretati u širem području nego žene. Uz primjedbe koje vrijede za prethodnu hipotezu, vezano uz ovu hipotezu treba dodati prigovor da je upitna opravdanost generalizacije nalaza dobivenih istraživanjima na miševima na ljude.

1.2.5. Gearyjeva hipoteza o primarnim i sekundarnim kognitivnim sposobnostima

Treća hipoteza koja se oslanja na evolucijsku psihologiju jest hipoteza Gearyja (1995a, 1995b, 1996) kojom je pokušao objasniti međunarodne razlike u obrascima rodni razlika u matematičkim sposobnostima. Prema ovom autoru, postoje primarne kognitivne sposobnosti, koje su se razvile tijekom evolucije i koje bi trebale biti univerzalne u svim kulturama pa čak i kod nehumanih primata te se spontano pojavljivati u dječjoj igri. Te su vještine bile važne za preživljavanje i reprodukciju. Osim toga, postoje i sekundarne kognitivne sposobnosti poput čitanja koje se javljaju samo u tehnološki naprednim društvima i koje su važne u školi ali koje se vjerojatno ne bi evolucijski razvijale u lovačko-sakupljačkim društvima.

Prema Gearyju (1995a, 1995b, 1996), rodne razlike ne postoje u razvijenosti primarnih kognitivnih sposobnosti kao što je brojanje ili razumijevanje osnovnih koncepata usporedbe veličina. Međutim, rodne razlike bi trebale postojati na sekundarnim kognitivnim sposobnostima poput čitanja, rješavanja matematičkih verbalnih problema i geometrijskih problema. Rodne razlike u uspjehu u rješavanju nekih matematičkih problema bi se prema ovoj hipotezi mogle objasniti rodnim razlikama u prostornoj kogniciji. Nalazi različitih istraživanja nisu u skladu s ovom hipotezom, primjerice: nalaz da muškarci i žene podjednako dobro napreduju uslijed obuke i poučavanja (Baenninger i Newcombe, 1996) te nalaz da

korelacija između razvijenosti prostorne kognicije i uspjeha u rješavanju matematičkih problema nije naročito visoka (Dowker, 1996).

1.2.6. Uloga androgenih hormona u rješavanju vidnoprostornih zadataka

Neka istraživanja pokazala su kako prenatalna i postnatalna izloženost androgenim hormonima može utjecati na uspješnost u rješavanju vidnoprostornih zadataka. Ovo bi mogao biti jedan od čimbenika uslijed kojih su muškarci uspješniji u rješavanju te vrste zadataka nego žene. Žene s kongenitalnom adrenalnom hiperplazijom prije rođenja izložene su povećanim koncentracijama androgena. U nekim istraživanjima dobiveni su nalazi da su žene koje imaju ovo stanje uspješnije na prostornim zadacima od drugih žena (Hampson, Rovet i Altmann, 1998). Van Goozen, Cohen-Kettenis, Gooren, Frijda i Van de Poll (1994, 1995) su došle do nalaza da su osobe koje su promijenile spol iz ženskog u muški nakon terapije muškim spolnim hormonima bolje rješavale prostorne probleme. Kod osoba koje su mijenjale spol iz muškoga u ženski, nakon terapije supresijom androgena nije utvrđen obratan efekt, tj. kod tih osoba nije utvrđeno smanjenje uspješnosti u rješavanju prostornih problema. Čini se kako je određena razina androgena potrebna kako bi se razvilo uspješno rješavanje prostornih problema ali ne i kako bi se uspješnost u rješavanju prostornih problema održala.

1.2.7. Model očekivanja i vrijednosti Eccles i suradnika

Jedan od modela najčešće korištenih u objašnjenju rodni razlika u obrazovnim postignućima i odabirima jest model očekivanja i vrijednosti Eccles i suradnika (1983). Ovaj model uzima u obzir motivacijske čimbenike, ulogu roditelja i nastavnika te uvjerenja o stereotipima i rodni ulogama. Glavna pretpostavka modela je kako na obrazovno postignuće i odabire direktan utjecaj imaju subjektivne vrijednosti tih aktivnosti te očekivanja uspjeha u njima. Pretpostavka modela je kako su subjektivne vrijednosti i očekivanje uspjeha pod utjecajem stereotipa, rodni uloga i vlastitih iskustava. Učenici koji više vrednuju određeno područje i koji imaju više povjerenja u vlastite sposobnosti u tom području trebali bi postizati bolji uspjeh i češće se odlučivati za bavljenje tim područjem. Prema ovom modelu,

komponenta očekivanja uspjeha odnosi se na percepciju vlastitih sposobnosti učenika te na njihova vjerovanja o tome koliko će biti uspješni u obavljanju zadataka.

Četiri su vrste subjektivnih vrijednosti aktivnosti: vrijednost postignuća, intrinzična vrijednost, utilitarna vrijednost i cijena truda (npr. Crombie i sur., 2005). Vrijednost postignuća iskazuje koliko je za osobu važno da se aktivnost uspješno izvrši. Aktivnost je važnija ako pruža mogućnost potvrđivanja važnih aspekata vlastitoga identiteta, kao što su maskulnost ili femininost. Intrinzična vrijednost je subjektivni interes za određeni predmet, tj. uživanje koje osoba osjeća baveći se tom aktivnošću. Utilitarna vrijednost odnosi se na to koliko je aktivnost korisna za postizanje osobnih ciljeva, poput upisa željenog studija. Cijena truda definira se u terminima negativnih aspekata bavljenja aktivnošću kao što je količina truda potrebnog za uspjeh na zadatku. Iako postoje određene razlike između djevojaka i mladića u subjektivnoj vrijednosti matematike, pitanje je uolikoj su mjeri odgovorne za postojanje rodnih razlika u obrazovnim postignućima i odabirima (npr. Jacobs i sur., 2002).

1.2.8. Multikontekstna teorija

U multikontekstnoj teoriji (engl. *multicontext theory*), pojava DFZ pokušava se objasniti različitim kulturnim kontekstima pojedinih skupina (npr. rodova, etničkih skupina itd.) i očekivanjima pripadnika tih skupina vezano uz zadatak (Ibarra, 1996; 2001). Autori koji zastupaju ovaj pristup smatraju da su pripadnici tzv. visokokontekstnih kulturnih skupina u Sjedinjenim Američkim Državama, poput određenih etničkih manjina (prvenstveno Afroamerikanaca) i žena, usmjereni na informacije koje okružuju određeni događaj ili zadatak te nastoje iz tih dodatnih informacija ekstrahirati značenje i doći do točnog odgovora. Drugim riječima, usmjereni su na neverbalnu komunikaciju, implicitne poruke i slično. S druge strane, pripadnici niskokontekstnih kulturnih skupina poput bijelih Amerikanaca i muškaraca radije se usmjeravaju na objektivne činjenice i tekst samog zadatka nego na kontekst koji okružuje taj zadatak (Cohen i Ibarra, 2005). U provjeri postavki ove teorije na ispitu iz srednjoškolske Matematike koji je služio za upis na studij (Li, 2002), u 76 % slučajeva ostvarena je točna predikcija smjera rodnog DFZ (tj. da li će DFZ biti u smjeru mladića, u smjeru djevojaka ili ga neće biti). Prema korištenoj shemi kodiranja zadataka, pretpostavljalo se da će djevojke ostvariti bolje rezultate na zadacima koji sadrže praktičnu primjenu matematike i zadacima koji sadrže neki objekt (npr. grafički prikaz) kakav se obično može pronaći i u stvarnom

životu. Nadalje, očekivalo se da će djevojke biti uspješnije na algebarskim zadacima, zadacima koji sadrže odgovore koji nisu konačni (poput „ništa od navedenoga“), zadacima koji sadrže nepoznate simbole te zadacima u kojima ponuđeni odgovori sadrže i način dolaska do rješenja. Očekivalo se da će mladići biti uspješniji na geometrijskim zadacima, zadacima čije se rješenje sastoji od definicije, zadacima koji zahtijevaju čisto matematičko rezoniranje, zadacima u kojima postoji nekongruentnost osnove zadatka i ponuđenih odgovora (npr. pitanje uključuje kontekst iz stvarnog života, a traži se odgovor u obliku kompleksnog matematičkog izraza).

1.2.9. Trihotomni model ciljeva za postignućem

Iako je riječ o modelu koji nije izravno povezan s predikcijom rodnih razlika, istraživači iz ovoga područja također koriste i trihotomni model ciljeva za postignućem (npr. Elliot i Church, 1997; Cury, Elliot, Sarrazin, Da Fonseca i Rufo, 2002; Smith, Sansone i White, 2007; Chouinard i Roy, 2008). U ovom modelu pretpostavlja se kako je odnos strategija učenja i obrazovnih ishoda povezan s različitim ciljevima koje učenici imaju. Ti ciljevi se mogu podijeliti na ciljeve ovladavanja sadržajem (usmjerenost na učenje i razumijevanje), ciljeve izvedbe (usmjerenost na usporedbu s drugima) i ciljeve izbjegavanja rada. Ciljna orijentacija odražava i vrste prosudbi vlastitog uratka koje osoba koristi. Ove prosudbe mogu imati posljedice po atribucije uzroka uspjeha i neuspjeha te po učenikovo ponašanje. Orijehtacija na ovladavanje sadržajem odnosi se na učeničku orijentaciju na poboljšavanje razine razumijevanja, vještina i kompetentnosti za neko područje. Za učenike s ovom ciljnom orijentacijom učenje je cilj sam po sebi te oni uspjeh prepoznaju kao rezultat truda i upotrebe efikasnih strategija učenja. Ovi učenici imaju pozitivnije emocije i stavove o sebi te češće preuzimaju odgovornost za neuspjeh. Skloniji su samoreguliranju vlastitog učenja nego oni učenici kod kojih je ta ciljna orijentacija slabije izražena. Učenici usmjereni na izvedbu nastoje pokazati svoju visoku razinu sposobnosti te su zabrinuti koliko će biti uspješni u odnosu na druge i što će drugi misliti o njima. Vjeruju da je njihova sposobnost zaslužna za uspjeh ili neuspjeh, koriste manje učinkovite strategije učenja te su skloniji negativnim samoprocjenama. Dok se u osnovi orijentacije na izvedbu nalazi težnja za uspjehom, u osnovi orijentacije na izbjegavanje izvedbe nalazi se strah od neuspjeha. Orijehtacija na ovladavanje sadržajem i orijentacija na izvedbu trebale bi biti povezane s

adaptivnim obrazovnim ishodima, a izbjegavanje izvedbe s neadaptivnim. Smith, Sansone i White (2007) su utvrdili da žene u situacijama prijetnje stereotipom u kontekstu matematike i prirodoslovlja mogu pribjeći izbjegavanju izvedbe.

1.2.10. Hipoteza konvergencije i divergencije u motivaciji za matematiku

Autori u području rodnih razlika u matematici često ispituju i hipotezu konvergencije odnosno divergencije djevojaka i mladića u motivaciji za matematiku u funkciji dobi (npr. Watt, 2004; Nagy i sur., 2010). U nekim istraživanjima dobivaju se nalazi da se u funkciji dobi rodna razlika u motivaciji smanjuje dok se u drugim istraživanjima dobivaju nalazi da se ova razlika povećava (Watt, 2004).

1.2.11. Hipoteza o sličnostima rodova

Janet S. Hyde (2005; 2016) predložila je hipotezu o sličnostima rodova koja je u suprotnosti s čestim naglašavanjem rodnih razlika u medijima i znanosti. Ova hipoteza temelji se na rezultatima pregleda 46 meta-analiza rodnih razlika na širokom rasponu psiholoških varijabli. Na velikoj većini mjera utvrđeni su zanemarivi ili vrlo mali rodni učinci pa tako i u području matematike (autorica se u području matematike oslanja na već spomenute meta-analize: Hyde, Fennema i Lamon, 1990; te Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010).

1.2.12. Drugi pokušaji objašnjenja rodnih razlika u području matematike

Bolji uradak djevojaka na algebarskim zadacima neki autori pokušavaju objasniti time što algebra ima strukturu sličnu jeziku (Halpern i sur., 2007). U tom pravcu su i nalazi na kineskom uzorku studenata da su jezične sposobnosti (npr. razumijevanje riječi i rečenica) povezane s uratkom na testu napredne matematike koji je ispitivao modernu algebru, statistiku i matematičku logiku (Wei, Yuan, Chen i Zhou, 2012).

Prednost djevojaka u čitalačkoj kompetenciji sustavno se potvrđuje u međunarodnim istraživanjima kao što je PISA na petnaestogodišnjim djevojkama i mladićima (OECD, 2007) te PIRLS na desetogodišnjacima i desetogodišnjakinjama (Mullis i sur., 2007). Žene imaju

razmjerno veći *corpus callosum* nego muškarci, što ukazuje na to da je mozak žena organiziran na način koji omogućuje bolju povezanost hemisfera (Halpern i sur., 2007). Kod žena se nakon unilateralnih ozljeda mozga jezične vještine održe u većoj mjeri nego kod muškaraca, što upućuje na to da žene u većoj mjeri koriste strukture obiju hemisfera u jezičnim vještinama. Haier, Jung, Yeo, Head i Alkire (2005) došli su do nalaza da pri rješavanju kompleksnih zadataka poput onih u testovima inteligencije djevojke imaju veću aktivnost u onim područjima mozga koja su zadužena za jezično procesiranje, a mladići u područjima zaduženima za procesiranje prostornih informacija. Iz navedenih razloga se i na matematičkim zadacima koji su postavljeni u verbalnom obliku očekuje bolji uradak djevojaka. Vilenius-Tuohimaa, Aunola i Nurmi (2008) došli su do nalaza da je uspjeh učenika 4. razreda osnovne škole na matematičkim verbalnim problemima pozitivno povezan s uspjehom u čitanju: i s točnošću čitanja i s razumijevanjem pročitanooga. Međutim, u ovom istraživanju nisu bile pronađene rodne razlike u uspjehu na matematičkim verbalnim problemima.

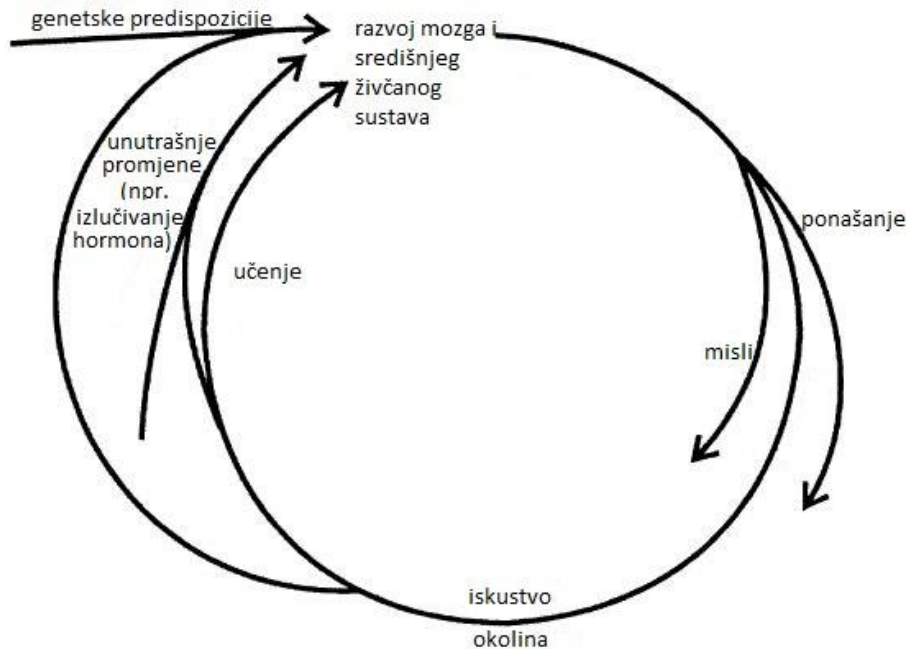
Herlitz i Rehnman (2008) su u svom pregledu istraživanja zaključili da su žene uspješnije u zadacima koji ispituju epizodičko pamćenje (npr. u zadacima u kojima se od sudionika traži da se prisjete prijašnjih riječi, objekata ili aktivnosti) nego muškarci. Ovo može biti povezano s boljim uspjehom djevojaka na zadacima koji ispituju usvojenost matematičkih sadržaja. Bolje epizodičko pamćenje može biti prednost pri dosjećanju principa kako riješiti neki rutinski matematički zadatak, primjerice, ako je nastavnik taj princip učenicima objasnio na nastavi. Ovi nalazi nisu u skladu s očekivanjima ranije opisane multikontekstne teorije (Cohen i Ibarra, 2005).

Istraživanja uz pomoć magnetske rezonance (Goldstein i sur., 2001) pokazala su kako muškarci imaju u prosjeku razmjerno veći inferiorni parijetalni režanj nego žene. U inferiornom parijetalnom režnju nalazi se struktura intraparijetalni sulkus koja ima ulogu u razumijevanju trodimenzionalnih struktura (Vanduffel i sur., 2002), što bi moglo biti povezano s boljim uspjehom muškaraca na tim zadacima.

1.2.13. Psihobiosocijalni model

U novije vrijeme, aktualan je psihobiosocijalni model autorice Diane F. Halpern (engl. *psychobiosocial model*; Halpern, 1997, 2000, 2004, 2006; Halpern i Tan, 2001; Halpern, Wai

i Saw, 2005; Miller i Halpern, 2014). Autorica pretpostavlja kako model u kojem su različiti faktori poput genetskih predispozicija, hormona, učenja i iskustava ne samo u uzajamnoj interakciji nego i nerazdvojivi može bolje objasniti rodne razlike u matematici nego svaki od tih faktora pojedinačno (slika 1).



Slika 1. Psihobiosocijalni model (preuzeto i prilagođeno iz Miller i Halpern, 2014)

Psihobiosocijalni model predstavlja alternativu evolucijskim teorijama ali i shvaćanju po kojem se urođeno i stečeno smatraju odvojenim kategorijama. Psihobiosocijalna hipoteza temelji se na ideji da su neke varijable istovremeno i biološke i socijalizacijske te se stoga ne mogu svrstati u samo jednu od tih kategorija (Halpern, 2000). Primjerice, ako se razmotri uloga učenja u nastanku i održavanju nekih prosječnih razlika među muškarcima i ženama, može se zaključiti kako je učenje istovremeno društveni i biološki fenomen. Neki su pojedinci predisponirani za brže učenje određenih područja gradiva nego neke druge osobe. Predispozicije za lakše ili brže učenje određenih ponašanja ili koncepata determinirane su morfologijom mozga i neurokemijskim procesima (npr. otpuštanjem neurotransmitera) koji dozvoljavaju da se određeno učenje dogodi ali jednako tako i promjenama u odgovorima na učenje (npr. dugoročna potencijacija i sinaptičke promjene u mozgovnim područjima koja su aktivna za vrijeme izvedbe zadatka; npr. Posner i Raichle, 1994).

Psihobiosocijalni model podrazumijeva integralnu konceptualizaciju gena i okoline koja se ne može rastaviti na genetsku i okolinsku subkomponentu. Neuralne strukture

mijenjaju se kao odgovor na događaje iz okoline, događaji iz okoline biraju se iz okoline djelomično na temelju sklonosti i očekivanja, a biološki i socijalni čimbenici učenja pomažu u stvaranju sklonosti i očekivanja koje usmjeravaju daljnje učenje (Halpern, 2000; Halpern, Wai i Saw, 2005). Psihološke varijable poput interesa i očekivanja također su važne u određivanju koliko će se brzo i lako neka informacija naučiti ali ove varijable također su pod utjecajem prethodnog učenja i pod utjecajem okoline. Vjerovanja uvriježena u društvu i kulturi o tome koja su područja i ponašanja svojstvena određenom rodu također su povezana s uspjehom i motivacijom za učenje određenog područja (npr. Ridgeway i Correll, 2004) ali osoba ta vjerovanja može internalizirati u različitim stupnjevima ovisno o drugim varijablama poput prethodnog iskustva.

U prilog psihobiosocijalnom modelu su nalazi istraživanja u kojima je dokazano kako razlike u okolini mogu utjecati na morfologiju mozga. Primjerice Diamond (1999) je došla do nalaza da štakori koji su odrastali u različito poticajnim okolinama imaju različitu veličinu i debljinu mozga, a razlikovao se i broj grananja dendrita, broj glijalnih stanica te veličina stanica. Mozak čak i u starijoj dobi ima mogućnost stvaranja velikog broja novih sinapsi.

Osim na životinjama, dio istraživanja u ovom području proveden je i na uzorcima ljudi što je omogućeno razvojem tehnika magnetske rezonance. Istraživanja na londonskim taksistima (Maguire i sur., 2000) pokazala su da taksisti imaju u prosjeku veće područje desnog posteriornog hipokampusa od kontrolne skupine sudionika. Postojala je pozitivna korelacija između radnog staža u taksislužbi i veličine područja hipokampusa koje se aktivira pri dosjećanju kompleksnih ruta.

Draganski i sur. (2004) utvrdili su da je tromjesečni trening žongliranja kod sudionika rezultirao povećanjem sive tvari u dijelu temporalnog korteksa zaduženom za procesiranje pokreta. Ovi nalazi ukazuju na to kako osim evolucijskih i hormonalnih utjecaja važnu ulogu u razvoju mozgovnih struktura uključenih u rješavanje određenih vrsta zadataka može imati i iskustvo. Pretpostavlja se da se ovaj proces može odvijati u različitim područjima učenja pa tako i pri rješavanju matematičkih zadataka.

Čak i ako zaključimo kako postoje strukturne razlike između muških i ženskih mozgova, teško je odrediti jesu li te razlike u osnovi biološki determinirane, nastaju li zbog razlika u socijalizaciji dječaka i djevojčica ili je riječ o kombinaciji ovih dvaju faktora. Primjerice, neka muška biološka karakteristika (npr. koncentracija nekog hormona) može prouzrokovati malu prednost dječaka na prostornim zadacima zbog čega dječaci mogu aktivno tražiti sudjelovanje u prostornim aktivnostima (npr. igranje s građevinama od kocaka)

pa će društvo te aktivnosti zbog toga procijeniti kao primjerene za mušku rodnu ulogu. Ovakav razvoj događaja može još više produbiti rodnu razliku. Gledano iz psihobiosocijalne perspektive, ista varijabla može biti i uzrok i posljedica rodne razlike.

Iskustvo mijenja mozgovne strukture i funkcioniranje mozga, tako da su kauzalni zaključci o tome kako spolne razlike u mozgovnim strukturama uzrokuju spolne razlike u uspjehu na matematičkim zadacima cirkularni. Bolja aproksimacija stvarnosti je psihobiosocijalni model u kojem različiti čimbenici mogu međusobno djelovati jedni na druge te na rodne razlike.

Psihobiosocijalni model može poslužiti kao okvir za proučavanje fenomena učenja u različitim kontekstima. Što se tiče područja matematike, Halpern (1997) je predložila da je moguće da isti kognitivni procesi leže u osnovi rješavanja zadataka u kojima je pojedini rod uspješniji. Po hipotezi Halpernove, žene su uspješnije na zadacima koji zahtijevaju brzi pristup informacijama iz dugoročnog pamćenja. Muškarci su uspješniji u zadacima koji zahtijevaju zadržavanje informacija u pamćenju i manipulaciju prostornim prikazima u radnom pamćenju. Nadalje, žene su uspješnije u testovima sastavljenima od zadataka koji su slični materijalima korištenima u nastavi, a muškarci u testovima koji nisu direktno vezani uz školski kurikulum. Ova hipoteza proizlazi iz nalaza da nastavnici i roditelji manje vremena posvećuju djevojčicama nego dječacima pri učenju matematike, a također im daju manje pozitivnih i negativnih povratnih informacija o uspjehu u matematici. Uslijed toga mladići i djevojke usvajaju različite strategije rješavanja matematičkih zadataka (Halpern, 2004).

1.3. TAKSONOMIJA SVOJSTAVA MATEMATIČKIH ZADATAKA KOJA DOVODE DO RODNIH RAZLIKA U USPJEŠNOSTI NJIHOVOG RJEŠAVANJA (TSMZ)

Ann Gallagher je sa suradnicama (Gallagher, 1998; Gallagher i sur., 2000) sastavila taksonomiju svojstava matematičkih zadataka koja dovode do rodni razlika u uspješnosti njihovog rješavanja (TSMZ). Prema ovoj taksonomiji, u čijoj su se izradi autorice oslanjale na psihobiosocijalni model kao i na rezultate empirijskih istraživanja, muški sudionici bolje rješavaju zadatke čiji kontekst favorizira muškarce, zadatke u kojima se zahtijeva prostorno rezoniranje i zadatke u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina. Žene su uspješnije na zadacima čiji kontekst favorizira žene, zadacima koji se temelje na verbalnom objašnjenju problema i verbalnom rezoniranju te na zadacima koji zahtijevaju

usvojenost matematičkih sadržaja.⁴ Modificirana taksonomija (Gierl i sur., 2003) u kojoj je kategorija zadataka koji zahtijevaju usvojenost matematičkih sadržaja podijeljena na potkategorije radi lakšega kodiranja zadataka (zadaci u kojima se zahtijeva primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim i nepoznatim situacijama, zadaci u kojima se zahtijeva dosjećanje te zadaci koji zahtijevaju simboličke procese) nalazi se u tablici 1.

TSMZ je prvenstveno namijenjena predviđanju razlika u visoko selekcioniranim uzorcima ali su ju autorice koristile i na uzorcima iz općih populacija učenika. Gallagher, Levin i Cahalan (2002) koristile su veličinu učinka rodne razlike u riješenosti zadataka GRE - testa kao zavisnu varijablu, a kategorije taksonomije kao nezavisne varijable te indekse lakoće zadataka kao kovarijatu u analizi kovarijance. Autorice su kontrolirale težinu zadataka jer se pokazalo da na težim zadacima postoje veće razlike u korist mladića. Istraživanje je provedeno na dva uzorka jer su sudionici podijeljeni prema tipu škole koju su pohađali u prirodoslovni i tehnički smjer s jedne te društveni, humanistički i umjetnički smjer s druge strane. Autorice su došle do nalaza da postoje veće rodne razlike u korist mladića u riješenosti: 1. zadataka koji zahtijevaju prostorno rezoniranje nego u onima koji se temelje na verbalnom objašnjenju problema (samo za prirodoslovni i tehnički smjer); 2. zadataka u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina nego u onima koji se sastoje od više koraka i zahtijevaju sistematičnost pri rješavanju (za oba smjera); te 3. zadataka koji su nekonvencionalni, tj. koji nisu karakteristični za školske udžbenike, nego u onima koji su konvencionalni, tj. koji su slični primjerima iz udžbenika (samo za društveni, humanistički i umjetnički smjer). Veličine učinka su za sve kategorije bile male (0,09 - 0,17). Iz ovih nalaza proizlazi da se na kategorijama TSMZ koje bi trebale dati prednost ženskom rodu očekuje barem smanjenje rodne razlike u korist muških sudionika ili nestajanje rodne razlike, ako se već ne utvrdi razlika u korist djevojaka.

⁴ Kontekst zadataka koji favorizira neki od rodova u konstrukciji ispita visokog rizika nastoji se eliminirati u fazi metodoloških i stručnih recenzija zadataka koja prethodi primjeni ispita. Nastanak ispita hrvatske državne mature također prati ove korake te stoga ove dvije kategorije TSMZ neće biti u fokusu ovog rada.

Tablica 1. Modificirana taksonomija svojstava matematičkih zadataka koja dovode do rodnih razlika u uspješnosti njihovog rješavanja (Gierl i sur., 2003)

A. Znanja i vještine koje daju prednost muškom rodu:

Kontekst zadatka favorizira muškarce:

Rješavanje zadatka zahtijeva uporabu materijala koji su vjerojatnije poznati muškarcima (npr. zadaci koji zahtijevaju znanje o tradicionalno muškim aktivnostima poput utrka automobila ili igranja nogometa).

Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina:

a. Postoji više različitih načina dolaženja do točnog odgovora. Do brzog rješenja može se doći uvidom (ali ovo rješenje ne uključuje crtanje slike). Sporiji put do rješenja može zahtijevati sustavnost i više planiranja. Mogućnost značajne uštede vremena pri stizanju do točnoga rješenja ključna je značajka ove kategorije.

b. Opća vještina rješavanja testova može doprinijeti bržem ili točnijem rješavanju. Pod općom vještinom rješavanja testova podrazumijeva se da sudionici mogu koristiti karakteristike i oblik zadatka za njegovo točno rješavanje. Primjerice, koristeći druge zadatke učenik može doći do tragova, definicija ili algoritama za rješenje dotičnog zadatka.

c. Kontekst zadatka izgleda poznato ali točno rješenje nije ono koje je obično povezano s tim kontekstom (npr. na prvi pogled se čini da se problem tiče računanja prosjeka ali da bi ga točno riješio učenik treba računati stopu rasta).

Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje:

a. U zadatku se zahtijeva pretvaranje verbalnog problema u prostorni prikaz. Prostorni prikaz je bitan dio problema.

b. U zadatku se zahtijeva uporaba zadanog prostornog prikaza (npr. potrebno je pretvoriti ga u matematički izraz ili iz njega ekstrahirati podatke koji se mogu koristiti u rješavanju problema). Prostorni prikaz je važan dio problema.

c. U zadatku se zahtijeva transformacija informacija prikazanih u obliku prostornog prikaza u drugu vrstu prostornog prikaza (npr. parabolu treba mijenjati prema određenim pravilima). Zahtijeva se promjena.

d. Prostorni podaci moraju se zadržati u radnom pamćenju dok se druge prostorne informacije transformiraju (npr. potrebno je zadržati određeni oblik u radnom pamćenju tako da se može usporediti s transformiranim oblikom).

e. Postoji više različitih načina pronalazjenja točnog odgovora. Jedan ili više mogućih načina rješavanja zadatka uključuje crtanje crteža ili korištenje slike.

B. Znanja i vještine koje daju prednost ženskom rodu:

Kontekst zadatka favorizira žene:

Rješavanje zadatka zahtijeva uporabu materijala koji su vjerojatnije poznati ženama (npr. zadaci koji zahtijevaju znanje o tradicionalno ženskim aktivnostima kao što su troškovi u obiteljskoj medicini ili međuljudski odnosi).

Verbalni problemi:

- a. U zadatku se zahtijeva pretvorba verbalnog problema u algebarski izraz. Ovi zadaci zahtijevaju samo pretvorbu; ova kategorija ne uključuje zadatke u kojima se matematički izraz generira kao jedan od koraka u dolasku do rješenja problema.
 - b. Verbalni podaci moraju se zadržati u radnom pamćenju dok se dodatne informacije obrađuju; ova kategorija prvenstveno se odnosi na zadatke s velikim verbalnim opterećenjem.
 - c. „Čitanje matematike“ (npr. korištenje novodefinirane funkcije ili razumijevanje svojstava algebarskog izraza).
-

Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama:

- a. U zadatku se zahtijeva prepoznavanje određene vrste problema i / ili korištenje formula ili rutinskih postupaka koje bi trebale biti prisutne u dugoročnom pamćenju ali potreba za njihovim korištenjem nije u prvi mah očita.
 - b. Problem se sastoji od više koraka i zahtijeva točnost i sustavan pristup rješavanju:
Na primjer, u problemu se zahtijevaju dva uzastopna izračuna. U drugom izračunu koriste se informacije iz prvog izračuna u novoj nepoznatoj situaciji.
-

Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama:

- a. Kontekst je poznat i često korišten u nastavi matematike; put do točnog rješenja je onaj koji je i uobičajeno povezan s tim kontekstom.
 - b. Problem se sastoji od više koraka i zahtijeva točnost i sustavan pristup rješavanju.
Na primjer, problem zahtijeva dva uzastopna izračuna. U drugom izračunu koriste se informacije iz prvog izračuna u uobičajenoj i poznatoj situaciji.
-

Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje:

- a. Dosjećanje definicija, uvjeta, formula i matematičkih činjenica potrebno je za rješavanje problema.
Na primjer, u zadatku se zahtijeva da učenik zna svojstva aritmetičkog niza ili radijusa kruga.
-

Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese:

- a. Rješenje zahtijeva isključivo algebarsku manipulaciju ili izračun.
 - b. Zadaci u kojima dva matematička izraza ili veličine moraju biti uspoređene i vrijednosti su im jednake (ova vrsta problema nema verbalni element).
-

1.4. PREGLED PSIHOMETRIJSKIH PRISTUPA ANALIZI RAZLIKA MEĐU SKUPINAMA U URATKU NA ZADACIMA

U ovom istraživanju ispitat će se postavke TSMZ pomoću nekoliko različitih metodoloških pristupa. Neki od tih pristupa dosad su u ovom području nedovoljno korišteni, a primjereni su istraživanju rodni razlika u uspješnosti rješavanja zadataka iz matematike. U nastavku teksta slijedi njihov opis.

Razumijevanje prirode razlika u uspjehu različitih skupina na zadacima jedan je od suvremenih psihometrijskih izazova. Dvije skupine mogu se razlikovati prema prosječnoj riješenosti pojedinih zadataka te se ova razlika može izraziti veličinom učinka. Međutim, ako se uradak različitih skupina sudionika na pojedinim zadacima uspoređuje na temelju postotaka riješenosti bez kontroliranja uratka sudionika na čitavom testu, istraživač se izvrgava opasnosti od Simpsonovog paradoksa (1951). Ovaj paradoks događa se kada skupina A ima veći postotak riješenosti nekog zadatka nego skupina B, dok pripadnici skupine B s jednakim ukupnim rezultatom na testu kao pripadnici skupine A ipak imaju u prosjeku veću riješenost tog zadatka. Drugim riječima, na temelju postotaka riješenosti zadatka činilo bi se da je skupina A u povoljnijem položaju, a taj zadatak zapravo diskriminira u korist skupine B. Kako bi se izbjegao Simpsonov paradoks, provode se analize diferencijalnoga funkcioniranja zadataka.

Nepriistranost, tj. pravednost mjerenja, prepoznata je i u Standardima za pedagoško i psihološko testiranje (AERA, APA i NCME, 2014) kao ključan element kojem treba težiti pri razvoju mjernih instrumenata. Prema ovom dokumentu, autori testova trebaju nastojati razvijati testove koji mjere samo ciljani konstrukt te poduzeti mjere za svođenje utjecaja svih irelevantnih svojstava sudionika na rezultate na najmanju moguću mjeru. Pristupi opisani u nastavku teksta mogu pomoći u ispitivanju mjere li pojedini zadaci i neka druga svojstva osim razvijenosti ciljanog konstrukta.

1.4.1. Diferencijalno funkcioniranje zadataka

Prilikom sastavljanja testa, cilj je konstruirati mjerni instrument koji će mjeriti samo željeni predmet mjerenja, npr. znanje engleskog jezika ili generalni faktor inteligencije. Drugim riječima, test treba biti valjan. Poželjno je da mjerni instrument ne diskriminira

sudionike prema njihovim karakteristikama koje nemaju veze s predmetom mjerenja. Također je poželjno i da svaki pojedini zadatak testa mjeri samo željeni premet mjerenja. Kako bi se utvrdilo da je to zbilja tako, potrebno je provesti neke analize na razini pojedinačnih zadataka.

Diferencijalno funkcioniranje zadatka (DFZ) je pojava kada sudionici jednakih razina razvijenosti konstrukta koji se testom ispituje, a koji pripadaju različitim skupinama, imaju različitu vjerojatnost točnoga odgovaranja na neki zadatak tog testa (Zumbo, 1999). Obično se analiziraju razlike između muškaraca i žena, etničkih skupina ili gradskog i seoskog stanovništva (npr. Schmitt, Holland i Dorans, 1993; Zumbo 1999). Skupina koja je u diferencijalnom funkcioniranju zadatka u povoljnijem položaju obično se naziva referentna skupina, dok se skupina koja se nalazi u nepovoljnom položaju naziva fokalna skupina. Zatim se uspoređuje uradak na pojedinim zadacima onih sudionika iz dvije skupine koji imaju jednaku razinu razvijenosti konstrukta koji se mjeri, odnosno jednak ukupni rezultat na testu ili primarnoj dimenziji koju test mjeri. Ove analize uobičajene su nakon provedbe testiranja s velikim brojem pristupnika poput međunarodnih ispitivanja učeničkih postignuća (npr. PISA, TIMSS, PIRLS itd.) ili različitih nacionalnih ispitivanja znanja.

Uobičajena statistička metoda kojom se testira DFZ je postupak Mantela i Haenszela (Mantel i Haenszel, 1959; Roussos, Schnipke i Pashley, 2000), koji je ekstenzija χ^2 testa. Za različite razine razvijenosti konstrukta (k) na testu kreiraju se tablice 2×2 u kojima je broj sudionika iz referentne i fokalne skupine koji su na zadatak odgovorili točno označen s N_{R1k} i N_{F1k} , a broj sudionika iz referentne i fokalne skupine koji su na zadatak odgovorili netočno s N_{R0k} i N_{F0k} . Ukupni broj sudionika označen je s N_k . Vrijednost omjera Mantela i Haenszela izračunava se po formuli:

$$\widehat{\alpha}_{MH} = \frac{\sum_k N_{R1k}N_{F0k}/N_k}{\sum_k N_{R0k}N_{F1k}/N_k}$$

Pretpostavlja se kako je odgovarajuća vrijednost populacijskog parametra $\widehat{\alpha}_{MH}$ jednaka za sve razine razvijenosti konstrukta (Zwick, 2012). Vrijednosti ovoga omjera veće od nule i manje od jedan ukazuju na diferencijalno funkcioniranje u korist jedne skupine, a vrijednosti veće od jedan na diferencijalno funkcioniranje u korist druge skupine, pod uvjetom da su te vrijednosti statistički značajne. Vrijednost jedan ukazuje na izostanak diferencijalnog funkcioniranja. Često se u literaturi koristi i transformirana vrijednost ovog omjera koja se naziva MH D-DIF indeks (npr. Zwick, 2012), a izračunava se po formuli:

$$MH\ D-DIF = -2,35\ln(\widehat{\alpha}_{MH})$$

Ovako transformirane vrijednosti nešto su lakše za interpretaciju jer se nalaze na skali na kojoj vrijednost nula predstavlja izostanak diferencijalnog funkcioniranja dok pozitivne i negativne vrijednosti, ako su statistički značajne, ukazuju na diferencijalno funkcioniranje u korist jedne ili druge skupine.

Program TiaPlus (Heuvelmans, 2001) koji je razvio nizozemski ispitni centar Cito omogućuje izračun vrijednosti omjera Mantela i Haenszela i pripadajućih z-vrijednosti iz kojih se može iščitati je li DFZ statistički značajno ili ne. Ovaj program također omogućuje izradu empirijskih krivulja zadataka za različite skupine pristupnika. Ove krivulje pokazuju kolika je prosječna riješenost zadatka za pristupnike iz različitih skupina koji imaju slične ukupne rezultate na testu. Ovakav način analize diferencijalnog funkcioniranja zadatka omogućuje detaljniji uvid u razlike među skupinama nego uobičajeni postupak Mantela i Haenszela jer se iz takvih krivulja može očitati kolika je razlika među skupinama u riješenosti zadatka za različite vrijednosti ukupnog rezultata na testu. U prikazu empirijskih krivulja pomoću ovoga programa, pristupnici iz svake skupine podijeljeni su u četiri kvartila prema ukupnom rezultatu na testu te je grafički prikazan prosječni rezultat na zadatku pristupnika iz različitih skupina iz svakog kvartila.

Također, u analizama DFZ koriste se i metode ponikle u okrilju teorije odgovora na zadatak (engl. *Item response theory*; npr. Hambleton, Swaminathan i Rogers, 1991; Ljubotina, 2000; Nugent, 2017). U većini modela teorije odgovora na zadatak koriste se neki od sljedeća tri parametra: parametar težine koji se obično označava s b , parametar diskriminativnosti (obično se označava s a) i parametar pseudopogađanja (obično se označava s c). Karakteristična funkcija zadatka u troparametarskome modelu ima sljedeću formulu:

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Ova funkcija služi kao matematički model koji povezuje latentnu varijablu, tj. konstrukt koji se testom mjeri, i vjerojatnost točnog odgovaranja na zadatak. $P_i(\theta)$ predstavlja vjerojatnost točnoga odgovaranja na zadatak i nekoga testa u funkciji razvijenosti konstrukta θ . S n je označen broj zadataka u testu. Broj e je transcendentni broj čija vrijednost zaokružena na tri decimale iznosi 2,718. D je skalarni faktor. U okviru teorije odgovora na zadatak, DFZ je

moгуće ispitivati pomoću usporedbe karakterističnih krivulja zadataka različitih skupina sudionika te pomoću usporedbe parametara tih krivulja (Osterlind, 1983). Zadaci koji imaju identične ili vrlo slične karakteristične krivulje za različite skupine sudionika ne iskazuju diferencijalno funkcioniranje. Za zadatke koji diferencijalno funkcioniraju, različite skupine sudionika imat će različite karakteristične krivulje. Također, neki od parametara a , b i c razlikovat će se za različite skupine sudionika. Veličinu razlike između dvije karakteristične krivulje moguće je testirati χ^2 testom.

Neki zadatak može funkcionirati različito za dvije skupine sudionika iz različitih razloga. Ponekad se dvije skupine razlikuju po nekom svojstvu koje je relevantno za konstrukt koji se testom pokušava zahvatiti. Npr. može se razlikovati nastavni plan i program po kojem su referentna i fokalna skupina pohađale nastavu nekog školskog predmeta, a test ispituje znanja i vještine tog predmeta. Također, zadatak može osim konstrukta koji je predmet interesa mjeriti i neko svojstvo koje je irelevantno. Takav zadatak zbog toga može biti pristran za neku od skupina. Ako se utvrdi da je neki od zadataka pristran u odnosu na određenu skupinu, moguće je izostaviti uradak sudionika na tom zadatku pri formiranju ukupnoga rezultata na testu. Također, moguće je iskoristiti tu informaciju u revidiranju specifikacija testa za buduće primjene kako bi se pristranosti izbjegle.

Dva su oblika DFZ: jednoliko i nejednoliko (npr. Maller i Pei, 2017). Kod jednolikog diferencijalnog funkcioniranja, karakteristične krivulje zadataka za različite skupine sudionika su paralelne. Drugim riječima, tu ne postoji interakcija razine razvijenosti konstrukta koji se testom mjeri i grupne pripadnosti. Vjerojatnost točnoga odgovora na zadatku veća je za jednu skupinu podjednako duž čitave skale razvijenosti konstrukta. Kod nejednolikog diferencijalnog funkcioniranja, karakteristične krivulje zadataka za različite skupine sudionika nisu paralelne, a mogu se i međusobno presijecati. Drugim riječima, postoji interakcija razine razvijenosti konstrukta i grupne pripadnosti; razlika u vjerojatnosti točnoga odgovora na zadatku među skupinama nije jednaka duž čitave skale razvijenosti konstrukta. U svrhu ispitivanja funkcionira li neki zadatak diferencijalno jednoliko ili nejednoliko korisno je izraditi grafičke prikaze, tj. empirijske ili karakteristične krivulje zadataka.

Međutim, statistički pristup analizama pojedinačnih zadataka kako bi se utvrdilo njihovo diferencijalno funkcioniranje pati od nedostatka statističke snage, a također i od pogreške tipa I (Roussos i Stout, 1996a). Drugim riječima, ako diferencijalno funkcioniranje u populaciji stvarno postoji, ponekad ga nećemo uspjeti potvrditi statističkim postupkom, a često se događa i obratno - da statističke analize ukazuju na postojanje DFZ i kada u

populaciji razlike nema. Jedan od razloga ovakvim nalazima je taj da svaki zadatak testa nema samo jednu nego mnoge karakteristike (tip zadatka, sadržaj, težinu, itd.) koje mogu utjecati na uspješnost rješavanja zadatka od strane različitih skupina. Autori rijetko kad pokušavaju utvrditi uzroke DFZ ili to čine *post hoc*, nakon što utvrde da neki zadaci diferencijalno funkcioniraju. Roussos i Stout (1996a) zaključuju kako su pokušaji određivanja i razumijevanja uzroka DFZ naknadnom sadržajnom analizom zadataka jalovi. Svega je nekoliko principa i smjernica za konstrukciju zadataka proizašlo iz nalaza ovakvih istraživanja (npr. Educational Testing Service, 2009; 2014). Iz tog razloga, pristupilo se razvoju metoda supstancijalne analize zadataka *prije* provođenja statističkih analiza. Glavna prednost konfirmatornog pristupa u odnosu na eksploratorni je u tome što omogućuje bolje planiranje analiza i prikupljanja podataka o dodatnim varijablama koje mogu pomoći u odgovaranju na hipoteze. Kako se očekuje da će obrasci u kojima se javlja DFZ biti vidljiviji u skupovima zadataka nego na pojedinim zadacima, istraživači su domislili metode za analiziranje uratka sudionika na skupovima zadataka koji dijele neku karakteristiku koja je potencijalno važna za objašnjenje DFZ. Gomilanjem zadataka koji imaju određenu karakteristiku povećava se vjerojatnost utvrđivanja je li ta karakteristika povezana s DFZ. Ovim postupkom dolazi do pojačanja razlike (engl. *amplification*) među skupinama u skupu zadataka koje imaju određenu karakteristiku, ako je ta karakteristika zbilja u osnovi razlike među skupinama. Suprotan učinak naziva se poništenje razlike (engl. *cancellation*) među skupinama na skupu zadataka. Do njega dolazi ako se zadaci koji pojedinačno iskazuju diferencijalno funkcioniranje stave u isti skup koji zatim ne iskazuje diferencijalno funkcioniranje jer pojedinačni zadaci favoriziraju različite skupine, a njihovi se učinci ponište (npr. Nandakumar, 1993; Bao, Dayton i Hendrickson, 2009).

Metodologija koju su predložili Shealy i Stout (1993) sastoji se od konfirmatornog pristupa statističkom testiranju hipotetskih izvora DFZ. Ovaj pristup temelji se na multidimenzionalnoj teoriji odgovora na zadatak (npr. Reckase, 2009). Prema ovom pristupu, neki zadatak diferencijalno funkcionira zato što ne mjeri samo primarnu dimenziju (θ) koju bi test trebao mjeriti (npr. znanje matematike ili generalni faktor inteligencije; tj. onu dimenziju koja se obično nakon primjene testa boduje) nego i neku dodatnu dimenziju (η) koju se testom zapravo ne želi mjeriti. Kako zadatak ne mjeri samo jednu dimenziju, kaže se da su takvi podaci multidimenzionalni. DFZ se javlja kada se referentna i fokalna skupina razlikuju po distribucijama na dimenziji η uz kontrolu vrijednosti na dimenziji θ . Zadatak će diferencijalno funkcionirati za referentnu i fokalnu skupinu ako te dvije skupine nakon izjednačavanja po

primarnoj dimenziji imaju različite distribucije na sekundarnoj dimenziji. Usto, karakteristična krivulja zadatka (tj. krivulja koja prikazuje odnos razine razvijenosti dimenzije θ kod sudionika i vjerojatnosti točnog odgovaranja na zadatak) mora biti osjetljiva na postojanje sekundarne dimenzije.

1.4.2. Diferencijalno funkcioniranje skupova zadataka

Kako bi se ispitalo jesu li skupovi zadataka nekog testa povezani s nekom sekundarnom dimenzijom, Douglas, Roussos i Stout (1996) predlažu uporabu *skupova zadataka* kao jedinica analize. Skupovi zadataka (engl. *item bundles*) sastoje se od zadataka koji imaju neku zajedničku karakteristiku za koju se smatra da bi mogla predstavljati sekundarnu dimenziju. Diferencijalno funkcioniranje skupova zadataka (DFSZ) predstavlja ekstenziju DFZ. Ovaj statistički postupak ima veću statističku snagu od analiza DFZ. Skupovi zadataka mogu se formirati na temelju teorijskih postavki, specifikacije testa ili nalaza prijašnjih istraživanja. Npr. moguće je zadatke matematičkog testa podijeliti u skupove prema području ispitivanja (npr. na zadatke koji ispituju algebru i geometriju) ili prema kognitivnim razinama (npr. Mendes-Barnett i Ercikan, 2006). Zadaci iz istog skupa ne moraju u testu nužno biti poredani neposredno jedan do drugoga. Za zadatke koji u testu čine formalnu cjelinu (npr. zadaci iz književnosti vezani uz isti početni tekst ili zadaci iz kemije vezani uz isti grafički prikaz) obično se koristi naziv „grozd zadataka“ (u engleskom jeziku koristi se naziv *testlet*; npr. Wainer, Sireci i Thissen, 1991).

Prvi korak u multidimenzionalnom pristupu analizi DFSZ sastoji se u postavljanju hipoteza o DFZ različitih karakteristika. Ove hipoteze mogu se formirati u obliku tablice u kojoj je iskazano koji se zadaci nalaze u kojem skupu, po kojem je kriteriju skup formiran i koju bi skupinu skup trebao favorizirati. Skupovi zadataka moraju biti konceptualno smisleni, homogeni s obzirom na dimenziju koju mjere, a procjenjivači moraju imati visok stupanj suglasnosti pri pridjeljivanju zadataka tim skupovima (tj. korelacija među procjenama različitih procjenjivača trebala bi biti visoka). Procjenjivačima mora biti predstavljen jasan i iscrpan opis svih kategorija u koje trebaju klasificirati zadatke. Ako se procjene procjenjivača za neke zadatke razlikuju, procjenjivači raspravljaju o tim zadacima dok ne postignu konsenzus u vezi njihove klasifikacije. Primjerice, Stout i sur. (2003) izvještavaju o slaganju

procjenjivača u rasponu od 80 do 85 % pri kategoriziranju zadataka GRE testa u sadržajne i neke druge kategorije.

Drugi korak u multidimenzionalnom pristupu analizi DFSZ sastoji se od konfirmatornog statističkog testiranja postavljenih hipoteza. Shealy i Stout (1993) autori su metodologije i računalnog programa SIBTEST (engl. *The Simultaneous Item Bias Test*; Simultano testiranje pristranosti zadataka). U SIBTEST paradigmi koja je razvijena u okviru teorije odgovora na zadatak, skup zadataka predstavlja dio testa za koji se pretpostavlja kako mjeri primarnu i još neku sekundarnu dimenziju, a ostatak testa mjeri samo primarnu dimenziju. Referentna i fokalna skupina izjednačavaju se prema uratku na ostatku testa te se uspoređuje njihov uradak na odabranom skupu zadataka. SIBTEST metodologijom dobivaju se stabilni i pouzdani nalazi čak i na relativno malim uzorcima (250 sudionika po skupini). Za usporedbu, postupak Mantela i Haenszela obično se ne provodi ako u nekoj od skupina ima manje od 500 sudionika (Gierl, Bisanz, Bisanz, Boughton i Khaliq, 2001; Stout i sur., 2003).

Preduvjet za provođenje SIBTEST procedure je jednodimenzionalnost testa koja se može provjeriti faktorskom analizom ili nekim drugim statističkim postupkom. SIBTEST procedurom izračunava se ponderirana srednja razlika između referentne i fokalne skupine te se ta razlika statistički testira. Pomoću regresijske procedure za korekciju, aritmetičke sredine korigiraju se zbog razlika u distribucijama rezultata na primarnoj dimenziji među skupinama (Gierl, Gotzmann i Boughton, 2004).

U SIBTEST proceduri, parametar diferencijalnog funkcioniranja $\hat{\beta}$ može se izračunati za pojedini zadatak ili skup zadataka. Parametar $\hat{\beta}$ izračunava se prema formuli

$$\hat{\beta} = \sum_{k=0}^N \hat{p}_k (\bar{Y}_{Rk} - \bar{Y}_{Fk})$$

pri čemu je $\hat{\beta}$ ponderirana očekivana razlika u rezultatu na zadatku između pripadnika referentne i fokalne skupine koji imaju istu razinu razvijenosti konstrukta. S \bar{Y}_{Rk} i \bar{Y}_{Fk} označeni su rezultati pristupnika iz referentne i fokalne skupine na zadatku ili skupu zadataka čije se diferencijalno funkcioniranje ispituje. S N je označen najviši mogući rezultat na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta, a s p_k proporcija pristupnika iz fokalne skupine koji na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta postižu rezultat k .

Ako se referentna i fokalna skupina razlikuju prema distribucijama primarne dimenzije, ova će procjena parametra $\hat{\beta}$ biti pristrana, na način da će ukazivati na postojanje DFZ ili DFSZ u korist skupine koja ima veću razinu razvijenosti primarne dimenzije, čak i u situacijama kada DFZ / DFSZ zapravo ne postoji (Bolt i Stout, 1996). Pomoću regresijskog postupka, SIBTEST korigira aritmetičke sredine rezultata na zadatku ili skupu zadataka čije se diferencijalno funkcioniranje ispituje kako bi se dobila nepristrana procjena pravih rezultata na tom zadatku ili skupu za sve pristupnike koji imaju jednak rezultat na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta. Preciznije rečeno, procjenjuje se nepristrani pravi rezultat na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta koji odgovara svakom pojedinom opaženom rezultatu k na tom dijelu testa. Ova procjena izvodi se za referentnu i fokalnu skupinu na temelju aritmetičkih sredina i pouzdanosti dijela testa koji služi za kontrolu konstrukta, izračunatih na temelju rezultata skupine.

Procjene pravog rezultata za referentnu i fokalnu skupinu mogu se označiti kao $\hat{V}_R(k)$ i $\hat{V}_F(k)$, a njihova aritmetička sredina kao $\hat{V}(k)$. Za svaku od skupina g (pri čemu je g ili referentna ili fokalna skupina) izračunava se prema formuli:

$$\hat{M}_{gk} = \frac{\overline{Y_{g,k+1}} - \overline{Y_{g,k-1}}}{\hat{V}_g(k+1) - \hat{V}_g(k-1)}$$

Tada korigirani prosječni rezultat na zadatku ili skupu zadataka čije se diferencijalno funkcioniranje ispituje za svaku skupinu uz rezultat k na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta iznosi:

$$\overline{Y_{gk}^*} = \overline{Y_{gk}} + \hat{M}_{gk}(\hat{V}(k) - \hat{V}_g(k))$$

Ovdje $\overline{Y_{gk}^*}$ označava procijenjeni pravi rezultat skupine g na zadatku ili skupu zadataka čije se diferencijalno funkcioniranje ispituje uz pretpostavku kako pristupnici iz obje skupine imaju zajednički pravi rezultat na dijelu testa koji služi za kontrolu razvijenosti konstrukta $\hat{V}(k)$. Uz ove revidirane procjene, nova procjena vrijednosti $\hat{\beta}$ iznosi:

$$\hat{\beta} = \sum_{k=0}^N \hat{p}_k (\overline{Y_{Rk}^*} - \overline{Y_{Fk}^*})$$

Ova korekcija daje procjenu $\hat{\beta}$ koja ima očekivanu vrijednost nula u uvjetima kada ne postoji DFZ. Parametar $\hat{\beta}$ se za pojedini zadatak interpretira kao prosječna razlika u vjerojatnosti točnoga odgovora na zadatak između dva po slučaju odabrana sudionika od kojih je jedan iz referentne, a drugi iz fokalne skupine, pod uvjetom da su te dvije skupine izjednačene po rezultatu na primarnoj dimenziji, tj. konstrukt koji test mjeri. Pozitivna vrijednost parametra $\hat{\beta}$ ukazuje na diferencijalno funkcioniranje u korist referentne skupine, a negativna vrijednost na diferencijalno funkcioniranje u korist fokalne skupine. Primjerice, vrijednost parametra $\hat{\beta}$ od 0,1 znači da je procijenjena prosječna vjerojatnost točnoga odgovora na zadatak (uprosječena za sve bodovne kategorije ukupnoga rezultata na primarnoj dimenziji) za 0,1 veća za slučajno odabranog sudionika iz referentne skupine nego za slučajno odabranog sudionika iz fokalne skupine (Stout i sur., 2003).

Ova metoda može se koristiti za analizu dihotomnih i politomnih zadataka. Verzija programa za politomne zadatke naziva se Poly-SIBTEST (Stout, 2001). Ako u testu od 50 dihotomnih zadataka postoji skup od 6 zadataka, a vrijednost parametra $\hat{\beta}$ tog skupa iznosi 2, to znači da je utjecaj tog skupa na ukupan rezultat u testu takav da će slučajno odabrani sudionik iz fokalne skupine imati u prosjeku za dva boda manji ukupni rezultat na testu nego slučajno odabrani sudionik iz referentne skupine (Stout i sur., 2003).

Roussos i Stout (1996b) navode $\hat{\beta} \geq 0,088$ kao graničnu vrijednost velikog diferencijalnog funkcioniranja dihotomnog zadatka, a $\hat{\beta} < 0,059$ kao vrijednosti zanemarivog diferencijalnog funkcioniranja dihotomnog zadatka. Vrijednosti koje se nalaze između ova dva broja ukazuju na srednje veliko diferencijalno funkcioniranje dihotomnog zadatka. Iako se u nekim istraživanjima ove norme veličina učinka koriste i za politomne zadatke kao i za skupove zadataka, zasad još nisu definirane jasne norme veličina učinka diferencijalnog funkcioniranja politomnih zadataka niti skupova zadataka (Walker i sur., 2012). U ovome istraživanju se zato vrijednosti $\hat{\beta}$ politomnih zadataka i skupova zadataka dijele s ukupnim mogućim brojem bodova na zadatku ili skupu kako bi se olakšalo uspoređivanje vrijednosti između skupova u kojima se nalazi različit broj zadataka ili zadataka koji nose različit broj bodova (Stout i sur., 2003).

Banks (2013) je u pripremi svog preglednog članka pronašla ukupno 16 radova u kojima je korištena metodologija DFSZ. Od toga je 14 radova bilo iz područja edukacijskih mjerenja. U ukupno 12 radova korištena je SIBTEST / Poly-SIBTEST procedura te autorica zaključuje kako je ova metodologija zasada najpopularnija u analizama DFSZ. DFSZ je

moгуće analizirati i pomoću drugih statističkih postupaka. Primjerice, moguće je formulirati strukturalni model iz obitelji MIMIC modela (engl. *Multiple Indicators and Multiple Causes models*; modeli višestrukih indikatora i višestrukih uzroka; Finch, 2012). Relativno je popularan i računalni program DFIT koji se temelji na teoriji odgovora na zadatke (Oshima i Morris, 2008).

Pregledom kataloga građe dostupne u bazama preko EBSCO pretraživača, autor je 4. srpnja 2017. utvrdio kako postoje ukupno 54 rezultata pretrage u kojima se u sažetku spominje pojam *differential bundle functioning*. Pregledom Portala znanstvenih časopisa Republike Hrvatske „Hrčak“, autor je istog dana utvrdio kako u bazi postoji samo jedan članak koji u tekstu ili u ključnim riječima sadrži pojam “diferencijalno funkcioniranje” (Šabić, 2014).

Metodologije DFZ i DFSZ su nove u hrvatskoj psihometrijskoj praksi. Vjerojatno je jedan od razloga tome i taj što je za ove analize potreban razmjerno veliki broj sudionika u referentnoj i fokalnoj skupini te se ne provode u istraživanjima na malim uzorcima. Međutim, uvođenjem državne mature u hrvatski obrazovni sustav te sudjelovanjem velikih uzoraka hrvatskih učenika u međunarodnim ispitivanjima poput TIMSS-a, PIRLS-a i PISA-e pojavila se potreba za korištenjem ovih metodologija koje se, iako su sa statističkog aspekta relativno složene, mogu relativno jednostavno provesti u računalnim programima od kojih su neki dostupni besplatno u akademske svrhe.

U ovome istraživanju ispitat će se postavke TSMZ (Gallagher i sur., 2000; Gierl i sur. 2003) pomoću nekoliko različitih metodoloških pristupa. Istraživanje će se provesti na rezultatima učenika općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu.

TSMZ je nastala na temelju istraživanja u kojima su uspoređivani prosjeci muških i ženskih rezultata na zadacima bez izjednačavanja sudionika prema razini razvijenosti konstrukta koji bi ti zadaci trebali mjeriti. Autor je pronašao samo dva istraživanja u kojem je ova taksonomija korištena u istraživanju rodnog DFZ. U prvom istraživanju, Li, Cohen i Ibarra (2004) su na prijemnom matematičkom ispitu za fakultete dobili rang-korelaciju od 0,45 između predviđenog smjera razlika pomoću ove taksonomije i veličine DFZ izračunate pomoću postupka Mantela i Haenszela. U drugom istraživanju, kategorije ove taksonomije korištene su za formiranje skupova zadataka u SIBTEST / Poly-SIBTEST metodologiji (Gierl i sur., 2003). Istraživanje je provedeno na velikom kanadskom nacionalno reprezentativnom

uzorku četrnaestogodišnjaka. Ispit nije bio visokog rizika. Dobiven je nalaz DFSZ koji zahtijevaju prostorno rezoniranje u korist mladića i DFSZ koji zahtijevaju dosjećanje u korist djevojaka.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA, PROBLEMI I HIPOTEZE

2.1. CILJ ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj ovoga rada je ispitati postavke TSMZ. Drugim riječima, ispituje se postoje li rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka iz Matematike koji su klasificirani u pojedine kategorije TSMZ i jesu li te rodne razlike u očekivanom smjeru, tj. u smjeru koji su predvidjele autorice taksonomije. U tu svrhu formulirano je nekoliko istraživačkih problema i pripadajućih hipoteza.

2.2. PROBLEM 1.

Ispitati rodne razlike u uspješnosti rješavanja matematičkih zadataka.

Hipoteze o smjeru rodni razlika u sklopu prvog problema temelje se na hipotezama autorica TSMZ (Gallagher, Levin i Cahalan, 2000) i nalaze se u tablici 2.

Tablica 2. Hipoteze o smjeru rodni razlika na zadacima ispita državne mature iz Matematike za višu razinu

Kategorije zadataka	Predviđeni smjer rodni razlika
1. Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina	M
2. Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje	M
3. Verbalni problemi	Ž
4. Zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama	Ž
5. Zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama	Ž
6. Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje	Ž
7. Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese	Ž

Legenda: M – predviđeni smjer razlika u korist mladića; Ž – predviđeni smjer razlika u korist djevojaka

U sklopu prvog problema, usporedit će se rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka prije i nakon kontrole primarne dimenzije koju bi ispit trebao mjeriti. Veće slaganje s hipotezama o rodnim razlikama iz tablice 2. očekuje se za rezultate analiza koje se temelje na usporedbi aritmetičkih sredina riješenosti zadataka između rodova, nego za rezultate analiza koje se temelje na diferencijalnom funkcioniranju zadataka i skupova zadataka (omjeri Mantela i Haenszela, empirijske krivulje zadataka te rezultati analiza u sklopu SIBTEST / Poly-SIBTEST paradigme). Ovo očekivanje ima uporište u tome što je TSMZ temeljena na rezultatima istraživanja u kojima nije kontrolirana razina razvijenosti konstrukta (tj. matematičkih znanja i vještina) kod djevojaka i mladića. Uslijed kontrole razvijenosti konstrukta očekuje se smanjenje rodnih razlika na zadacima. Također, očekuje se visoko slaganje rezultata analiza DFZ pomoću postupka Mantela i Haenszela, SIBTEST / Poly-SIBTEST postupka te empirijskih krivulja zadataka. Rezultati analiza na skupovima zadataka u sklopu paradigme multidimenzionalnog modela imaju veću statističku snagu te se očekuje kako će njihovi nalazi biti interpretabilniji u odnosu na hipoteze smjera rodnih razlika iz tablice 2. jer se ove analize provode skupno na svim zadacima iz pojedine kategorije.

2.3. PROBLEM 2.

Ispitati slaganje nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i učeničkih napomena o zadacima.

U sklopu drugog problema, usporedit će se klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ koju će prirediti nastavnici srednjoškolskog predmeta Matematika i klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ načinjena na temelju iskaza učenika o pojedinim zadacima za vrijeme rješavanja ispita iz Matematike uz razmišljanje naglas (engl. *think aloud protocol*). Pretpostavlja se kako će postojati visok stupanj slaganja između ove dvije klasifikacije.

2.4. PROBLEM 3.

Usporediti rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka u općim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama.

Ovaj problem nije izravno povezan s glavnim ciljem rada ali njegovo istraživanje može pomoći u razumijevanju prirode rodni razlika u uspjehu u matematici. Ispiti državne mature iz Matematike za višu razinu težinski su primjereniji pristupnicima iz općih gimnazija. Pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija postižu najviše prosječne rezultate u usporedbi s pristupnicima iz ostalih srednjoškolskih programa dok prosječni rezultati pristupnika iz općih gimnazija obično iznose oko 50 % riješenosti ispita (Ristić Dedić i Jokić, 2013). Stoga se pretpostavlja kako će postojati veće rodne razlike u rezultatima učenika iz općih gimnazija nego u rezultatima učenika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija iz razloga što se očekuje veći varijabilitet rezultata među pristupnicima iz općih gimnazija.

Treba napomenuti da se u prethodnim istraživanjima često dobivao nalaz da se veći udio mladića nalazi na oba kraja distribucije rezultata na testovima iz matematike (npr. Baye i Monseur, 2016). Pretpostavlja se da su učenici prirodoslovno-matematičkih gimnazija homogeniji po svom znanju matematike i po svojim interesima za matematiku, s obzirom da su prema tim interesima već djelomično selekcionirani kada su upisivali srednjoškolski program. U skladu s ovim nalazima, alternativna hipoteza da će rodne razlike u rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija biti veće nego razlike u rezultatima pristupnika iz općih gimnazija također je plauzibilna.

2.5. PROBLEM 4.

Ispitati djeluje li modifikacija zadataka na rodne razlike u njihovoj riješenosti.

Na temelju rezultata analiza provedenih u sklopu odgovora na Problem 1., odabrat će se ona kategorija TSMZ na kojoj se utvrde najveće rodne razlike te će se ti isti zadaci primijeniti na manjem uzorku studenata i studentica prve godine studija. Očekuje se kako će se pronaći rodne razlike u istom smjeru kao i na rezultatima učenika i učenica gimnazija. Nadalje, pripremit će se modifikacije originalnih zadataka te će i modificirani zadaci biti primijenjeni na uzorku studenata i studentica. Modifikacije zadataka priredit će se tako što će se iz zadatka izostaviti svojstvo za koje se bude pretpostavljalo da se nalazi u osnovi rodne razlike na toj kategoriji zadataka. Rod i inačica zadataka (originalna i modificirane inačice) bit će korištene kao nezavisne varijable u sklopu eksperimentalnog nacrtu dok će rezultat na zadacima biti zavisna varijabla. Na ovaj način nastojat će se utvrditi koje svojstvo originalnih

zadataka leži u osnovi rodne razlike. Pretpostavlja se da će se na modificiranim zadacima utvrditi manja rodna razlika nego na originalnim zadacima ili da rodne razlike na modificiranim zadacima neće ni biti.

Planiranje ovog dijela istraživanja ovisi o rezultatima odgovora na Problem 1. Ovaj dio istraživanja zahtijeva replikaciju rezultata dobivenih u okviru Problema 1. na novom uzorku te mjerenje razlike u rezultatima usred manipulacije svojstvima zadataka. S obzirom na međuovisnost različitih dijelova istraživanja, u okviru Problema 4. ostavljena je mogućnost uporabe dodatnih instrumenata i mjera u svrhu pokušaja boljeg razumijevanja prirode rodne razlike u rješavanju matematičkih zadataka. Odabir dodatnih mjera ovisit će o kategoriji TSMZ koja će biti u fokusu ovog dijela istraživanja.

3. METODOLOGIJA

3.1. SUDIONICI

3.1.1. Pristupnici ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu

U ovom istraživanju korišteni su rezultati pristupnika iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija Republike Hrvatske na ispitima ljetnih rokova državne mature iz Matematike za višu razinu u školskim godinama 2009. / 2010. i 2010. / 2011. Na ljetnom roku 2010. godine, na ispit su izišli 1361 učenik i 2064 učenice općih gimnazija (ukupno 3425) te 954 učenika i 623 učenice prirodoslovno-matematičkih gimnazija (ukupno 1577). Na ljetnom roku 2011. godine, na ispit su izišli 1419 učenika i 2231 učenica općih gimnazija (ukupno 3650) te 923 učenika i 608 učenica prirodoslovno-matematičkih gimnazija (ukupno 1531). Riječ je o dva gimnazijska programa s najvećim brojem pristupnika na ovim ispitima. S obzirom da učenici gimnazija moraju položiti obvezne ispite državne mature kako bi uspješno završili svoje srednjoškolsko obrazovanje, očekuje se da su iznimno motivirani za postizanje visokih rezultata na tim ispitima. Također, rezultati na ispitu iz Matematike važni su pristupnicima koji namjeravaju nastaviti svoje školovanje na nekom od hrvatskih sveučilišta, s obzirom da se rezultati državne mature koriste pri rangiranju kandidata za upis na studijske programe. S obzirom da velika većina gimnazijalaca planira nastaviti svoje školovanje na hrvatskim sveučilištima, ovo je još jedan razlog zbog kojeg su posebno motivirani za uspjeh na ispitima državne mature.

Dva gimnazijska programa s najvećim brojem pristupnika odabrana su u ovom dijelu istraživanja između ostalog i zato jer je s obzirom na specifičnosti korištenog analitičkog pristupa (analize DFZ i DFSZ) bio potreban relativno veliki broj pristupnika kako bi se dobili stabilni i pouzdani nalazi. Analize su provedene na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija i pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija odvojeno kako bi pristupnici čiji su rezultati korišteni unutar iste analize bili homogeni s obzirom na satnicu predmeta Matematika u školama koje pohađaju. Također, nastavni plan i program za gimnazije (Ministarstvo kulture i prosvjete, 1994) predviđa obradu određenih dodatnih tema za učenike prirodoslovno-matematičkih gimnazija što također može utjecati na njihov uspjeh na ispitu državne mature.

Ako bi se analize provele na rezultatima svih pristupnika ispitu iz Matematike zajedno, tada bi na rezultate djelovale i sistematske razlike učenika iz različitih gimnazijskih programa i strukovnih sektora koji su pohađali nastavu Matematike po različitim nastavnim planovima i programima ili koji su imali različite satnice Matematike. U različitim nastavnim planovima i programima postoje razlike u proporciji zastupljenosti pojedinih sadržajnih područja. Također, omjer broja djevojaka i mladića razlikuje se u pojedinim gimnazijskim programima i strukovnim sektorima, što bi jednako tako moglo utjecati na rezultate istraživanja. Nadalje, učenici koji upisu pojedine gimnazijske programe i strukovne sektore u prosjeku se razlikuju po razini usvojenosti matematičkih znanja i vještina već pri upisu srednje škole, što bi također moglo utjecati na rezultate.

3.1.2. Uzorak za kvalitativni dio istraživanja

Mali uzorak maturanata ($N = 16$; 8 učenika i 8 učenica) Gimnazije Velika Gorica (opći smjer) rješavao je ispit iz Matematike za višu razinu koji je korišten na ljetnom roku državne mature 2010. godine uz razmišljanje naglas. U uzorak su birani učenici koji planiraju polagati ispit državne mature iz Matematike na višoj razini. Pri tome je odabrano po dvoje učenika i učenica s dobrim uspjehom iz Matematike u četvrtom razredu te po troje s vrlo dobrim i odličnim uspjehom. Učenici i učenice slabijih postignuća (tj. dovoljnog i nedovoljnog postignuća) nisu odabirani u uzorak jer je u ovom dijelu istraživanja bilo važno prikupiti što više informacija o pokušajima rješavanja zadataka, a to se na temelju odgovora pristupnika sa slabijim postignućima vjerojatno ne bi moglo postići. Procjenu učeničkih postignuća donio je nastavnik Matematike koji predaje učenicima odabranim u uzorak.

Od strane školske pedagogice i nastavnika Matematike, odabranim učenicima bilo je predloženo sudjelovanje u istraživanju. S učenicima koji su bili motivirani za sudjelovanje u istraživanju dogovoreno je vrijeme provedbe ispitivanja za vrijeme nastave. Nastavnik Matematike zamolio je odabrane učenike da prije ispitivanja pregledaju ispite iz Matematike za višu razinu s proteklih ljetnih rokova državne mature kako bi se pripremili za ispitivanje. Na ovaj način željelo se postići da se učenici upoznaju s oblikom ispita te da se podsjete područja i obrazovnih ishoda koje su učili tijekom četiri razreda srednje škole. Učenici nisu znali koji će ispit konkretno rješavati za vrijeme ispitivanja. Sudjelovanje u ispitivanju učenicima je pomoglo u uvježbavanju zadataka iz Matematike za državnu maturu.

Ispitivanje je provedeno u ožujku 2017. godine, u vrijeme kada se većina učenika tek počinjala pripremati za polaganje ispita državne mature. Ovaj period školske godine odabran je za provedbu ispitivanja jer je u tom trenutku u nastavi već obrađena velika većina planiranih odgojno-obrazovnih ishoda. Bilo je važno da sudionici do točke ispitivanja odslušaju što veći dio nastave kako bi mogli barem pokušati riješiti postavljene zadatke. S druge strane, provedba ispitivanja nakon ove vremenske točke mogla je interferirati s učeničkim pripremama za ostale ispite državne mature i stvoriti im nepotrební pritisak.

3.1.3. Uzorak studenata i studentica prve godine studija

U istraživanju je sudjelovao i uzorak studenata i studentica prve godine Ekonomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (88 studenata i 132 studentice; ukupni $N = 220$). Riječ je o sudionicima koji su po dobi i školovanju slični maturantima, tj. o sudionicima koji su u trenutku ispitivanja u prosjeku stariji od maturanata manje od godinu dana. Ekonomija u Republici Hrvatskoj spada u kategoriju znanstvenih polja s relativno uravnoteženom rodnom strukturom upisnika (Jokić i Ristić Dedić, 2014). Također, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje relativno veliki broj pristupnika. S obzirom na specifičnosti metodologije na kojoj se temelji ovo istraživanje, bio je potreban relativno veliki uzorak djevojaka i mladića te je stoga donesena odluka o provedbi istraživanja baš na tom fakultetu.

Oko 62,3 % sudionika pohađalo je gimnaziju, a 37,7 % strukovnu školu. U završnom razredu srednje škole, 18,6 % sudionika imalo je iz matematike zaključnu ocjenu dovoljan, 35 % ocjenu dobar, 24,1 % ocjenu vrlo dobar i 22,3 % ocjenu odličan.

Na ovom uzorku primijenjeni su zadaci iz kategorije TSMZ na kojoj su u općim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama utvrđene najveće rodne razlike. Osim originalnih zadataka iz ispita državne mature, na ovom uzorku primijenjeni su i modificirani zadaci iz kojih se nastojala ukloniti karakteristika za koju je postojala sumnja da se nalazi u osnovi rodne razlike.

3.1.4. Procjenjivači zadataka prema kategorijama TSMZ

U istraživanju je sudjelovalo dvoje nastavnika srednjoškolske Matematike s višegodišnjim iskustvom u radu u nastavi. Također, oboje su imali iskustvo u konstrukciji ispita državne mature iz Matematike. Njihov je zadatak bio procjenjivati zadatke ispita državne mature iz Matematike za višu razinu s ljetnih rokova 2010. i 2011. godine prema TSMZ te ih klasificirati u kategorije ove taksonomije. Klasifikacija koju su načinili nastavnici bila je korištena u obradi istraživačkih problema.

3.1.5. Intervjueri i prepisivači

U istraživanju je sudjelovalo troje intervjuera koji su razgovarali s maturantima i poticali ih na iskaze o procesu rješavanja zadataka iz Matematike. Intervjueri nisu bili upoznati s ciljem i hipotezama istraživanja. Svi intervjueri bili su studenti viših godina psihologije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Prije same provedbe, intervjueri su na sastanku upoznati s postupkom ispitivanja, a također su dobili i pisane upute za ispitivanje.

Zvučne zapise intervjua transkribirala je prepisivačica koja također nije bila upoznata s ciljem i hipotezama istraživanja. Intervjueri i prepisivačica bili su plaćeni za svoje usluge. Intervjueri su za sudjelovanje u istraživanju također bili honorirani eksperimentalnim satima, što im je pomoglo u izvršavanju obveza u studiju.

3.2. MJERNI INSTRUMENTI

3.2.1. Ispiti iz Matematike za višu razinu državne mature

Srednje obrazovanje učenika gimnazijskih programa završava polaganjem državne mature (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2010). Matematika je na državnoj maturi obvezni predmet, a pristupnici mogu birati hoće li polagati ispit iz Matematike na višoj ili na osnovnoj razini. Rezultat na ispitima državne mature također služi i kao kriterij upisa na studijske programe hrvatskih sveučilišta. Za upis nekih studijskih programa zahtijeva se polaganje ispita na višoj razini dok je za upis ostalih programa dovoljno položiti ispit na

osnovnoj razini. Na temelju ukupnog broja bodova na ispitima državne mature i zaključnih ocjena iz srednje škole (a u slučaju nekih fakulteta i na temelju dodatnih provjera znanja i vještina) formira se rang lista pristupnika te se najuspješniji pristupnici upisuju na željeni studijski smjer dok se ne popuni zadana kvota. Rezultat na ispitu više razine u svrhu formiranja rang lista množi se s 1,6 pa prema tome vrijedi više od rezultata ostvarenog na osnovnoj razini.

U istraživanju su korišteni ispiti iz Matematike za višu razinu državne mature na ljetnim rokovima 2010. i 2011. godine.⁵ Viša razina ispita iz Matematike usklađena je s Nastavnim planom i programom za gimnazije (Ministarstvo kulture i prosvjete, 1994; Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, 2010). Oni pristupnici koji su pohađali nastavu Matematike prema ostalim nastavnim programima, ukoliko žele polagati višu razinu, trebaju proširiti stečeno znanje sadržajima koje nisu obradili (Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, 2010). Dostignuta razina znanja i kompetencija pristupnika provjerava se u ispitu u sljedećim područjima te u sljedećim udjelima: Brojevi i algebra (20 %), Funkcije (25 %), Jednadžbe i nejednadžbe (20 %), Geometrija (25 %) i Modeliranje (modeliranje situacija rabeći: brojeve, algebru, geometriju, funkcije, jednadžbe i nejednadžbe) (10 %). Drugim riječima, Modeliranje je dodatno područje koje neki od zadataka ispituju povrh jednog od „osnovnih“ područja. Modeliranje se odnosi na zadatke iz realnog života koji se mogu riješiti uporabom matematike (Gusić, 2011). Postotni udio pojedine cjeline odnosi se na postotak ukupnoga broja bodova. Moguće odstupanje udjela pojedinih cjelina iznosi $\pm 5\%$. Ispit sadrži 30 zadataka, od čega 15 zadataka višestrukog izbora s četiri ponuđena odgovora, 13 zadataka kratkih odgovora i dva zadatka produženih odgovora. Neki zadaci sastoje se od podzadataka te ispit ima ukupno 45 čestica. Maksimalni mogući broj bodova koje pristupnik može dobiti točnim rješavanjem jednog podzadatka varira između 1 i 4 boda.⁶

Na ljetnom roku državne mature 2010. godine, na ispit iz Matematike na višoj razini ukupno je izišlo 9 626 pristupnika te su postigli prosječni rezultat koji je iznosio 50,83 % bodova uz standardnu devijaciju od 23,00 % bodova. Cronbachov α koeficijent imao je

⁵ Svi ispiti državne mature iz Matematike koji su dosad provedeni dostupni su na mrežnim stranicama Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (www.ncvvo.hr).

⁶ U provedenim analizama podzadaci odnosno čestice tretirani su kao pojedinačni tj. zasebni zadaci te će se stoga radi jednostavnosti u ostatku teksta uglavnom koristiti naziv *zadaci* i kada se bude govorilo o podzadacima, tj. česticama.

vrijednost 0,91 što ukazuje na visoku pouzdanost i homogenost ispitnog materijala (Šabić, Ćurković i Buljan Culej, 2010). Na ljetnom roku državne mature 2011. godine, na ispit je izišlo 8 424 pristupnika te su postigli prosječni rezultat koji je iznosio 55,20 % bodova uz standardnu devijaciju od 20,15 % bodova. Cronbachov α koeficijent imao je vrijednost 0,91 što ukazuje na visoku pouzdanost i homogenost ispitnog materijala (Šabić, Ćurković i Tretinjak, 2011).

Faktorska struktura ispita provjerena je metodom zajedničkih faktora te su dobivena jednofaktorska rješenja. U ispitu iz 2010. godine karakteristični korijen prvog faktora iznosio je 11,24 i bio je za više od pet puta veći od karakterističnog korijena drugog faktora koji je iznosio 2,04. Prvim faktorom moglo se objasniti 24,98 % varijance ukupnog rezultata na ispitu. U ispitu iz 2011. godine karakteristični korijen prvog faktora iznosio je 10,21 te je bio oko pet puta veći od karakterističnog korijena drugog faktora koji je iznosio 2,20. Prvim faktorom može se objasniti 22,68 % varijance ukupnog rezultata na ispitu.

Primjeri zadataka iz ispita koje su procjenjivači klasificirali u pojedine kategorije TSMZ nalaze se u Prilogu 1.

3.2.2. Modificirani zadaci

U sklopu odgovora na Problem 4., smišljeni su zadaci iz Matematike slični ispitnim zadacima iz kategorije TSMZ za koju su utvrđene najveće rodne razlike u odgovoru na Problem 1. U istraživanju se ispostavilo da je to kategorija verbalnih problema i da su na toj kategoriji, suprotno hipotezama TSMZ, bolje rezultate postigli mladići. Ovakvi su nalazi dobiveni primjenom tri različita kvantitativna analitička postupka: usporedbom postotnih riješenosti zadataka te analizama DFZ i DFSZ (vidjeti poglavlje Rezultati).

Ukupno je bilo 12 zadataka koje su procjenjivači klasificirali u kategoriju verbalnih problema. Od toga su za 10 zadataka procijenili da je to za njih najsalijentnija kategorija TSMZ. S obzirom da kategorije TSMZ nisu međusobno isključive, bilo je moguće da neki zadaci budu svrstani u veći broj kategorija. Za preostala dva zadatka procjenjivači su procijenili da su za njih salijentnije neke druge kategorije TSMZ (Prilog 2.). Konkretno, za jedan zadatak procjenjivači su procijenili da je za njega najsalijentnija karakteristika primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, a za drugi primjena

rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama. U analizama u okviru Problema 4., zbog važnosti osiguranja što veće pouzdanosti, korišteno je svih 12 verbalnih problema.

Modificirani zadaci bili su slični originalnim verbalnim problemima po sadržaju i obrazovnom ishodu koji ispituju te su u osnovi imali isti matematički izraz i iste brojeve. Novi zadaci razlikovali su se od originalnih zadataka po tome što se pri njihovom sastavljanju nastojalo eliminirati svojstvo za koje se pretpostavljalo da je u osnovi rodne razlike na originalnom zadatku.

Konkretno, postojale su dvije vrste modifikacija. U prvoj je vrsti modifikacija u originalni verbalni problem dodan algoritam odnosno pravilo za njegovo rješavanje. Drugim riječima, algoritam / pravilo za rješavanje zadatka eksplicitno je naveden u tekstu zadatka. Ovaj način modifikacije odabran je kako bi se utvrdilo je li u osnovi rodne razlike na verbalnim problemima to što mladići lakše pronalaze algoritam / pravilo nego djevojke u situaciji kada algoritam / pravilo nije eksplicitno naveden u zadatku. U tom slučaju rodna razlika bi trebala nestati u modifikaciji zadatka u kojoj je eksplicitno naveden algoritam / pravilo. U skladu s tim očekivanjem je nalaz Gallagher i sur. (2000) da su srednjoškolci uspješniji od srednjoškolki u uparivanju adekvatnih strategija rješavanja problema s pripadajućim karakteristikama matematičkih problema. Primjena ove modifikacije mogla bi pomoći u razjašnjenju nastaje li rodna razlika u korist mladića u reprezentaciji problema ili u samom rješavanju problema (Royer i Garofoli, 2005).

U drugoj je vrsti modifikacija originalni verbalni problem preformuliran u matematički izraz bez verbalnog elementa. U zadacima u kojima nije bilo moguće potpuno ispustiti verbalni element, on je sveden na najmanju moguću razinu. Ova je modifikacija napravljena kako bi se ispitala pretpostavka da rodna razlika u korist mladića ne postoji na zadacima kada su ogoljeni do razine matematičkog izraza, nego da razlog rodne razlike treba tražiti u verbalnom elementu zadatka.

Prema tome, postojale su tri inačice zadataka:

- A. Originalni verbalni problemi iz ispita državne mature
- B. Modificirani verbalni problemi s eksplicitno navedenim algoritmom / pravilom za njihovo rješavanje
- C. Matematički izrazi bez verbalnog elementa (ili s verbalnim elementom svedenim na najmanju moguću razinu).

Pojedini sudionici/ce rješavali su samo jednu inačicu zadataka. Primjeri zadataka iz inačica A, B i C nalaze se u Prilogu 9. Na ovih 12 zadataka bilo je ukupno moguće postići 17 bodova.

3.2.3. Dodatne mjere

3.2.3.1. *Test verbalnih nizova*

U ispitivanju na studentima kao dodatni instrument korišten je Test verbalnih nizova iz Verbalne serije inteligencije (VSI) čiji su autori Ljubotina, Tadinac, Kolesarić i Ivanec, nastao 2007. godine u okviru tehnologijskog projekta „Razvoj, standardizacija i psihometrijska validacija testova kognitivnih sposobnosti“ (npr. Ljubotina, 2011). Test verbalnih nizova sastoji se od 20 zadataka za čije je rješavanje predviđeno 10 minuta. U svakom zadatku zadan je jedan niz koji se sastoji od šest riječi ili slova, a članovi svakog niza poredani su prema određenom načelu. Zadatak sudionika je utvrditi načelo koje vrijedi za pojedini niz te među ponuđenim odgovorima odabrati onaj koji najbolje nastavlja započeti niz. Prilikom standardizacije baterije, na uzorku od 931 srednjoškolca pouzdanost cijele baterije iznosila je 0,90 (Ljubotina, 2011). Unutarnja konzistencija Testa verbalnih nizova izračunata Cronbachovim α koeficijentom u ovom istraživanju iznosi 0,74.

Odluka o korištenju ovog instrumenta donesena je nakon što se analizama vezanim uz Problem 1. utvrdilo da su najveće rodne razlike postojale na zadacima koji su ispitivali verbalne probleme. Uporabom ovog instrumenta željelo se provjeriti korespondiraju li rodne razlike na verbalnim problemima iz Matematike s rodnim razlikama u uspjehu na verbalnim nizovima. U zadacima Testa verbalnih nizova sudionik, slično kao i u originalnim verbalnim problemima ispita državne mature, treba pronaći određeno pravilo kako bi uspješno riješio zadatak, iako je ovdje riječ o drugačijem (nematematičkom) kontekstu. Ako bi se ispostavilo kako rodne razlike na Testu verbalnih nizova korespondiraju s rodnim razlikama na verbalnim problemima iz Matematike to bi moglo indicirati kako je u osnovi rodnih razlika u rješavanju verbalnih matematičkih problema općenita razlika u uočavanju ili pronalaženju potrebnog algoritma ili pravila za rješavanje zadatka neovisno o kontekstu.

3.2.3.2. *Lista primjene matematike u svakodnevnom životu*

S obzirom da u literaturi nije naišao na sličan instrument, za potrebe ovoga istraživanja autor je sastavio Listu primjene matematike u svakodnevnom životu (Prilog 11.). Lista se sastoji od 22 aktivnosti iz svakodnevnog života koje zahtijevaju primjenu matematike, a od sudionika se traži da označe koliko su često sudjelovali u svakoj pojedinoj aktivnosti u proteklih šest mjeseci na skali od tri stupnja (1 – nikad, 2 – rijetko, 3 - često). Predviđeno vrijeme rješavanja je 3 minute. Ukupni zbroj bodova dijeli se s 22 kako bi se dobio prosječni rezultat po tvrdnji radi lakše interpretacije rezultata. Ova je Lista također korištena kao dodatni instrument na uzorku studenata u sklopu odgovora na Problem 4.

Odluka o korištenju ovog instrumenta također je donesena nakon provedbe analiza u okviru Problema 1. Pomoću ovoga instrumenta željelo se ispitati razlikuju li se mladići i djevojke po svojim iskustvima i učestalosti uporabe matematike u svakodnevnom životu jer bi ova razlika potencijalno mogla objasniti rodne razlike na verbalnim problemima. Iskustvo uporabe matematike u svakodnevnom životu naročito bi moglo biti povezano s uspješnošću u rješavanju verbalnih problema u kojima nije eksplicitno naveden algoritam / pravilo za njihovo rješavanje.

S obzirom da je riječ o novom instrumentu, provedene su statističke i psihometrijske analize rezultata pristupnika u svrhu utvrđivanja osnovnih metrijskih svojstava instrumenta. Pristupnici su u prosjeku postizali 1,98 bodova ($SD = 0,337$) što ukazuje na to da sudionici u prosjeku rijetko sudjeluju u aktivnostima nabrojanim u Listi. Unutarnja konzistencija Liste izračunata Cronbachovim α koeficijentom iznosi 0,84. Metodom glavnih komponenti dobiveno je rješenje u kojem je prva glavna komponenta objašnjavala oko 25 % varijance varijabiliteta.

3.2.3.3. *Ostale mjere*

Osim što su riješili zadatke iz Matematike, Test verbalnih nizova i Listu primjene matematike u svakodnevnom životu, studenti/ce su trebali odgovoriti na pitanja koja su se odnosila na:

- njihov spol
- vrstu srednje škole koju su pohađali

- razinu ispita iz Matematike kojeg su polagali na državnoj maturi
- zaključnu ocjenu iz Matematike koju su dobili na kraju 4. razreda srednje škole
- zaključnu ocjenu iz Hrvatskog jezika koju su dobili na kraju 4. razreda srednje škole
- procjenu svog sadašnjeg znanja matematike na skali od 1 – nedovoljan do 5 – odličan
- procjenu koliko vole matematiku na skali od četiri stupnja (od *uopće ne do izrazito*)
- procjenu kojom bi ocjenom ocijenili svoj uspjeh na zadacima koje su upravo rješavali
- procjenu koliko vole rješavati zadatke poput onih koje su upravo rješavali na skali od četiri stupnja (od *uopće ne do izrazito*).

Eventualne razlike među mladićima i djevojkama iz uzorka u učestalosti pohađanja gimnazijskih i strukovnih programa te u učestalosti biranja osnovne ili više razine ispita državne mature iz Matematike mogle bi utjecati na zaključke o rodnim razlikama u rješavanju verbalnih matematičkih problema te su stoga ove razlike testirane. Jednako tako, kao mogući korelati uspjeha na verbalnim problemima iz Matematike ispitane su zaključne ocjene iz Matematike i Hrvatskog jezika u završnom razredu srednje škole. Procjene sudionika koliko znaju i vole matematiku prije i nakon rješavanja samih zadataka poslužile su kao mjere samokompetentnosti i motivacije za matematiku. Pri odabiru mjera vodilo se računa o vremenskoj ekonomičnosti ispitivanja kao i o tome da mjere ne prouzrokuju prevelik kognitivni napor s obzirom na to da su zadaci iz Matematike za višu razinu relativno zahtjevniji za rješavanje.

3.3. POSTUPAK

3.3.1. Klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ

Dvoje profesora Matematike su, neovisno jedno o drugome, klasificirali zadatke ispita državne mature u kategorije TSMZ. Oboje su imali dugogodišnje iskustvo predavanja srednjoškolske Matematike i iskustvo rada na ispitima državne mature. Prije nego što su

započeli s klasificiranjem zadataka, autor im je detaljno objasnio kategorije taksonomije i njihove opise. Dobili su uputu kako kategorije taksonomije nisu u potpunosti neovisne jedna o drugoj te kako je moguće da se isti zadatak nađe u nekoliko kategorija taksonomije. Kako bi se povećala sigurnost argumentirane klasifikacije, procjenjivači su morali naznačiti zbog koje su od natuknica navedenih u taksonomiji zadatak svrstali u pojedinu kategoriju (vidjeti tablicu 1.). Također, ako su zadatak svrstali u nekoliko kategorija, trebali su odabrati jednu kategoriju koja je prema njihovoj procjeni najsalijentnija, odnosno najvažnija i najsvojstvenija za taj zadatak.

Procjenjivači nisu znali koje su istraživačke hipoteze niti da je TSMZ sastavljena s namjerom predviđanja rodni razlika u uspješnosti rješavanja matematičkih zadataka. Autor je procjenjivačima na uvid dao taksonomiju bez dijelova teksta (tj. podnaslova taksonomije) koji ukazuju na to koja bi od kategorija zadataka trebala dati prednost djevojkama, a koja mladićima te im je obećao objasniti istraživačke hipoteze i probleme naknadno. Nakon što su procjenjivači individualno klasificirali zadatke utvrđeno je kako su neke zadatke klasificirali u različite kategorije.

U tablici 3. prikazani su postotci slaganja dvoje procjenjivača u klasifikaciji zadataka u pojedine kategorije. Dobiveni stupanj slaganja procjenjivača u skladu je s početnim stupnjem slaganja procjenjivača od 70 % u istraživanju koje su proveli Gallagher i sur. (2002). Najveći stupanj slaganja postojao je u kategoriji zadataka kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina, a najmanji stupanj slaganja u kategoriji zadataka koji zahtijevaju simboličke procese.

Tablica 3. Slaganje dvaju procjenjivača u klasifikaciji zadataka u različite kategorije TSMZ

Kategorije zadataka	Slaganje
Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina	91,1 %
Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje	77,8 %
Verbalni problemi	84,4 %
Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama	84,4 %
Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama	70,0 %
Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje	70,0 %
Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese	67,8 %

Na sastanku s autorom, procjenjivači su došli do konsenzusa o klasifikaciji zadataka oko kojih je postojalo neslaganje. Također, dvoje procjenjivača donijelo je zajedničku odluku

o tome koja je kategorija TSMZ najsalijentnija za pojedini zadatak. U daljnjim analizama koje su prikazane u ovome radu korištena je kategorizacija zadataka prema najsalijentnijim karakteristikama osim na mjestima gdje je drukčije navedeno. Ova je strategija odabrana kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri izbjeglo preklapanje između kategorija, tj. kako bi se kategorije konceptualno odvojile i kako bi se pojačao učinak pojedinih kategorija na veličinu i smjer rodne razlike, ako taj učinak postoji.

S obzirom na vremensku i kognitivnu zahtjevnost zadataka u ispitima iz Matematike za državnu maturu, ti se ispiti sastoje od relativno malog broja zadataka. To je tehnički problem velikog broja ispitivanja visokog rizika koja mjere kompleksne kognitivne procese. Ovo je osnovni razlog zbog kojeg se odustalo od formiranja skupova od onih zadataka koje su procjenjivači svrstali u samo jednu kategoriju taksonomije. Naime, broj zadataka u pojedinim kategorijama tada bi bio vrlo mali što bi utjecalo na pouzdanost nalaza, a u nekim kategorijama ne bi ostao niti jedan zadatak. Klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ prikazana je u Prilogu 2. u zadnjem stupcu tablice.

3.3.2. Postupci za utvrđivanje rodnih razlika u riješenosti zadataka

U okviru odgovora na Problem 1., testirane su rodne razlike u riješenosti pojedinih zadataka. Drugim riječima, izračunata je razlika aritmetičkih sredina rezultata mladića i djevojaka na svakom pojedinom zadatku. Također, izračunat je zbroj razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka na zadacima unutar pojedinih kategorija TSMZ.

Kao mjera rodne razlike nakon kontrole primarne dimenzije izračunata je za svaki pojedini zadatak vrijednost DFZ u okviru postupka Mantela i Haenszela te u okviru metode SIBTEST (ako je zadatak bio dihotoman), odnosno Poly-SIBTEST (ako je zadatak bio politoman). Također, izračunata je vrijednost DFSZ metodom SIBTEST / Poly-SIBTEST za zadatke iz svake pojedine kategorije TSMZ.

Vrijednosti zbroja razlika aritmetičkih sredina i vrijednosti DFSZ za pojedine kategorije TSMZ usto su podijeljene maksimalnim brojem bodova koje su pristupnici mogli postići na kategoriji kako bi se omogućila lakša usporedba vrijednosti između različitih kategorija.

Razlike aritmetičkih sredina mladića i djevojaka na svakom pojedinom zadatku, vrijednosti diferencijalnog funkcioniranja svakog pojedinog zadatka u okviru postupka

Mantela i Haenszela te vrijednosti parametra $\hat{\beta}$ dobivene u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST za svaki pojedini zadatak nalaze se u Prilogu 3. S obzirom na vrlo visoke korelacije vrijednosti dobivenih pomoću postupka Mantela i Haenszela te SIBTEST / Poly-SIBTEST postupka ($\rho_{OG\ 2010.} = 0,934, p < 0,01$; $\rho_{OG\ 2011.} = 0,947, p < 0,01$; $\rho_{PMG\ 2010.} = 0,937, p < 0,01$; $\rho_{PMG\ 2011.} = 0,911, p < 0,01$), u nastavku teksta uglavnom su korištene vrijednosti $\hat{\beta}$ iz programa SIBTEST / Poly-SIBTEST s obzirom da ih je lakše interpretirati te usporediti s razlikama aritmetičkih sredina rezultata mladića i djevojaka na pojedinim zadacima. Naime, i vrijednosti $\hat{\beta}$ također su odmjerene na bodovnoj skali. U Prilogu 4., zadaci su sortirani po veličini rodni razlika (razlike u postotnoj riješenosti zadataka te razlike izražene vrijednostima parametra $\hat{\beta}$ u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST). Također su navedeni i dijelovi teksta svih zadataka kako bi čitatelji mogli dobiti uvid u to kako otprilike izgleda sadržaj zadataka na kojima se dobivaju rodne razlike u jednom ili drugom smjeru te zadataka na kojima nisu utvrđene rodne razlike.

Vrijednost DFSZ izračunata u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST trebala bi otprilike odgovarati zbroju vrijednosti diferencijalnog funkcioniranja svakog pojedinog zadatka iz tog skupa. Prilikom analize DFSZ, kontrola primarne dimenzije, tj. znanja Matematike mladića i djevojaka, ostvaruje se na temelju njihovih rezultata na svim preostalim zadacima iz ispita. Drugim riječima, u izračunu ukupnog rezultata na ispitu isključuju se svi zadaci koji se nalaze u skupu koji se testira u analizi. U analizi pojedinačnog DFZ, za kontrolu primarne dimenzije koriste se svi preostali zadaci, uključujući i ostale zadatke iz kategorije TSMZ kojoj pripada testirani zadatak. S obzirom da se u SIBTEST / Poly-SIBTEST metodologiji za kontrolu primarne dimenzije koristi procjena stvarnog rezultata pristupnika (vidjeti Uvod), a ne zbroj bodova na ispitu, rang poredak pristupnika prema primarnoj dimenziji je vrlo sličan bez obzira koliko se zadataka koristi za kontrolu. Ovu je pretpostavku lako provjeriti zbrajanjem vrijednosti DFZ iz svake pojedine kategorije (Prilog 3.) te usporedbom tog zbroja s vrijednošću DFSZ iz pojedine kategorije.

DFZ i DFSZ također su ispitani i pomoću usporedbe empirijskih krivulja zadataka i empirijskih krivulja skupova zadataka za djevojke i mladiće. Zadaci koji imaju identične ili vrlo slične empirijske krivulje za različite skupine sudionika ne iskazuju diferencijalno funkcioniranje. Za zadatke koji diferencijalno funkcioniraju, različite skupine sudionika imaju različite empirijske krivulje. Iz krivulja se može vidjeti razlika u DFZ za sudionike različitih razina razvijenosti konstrukta. S obzirom da vrijednosti DFZ dobivene postupkom Mantela i Haenszela i SIBTEST / Poly-SIBTEST postupcima ne daju informaciju o tome kako se

funkcioniranje zadatka mijenja s promjenom ukupnog rezultata na ispitu, tj. s promjenom razine razvijenosti konstrukta, informativno je pregledati empirijske krivulje pojedinih zadataka. Empirijske krivulje zadataka za rezultate mladića i djevojaka izrađene u programu TiaPlus (Heuvelmans, 2001) nalaze se u Prilogu 5., a empirijske krivulje skupova zadataka izrađene u programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM SPSS, 2011) nalaze se u Prilogu 6.

Analize su provedene odvojeno za rezultate pristupnika na ispitu iz 2010. i 2011. godine. S obzirom da je riječ o ispitima koji imaju identičnu svrhu i koji su nastali na temelju jednakih specifikacija te kojima je pristupila slična struktura pristupnika, očekuje se da će rezultati analiza na ta dva ispita biti slični. U istraživanju se koriste rezultati dvaju ispita kako bi se moglo zaključiti o stupnju stabilnosti nalaza između generacija. Također, analize su iz ranije navedenih razloga provedene odvojeno za pristupnike iz općih gimnazija i pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Osim u odgovoru na Problem 1., rezultati ovih analiza korišteni su i u odgovoru na Problem 3. U okviru Problema 3., Pearsonovim koeficijentima korelacije ispitano je slaganje vrijednosti rodni razlika na zadacima utvrđenih za pristupnike iz općih gimnazija i pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

Multiplim regresijskim analizama ispitana je uspješnost predikcije rodni razlika na zadacima na temelju kategorizacije zadataka u kategorije TSMZ od strane nastavnika. Multiple regresijske analize provedene su u računalnom programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM SPSS, 2011).

Također, ispitane su rodne razlike s obzirom na neke karakteristike zadataka koje nisu bile u fokusu ovog rada, a to su: težina zadatka, područje ispitivanja, kognitivna razina i tip (vrsta) zadatka. Muški sudionici su na testovima iz matematike obično uspješniji od žena na zadacima višestrukog izbora te na zadacima više kognitivne zahtjevnosti, dok su žene uspješnije na otvorenom tipu zadataka (Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010; Zhang, 2009), iako se ovaj obrazac ne pojavljuje u svim istraživanjima (npr. Beller i Gafni, 2000). U nekim istraživanjima dobivene su korelacije težine zadataka iz matematike i vrijednosti rodni razlika u korist muškog roda (npr. Beller i Gafni, 2000). Stoga je važno ispitati moguće veze ovih karakteristika zadataka i rodni razlika kako ne bi došlo do maskiranja ili promjene smjera rodni razlika.

3.3.3. Metoda razmišljanja naglas za vrijeme rješavanja zadataka

U metodi razmišljanja naglas (engl. *think aloud protocol*), koja je podvrsta kognitivnog intervjua (engl. *cognitive interview*) od sudionika se traži da razmišljaju naglas za vrijeme rješavanja određenih zadataka, primjerice za vrijeme rješavanja matematičkih zadataka (van Someren, Barnard i Sandberg, 1994; Miller, Chepp, Willson i Padilla, 2014; Willis, 2015). Sudionici pritom trebaju izvještavati o kognitivnim procesima koje obavljaju ili o strategijama koje koriste u rješavanju zadatka. Ono što sudionik izrekne za vrijeme rješavanja zadatka može se zabilježiti (snimiti ili zapisati) te kasnije kodirati i kvalitativno analizirati. Analiza ovako dobivenih transkripata praktički je identična analizi sadržaja (engl. *content analysis*). Nalazi dobiveni kvalitativnom analizom mogu pomoći u razumijevanju načina na koji je sudionik riješio problem, primjerice, koju je strategiju i korake koristio prilikom dolaska do rješenja zadatka. Metoda razmišljanja naglas vrlo je često korištena u područjima poput kognitivne psihologije i edukacijskih znanosti (van Someren, Barnard i Sandberg, 1994).

Ova metoda razlikuje se od introspektivne metode po tome što ne zahtijeva od sudionika interpretaciju vlastitih razmišljanja. Od sudionika se zahtijeva samo verbalizacija koraka koje poduzima prilikom rješavanja problema. Često nije dovoljno da eksperimentator bude samo promatrač u tom procesu, nego mora poticati sudionika na iznošenje vlastitih razmišljanja (Van den Haak, De Jong i Schellens, 2003). Transkripti koji nastaju prilikom korištenja ove metode mogu biti objektivno analizirani od strane različitih procjenjivača te se na taj način može osigurati transparentnost interpretacija.

Metoda razmišljanja naglas nije jednako primjerena za analiziranje svih vrsta kognitivnih zadataka. Kako bi ova metodologija bila primjenjiva, potrebno je da se procesi koji se javljaju za vrijeme rješavanja kognitivnog zadatka mogu relativno lako verbalizirati te da ta verbalizacija ne interferira sa samim rješavanjem zadatka, tj. s uspjehom na zadatku. Teže je verbalizirati procese čije je trajanje vrlo kratko. Interferencija s uspjehom u rješavanju zadatka, primjerice, može se dogoditi ako verbalizacija preopterećuje radno pamćenje koje je već opterećeno rješavanjem zadatka (Van den Haak, De Jong i Schellens, 2003). U tom slučaju, umjesto istovremenog rješavanja zadatka i razmišljanja naglas, može se koristiti retrospektivno izvještavanje, tj. sudionik može reći koje je strategije i kognitivne procese koristio prilikom rješavanja zadatka nakon što završi sa samim rješavanjem (Kuusela i Paul, 2000). Ovaj pristup odabran je kao odgovarajući za potrebe ovog istraživanja. Na ispitu

državne mature iz Matematike za višu razinu kognitivno procesiranje podražajnog materijala na pojedinim zadacima može biti prilično zahtjevno.

Zvučni zapis iskaza sudionika za vrijeme rješavanja zadataka istraživači prenose u tekstualni oblik radi lakše analize. Shemu za kodiranje dijelova transkripta može se pripremiti na temelju nekog modela, teorije ili taksonomije. Pritom je važno da su opisi koji se nalaze u shemi za kodiranje operacionalizirani. Ovi opisi moraju odgovarati ponašanjima ili kognitivnim procesima koje procjenjivač može lako prepoznati na temelju iskaza sudionika prilikom rješavanja zadatka. To je važno radi objektivizacije kodiranja. Ako su teorija ili model dovoljno razrađeni, može se dogoditi da su dijelovi transkripta vrlo slični opisima iz sheme za kodiranje. Međutim, obično su opisi iz sheme za kodiranje općenitiji od dijelova iskaza sudionika. U tom slučaju dijelove transkripta mora biti moguće objektivno agregirati u kategorije koje odgovaraju opisima iz sheme za kodiranje. Rezultat primjene sheme za kodiranje na transkriptima naziva se kodirani transkript (engl. *coded protocol*). U ovom istraživanju kao shema za kodiranje poslužila je TSMZ.

Prilikom izvještavanja rezultata, uobičajeno je navesti kratke ulomke iz transkripata, kako bi se čitatelji upoznali s kognitivnim procesima o kojima sudionici izvještavaju. Također, treba prikazati korišteni model, kao i glavne kategorije sheme za kodiranje. Slaganje modela i kodiranih transkripata treba prikazati za svaku kategoriju posebno, po mogućnosti uz neku kvantitativnu mjeru poput postotka (van Someren, Barnard i Sandberg, 1994).

Na malom uzorku učenika gimnazijskih programa ($N = 16$) provedeno je rješavanje ispita državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2010. godine uz razmišljanje naglas. Učenici i njihovi roditelji prethodno su potpisali pristanak na suradnju u istraživanju. Ispitivanje je provedeno u školi za vrijeme nastave u dogovoru s ravnateljicom, školskom pedagogicom i nastavnikom Matematike. Pojedina ispitivanja trajala su 95 minuta (tj. za vrijeme dva školska sata i malog odmora). Učenik bi prvo pokušao riješiti zadatak. Nakon što bi obavijestio intervjuera da je gotov s rješavanjem, intervjuer bi upalio diktafon te zamolio učenika da objasni kako je riješio ili pokušao riješiti zadatak. Nakon što bi učenik završio s iskazom, prije prelaska na idući zadatak intervjuer bi ga pitao sjeća li se je li slične zadatke rješavao na nastavi ili za zadaću. Nakon što bi učenik odgovorio, intervjuer bi ugasio diktafon i pričekao da učenik pokuša riješiti sljedeći zadatak. Postupak se ponavljao dok učenik ne bi završio s rješavanjem ispita ili do isteka 95 minuta. U ispitivanju su ispušteni dijelovi 29. zadatka koji ispituju odgojno-obrazovne ishode koji u tom trenutku još nisu bili obrađeni na nastavi. Riječ je o podzadacima 29.2, 29.3, 29.4 i 29.5. Ovakvu je odluku istraživač donio na

temelju procjene nastavnika Matematike koji je pregledao ispit i usporedio ga s dotad obrađenim gradivom. Nakon ispitivanja, sudionici su od intervjuera u znak zahvale dobili slatkiše.

Načinjen je zvučni zapis razgovora s učenicima o svakom zadatku te su njihovi iskazi zatim kodirani prema kategorijama TSMZ. Također, korišteni su i dodatni pomoćni kodovi kojima su označavani dijelovi teksta koji su predstavljali konačan odgovor, tj. rješenje zadatka, te dijelovi teksta koji su se odnosili na strategije i postupke učenika koji su pojedini zadatak riješili pogrešno. Kodni protokol nalazi se u Prilogu 7., a primjer transkripta iskaza sudionika u Prilogu 8. Kvalitativna analiza transkripata zvučnih zapisa provedena je u računalnom programu QDA Miner Lite v2.0 (Provalis Research, 2016).

U sklopu odgovora na Problem 2., klasifikacija zadataka koju su načinili nastavnici Matematike uspoređena je s kategorizacijom zadataka na temelju učeničkih iskaza. Također, multiplim regresijskim analizama ispitana je uspješnost predikcije rodni razlika na zadacima na temelju ovih dviju kategorizacija. Multiple regresijske analize provedene su u računalnom programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM SPSS, 2011).

3.3.4. Modifikacija zadataka

Studenti prve godine koji su sudjelovali u istraživanju podijeljeni su u tri skupine. Studenti su raspoređeni u skupine po slučaju, no vodilo se računa da u svakoj skupini bude podjednak broj djevojaka i mladića. Prva je skupina rješavala originalne verbalne probleme iz ispita državne mature (A). Druga je skupina rješavala modificirane verbalne probleme s eksplicitno navedenim algoritmom / pravilom za njihovo rješavanje (B). Treća je skupina rješavala zadatke u obliku matematičkih izraza bez verbalnog elementa ili s verbalnim elementom svedenim na najmanju moguću mjeru (C). Zadaci iz skupina B i C sastavljeni su na temelju zadataka iz skupine A te su u osnovi sadržavali identične matematičke izraze i iste brojeve. Zapravo je riječ o istim zadacima koji su prikazani u drugom obliku te su rod i inačica zadataka (A, B i C) poslužili kao nezavisne varijable u eksperimentalnom nacrtu.

Također, u ovom dijelu istraživanja korištene su neke dodatne varijable za koje se smatralo da bi mogle pomoći u objašnjenju rodni razlika u uspješnosti rješavanja zadataka iz Matematike te eventualno poslužiti kao kovarijate. Konkretno, primijenjeni su Test verbalnih nizova te Lista primjene matematike u svakodnevnom životu. Ova dva instrumenta riješile su

sve tri skupine sudionika. Nadalje, prikupljeni su dodatni podaci o vrsti srednje škole koju su sudionici/ce pohađali, razini ispita državne mature iz Matematike koju su polagali, zaključnim ocjenama iz Matematike i Hrvatskog jezika, procjeni svog sadašnjeg znanja matematike te procjeni koliko vole matematiku. Nakon rješavanja zadataka iz Matematike sudionici/ce su procijenili kojom bi ocjenom ocijenili svoj uspjeh na tim zadacima te koliko vole rješavati takve zadatke.

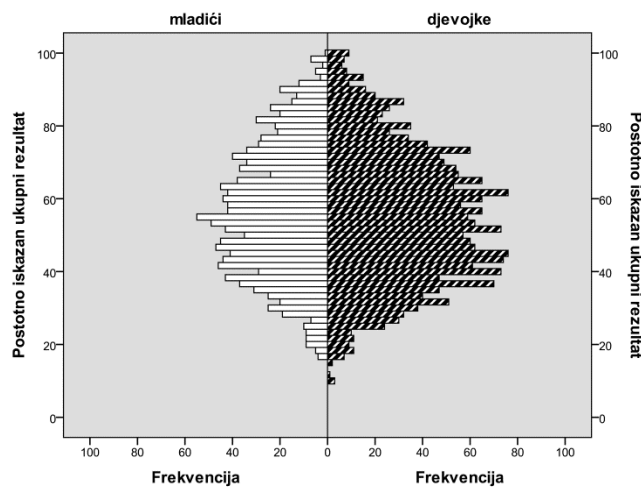
U sklopu odgovora na Problem 4., uspoređeni su rezultati djevojaka i mladića na zadacima iz skupina A, B i C, tj. na originalnim zadacima i na njihovim modifikacijama. Također su ispitane rodne razlike u prikupljenim rezultatima na drugim mjerama te veze između rezultata na zadacima iz Matematike i rezultata na drugim mjerama. U svrhu usporedbe rezultata djevojaka i mladića koji su rješavali različite inačice istih zadataka provedene su analize u okviru generalnog linearnog modela. U svrhu usporedbe rodnih razlika na drugim mjerama računati su t -testovi za nezavisne uzorke. Također su korišteni χ^2 testovi za usporedbu raspodjela frekvencija vrsta pohađanih srednjoškolskih programa i frekvencija biranih razina ispita državne mature između rodova. U svrhu ispitivanja povezanosti između rezultata na različitim instrumentima izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije. Statističke analize u sklopu Problema 2. provedene su u računalnom programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM SPSS, 2011).

4. REZULTATI

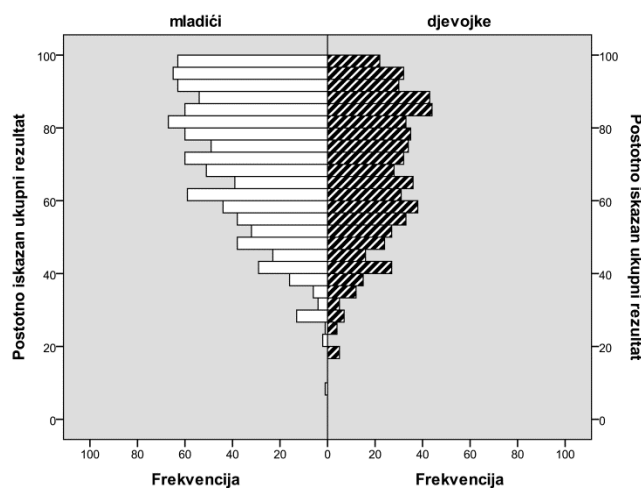
4.1. REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 1.

4.1.1. Deskriptivni statistički parametri ukupnih rezultata pristupnika na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu

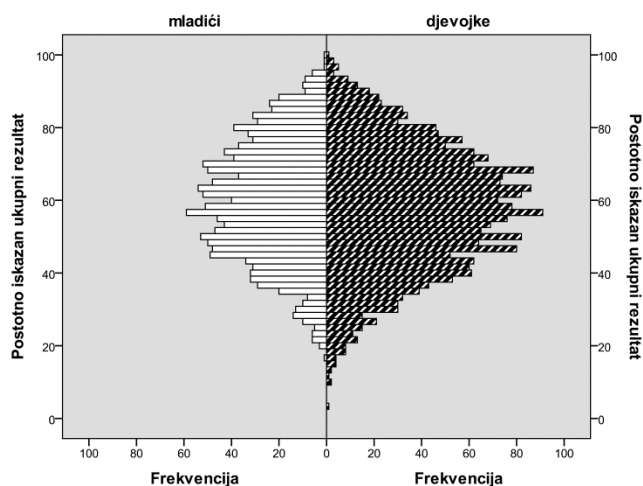
Na slikama od 2. do 5. prikazane su distribucije postotno iskazanog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2010. i 2011. godine.



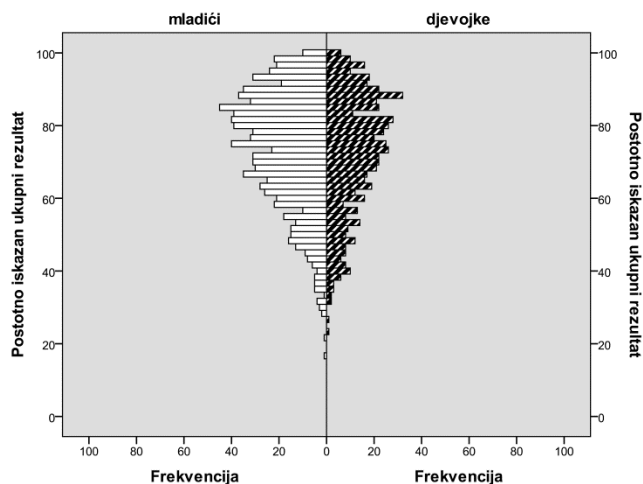
Slika 2. Distribucija postotno iskazanog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz općih gimnazija na ispitu državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2010. godine



Slika 3. Distribucija postotno iskazanog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitu državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2010. godine



Slika 4. Distribucija postotno iskazanog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz općih gimnazija na ispitu državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2011. godine



Slika 5. Distribucija postotno iskazanog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitu državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2011. godine

Na slikama se može vidjeti kako raspodjele ukupnih rezultata mladića i djevojaka imaju sličan oblik iako među pristupnicima iz općih gimnazija ima više djevojaka, a među pristupnicima iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija više mladića. Oblik distribucija rezultata mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija razlikuje se od normalne distribucije pri čemu se većina rezultata grupira oko visokih vrijednosti.

U tablicama 4 i 5. prikazane su aritmetičke sredine, standardne devijacije i rasponi ukupnih rezultata pristupnika. Iz ovih tablica razvidno je da su mladići i djevojke iz općih

gimnazija na ispitima u prosjeku postizali nešto više od polovice mogućeg broja bodova. Mladići i djevojke iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija imali su više prosječne rezultate od mladića i djevojaka iz općih gimnazija te su postizali oko 70 % mogućeg broja bodova.

Tablica 4. Aritmetičke sredine, standardne devijacije i rasponi postotnih ukupnih rezultata pristupnika iz općih gimnazija na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu

		Mladići	Djevojke
2010.	M	56,69	55,14
	SD	17,873	18,207
	Raspon	16,67 – 100	10 – 100
2011.	M	59,91	57,73
	SD	16,326	16,872
	Raspon	18,33 – 100	5 – 100

Tablica 5. Aritmetičke sredine, standardne devijacije i rasponi postotnih ukupnih rezultata pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu

		Mladići	Djevojke
2010.	M	71,92	68,13
	SD	18,448	19,184
	Raspon	8,33 – 100	16,67 – 100
2011.	M	73,61	72,51
	SD	16,034	16,401
	Raspon	18,33 – 100	23,33 – 100

S obzirom na populacijsku prirodu podataka, uputno je izračunati veličine učinka rodni razlika umjesto oslanjanja na testiranje statističke značajnosti (tablica 6.). Kao mjere veličine učinka korišteni su Pearsonov r i Cohenov d (Cohen, 1988; Field, 2005; Kolesarić i Tomašić Humer, 2016).

Tablica 6. Usporedba ukupnih rezultata mladića i djevojaka iz različitih gimnazijskih programa na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu iskazana veličinom učinka (Pearsonov r i Cohenov d)

	Apsolutna veličina razlike (%)	r	Cohenov d
Opća gimnazija 2010.	1,55	0,04	0,08*
Opća gimnazija 2011.	2,18	0,07	0,14**
Prirodoslovno-matematička gimnazija 2010.	3,79	0,10	0,20**
Prirodoslovno-matematička gimnazija 2011.	1,10	0,03	0,06

Legenda: pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Dobivene su zanemarive do vrlo niske vrijednosti veličina učinka u korist mladića iz čega proizlazi kako se prosječni ukupni rezultati mladića i djevojaka na ispitima iz Matematike nisu bitno razlikovali.

4.1.2. Rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka klasificiranih u kategorije TSMZ

U ovom poglavlju prikazani su te ukratko interpretirani rezultati analiza provedenih na razini pojedinačnih zadataka i skupova zadataka formiranih na osnovi kategorija TSMZ. Zatim su prikazani rezultati multiplih regresijskih analiza kojima se pokušalo predvidjeti rodne razlike na zadacima na temelju klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ.

4.1.2.1. *Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina*

Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina bili su najslabije zastupljena kategorija TSMZ u ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu. Ukupno su u ovim ispitima postojala samo dva zadatka za koja su procjenjivači procijenili kako im je ovo najsalijentnija karakteristika. Oba su se zadatka nalazila u ispitu iz 2010. godine.

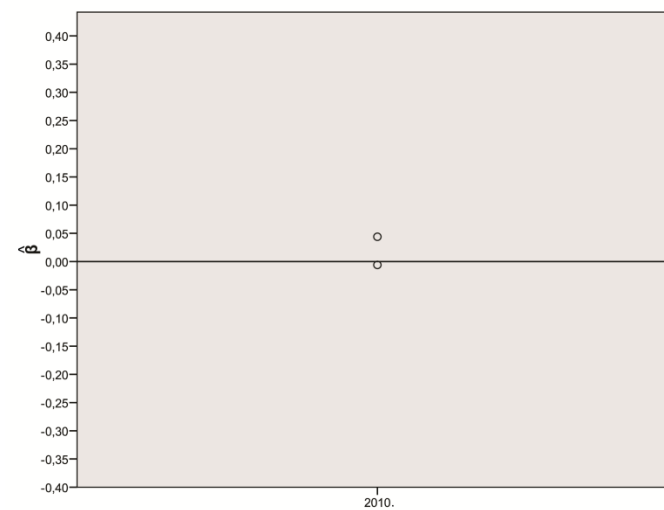
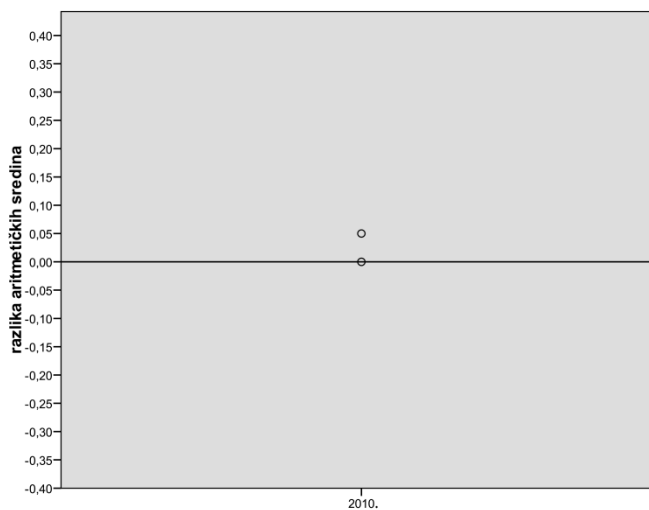
Na slici 6. prikazan je zbroj razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka na zadacima unutar ove kategorije za pristupnike iz općih gimnazija, kao i za pristupnike iz

prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Prikazane su i vrijednosti DFSZ izražene pomoću parametra $\hat{\beta}$ za obje skupine pristupnika, izračunate u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST. Vrijednosti navedenih psihometrijskih pokazatelja su osim toga podijeljene najvećim mogućim brojem bodova koje su pristupnici mogli postići na ovoj kategoriji kako bi se omogućila lakša usporedba vrijednosti razlika između različitih kategorija zadataka. Grafički su prikazane vrijednosti rodni razlika aritmetičkih sredina rezultata na pojedinim zadacima kao i vrijednosti DFZ. Ovakvi prikazi u idućim potpoglavljima načinjeni su i za ostale kategorije TSMZ. Ova vrsta grafičkih prikaza informativna je jer pokazuje mijenja li se obrazac rodni razlika na pojedinim zadacima nakon kontrole ukupnog rezultata na ostatku ispita i u kojem smjeru. Kao velike rodne razlike u ovim analizama označene su one razlike čija je vrijednost bila veća ili jednaka 0,088, a kao zanemarive one čija je vrijednost bila manja od 0,059 nakon dijeljenja najvećim brojem bodova koje su pristupnici mogli postići na skupu (Roussos i Stout, 1996b). Ove granične vrijednosti korištene su i u tumačenju razlika aritmetičkih sredina riješenosti skupova kao i u tumačenju DFSZ.

Dobivene vrijednosti psihometrijskih pokazatelja u kategoriji zadataka u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina ukazuju na srednje velike rodne razlike u aritmetičkim sredinama na skupu zadataka te na zanemarivo rodno diferencijalno funkcioniranje kategorije u korist mladića u prirodoslovno-matematičkim gimnazijama, što je u skladu s hipotezama TSMZ. Na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija nije utvrđena statistički značajna razlika niti u jednoj vrsti analiza. Smjer razlika na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija je u skladu s hipotezama. Rodne razlike su se nakon kontrole primarne dimenzije smanjile, što je također u skladu s hipotezama.

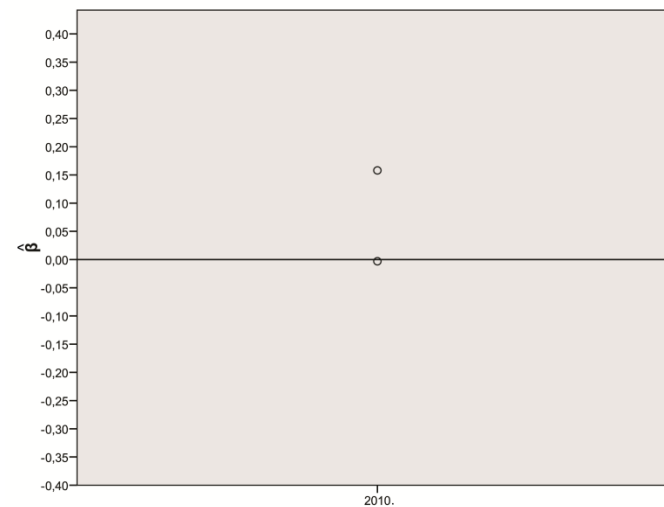
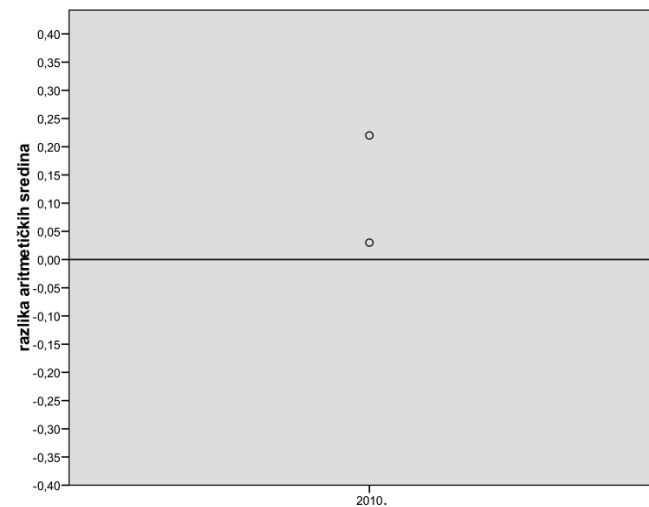
Opće gimnazije

skup	2010.
razlika	0,055
razlika / n	0,018
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,038
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,013



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.
razlika	0,250**
razlika / n	0,083
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,146**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,049



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 6. Rodne razlike na zadacima u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina

Jedan je zadatak i prije i nakon kontrole primarne dimenzije u prosjeku češće točno rješavan od strane mladića, što je razvidno iz njegovog položaja na grafičkom prikazu. Za drugi su zadatak vrijednost razlike aritmetičkih sredina mladića i djevojaka te vrijednost parametra $\hat{\beta}$ iznosili gotovo nula. Iz slike se vidi da postoji tendencija pomicanja vrijednosti razlika prema nižim vrijednostima nakon kontrole primarne dimenzije.

Zadatak iz ove kategorije na kojem je utvrđena najveća rodna razlika je 15. zadatak ispita iz 2010. godine. Iz empirijskih krivulja rezultata mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ovom zadatku (Prilog 5.) vidljivo je da je DFZ bilo manje za pristupnike koji su najslabije riješili ispit (1. kvartil) te za pristupnike koji su ispit riješili najuspješnije (4. kvartil). Iz empirijskih krivulja skupa zadataka (Prilog 6.), razvidno je da je vrijednost diferencijalnog funkcioniranja za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija bila podjednaka u sva četiri kvartila.

Može se zaključiti kako rodne razlike u ovoj kategoriji, barem na ispitu iz 2010. godine, nisu bile od praktičnog značaja. Treba imati na umu kako bi se veće razlike možda utvrdile na ispitu s većim udjelom zadataka iz ove kategorije.

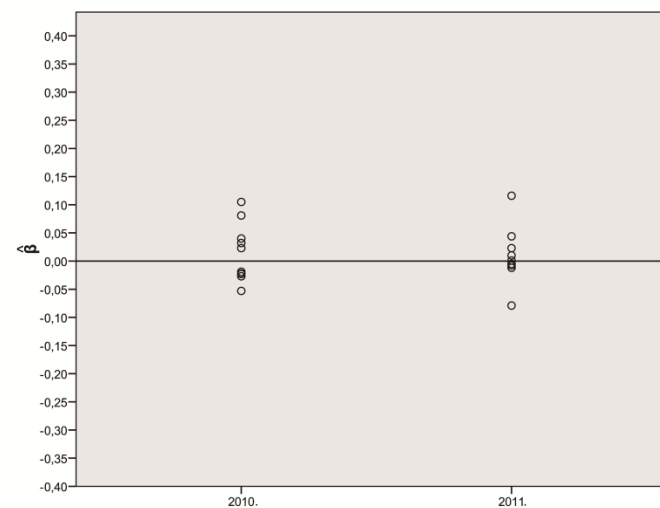
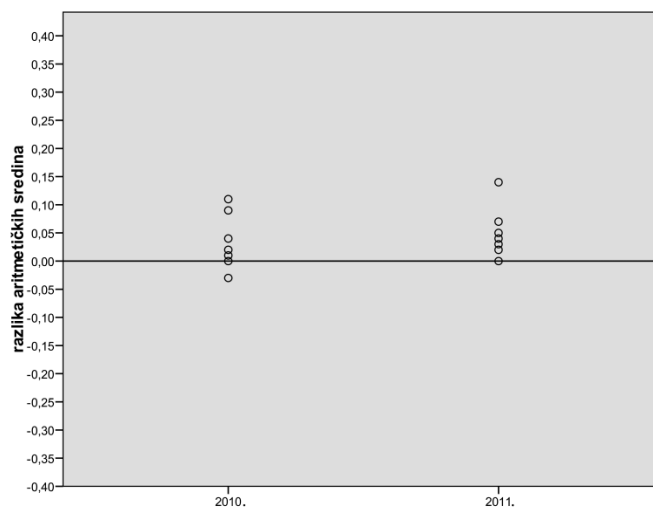
4.1.2.2. Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje

Zadataka kojima je najsalijentnije svojstvo bilo da zahtijevaju prostorno rezoniranje u ispitu iz 2010. godine bilo je 11, a u ispitu iz 2011. godine 9. Rezultati ukazuju na zanemarive rodne razlike u riješenosti zadataka iz ove kategorije u korist mladića, u skladu s hipotezama TSMZ (slika 7.). Statistički značajna razlika nije utvrđena jedino na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitu iz 2011. godine. Rodne razlike na ovoj kategoriji bile su manje nakon kontrole primarne dimenzije, tj. rezultata na ostatku ispita, što je u skladu s hipotezama. Utvrđeno je zanemarivo DFSZ u korist mladića na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija dok na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija nije bilo statistički značajnog diferencijalnog funkcioniranja.

Iz grafičkih prikaza razvidno je da u kategoriji zadataka koji zahtijevaju prostorno rezoniranje također postoji tendencija pomicanja vrijednosti razlika prema nižim vrijednostima nakon kontrole primarne dimenzije. Ova tendencija prisutna je u rezultatima oba gimnazijska programa u obje godine.

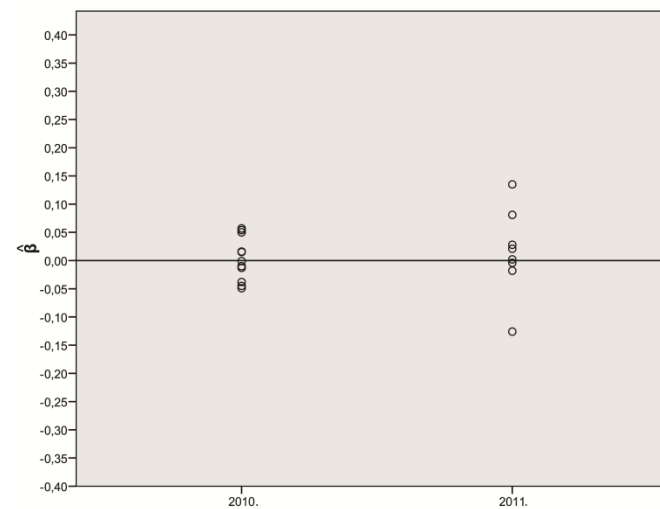
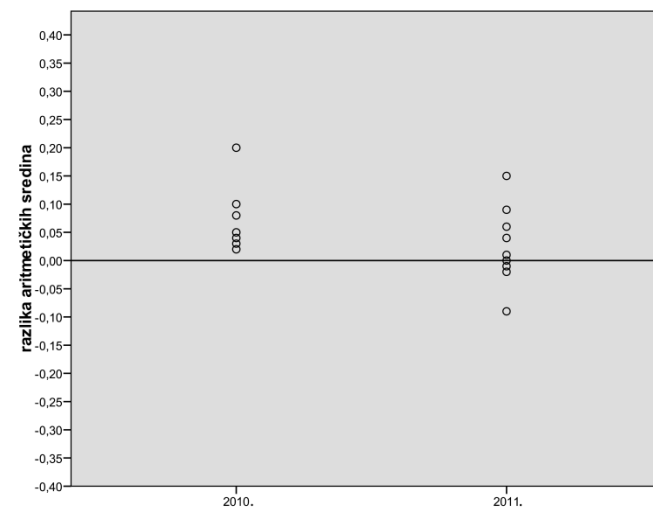
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,386**	0,346**
razlika / n	0,024	0,025
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,178*	0,126*
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,011	0,009



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,741**	0,239
razlika / n	0,046	0,017
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,043	-0,011
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,003	-0,001



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 7. Rodne razlike na zadacima koji zahtijevaju prostorno rezoniranje

Zadatak iz ove kategorije na kojem su utvrđene najveće rodne razlike, tj. zadatak koji je imao najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ i najveći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija je zadatak 19.1. iz 2011. godine. Drugim riječima, na ovom zadatku utvrđene su najveće rodne razlike u korist mladića i prije i nakon kontrole primarne dimenzije. Za pristupnike iz općih gimnazija na ovom zadatku, DFZ bilo je jednoliko za sva četiri kvartila. Empirijske krivulje rezultata mladića i djevojaka bile su paralelne (Prilog 5.). Za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija, vrijednosti DFZ bile su podjednake u prvom i drugom kvartilu dok se u trećem i četvrtom kvartilu vrijednost DFZ smanjuje jer vrlo veliki broj mladića i djevojaka iz ta dva kvartila rješava zadatak točno. Empirijske krivulje mladića i djevojaka na skupovima zadataka koji zahtijevaju prostorno rezoniranje praktički se preklapaju ili mjestimično ukazuju na vrlo male razlike u korist mladića (Prilog 6.), što je u skladu s rezultatima SIBTEST / Poly-SIBTEST analiza.

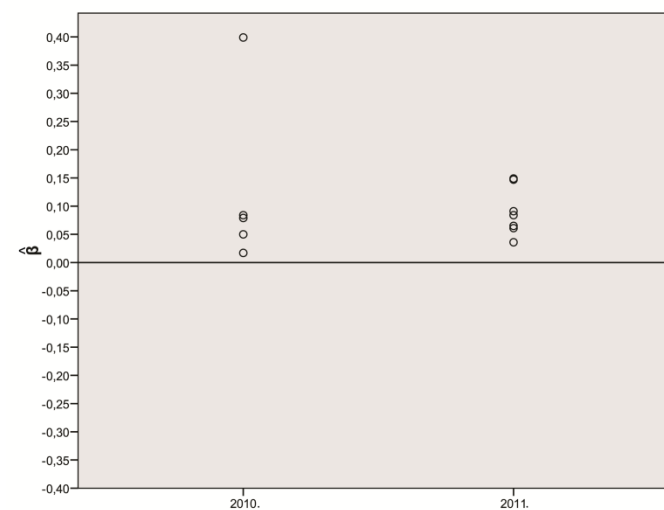
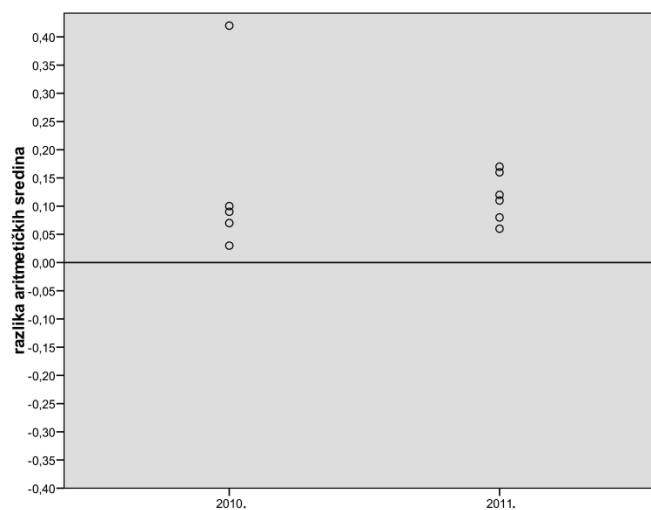
Iako su rezultati analiza zadataka iz ove kategorije u skladu s hipotezama TSMZ, može se zaključiti kako utvrđene rodne razlike nisu bile od praktičnog značaja.

4.1.2.3. Verbalni problemi

Zadataka kojima je najsalijentnije svojstvo bilo da ispituju verbalne probleme u ispitu iz 2010. godine bilo je pet, a u ispitu iz 2011. godine osam. Na kategoriji verbalnih problema utvrđene su statistički značajne razlike u korist mladića na ispitima iz obje godine u oba gimnazijska programa, i prije i nakon kontrole primarne dimenzije. Smjer ovih razlika suprotan je hipotezama TSMZ. Prije kontrole primarne dimenzije, razlike su bile velike na rezultatima općih gimnazija, a male do srednje velike na rezultatima prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Iz slike 8. razvidno je kako postoji blaga tendencija pomicanja veličina razlika prema nižim vrijednostima nakon kontrole primarne dimenzije. Ova je tendencija prisutna u rezultatima oba gimnazijska programa iz obje godine. Ipak, razlike i dalje ostaju statistički značajne. Sve vrijednosti pojedinačnih DFZ također su u pozitivnom dijelu skale, osim u slučaju jednog zadatka iz 2010. godine u analizi rezultata pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

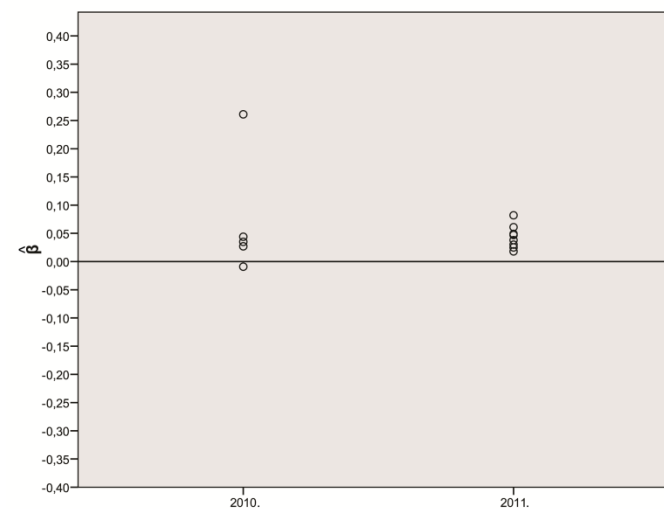
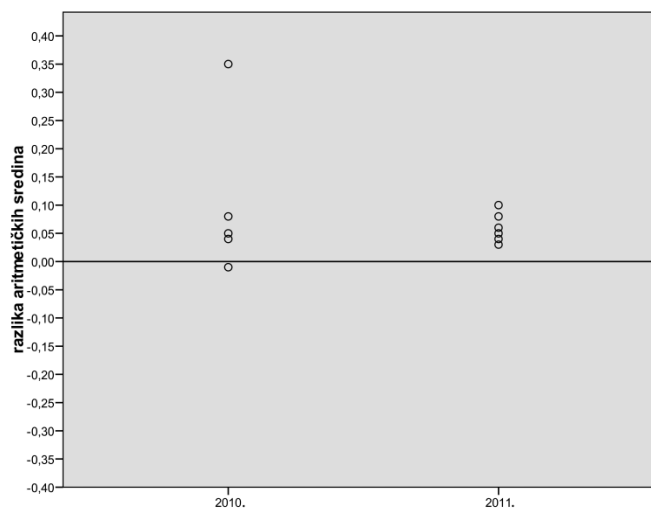
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,694**	0,956**
razlika / n	0,116	0,106
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,671**	0,723**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,112	0,080



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,510**	0,455**
razlika / n	0,085	0,051
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,366**	0,346**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,061	0,038



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 8. Rodne razlike na zadacima koji ispituju verbalne probleme

Nakon kontrole primarne dimenzije, vrijednosti $\hat{\beta}$ ukazuju na veliko do srednje veliko rodno diferencijalno funkcioniranje kategorije u korist mladića u rezultatima pristupnika iz općih gimnazija te na srednje veliko do zanemarivo rodno diferencijalno funkcioniranje kategorije u rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Manje rodne razlike nakon kontrole primarne dimenzije u skladu su s hipotezama.

Zadatak iz ove kategorije na kojem su utvrđene najveće rodne razlike je 26. zadatak iz 2010. godine. Na tom je zadatku postojao najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija, a također i najveći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* za obje vrste gimnazija. Zadatak je jednoliko diferencijalno funkcionirao unutar sva četiri kvartila za pristupnike iz općih gimnazija, kao i za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija (Prilog 5.). Na rezultatima oba ispita i za obje vrste gimnazija DFSZ je bilo prilično uniformno za pristupnike iz različitih kvartila, osim za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na ispitu iz 2011. godine na kojem za pristupnike iz dva najuspješnija kvartila rodno diferencijalno funkcioniranje nije utvrđeno (Prilog 6.).

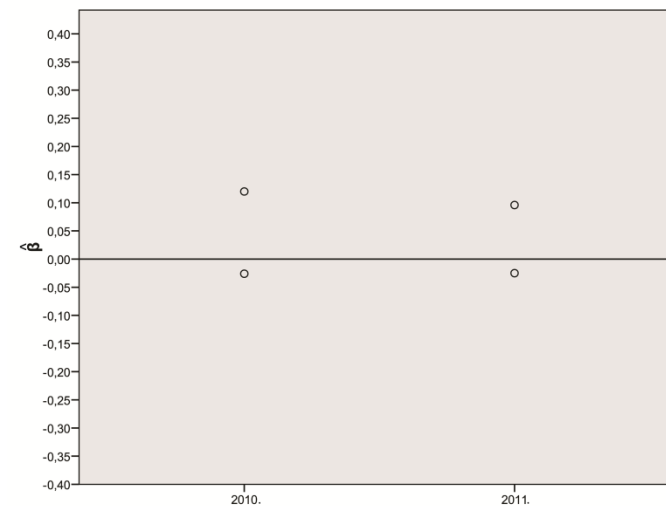
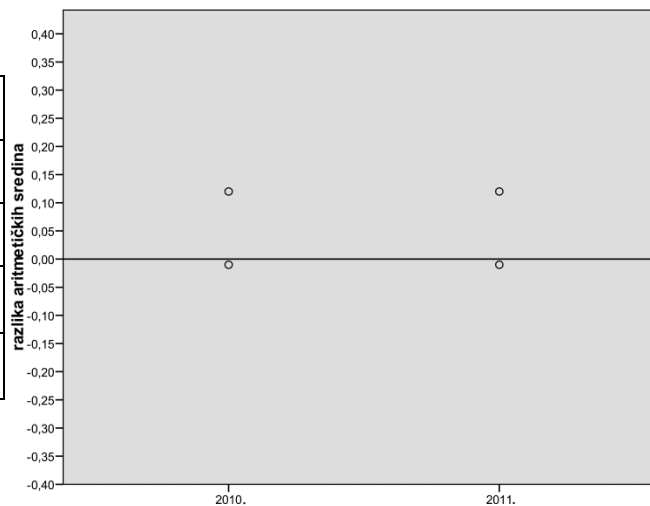
Može se zaključiti kako su na ovoj kategoriji zadataka utvrđene najveće rodne razlike u usporedbi sa svim ostalim analiziranim kategorijama. Razlike imaju smjer suprotan od očekivanog. Daljnja interpretacija i elaboracija ovih nalaza vrlo je važna ne samo u znanstvenom nego i u praktičnom smislu radi povratne informacije nastavnicima Matematike u srednjim školama. Stoga će u sklopu Problema 4. zadaci verbalnih problema biti u fokusu još jedne vrste analiza koja se temelji na modifikaciji zadataka te primjeni originalnih i modificiranih zadataka na novom uzorku. Svrha ove dodatne analize je pokušaj utvrđivanja razloga u pozadini rodnih razlika na tim zadacima.

4.1.2.4. Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama

Na oba ispita državne mature postojala su po dva zadatka čija je najsalijentnija karakteristika bila primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama. Utvrđene su statistički značajne razlike u korist mladića na ispitima iz obje godine u oba gimnazijska programa, i prije i nakon kontrole primarne dimenzije (slika 9.). Smjer ovih razlika suprotan je hipotezama TSMZ.

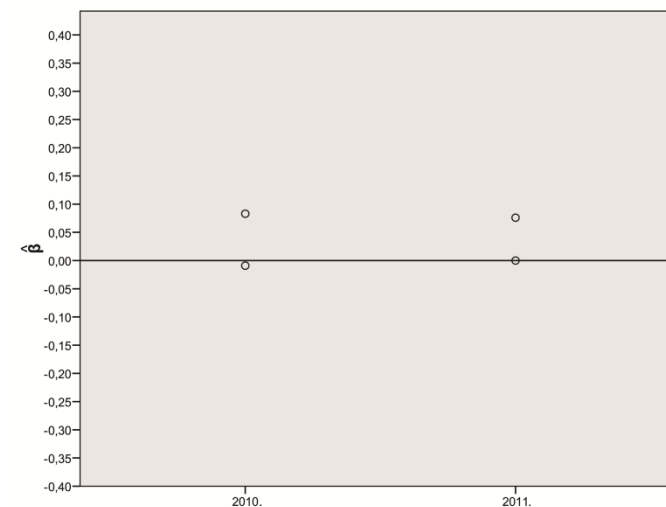
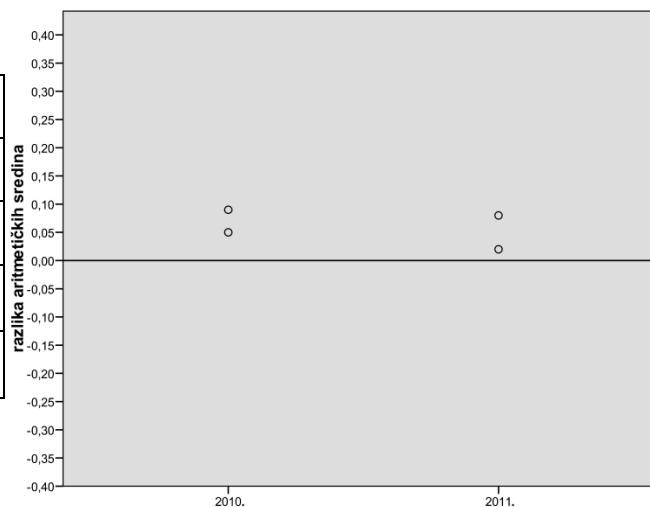
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,105**	0,117**
razlika / n	0,053	0,059
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,098**	0,072**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,049	0,036



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,135**	0,104**
razlika / n	0,068	0,052
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	0,081**	0,075*
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	0,041	0,038



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 9. Rodne razlike na zadacima koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama

Razlike su prije kontrole primarne dimenzije imale zanemarive do srednje visoke vrijednosti. Nakon kontrole primarne dimenzije, vrijednosti razlika bile su zanemarive. I iz grafičkih prikaza vidi se kako postoji blaga tendencija pomicanja razlika prema nižim vrijednostima nakon kontrole primarne dimenzije.

Zadatak iz ove kategorije na kojem su utvrđene najveće rodne razlike bio je 6. zadatak iz 2010. godine. Na tom je zadatku postojao najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija, a također i najveći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* za dvije vrste gimnazija. Za pristupnike iz općih gimnazija, DFZ je za ovaj zadatak podjednake veličine u prvom, drugom i trećem kvartilu dok se u četvrtom kvartilu vrijednost DFZ smanjuje jer vrlo veliki broj mladića i djevojaka iz tog kvartila rješava zadatak točno (Prilog 5.). Zadatak je bio još lakši za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija te na njihovim rezultatima vrijednosti DFZ ponešto osciliraju između četiri kvartila ali u svim kvartilima smjer razlika je u korist mladića.

DFSZ je na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija bilo veće u dva kvartila pristupnika koji su imali najniže ukupne rezultate na ispitu (Prilog 6.). U najuspješnijem kvartilu pristupnika nije utvrđeno diferencijalno funkcioniranje. Rezultati pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija rezultirali su nejednolikim DFSZ u četiri kvartila pri čemu su se empirijske krivulje mjestimično preklapale i sjekle.

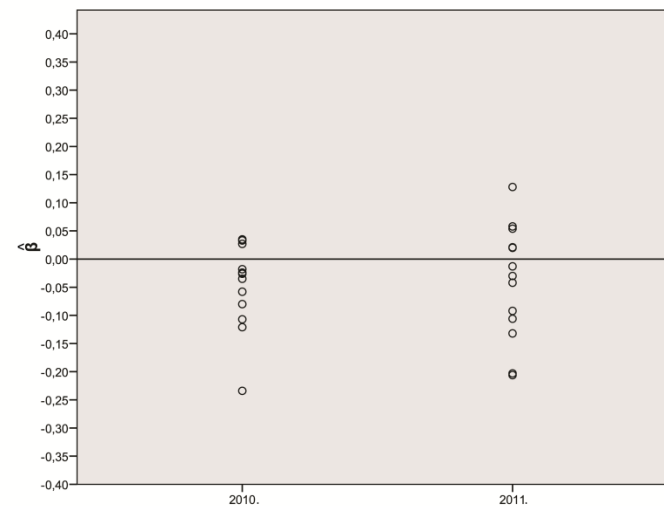
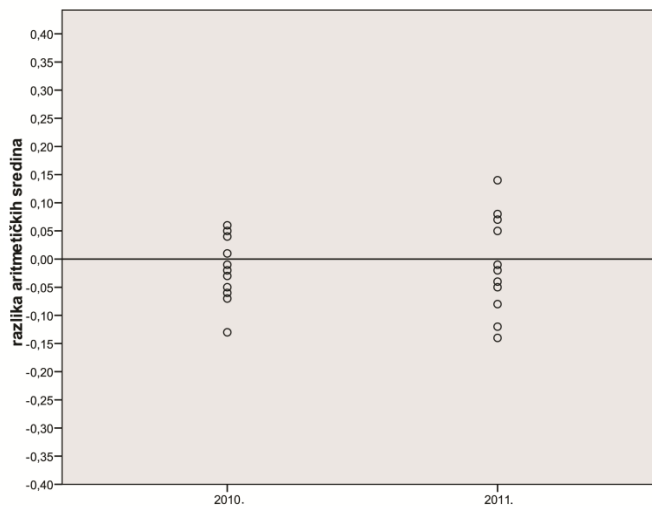
Na temelju nalaza provedenih analiza može se zaključiti kako su utvrđene rodne razlike suprotne hipotezama TSMZ. Treba imati na umu da je ova kategorija u ispitima državne mature bila zastupljena vrlo malim brojem zadataka te je moguće kako bi smjer razlika bio drukčiji da su zadaci iz ove kategorije bili zastupljeniji u ispitima.

4.1.2.5. Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama

Zadataka kojima je najslijentnije svojstvo bilo da ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama u ispitu iz 2010. godine bilo je 13, kao i u ispitu iz 2011. godine. U skupovima koji su ispitivali primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama nije utvrđena statistički značajna rodna razlika prije kontrole primarne dimenzije niti u jednoj generaciji, niti u jednom gimnazijskom programu (slika 10.). Nakon kontrole primarne dimenzije, sve su razlike postale statistički značajne te su bile u korist djevojaka.

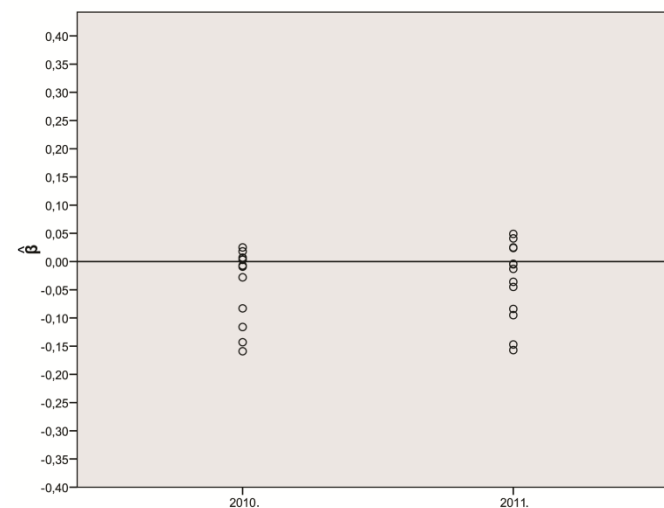
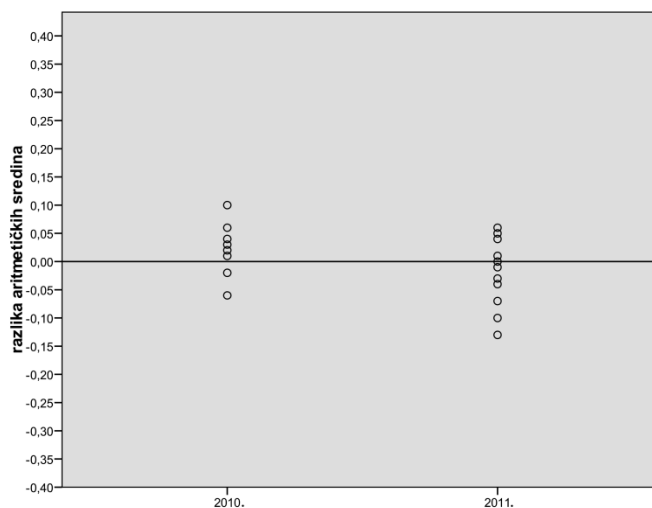
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	-0,238	-0,065
razlika / n	-0,013	-0,004
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,736**	-0,555**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,039	-0,031



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,321	-0,189
razlika / n	0,017	-0,011
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,667**	-0,394**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,035	-0,022



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 10. Rodne razlike na zadacima koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama

Rodne razlike na ovoj kategoriji bile su veće nakon kontrole primarne dimenzije što nije u skladu s hipotezama. Međutim, smjer DFSZ bio je u skladu s hipotezama TSMZ. Vrijednosti ovih razlika u korist djevojaka bile su zanemarive.

Iz grafičkih prikaza razvidno je kako i u ovoj kategoriji postoji tendencija pomicanja vrijednosti razlika prema nižim vrijednostima nakon kontrole primarne dimenzije. Ova tendencija prisutna je u rezultatima pristupnika iz oba gimnazijska programa u obje godine.

Zadatak iz ove kategorije koji je imao najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ u korist djevojaka za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija je zadatak 29.3. iz 2011. godine. Taj je zadatak također imao i najveći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* u korist djevojaka za dvije vrste gimnazija. Zadatak je prilično jednoliko diferencijalno funkcionirao unutar sva četiri kvartila za pristupnike iz općih gimnazija, kao i za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija (Prilog 5.). Iz empirijskih krivulja skupa zadataka (Prilog 6.) vidi se kako je diferencijalno funkcioniranje bilo jednoliko za sva četiri kvartila pristupnika iz obje vrste gimnazija te na ispitima iz obje godine.

Zaključno se može reći kako rodne razlike na ovoj kategoriji zadataka nisu bile od većeg praktičnog značaja.

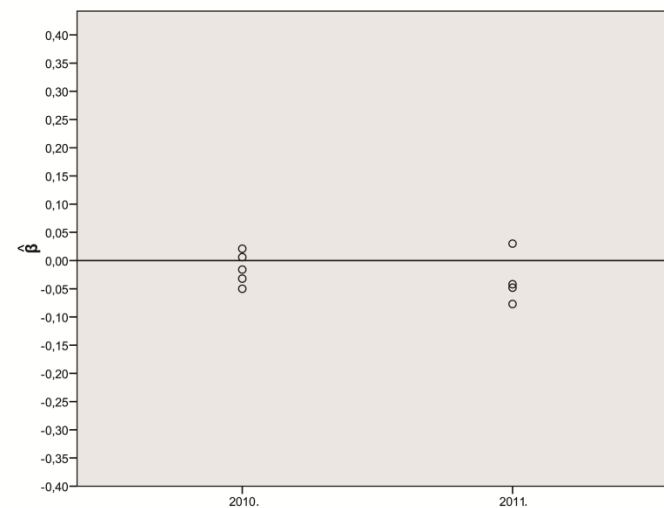
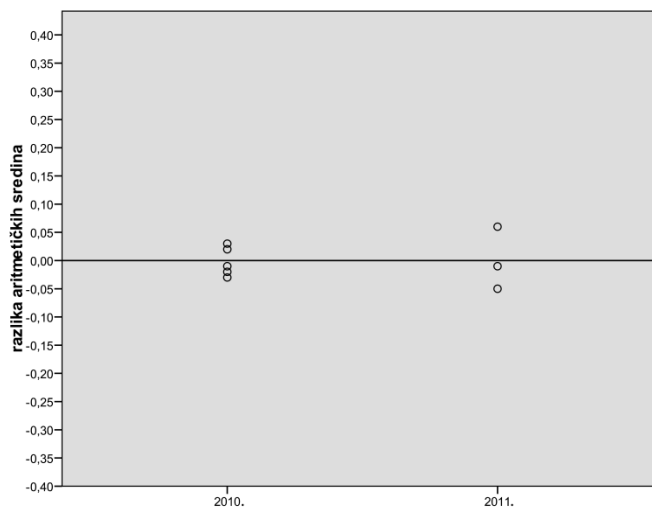
4.1.2.6. *Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje*

Zadataka kojima je najsalijentnije svojstvo bilo da zahtijevaju dosjećanje u ispitu iz 2010. godine bilo je pet, a u ispitu iz 2011. godine četiri. U kategoriji zadataka koji zahtijevaju dosjećanje, prije kontrole primarne dimenzije nije utvrđena statistički značajna razlika između mladića i djevojaka iz općih gimnazija. Međutim, utvrđeno je zanemarivo statistički značajno DFSZ u korist djevojaka (slika 11.). Ovakav rezultat postignut je na ispitima iz obje godine. Razlika u korist djevojaka u skladu je s hipotezama TSMZ.

Rezultati pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija nisu pratili ovaj obrazac. U ispitu iz 2010. godine, prije kontrole primarne dimenzije utvrđena je zanemariva statistički značajna razlika u korist mladića, što nije u skladu s hipotezama. U ispitu iz 2011. godine nije bilo statistički značajne razlike. Nakon kontrole primarne dimenzije, niti u jednom ispitu nije bilo statistički značajne rodne razlike na rezultatima prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

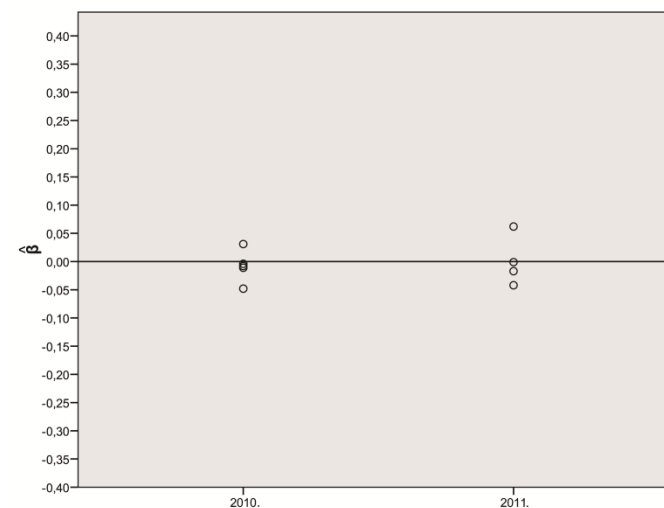
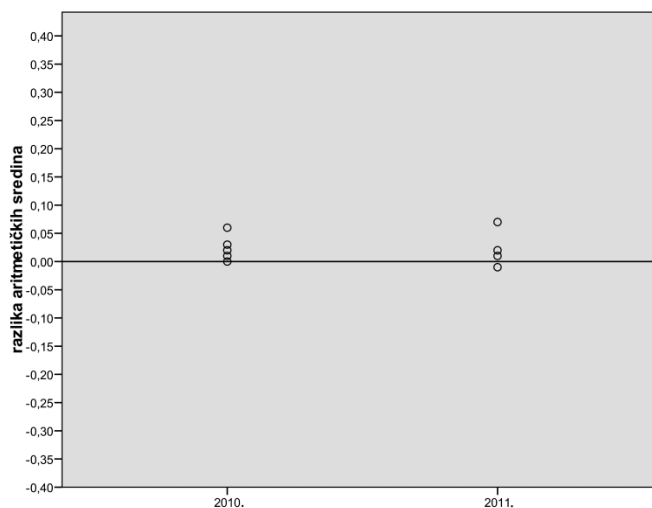
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	-0,005	-0,013
razlika / n	-0,001	-0,002
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,080*	-0,110*
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,016	-0,018



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,104*	0,080
razlika / n	0,021	0,013
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,039	-0,005
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,008	-0,001



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 11. Rodne razlike na zadacima koji zahtijevaju dosjećanje

Zadatak iz ove kategorije koji je imao najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ u korist djevojaka za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija je zadatak 19.2. iz 2010. godine. Postojali su zadaci koji su imali nešto veći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* u korist djevojaka za dvije vrste gimnazija, no s obzirom na vrlo male rodne razlike u ovoj kategoriji ovaj zadatak odabran je za ilustraciju.

Iz Priloga 5. razvidno je kako DFZ u slučaju ovog zadatka praktički nije postojalo za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija niti u jednom od četiri kvartila. DFZ je postojalo kod pristupnika iz općih gimnazija u prva dva kvartila, no u trećem i četvrtom kvartilu nije postojalo. Iz empirijskih krivulja skupa (Prilog 6.) vidi se kako je diferencijalno funkcioniranje bilo slabo i jednoliko za dva kvartila pristupnika iz općih gimnazija s najnižim rezultatima na ispitu iz 2010. godine, a u dva najviša kvartila nije postojalo. U ispitu iz 2011. godine slabo diferencijalno funkcioniranje utvrđeno je u drugom i trećem kvartilu, dok u prvom i četvrtom gotovo da i nije postojalo. Na podacima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija, empirijske krivulje mladića i djevojaka križale su se ili preklapale.

Zaključno se može reći da rodne razlike na ovoj kategoriji zadataka, niti prije niti nakon kontrole primarne dimenzije, nisu od praktičnog značaja.

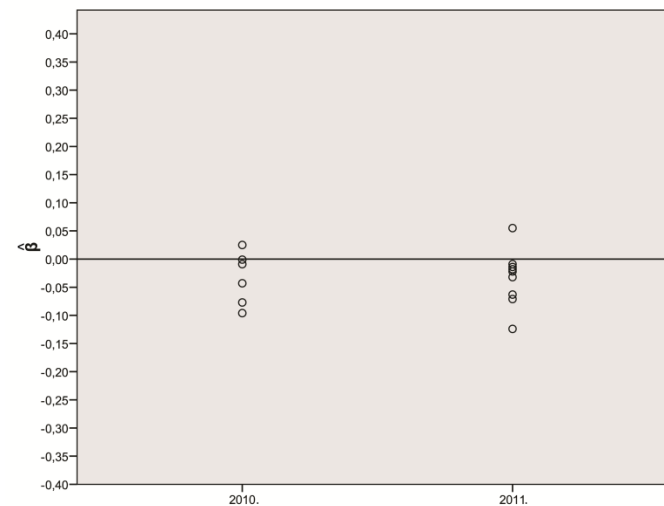
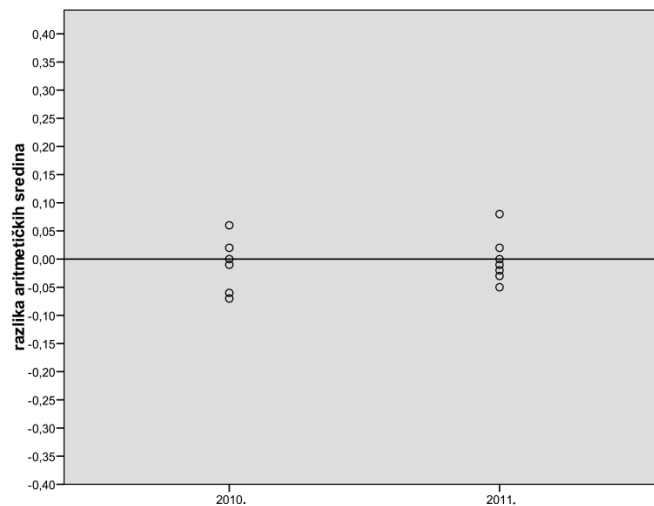
4.1.2.7. *Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese*

Zadataka kojima je najsalijentnije svojstvo bilo da zahtijevaju simboličke procese u ispitu iz 2010. godine bilo je sedam, a u ispitu iz 2011. godine devet. Obrazac rodni razlika u kategoriji zadataka koji zahtijevaju simboličke procese vrlo je sličan obrascu opisanom u kategoriji zadataka koji zahtijevaju dosjećanje. Prije kontrole primarne dimenzije nije utvrđena statistički značajna razlika između mladića i djevojaka iz općih gimnazija, no nakon kontrole utvrđena je zanemariva statistički značajna razlika u korist djevojaka (slika 12.). Ovakav rezultat utvrđen je na ispitima iz obje godine. Razlika u korist djevojaka u skladu je s hipotezama TSMZ.

Rezultati pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija nisu pratili ovaj obrazac. U ispitu iz 2010. godine, prije kontrole primarne dimenzije utvrđena je zanemariva statistički značajna razlika u korist mladića, što nije u skladu s hipotezama. U ispitu iz 2011. godine nije bilo statistički značajne razlike.

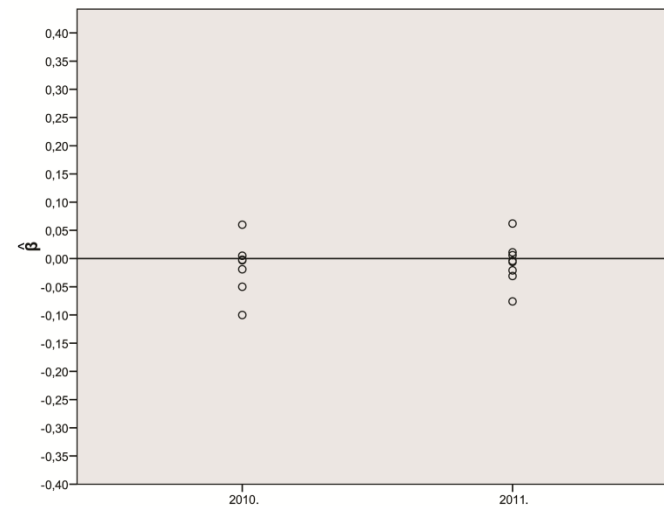
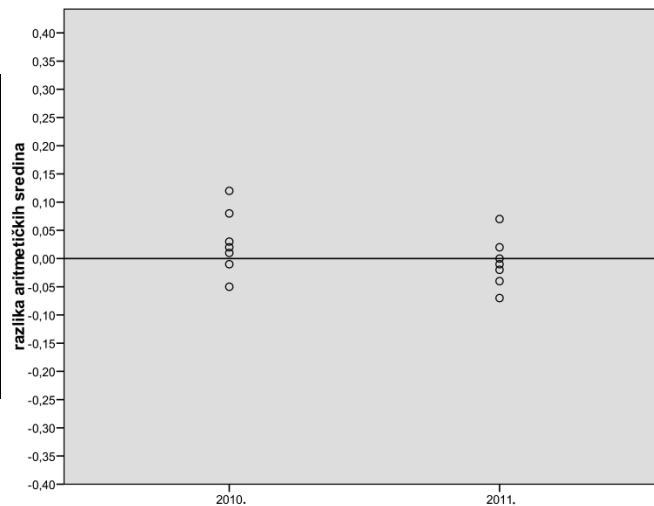
Opće gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	-0,068	-0,055
razlika / n	-0,008	-0,005
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,244**	-0,194**
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,027	-0,018



Prirodoslovno-matematičke gimnazije

skup	2010.	2011.
razlika	0,213*	-0,032
razlika / n	0,024	-0,003
$\hat{\beta}_{DFSZ}$	-0,131	-0,073
$\hat{\beta}_{DFSZ} / n$	-0,015	-0,007



Legenda: *razlika* – razlika aritmetičkih sredina rezultata; *n* – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Slika 12. Rodne razlike na zadacima koji zahtijevaju simboličke procese

Nakon kontrole primarne dimenzije, niti u jednom ispitu nije bilo statistički značajne rodne razlike na rezultatima prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

Zadatak iz ove kategorije za koji je utvrđen najveći zbroj vrijednosti $\hat{\beta} / n$ u korist djevojaka za pristupnike iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija je zadatak 20.1. iz 2010. godine. Taj je zadatak također imao i najveći zbroj vrijednosti *razlika* / *n* u korist djevojaka za dvije vrste gimnazija.

U ovom slučaju, za pristupnike iz općih gimnazija DFZ je bilo jednoliko za sva četiri kvartila (Prilog 5.). Empirijske krivulje za mladiće i djevojke su paralelne. Za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija, vrijednost DFZ je podjednaka u prvom i drugom kvartilu dok se u trećem kvartilu smanjuje, a u četvrtom kvartilu diferencijalno funkcioniranje ne postoji jer vrlo veliki broj mladića i djevojaka iz ta dva kvartila rješava zadatak točno.

DFSZ bilo je slabo za sva četiri kvartila pristupnika iz općih gimnazija na ispitu iz 2010. godine te za prva tri kvartila pristupnika na ispitu iz 2011. godine, na kojem u najuspješnijem kvartilu nije bilo diferencijalnog funkcioniranja (Prilog 6.). Za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija diferencijalno funkcioniranje bilo je još slabije izraženo u kvartilu pristupnika s najnižim rezultatima na ispitima, dok se na ostalim kvartilima još više smanjilo ili potpuno nestalo.

Kao i u prethodnoj kategoriji, može se zaključiti da su rodne razlike bile vrlo male i da nemaju praktični značaj.

4.1.2.8. *Predikcija rodnih razlika na zadacima na temelju klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ*

Multiplim regresijskim analizama ispitano je koliki se postotak varijance rodnih razlika na zadacima može objasniti kategorizacijom zadataka od strane nastavnika u kategorije TSMZ (tablica 7.). U ovoj analizi, u prediktorskom sklopu korištena je pripadnost zadatka različitim kategorijama TSMZ. Korištene su sve kategorije, neovisno o tome jesu li bile salijentne ili ne za pojedini zadatak. Testom Shapira i Wilka ispitana su odstupanja od normaliteta distribucija rodnih razlika aritmetičkih sredina rezultata na zadacima te distribucija vrijednosti $\hat{\beta}$. Utvrđeno je da neke od distribucija statistički značajno odstupaju od normalne distribucije (opće gimnazije, 2010. godina: $S-W_{\text{razlika}} = 0,905$; $p < 0,01$; $S-W_{\hat{\beta}} = 0,924$; $p < 0,01$; opće gimnazije, 2011. godina: $S-W_{\text{razlika}} = 0,943$; $p < 0,05$; $S-W_{\hat{\beta}} = 0,952$; $p >$

0,05; prirodoslovno-matematičke gimnazije, 2010. godina: $S-W_{\text{razlika}} = 0,930$; $p < 0,01$; $S-W\hat{\beta} = 0,968$; $p > 0,05$; prirodoslovno-matematičke gimnazije, 2011. godina: $S-W_{\text{razlika}} = 0,985$; $p > 0,05$; $S-W\hat{\beta} = 0,982$; $p > 0,05$). S obzirom na nalaze koji ukazuju na odstupanja od pretpostavki za provođenje multiplih regresijskih analiza, metodom samoizvlačenja (engl. *bootstrapping*) izračunate su robusne procjene granica intervala pouzdanosti parametara regresijskih koeficijenata. Pri određivanju intervala pouzdanosti, kada je to bilo moguće, korištena je metoda *bias-corrected accelerated* koja rezultira nešto točnijim procjenama od alternativne metode *percentile* koja je korištena u preostalim slučajevima (Field, 2016). Metoda samoizvlačenja preporuča se kao jedna od metoda za tretiranje neispunjenih pretpostavki potrebnih za provedbu parametrijskih statističkih analiza (Field, 2016).

Tablica 7. Rezultati multiplih regresijskih analiza predikcije rodni razlika na zadacima iz Matematike na temelju klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ

Kriterijska varijabla / gimnazijski program / godina	R ²	Kategorija TSMZ	B	B SE	β	Granice 95 % - tnog intervala pouzdanosti parametra B (samoizvlačenje)	
						donja	gornja
razlika / OG / 2010.	0,566**	1	0,025	0,020	0,149	-0,008	0,056
		2	0,048**	0,019	0,406	0,021	0,087
		3	0,125**	0,022	0,818	0,079	0,178
		4	0,011	0,020	0,064	-0,023	0,040
		5	0,014	0,014	0,134	-0,014	0,044
		6	0,027*	0,015	0,232	0,004	0,054
		7	-0,005	0,016	-0,047	-0,029	0,019
$\hat{\beta}$ / OG / 2010.	0,558**	1	0,032*	0,021	0,182	-0,003	0,064
		2	0,048*	0,020	0,379	0,017	0,090
		3	0,132**	0,024	0,800	0,078	0,189
		4	0,012	0,022	0,068	-0,026	0,051
		5	0,011	0,015	0,094	-0,023	0,050
		6	0,032*	0,017	0,257	0,002	0,062
		7	-0,007	0,017	-0,059	-0,033	0,023
razlika / OG / 2011.	0,582**	2	0,010	0,019	0,071	-0,035	0,071
		3	0,092**	0,020	0,625	0,040	0,148
		4	0,020	0,029	0,079	-0,070	0,121
		5	-0,025	0,016	-0,202	-0,061	0,010
		6	-0,037*	0,019	-0,211	-0,075	0,012
		7	-0,019	0,017	-0,144	-0,070	0,029
		$\hat{\beta}$ / OG / 2011.	0,563**	2	0,009	0,020	0,064
3	0,095**			0,021	0,630	0,042	0,148
4	0,028			0,031	0,108	-0,058	0,120
5	-0,025			0,016	-0,195	-0,065	0,013
6	-0,034			0,020	-0,188	-0,072	0,016
7	-0,014			0,018	-0,103	-0,064	0,035

Kriterijska varijabla / gimnazijski program / godina	R ²	Kategorija TSMZ	B	B SE	β	Granice 95 % - tnog intervala pouzdanosti parametra B (samoizvlačenje)	
						donja	gornja
razlika / PMG / 2010.	0,386**	1	0,028*	0,017	0,229	0,007	0,052
		2	0,034*	0,017	0,391	0,009	0,067
		3	0,060*	0,019	0,523	0,012	0,119
		4	0,040*	0,018	0,323	0,006	0,074
		5	0,008	0,013	0,098	-0,021	0,038
		6	0,020	0,014	0,239	0,001	0,040
		7	0,001	0,014	0,015	-0,019	0,023
$\hat{\beta}$ / PMG / 2010.	0,454**	1	0,038*	0,018	0,282	0,008	0,071
		2	0,035*	0,017	0,363	0,009	0,076
		3	0,083**	0,020	0,663	0,035	0,136
		4	0,029	0,019	0,214	-0,005	0,061
		5	0,005	0,013	0,060	-0,026	0,038
		6	0,029*	0,014	0,309	0,005	0,055
		7	0,002	0,015	0,019	-0,025	0,032
razlika / PMG / 2011.	0,362**	2	0,004	0,015	0,051	-0,027	0,049
		3	0,044*	0,015	0,482	0,014	0,080
		4	0,032	0,022	0,209	-0,022	0,090
		5	-0,016	0,012	-0,207	-0,043	0,014
		6	-0,006	0,015	-0,053	-0,039	0,031
		7	0,000	0,013	0,006	-0,029	0,040
		$\hat{\beta}$ / PMG / 2011.	0,377**	2	0,007	0,015	0,084
3	0,047*			0,015	0,506	0,009	0,089
4	0,035			0,022	0,220	-0,029	0,105
5	-0,016			0,012	-0,198	-0,043	0,013
6	-0,006			0,015	-0,053	-0,046	0,040
7	0,006			0,013	0,070	-0,037	0,052

Legenda: razlika – razlika aritmetičkih sredina rezultata; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; OG – opće gimnazije; PMG – prirodoslovno-matematičke gimnazije; 1 – zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina, 2 – zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, 3 – verbalni problemi, 4 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, 5 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, 6 – zadaci koji zahtijevaju dosjećanje, 7 – zadaci koji zahtijevaju simboličke procese; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Napomene:

U samoizvlačenju su korišteni svi mogući poduzorci. U slučajevima kada u procjeni intervala pouzdanosti nije bilo moguće koristiti metodu „bias-corrected accelerated“ korištena je metoda „percentile“ (Field, 2016).

Nešto veći postotak varijance rodni razlika objašnjen je analizama na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija. U svim provedenim analizama najbolji prediktor bila je pripadnost zadataka kategoriji verbalnih problema. Pripadnost ovoj kategoriji bila je povezana

s razlikama u korist mladića. Ovisno o gimnazijskom programu i godini, statistički značajni prediktori rodnih razlika bile su i pripadnosti zadataka nekim drugim kategorijama.

S obzirom na nalaze prema kojima najveće rodne razlike postoje u kategoriji verbalnih problema (nalazi temeljeni na usporedbama postotnih riješenosti zadataka između rodova, na analizama DFZ i DFSZ te na multiplim regresijskim analizama), ova kategorija zadataka bit će u fokusu Problema 4.

4.1.3. Analiza rodnih razlika u uspješnosti rješavanja zadataka s obzirom na druga relevantna svojstva zadataka

Prilikom interpretiranja rezultata analiza razlika među skupinama treba imati na umu kako svaki zadatak ima brojne karakteristike koje možda nisu u žarištu interesa istraživača ali koje mogu utjecati na interpretaciju rezultata. Tako npr. neki matematički zadatak može zahtijevati od učenika prostorno rezoniranje, ispitivati znanje geometrije, biti formuliran u obliku zadatka višestrukog izbora te biti srednje težine. Svaka od navedenih karakteristika može utjecati na riješenost zadatka od strane različitih skupina te biti u osnovi diferencijalnog funkcioniranja ili poništiti diferencijalno funkcioniranje uzrokovano drugim svojstvom.

U ovom istraživanju ispitane su sljedeće dodatne varijable za koje se smatralo kako bi mogle biti povezane s veličinom i smjerom rodnih razlika: težina zadatka, područje ispitivanja, kognitivna razina i tip zadatka. U nekim istraživanjima dobiveni su nalazi da na testovima iz matematike težina zadatka može biti povezana s različitim uspjehom mladića i djevojaka te da su mladići uspješniji na težim zadacima, a djevojke na lakšim (npr. Bielinski i Davison, 2001). Nadalje, muški su sudionici na testovima iz matematike obično uspješniji od žena na zadacima višestrukog izbora te na zadacima više kognitivne zahtjevnosti, a žene su uspješnije na otvorenom tipu zadataka (Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010; Zhang, 2009). U nastavku teksta slijede rezultati analiza rodnih razlika u uspješnosti rješavanja zadataka s obzirom na navedene varijable.

4.1.3.1. Težina zadataka

Pearsonovim koeficijentom korelacije ispitana je povezanost između indeksa lakoće zadataka te rodni razlika u indeksima lakoće zadataka. Povezanost je ispitana za svaki gimnazijski program zasebno. Nije utvrđena statistički značajna povezanost za pristupnike iz općih gimnazija ($r_{2010} = 0,076$, $p > 0,05$; $r_{2011} = 0,014$, $p > 0,05$), kao niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($r_{2010} = -0,285$, $p > 0,05$; $r_{2011} = -0,095$, $p > 0,05$).

Također, Pearsonovim koeficijentom korelacije ispitana je povezanost između indeksa lakoće zadataka i vrijednosti $\hat{\beta}$ dobivenih analizama rodnog DFZ u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST. Nije utvrđena statistički značajna povezanost za pristupnike iz općih gimnazija ($r_{2010} = 0,120$, $p > 0,05$; $r_{2011} = 0,059$, $p > 0,05$), kao niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($r_{2010} = 0,051$, $p > 0,05$; $r_{2011} = 0,000$, $p > 0,05$). Iz navedenog proizlazi kako težina zadataka nije imala ulogu u predviđanju smjera i veličine rodni razlika u indeksima lakoće niti DFZ na ispitima koji su korišteni u ovom istraživanju.

4.1.3.2. Područje ispitivanja

U tablicama 8. i 9. prikazani su nalazi testiranja rodni razlika aritmetičkih sredina rezultata na skupovima zadataka formiranima prema područjima ispitivanja kao i pripadajuće vrijednosti DFSZ.

Na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija, najveće rodne razlike utvrđene su na skupovima zadataka koji ispituju Modeliranje. Ovo vrijedi za ispite iz obje godine i za nalaze obje vrste analiza. Vrijednosti tih razlika bile su srednje velike na ispitu iz 2010. godine, a velike na ispitu iz 2011. godine. Rodne razlike na skupovima zadataka koji su ispitivali ostala područja bile su zanemarive ili statistički neznačajne, osim na skupu zadataka koji ispituju Brojeve i algebru u ispitu iz 2011. godine, na kojem su utvrđene srednje velike razlike u korist mladića. Rodne razlike na ovom skupu mogu se objasniti relativno velikim udjelom zadataka koji također ispituju i Modeliranje. Naime, u ovom ispitu maksimalni mogući broj bodova na zadacima koji ispituju Brojeve i algebru ali ne i Modeliranje iznosi 5 bodova, dok je maksimalni mogući broj bodova na zadacima koji ispituju Brojeve i algebru te Modeliranje 7 bodova (na ispitu iz 2010. godine ovaj je omjer iznosi 8 bodova naprema 3 boda). Na skupu zadataka koji ispituje Brojeve i algebru ali ne i Modeliranje nije pronađena statistički značajna

rodna razlika u prosječnom rezultatu ($razlika = 0,005$; $p > 0,05$; $razlika / n = 0,001$) dok je na skupu koji ispituje i Brojeve i algebru i Modeliranje pronađena statistički značajna i velika razlika u korist mladića ($razlika = 0,814$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,116$). Nadalje, zanimljiv je nalaz da je skup zadataka koji ispituje Brojeve i algebru ali ne i Modeliranje iskazao zanemarivo diferencijalno funkcioniranje u korist djevojaka ($\hat{\beta} = -0,060$; $p < 0,05$; $\hat{\beta} / n = -0,012$), dok je skup zadataka koji ispituju Brojeve i algebru te Modeliranje iskazao veliko diferencijalno funkcioniranje u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,784$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,112$).

Tablica 8. Rodne razlike na skupovima zadataka formiranima na temelju područja ispitivanja za pristupnike iz općih gimnazija

Razlike aritmetičkih sredina rezultata na skupovima	2010.			2011.		
	razlika	n	razlika / n	razlika	n	razlika / n
Brojevi i algebra	0,307**	11	0,028	0,820**	12	0,068
Funkcije	0,178	19	0,009	0,160	24	0,007
Jednadžbe i nejednadžbe	0,149	13	0,011	-0,018	11	-0,002
Geometrija	0,294*	17	0,017	0,324**	13	0,025
Modeliranje	0,839**	12	0,070	1,192**	12	0,099
DFSZ	$\hat{\beta}$	n	$\hat{\beta} / n$	$\hat{\beta}$	n	$\hat{\beta} / n$
Brojevi i algebra	0,200**	11	0,018	0,763**	12	0,064
Funkcije	-0,215	19	-0,011	-0,591**	24	-0,025
Jednadžbe i nejednadžbe	-0,010	13	-0,001	-0,306**	11	-0,028
Geometrija	0,043	17	0,003	0,006	13	0,005
Modeliranje	0,831**	12	0,069	1,187**	12	0,099

Legenda: razlika – razlika aritmetičkih sredina rezultata; n – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Tablica 9. Rodne razlike na skupovima zadataka formiranima na temelju područja ispitivanja za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

	2010.			2011.		
	razlika	n	razlika / n	razlika	n	razlika/ n
Razlike aritmetičkih sredina rezultata na skupovima						
Brojevi i algebra	0,392**	11	0,036	0,284**	12	0,024
Funkcije	0,670**	19	0,035	0,214	24	0,009
Jednadžbe i nejednadžbe	0,412**	13	0,032	0,034	11	0,003
Geometrija	0,800**	17	0,047	0,124	13	0,010
Modeliranje	0,788**	12	0,066	0,605**	12	0,050
DFSZ	$\hat{\beta}$	n	$\hat{\beta} / n$	$\hat{\beta}$	n	$\hat{\beta} / n$
Brojevi i algebra	-0,032	11	-0,003	0,254**	12	0,021
Funkcije	-0,350*	19	-0,018	-0,102	24	-0,004
Jednadžbe i nejednadžbe	-0,005	13	-0,000	-0,099	11	-0,009
Geometrija	0,203	17	0,012	-0,079	13	-0,006
Modeliranje	0,449**	12	0,037	0,592**	12	0,049

Legenda: razlika – razlika aritmetičkih sredina rezultata; n – broj bodova u skupu; $\hat{\beta}_{DFSZ}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja skupa; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Jedina srednje velika rodna razlika na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija utvrđena je usporedbom aritmetičkih sredina rezultata djevojaka i mladića na skupu zadataka koji ispituju Modeliranje na ispitu iz 2010. godine. Ostale vrijednosti rodni razlika bile su ili zanemarive ili statistički neznačajne.

Iz ovih analiza razvidno je da se na skupovima zadataka koji ispituju Modeliranje iskazuju najveće razlike u korist mladića. Rodne razlike u rezultatima na Brojevima i algebrima mogu se objasniti razlikama na zadacima koji također ispituju i Modeliranje. Stoga pri interpretaciji rezultata analiza s obzirom na kategorije taksonomije TSMZ treba posebno obratiti pažnju na zadatke koji ispituju Modeliranje. Iz ovog razloga, važno je napomenuti kako su svi zadaci kojima je najslijentnija karakteristika bila ta da je riječ o verbalnim problemima također ispitivali i Modeliranje. Ovo vrijedi za ispite iz obje godine. Stoga su ispitane i rodne razlike na skupovima zadataka koji ispituju Modeliranje ali ne i verbalne probleme te su uspoređene s razlikama na skupovima zadataka koji ispituju verbalne probleme. Ako analize na obje vrste skupova rezultiraju sličnim vrijednostima razlika, to bi

moglo značiti da se rodne razlike na verbalnim problemima mogu objasniti razlikama na Modeliranju.

Na rezultatima općih gimnazija 2010. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđena je statistički značajna zanemariva rodna razlika u prosječnom rezultatu u korist mladića ($razlika = 0,146$; $p < 0,05$; $razlika / n = 0,024$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme pronađena statistički značajna i velika razlika u korist mladića ($razlika = 0,694$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,116$). Na ispitu iz 2011. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđena je statistički značajna srednje velika rodna razlika u prosječnom rezultatu u korist mladića ($razlika = 0,236$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,079$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme pronađena statistički značajna i velika razlika u korist mladića ($razlika = 0,956$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,106$).

Na rezultatima prirodoslovno-matematičkih gimnazija 2010. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđena je statistički značajna zanemariva rodna razlika u prosječnom rezultatu u korist mladića ($razlika = 0,278$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,046$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme pronađena statistički značajna i srednje velika razlika u korist mladića ($razlika = 0,510$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,085$). Na ispitu iz 2011. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđena je statistički značajna zanemariva rodna razlika u prosječnom rezultatu u korist mladića ($razlika = 0,151$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,050$) kao i na skupu koji ispituje verbalne probleme ($razlika = 0,455$; $p < 0,01$; $razlika / n = 0,051$).

Na rezultatima općih gimnazija 2010. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme nije utvrđeno statistički značajno DFSZ ($\hat{\beta} = 0,065$; $p > 0,05$; $\hat{\beta} / n = 0,011$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme utvrđeno statistički značajno i veliko DFSZ u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,671$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,112$). Na ispitu iz 2011. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđeno je statistički značajno srednje veliko DFSZ u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,176$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,059$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme pronađeno statistički značajno veliko DFSZ u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,723$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,080$).

Na rezultatima prirodoslovno-matematičkih gimnazija 2010. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme nije utvrđeno statistički značajno DFSZ ($\hat{\beta} = 0,024$; $p > 0,05$; $\hat{\beta} / n = 0,004$) dok je na skupu koji ispituje verbalne probleme

pronađeno statistički značajno srednje veliko DFSZ u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,366$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,061$). Na ispitu iz 2011. godine, na skupu zadataka koji ispituje Modeliranje ali ne i verbalne probleme utvrđeno je statistički značajno zanemarivo DFSZ u korist mladića ($\hat{\beta} = 0,129$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,043$) kao i na skupu koji ispituje verbalne probleme ($\hat{\beta} = 0,346$; $p < 0,01$; $\hat{\beta} / n = 0,038$).

Na temelju ovih rezultata može se zaključiti da se rodne razlike na verbalnim problemima vjerojatno jednim dijelom mogu objasniti rodnim razlikama na zadacima Modeliranja, ali ne u potpunosti. Naime, na skupovima zadataka koji ispituju i Modeliranje i verbalne probleme u pravilu su utvrđivane veće rodne razlike u korist mladića nego na zadacima koji ispituju Modeliranje ali ne i verbalne probleme.

U zadacima iz ostalih kategorija TSMZ bio je vrlo mali broj zadataka koji su ispitivali Modeliranje (u ispitu iz 2010. godine po jedan zadatak u kategorijama prostornog rezoniranja, primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama i simboličkih procesa, a u ispitu iz 2011. godine jedan zadatak u kategoriji primjene rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama i dva zadatka u kategoriji simboličkih procesa). Ovo je jedan od mogućih razloga manjih vrijednosti rodnih razlika na zadacima iz tih kategorija.

4.1.3.3. Kognitivna razina

U istraživanju je korištena kategorizacija kognitivnih razina preuzeta iz projekta „Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Matematike 2009./10. – 2011./12.“ Centra za istraživanje i razvoj obrazovanja Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu i Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (Ristić Dedić i Jokić, 2013). U ovoj kategorizaciji korištene su tri kognitivne razine (poznavanje osnovnih činjenica i postupaka, jednostavnije povezivanje i viši kognitivni procesi).

Spearmanovim ρ koeficijentom korelacije ispitana je povezanost između kognitivnih razina zadataka te razlika indeksa lakoće zadataka za skupine mladića i djevojaka. Kognitivne razine u ovoj taksonomiji hijerarhijski su organizirane; u višim razinama sadržani su procesi nižih razina. Zadacima koji su ispitivali pojedine razine pridijeljene su sljedeće vrijednosti: 1 - poznavanje osnovnih činjenica i postupaka, 2 - jednostavnije povezivanje i 3 - viši kognitivni procesi. Povezanost je ispitana za svaki gimnazijski program posebno. Nije utvrđena statistički značajna povezanost za pristupnike iz općih gimnazija ($\rho_{2010} = -0,092$, $p > 0,05$;

$\rho_{2011} = -0,216, p > 0,05$), kao niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($\rho_{2010} = 0,078, p > 0,05; \rho_{2011} = -0,052, p > 0,05$).

Također, Spearmanovim ρ koeficijentom korelacije ispitana je povezanost između kognitivnih razina zadataka i vrijednosti $\hat{\beta}$ dobivenih analizama rodnog DFZ u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST. Nije utvrđena statistički značajna povezanost za pristupnike iz općih gimnazija ($\rho_{2010} = -0,152, p > 0,05; \rho_{2011} = -0,253, p > 0,05$), kao niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($\rho_{2010} = -0,099, p > 0,05; \rho_{2011} = -0,100, p > 0,05$).

U ispitu iz 2010. godine, postojala su dva zadatka koja su klasificirana u treću kategoriju kognitivnih procesa, a u ispitu iz 2011. godine samo jedan zadatak. Stoga su u idućoj analizi druga i treća kategorija spojene u jednu zajedničku kategoriju. *T*-testovima za nezavisne uzorke testirane su razlike između prosječnih rodni razlika u indeksima lakoće na zadacima koji ispituju različite kognitivne razine. Razlike su testirane za svaki gimnazijski program odvojeno. Nisu pronađene statistički značajne razlike za pristupnike iz općih gimnazija ($M_{2010., 1. kategorija} = 0,022; SD = 0,032; M_{2010., 2. i 3. kategorija} = 0,015; SD = 0,058; t_{2010.} = 0,470; p > 0,05; M_{2011., 1. kategorija} = 0,054; SD = 0,064; M_{2011., 2. i 3. kategorija} = 0,025; SD = 0,063; t_{2011.} = 1,363; p > 0,05$), niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($M_{2010., 1. kategorija} = 0,035; SD = 0,025; M_{2010., 2. i 3. kategorija} = 0,036; SD = 0,043; t_{2010.} = -0,133; p > 0,05; M_{2011., 1. kategorija} = 0,022; SD = 0,033; M_{2011., 2. i 3. kategorija} = 0,016; SD = 0,042; t_{2011.} = 0,498; p > 0,05$).

T-testovima za nezavisne uzorke također su testirane i razlike prosječnih vrijednosti parametara $\hat{\beta}$ dobivenih analizama rodnog DFZ u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST za zadatke koji ispituju različite kognitivne razine. Razlike su testirane za svaki gimnazijski program posebno. Vrijednosti $\hat{\beta}$ su u analizi podijeljene maksimalnim brojem bodova (*n*) koje je bilo moguće osvojiti na pojedinom zadatku. Nisu utvrđene statistički značajne razlike niti za pristupnike iz općih gimnazija ($M_{2010., 1. kategorija} = 0,010; SD = 0,027; M_{2010., 2. i 3. kategorija} = -0,001; SD = 0,063; t_{2010.} = 0,785; p > 0,05; M_{2011., 1. kategorija} = 0,037; SD = 0,062; M_{2011., 2. i 3. kategorija} = 0,001; SD = 0,065; t_{2011.} = 1,720; p > 0,05$) niti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($M_{2010., 1. kategorija} = 0,009; SD = 0,019; M_{2010., 2. i 3. kategorija} = -0,001; SD = 0,048; t_{2010.} = 1,066; p > 0,05; M_{2011., 1. kategorija} = 0,016; SD = 0,031; M_{2011., 2. i 3. kategorija} = 0,002; SD = 0,043; t_{2011.} = 1,206; p > 0,05$).

Iz navedenog proizlazi kako kognitivne razine nisu imale ulogu u predviđanju smjera i vrijednosti rodni razlika na zadacima.

4.1.3.4. Tip zadatka

T-testovima za nezavisne uzorke testirana je razlika između prosječnih rodni razlika u indeksima lakoće na zadacima višestrukog izbora i otvorenog tipa. Razlike su testirane za svaki gimnazijski program posebno. Nisu pronađene statistički značajne razlike niti za rezultate pristupnika iz općih gimnazija ($M_{2010.}$, višestruki izbor = 0,021; $SD = 0,044$; $M_{2010.}$, otvoreni tip = 0,015; $SD = 0,057$; $t_{2010.} = 0,370$; $p > 0,05$; $M_{2011.}$, višestruki izbor = 0,018; $SD = 0,042$; $M_{2011.}$, otvoreni tip = 0,040; $SD = 0,072$; $t_{2011.} = -1,28$; $p > 0,05$) niti za rezultate pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($M_{2010.}$, višestruki izbor = 0,004; $SD = 0,031$; $M_{2010.}$, otvoreni tip = 0,024; $SD = 0,042$; $t_{2010.} = 0,62$; $p > 0,05$; $M_{2011.}$, višestruki izbor = 0,004; $SD = 0,031$; $M_{2011.}$, otvoreni tip = 0,024; $SD = 0,042$; $t_{2011.} = -1,77$; $p > 0,05$).

T-testovima za nezavisne uzorke testirane su i razlike prosjeka vrijednosti parametara $\hat{\beta}$ dobivenih analizama rodnog DFZ u programu SIBTEST / Poly-SIBTEST za zadatke višestrukog izbora i otvorenog tipa. Razlike su testirane za svaki gimnazijski program posebno. Vrijednosti $\hat{\beta}$ podijeljene su u analizi maksimalnim brojem bodova (n) koji je bilo moguće postići na pojedinom zadatku. Nisu pronađene statistički značajne razlike niti za rezultate pristupnika iz općih gimnazija ($M_{2010.}$, višestruki izbor = 0,012; $SD = 0,047$; $M_{2010.}$, otvoreni tip = -0,004; $SD = 0,061$; $t_{2010.} = 0,97$; $p > 0,05$; $M_{2011.}$, višestruki izbor = -0,002; $SD = 0,038$; $M_{2011.}$, otvoreni tip = 0,017; $SD = 0,075$; $t_{2011.} = -1,12$; $p > 0,05$) niti za rezultate pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija ($M_{2010.}$, višestruki izbor = 0,017; $SD = 0,038$; $M_{2010.}$, otvoreni tip = -0,007; $SD = 0,044$; $t_{2010.} = 1,84$; $p > 0,05$; $M_{2011.}$, višestruki izbor = -0,005; $SD = 0,030$; $M_{2011.}$, otvoreni tip = 0,011; $SD = 0,044$; $t_{2011.} = -1,40$; $p > 0,05$).

Iz navedenog proizlazi da tip zadatka također nije imao ulogu u predviđanju smjera i vrijednosti rodni razlika na zadacima.

4.2. REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 2.

4.2.1. Usporedba nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i klasifikacije nastale na temelju iskaza učenika

Iskazi učenika/ca vezani uz rješavanje pojedinih zadataka ispita državne mature iz Matematike za višu razinu iz 2010. godine kodirani su prema opisima kategorija TSMZ. Dijelovi iskaza koji odgovaraju pojedinim kodovima prikazani su u tablici 10. U analizi su

razmatrani zadaci koje je u ispitivanju barem pokušao riješiti šest ili više sudionika/ca, a to je bilo prvih 25 zadataka (tj. prve 34 čestice). Ostale zadatke, koji su se nalazili na samom kraju ispita, u zadanom je vremenu pokušao riješiti manji broj sudionika/ca. Inspekcijom tablice 10. može se zaključiti kako se salijentna svojstva pojedinih zadataka procijenjena od strane nastavnika u većini slučajeva mogu prepoznati u učeničkim iskazima. Točnije, u samo šest slučajeva u učeničkim iskazima nisu pronađeni dokazi o pripadnosti zadataka kategorijama TSMZ koje su nastavnici procijenili salijentnima za te zadatke.

S obzirom da je relativno veliki broj iskaza prikupljen za 34 čestice (tj. zadatak / podzadatak) ispita, iz toga proizlazi da su u 82,4 % slučajeva u iskazima učenika pronađeni dokazi koji potvrđuju ispravnost nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ. Pri tome je kao dokaz zastupljenosti pojedine kategorije u iskazima učenika korišten prilično strog kriterij. Dijelovi teksta koji se odnose na pripadnost zadatka pojedinoj kategoriji morali su biti zastupljeni u iskazima barem četiri osobe (tj. u barem 25 % od ukupnog broja provedenih intervjua). U Prilogu 10. nalaze se statistički podaci o frekvencijama / postotcima dijelova iskaza o pojedinim zadacima, koji su kodirani kao svojstveni za određenu kategoriju TSMZ te broj / postotak intervjua u kojima je određena kategorija prepoznata kao svojstvena za pojedini zadatak. Ovi podaci pripremljeni su u skladu s preporukom van Somerena, Barnarda i Sandberga (1994) da slaganje modela i kodiranih transkripata treba popratiti kvantitativnom mjerom.

Tablica 10. Primjeri dijelova učeničkih iskaza o pojedinim zadacima kodirani prema kategorijama taksonomije TSMZ

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
1	6	6 5	<p>6.a. ...pod A da je $-1,5$ element cijelih brojeva što nije istina, znači idu od $-1, -2, -3, -4$, ne smiju bit' decimalni, znači mogu biti i pozitivni i negativni. Korijen iz 2 piše da je skup racionalnih brojeva, ali nije, znači on spada u iracionalne. $1/2$ je realan broj i to je točno, znači bilo koji razlomak je realan broj, a pi nije prirodan broj.</p> <p>5.a. Istraživač: Ok. Takve zadatke ste rješavali na satu i za zadaću? Da l' se sjećaš? Sudionica: U prvom razredu, da.</p>
2	5, 1	5 6	<p>5.a. Ako je mjera kuta 162 stupnja, ako znamo da je 1 radijan 180 stupnjeva, onda ćemo napraviti' jednostavan omjer. Podijelit ćemo 162 sa 80, dobit ćemo $9/10$, to ćemo pomnožit' sa π i točan odgovor je $A \ 9/10 \ \pi$.</p> <p>6.a. ...odmah sam se pokuš'o sjetiti' formule za pretvorbe iz znači mjere kuta u stupnjevima u radijane.</p>
3	7, 5	5 7	<p>5.a. Istraživač: Mhm, dobro, je l' se sjećaš tog gradiva iz škole? Sudionik: Da, to je čak osnovna škola ja mislim. Istraživač: Mhm, znači ovakve zadatke si rješavao i ranije? Sudionik: Da, da, da, sigurno.</p> <p>7.a. Prvo sam išla računati' ove unutarnje zgrade. Znači ovaj sam pretvorila, tj. pomnožila pa sam promijenila predznake ovima u zagradi, a ovaj 3 sam pomnožila sa svakim u zagradi. U drugom redu sam isto napravila, ovo sa minusom i onda sam prebacila sve x-eve na jednu stranu, sve ono, brojeve, na drugu stranu i na kraju sam dobila rješenje, x je -2.</p>
4	5, 6	5 6 2	<p>5.a. Sudionik: Ovo tu je isto jednostavan zadatak. Radi se o poučku o kosinusima isto se baš ne sjećam kak' je to išlo. Tu je opća formula i onda iz te opće formule treba, treba izvesti ovu koja treba meni zato jer nisu isti, nisu iste stranice. I mučio sam se s tim zato jer kalkulator treba prebaciti u mod degrees a ne radijan. Zato mi je ispadalo krivo rješenje a onda kad sam to, kad sam vidio da mi ispada krivo rješenje onda sam mislio da sam možda nešto krivo upisao pa sam iš'o ispočetka ispisivat' i onda sam se sjetio da bi moglo biti to, da treba promijeniti mod na kalkulatoru i onda ispadne dobro. Istraživač: Mhm, ovo što si rekao da treba prilagoditi formulu tako da tebi odgovara za zadatak, kako si to napravio? Sudionik: Pa ne znam, jednostavno je, samo, ne znam, umjesto c stavim b i onda ove ostale dvije stranice isto, koje su mi ostale, mislim, samo se, jednostavna je za primijeniti formula. Istraživač: Ok. Sjećaš se da ste to radili u školi? Sudionik: Da, sjećam se.</p> <p>6.a. ...i primijenio Kosinusov poučak zato što ako imamo 2 stranice i kut između njih, između te dvije stranice, onda možemo izračunati' nasuprotnu stranicu, a b je nasuprot tog kuta beta koji sam, nasuprot kuta beta koji mi je zadan.</p> <p>2.a. ...nacrt'o sam si skicu taj je trokut ABC, označio sam si šta mi je poznato i šta se traži.</p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
5	5, 2	5 6 2	<p>5.a. ...izračunat ćemo prvo polumjer te kružnice po Pitagorinom poučku, tako što ćemo izračunat' udaljenost točke središta od ishodišta, ta udaljenost će nam bit' radijus i uvrstit' ćemo točke sa suprotnim predznakom od ovih zbog minusa u formuli.</p> <p>6.a. ...to uvrštavamo u jednadžbu kružnice koja glasi da je $x-p$ na kvadrat + $y-q$ na kvadrat jednako r na kvadrat</p> <p>2.a. Nacr't'o sam skicu, označio sam, označio sam te koordinate -2 i 3, nacr't'o sam tu točku S i znači, ajmo reć' prostoručno sam napravio tu kružnicu koja prolazi jednim dijelom ishodištem koordinatnog sustava. i sad sam iz tog ishodišta do ove točke S povukao crtu i zapravo sam dobio pravokutni trokut čije su mjere 2 i 3.</p>
6	4, 3	3 7 4 5	<p>3.a. Znači na vrhu planine je temperatura 14,8, na 0 metara nadmorske visine je 26. Prvo sam te dvije, znači ta dva, te dvije temperature sam oduzeo i dobio sam tu neku razliku.</p> <p>7.a. onda sam oduzeo, znači izračunao sam sveukupno razliku kol'ko će se puta, oduz'o sam $26 - 14,8$ da dobijem razliku te temperature i onda sam tih 11,2 podijelio sa 0,7 stupnjeva i dobio broj 16, znači da je i onda sam i tih 16 na kraju pomnožim sa 100 i onda sam dobio rješenje da je 1600 metara visina te planine</p> <p>4.a. Istraživač: Mhm, ok, jeste nešto slično rješavali u školi? Sudionica: Nismo baš, ne. Istraživač: Je l' možeš to s nekim gradivom možda povezati? Sudionica: Pa vuče mi na neki geometrijski niz ili red il' nešto tako možda ali nisam znala tak' riješit.</p> <p>5.a. Istraživačica: Dobro, jeste takve slične zadatke rješavali? Sudionica: Pa jesmo, da, al' ovo je više onak', primjena ajmo reć'.</p>
7	2	2 5 4	<p>2.b. Znači imamo formulu za pravokutan trokut koja je, znači jedna stranica puta druga podijeljeno sa 2 i... Tako sam znači u ovom prvom imamo 4 pravokutna mala trokuta, u drugom imam 2, u trećem 2. Izračunao sam površinu svakog tog malog kao bijelog pravokutnog trokuta ovdje i zbrojio ih u glavi</p> <p>5.a. Istraživačica: Ok, jeste rješavali takve ili slične zadatke je l' se sjećaš? Sudionica: Pa jesmo rješavali smo na taj način da treba doć' do površine. A da nemamo sad neke brojeve i to.</p> <p>4.a. Istraživač: Ok, jeste rješavali nešto tako u školi? Sudionica: Baš ovako da uspoređujemo po likovima mislim da baš i ne takve zadatke, ali mislim ovo je samo kvadrat, trokut i paralelogram. Računali smo s tim formulama površinu.</p>
8	6, 5	5 6	<p>5.a. znači ovo je dosta svježije gradivo, valjda zadnje koje smo radili, učili smo, učio sam ga prije tjedan dana i ovo je valjda onak' najjednostavniji zadatak iz tog gradiva.</p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
			<i>6.a. Znači, znam da ono što je argument logaritma mora bit' veći od 0, logaritam po bazi a od x, x mora bit' veći od 0, to je pravilo.</i>
9	2, 6	4 5	<p><i>4.a. Istraživačica: Jeste nešto slično rješavali? Sudionik: Pa, baš i ne. Istraživačica: Ok. Sudionik: Nisam baš upoznat' s takvim zadacima.</i></p> <p><i>5.a. Istraživač: Ok. Jeste rješavali nešto slično u školi? Sudionik: Pa možda ne baš takav lik, ali... Jesmo. Istraživač: Ok. Sudionik: Ono da moramo se snać' pomoću kutova i tog. Istraživač: Dobro.</i></p>
10	1, 5, 6	5 6 1	<p><i>5.a. ...to ne mogu na kalkulator, odnosno nikak' pojednostavnit' pa sam stavio to u zagradi na kvadrat i onda još na treću.</i></p> <p><i>6.a. Prema formuli za rješavanje apsolutne vrijednosti kompleksnog broja i primjenjivanjem nekih pravila apsolutnih vrijednosti.</i></p> <p><i>1.a. Aha, aha, da znači, ovaj tu i, sad kad bi se raspisiv'o taj 1- i na šestu što je dulja formula, ali uglavnom moram dobit da je, kad-tad ću morat' u toj formuli dobit' da je i na šestu a mogu zaključit da je onda, i na šestu da je to -1 znači zato što je i na prvu je i, i na nultu je 1, i na kvadrat je -1, i na treću je i i onda će se konstantno ponavljat, i na šestu je -1.</i></p>
11	5, 1	5 6 1	<p><i>5.a. U biti to rješavamo tako da umjesto 5 x, prvo, prvo sam ovo 5 x+2 napisala sam kao 52 puta 5x isto s ovom 1/5 i onda umjesto 5 x stavljamo zamjenu t i onda to kada pomnožimo dobi'mo, znači sad t množimo jer će bit' 1/t, dobi'mo kvadratnu jednadžbu</i></p> <p><i>6.a. Znači ovdje se radi o eksponencijalnoj jednadžbi...</i></p> <p><i>1.b. Za ovaj zadatak nisam siguran jer sam krenuo rješavati na način kak' smo radili u školi znači tamo nemamo zadana rješenja, al' se ne mogu sjetit' točno kak' to ide pa sam jednostavno ubacio iz rješenja jedan broj koji mi se najviše činio da bi mogao bit' rješenje i ispalo je da je tako pa eto, jednostavno zbog rješenja sam došao do tog istog rješenja.</i></p>
12	2	5 6 2	<p><i>5.a. Jednostavno znači, iš'o sam po tome da je zbroj kutova unutar nekog trokuta 180 i ovaj omjer za svaki taj kut, ne znam, alfa je 3, to sam napisao kao da je 3k, beta je 2k, gama je 13k i to je ukupno 18k i to sam podijelio sa tim, sa tih 180. Dobije se k je 10 i sad taj k uvrštavam, odnosno tu desetku uvrštavam umjesto k pa tako dobivam konkretne mjere tih kuteva.</i></p> <p><i>6.a. Onda sam se sjetio da je to, da je to najlakše riješit' preko sinusovog poučka.</i></p> <p><i>2.b. ...pošto se najmanja stranica nalazi nasuprot najmanjeg kuta to će u ovom slučaju bit stranica nasuprot kuta b.</i></p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
13	5	5 1	<p>5.a. Istraživač: <i>M, je l' se to radi na satu ili? U sklopu gradiva ili si ti to samo zaključio da se to...? Sudionik: Ovo nam je profesor pokazivao.</i></p> <p>1.b. Sudionik: <i>Inače bi se ovaj algebarski izraz treb'o sređivat' ali imam ponuđene, ponuđena rješenja, samo uvrstim neki broj, dobi'm neki broj, uvrstim taj isti broj koji sam uvrstio i taj izraz u rješenja i meni se potrefilo baš je prvo točno. Istraživač: Znači uvrstio si u rješenje koje je ponuđeno? Sudionik: Da. Puno kraći način nego da sad idem skraćivat sad cijeli algebarski izraz.</i></p>
14	7, 6	4 7 5	<p>4.a. Istraživač: <i>Rješavali ste to u školi? Sudionica: Iskreno, ovakav tip nisam još vid'la. Istraživač: Mhm, dobro. Sudionica: Barem se ne sjećam.</i></p> <p>7.b. <i>Kad se pretopi volumen ove kocke mora bit' jednak volumenu te kugle i onda sam po tome to računala te dvije formule.</i></p> <p>5.a. <i>...prema formuli za volumen kugle izračunamo radijus i onda ga pomnožimo sa dva i dobijemo promjer. Istraživačica: Super. Jeste takve zadatke rješavali? Sudionica: Mislim da jesmo.</i></p>
15	1, 4, 6	5	<p>5.a. Istraživačica: <i>Ok. Jeste nešto slično radili, takav zadatak? Sudionik: Pa mislim da jesmo, da.</i></p>
16	7, 1	7 5 1	<p>7.a. <i>Ovaj zadatak, spada među najlakšim zadacima. Znači, čisto uvrštavanje u kalkulator, nikakva posebna ni logika ni tehnika ni sposobnost.</i></p> <p>5.a. Istraživač: <i>Mhm. I jeste to radili na satu ili...? Sudionik: Pa ovo je obično zbrajanje nije (smijeh) ne znam, kak', kak' je to došlo ovdje, da radili smo.</i></p> <p>1.a. <i>Pa, mislim, radili smo to i ručno ali, na maturi je to gubljenje vremena bezveze.</i></p>
17	2	5 2	<p>5.a. Istraživač: <i>Mhm. Kak' znaš da se to pomiče prema gore? Sudionica: Pa radili smo, mislim spominjali smo u školi. Istraživač: Ok. I sjećaš se dakle toga. Sudionica: Da.</i></p> <p>2.c. <i>Znači g od x je f od x + 1 i tražilo se samo da nacrtam, ne moram računati opće kol'ki je f od x mada bi vjerojatno mogla jer imam zadane točke i ako je +1 onda samo pomaknem svaku točku za 1 više i dobijem taj isti graf.</i></p>
18	18.1 7, 5 18.2 2, 4	5 7 2	<p>5.a. (18.1) <i>Samo odredimo eksplicitni oblik pravca.</i></p> <p>5.a. (18.2) <i>...onda je trebalo izračunat' to jest odredit' jednadžbu pravca koji prolazi tom dužinom, a to je lagano kad imam 2 točke i onda uvrstim u formulu $y - y_1 = y_2 - y_1 / x_2 - x_1$ to sve puta $x - x_1$ i dobije se ta jednadžba pravca.</i></p> <p>7.a. (18.1) <i>Nagib pravca $x/-2 + y/3$ je 1. Znači to je segmentni oblik. Ja sam tražio onda zajednički nazivnik, pomnožio sam sa -6 i</i></p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
			<p>onda dobijem zapis da je $3x-2y$ jednako -6 i cilj mi je bio dobit y s lijeve strane, a s desne strane x i još ostatak, znači, to jest oblik y je $kx + l$ i onda ovaj tu k mi je bio taj koeficijent smjera odnosno nagib pravca i znači $3/2$ mi je onda ispalo</p> <p>2.a. (18.2) ...nacrtala sam si na grafu točku A i onda ide 4 i to je na, to tražim kao 4 od te točke A na osi x, -4 j ili jot to je na osi y i došla sam do točke $B(5, -2)$.</p>
19	<p>19.1 6, 5 19.2 6, 5, 7</p>	<p>6 5 7</p>	<p>6.a. (19.1) Prvi su Vieteove formule, zbroj rješenja jednadžbe x_1+x_2 je $-b$ kroz a. 6.a. (19.2) ...pod 19. pod 2, to je ta apsolutna jednadžba...</p> <p>5.a. (19.1) ...imamo znači kvadratnu jednadžbu, na kalkulator mogu nać rješenja i zbroj je onda -1. 5.a. (19.2) Znači ta jednadžba ima 2 rješenja, kada je x veći od 0 i kada je x manji od 0. Napis'o sam 2 slučaja, u prvom sam ostavio onako kako piše, u drugom sam okrenuo predznake i dobio sam 2 različita rješenja.</p> <p>7.a. (19.2) ...i onda sam tu našla nultočku, dakle vidjela sam kad je $2x-1=0$ to je u $1/2$ i onda sam u, zaključila da je $1/2$ granica i da imam intervale manje i veće od $1/2$ i onda sam prvo uvrstila neki broj manji od $1/2$, na primjer 0 i kad uvrstim 0 ispadne mi negativan broj pa u prvom slučaju mijenjam predznak, dobijem -2, a u drugom veći broj od $1/2$ na primjer 2 i onda dobijem pozitivan broj pa se predznaci ne mijenjaju.</p>
20	<p>20.1 7 20.2 2</p>	<p>7 5 6</p>	<p>7.a. (20.1) Znači dobio sam ovaj neki izraz koji moram pretvorit' taj kompleksan broj i to uvrstimo z sa crtom i znači da je konjugirano kompleksno, mijenja se predznak ovom imaginarnom dijelu, kad to pomnožim sve skupa dobi'm $13i$. $13i$ na 4 je 28 $56i$. i^4 je i^2 puta i^2. A $1 i^2$ je -1, znači -1 puta -1 je 1. I to je to.</p> <p>7.a. (20.2) Prvo sam izračunala r, što se računa kao, kao u biti modul kompleksnog broja i onda sam morala još izračunat kut φ, odnosno tangens φ je y/x. Y je ono što je uz i, a x je u ovom slučaju 0 i onda je tangens π pola.</p> <p>5.a. (20.1) Istraživačica: Jeste rješavali tako nešto...? Sudionik: Jesmo, jesmo. 5.a. (20.2) Sudionik: Drugi dio zadataka sam apsolutno sve po u kalkulatoru. Imaju funkcija da pretvara, pretvara i, znači iz trigon, iz kompleksnog broja u trigonometrijski oblik i tu funkciju na kalkulatoru sam iskoristio i dobio sam sve potrebno za rješenje. Istraživačica: Ok, jeste taj zadatak rješavali? Sudionik: Jesmo.</p> <p>6.a. (20.1) ... pomoću formula za računanje s kompleksnim brojevima. 6.a. (20.2) A drugi dio isto prema formuli za trigonometrijski oblik.</p>
21	<p>21.1 3, 5</p>	<p>3 4</p>	<p>3.a. (21.1) ...pokuš'o sam to sastavit' kao neke sustav dviju jednadžbi, x je u autobus s 52 mjesta, y autobus s 43, $x+y$ je 15 jer je 15 autobusa, to mi je jedna, a 52 je x, znači 52 sjedala u autobusu x plus 43 sjedala u autobusu y je 708 učenika jer je tol'ko njih</p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
	21.2 3, 5	5 7 1	<p><i> bilo u tim autobusima.</i></p> <p><i> 4.a. (21.1) Znači to je problemski zadatak, takve baš nismo radili u školi, ali smo, mislim dosta sam, skužio sam ga i treba postaviti samo sustav jednadžbi iz kojeg izrazimo s jednom nepoznanicom.</i></p> <p><i> 4.a. (21.2) Istraživač: Koje bi to moglo biti gradivo, ako znaš? Sudionica: Pa vjerojatno uključuje neke omjere i tako. Istraživač: Jeste radili takve zadatke? Sudionica: Ne.</i></p> <p><i> 5.a. (21.1) i iz te dvije jednadžbe se dobije broj autobusa</i></p> <p><i> 5.a. (21.2) Istraživač: Aha, ok, a sjećaš se, ne sjećaš se da ste radili to? Takve zadatke? Sudionica: Jesmo.</i></p> <p><i> 7.a. (21.2) ...pomnožimo broj autobusa sa 43 sjedala i dobije se znači da je 344 osob, 344 učenika su išla, samo malo mislim da sam ovaj krivo. Aha, dobro znači samo pomnožimo broj autobusa sa 43 sjedala, ako je 43 sjedala znači tol'ko je bilo djece u svakom busu i onda je to 344 djece.</i></p> <p><i> 1.a. (21.1) ...imam autobus od 52 sjedala i od 43 i gledam koji od ta dva je bliži broju od 47,2 i ispadne da je broj 43 bliži, i onda podijelimo popola i samo znam da taj mora imati 1, znači da mora imati tog jednog više.</i></p>
22	22.1 2, 5, 7 22.2 5, 7	5 2 6	<p><i> 5.a. (22.1) ... prema pravilima odredimo nultočke.</i></p> <p><i> 5.a. (22.2) ... iz prve jednadžbe izrazimo x, dobije se $a-3y/2$, u drugu uđemo s tom zamjenom i dobijemo da je $y+5a=0$, što će reći da je $y=-5a$.</i></p> <p><i> 2.d. (22.1) ...vidim da je pozitivan koeficijent uz x^2 znači da ima oblik prema gore.</i></p> <p><i> 6.a. (22.1) Znači prvi je iracionalna nejednadžba.</i></p>
23	23.1 5, 6 23.2 4, 6	5 6	<p><i> 5.a. (23.1) ...23. pod 1 samo treba primjetiti da je 3960 višekratnik od 360 i onda kada pojednostavimo zapravo dobijemo da je to sinus alfa, jer vrti se u krug.</i></p> <p><i> 5.a. (23.2) Istraživačica: Jeste rješavali takve ili slične zadatke? Sudionica: Jesmo.</i></p> <p><i> 6.a. (23.1) ... pomoću formula za sinus, ne znam kak' da, zbroja kuta sinus $x+y$, uglavnom prema toj formuli, sam jedan i drugi zadatak rastavila. Znači formula za sinus i kosinus.</i></p>
24	24.1 5, 6	5 6	<p><i> 5.a. (24.1) Imam formulu za opći član niza i d dobijem iz znači već dobivenih ovih, tako što je znači razlika između prvog i drugog 7. I dobi'm opći član i samo uvrstim u formulu za sumu koju isto imam u formulama.</i></p>

Zad	TSMZ		Primjeri dijelova učeničkih iskaza koji ukazuju na pojedine kategorije TSMZ
	nastavnici	učenici	
	24.2 6, 5		<p>5.a. (24.2) <i>Istraživač: Dobro, koje je to gradivo, je l' ste radili to? Sudionica: Jesmo radili, to su aritmetički i geometrijski niz, radili smo to dosta da.</i></p> <p>6.a. (24.1) <i>Prvi zadatak je uvrštavanje u formulu koju imamo u knjižici, znači baš čisto uvrštavanje u formulu.</i></p> <p>6.a. (24.2) <i>...umnožak je taj neki broj, treba izračunat' drugi član niza, za to treba znat' formulu da je znači član između, joj ne znam kak' da to velim. Član je jednak korijenu umnošku susjednih članova.</i></p>
25	25.1 5 25.2 2 25.3 2	5 6	<p>5.a. (25.1) <i>... uvrstimo u biti koordinate točke u tu jednadžbu i jednostavno dobijemo p.</i></p> <p>5.a. (25.2) <i>...zatim u drugom dijelu treba udaljenost točke i pravca, to sam našla u formulama jednadžbu, a fokus sam dobila tako što je fokus $p/2$, a u jednadžbi početnoj mi je zadan p.</i></p> <p>5.a. (25.3) <i>Istraživačica: Jeste rješavali takve zadatke? Sudionica: To smo danas radili pa ono.</i></p> <p>6.a. (25.2) <i>... imam zadanu, imam zadan pravac i prema formuli sam odredila. Znači postoji formula za udaljenost točke od pravca. Jednostavno prema toj sam riješila.</i></p>

Legenda:

Zad – zadatak; nastavnici – kategorije TSMZ procijenjene od strane nastavnika (prva podebljana je salijentna); učenici – kategorije TSMZ procijenjene na temelju učeničkih iskaza počevši od najzastupljenije; 1 – zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina, 2 – zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, 3 – verbalni problemi, 4 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, 5 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, 6 – zadaci koji zahtijevaju dosjećanje, 7 – zadaci koji zahtijevaju simboličke procese; a, b, c, d – opisi kategorija TSMZ na koje se učenički iskaz odnosi (vidi tablicu 1.).

Napomena: U zadacima koji se sastoje od podzadataka, neki dijelovi učeničkih iskaza odnosili su se na veći broj podzadataka ili na sve podzadatke. U tablici su prikazane kategorije koje su bile zastupljene u barem četiri intervjua (tj. u 25 % intervjua).

4.2.2. Usporedba uspješnosti predikcije rodni razlika na zadacima iz Matematike pomoću nastavničke klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ i klasifikacije na temelju iskaza učenika

Multiplim regresijskim analizama ispitano je koliki se postotak varijance rodni razlika na zadacima može objasniti kategorizacijom zadataka u kategorije TSMZ od strane nastavnika, a koliki kategorizacijom na osnovu učeničkih iskaza (tablica 11.). U ovoj analizi, u prediktorskom sklopu korištena je pripadnost zadatka različitim kategorijama TSMZ. Korištene su sve kategorije, neovisno o tome jesu li bile salijentne ili ne za pojedini zadatak. Testom Shapira i Wilka ispitana su odstupanja od normaliteta distribucija rodni razlika aritmetičkih sredina rezultata na zadacima i distribucija vrijednosti $\hat{\beta}$. Utvrđena su statistički značajna odstupanja od normalne distribucije ($S-W_{\text{razlika}} = 0,926; p < 0,05; S-W_{\hat{\beta}} = 0,932; p < 0,05$). S obzirom na nalaze koji ukazuju na odstupanja od pretpostavki za provođenje multiplih regresijskih analiza, metodom samoizvlačenja izračunate su robusne procjene granica intervala pouzdanosti parametara regresijskih koeficijenata (tablica 11.).

U svim provedenim analizama postotak objašnjene varijance iznosio je oko 50 %. Nešto veći postotak varijance rodni razlika objašnjen je u analizama u kojima je u prediktorskom sklopu korištena klasifikacija na temelju učeničkih iskaza.

Jedini značajni prediktor u predikciji rodni razlika na temelju nastavničkih procjena bila je pripadnost zadataka kategoriji verbalnih problema. Pripadnost ovoj kategoriji bila je povezana s razlikama u korist mladića. S druge strane, jedini značajan prediktor u predikcijama rodni razlika na temelju učeničkih iskaza bila je pripadnost zadatka kategoriji primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama. Pripadnost ovoj kategoriji također je bila povezana s razlikama u korist mladića.

Tablica 11. Rezultati multiplih regresijskih analiza predikcije rodni razlika u riješenosti matematičkih zadataka na temelju kategorija TSMZ

Izvor kategorizacije / kriterijska varijabla	R ²	Kategorija TSMZ	B	B SE	β	Granice 95 % - tnog intervala pouzdanosti parametra B (samoizvlačenje)	
						donja	gornja
nastavnici / razlika	0,487**	1	0,015	0,019	0,123	-0,016	0,045
		2	0,028	0,021	0,294	-0,006	0,063
		3	0,109**	0,027	0,715	0,073	0,145
		4	0,000	0,023	0,001	-0,037	0,038
		5	-0,005	0,016	-0,063	-0,041	0,029
		6	0,015	0,016	0,167	-0,016	0,044
		7	-0,010	0,017	-0,101	-0,038	0,017
nastavnici / $\hat{\beta}$	0,490**	1	0,020	0,020	0,151	-0,009	0,052
		2	0,022	0,022	0,221	-0,009	0,061
		3	0,114**	0,028	0,704	0,081	0,155
		4	-0,001	0,024	-0,008	-0,043	0,041
		5	-0,012	0,017	-0,129	-0,051	0,028
		6	0,016	0,017	0,171	-0,017	0,051
		7	-0,013	0,018	-0,123	-0,046	0,026
učenici / razlika	0,561**	1	-0,013	0,017	-0,104	-0,045	0,013
		2	0,017	0,015	0,160	-0,013	0,041
		3	0,046	0,029	0,249	-0,014	0,095
		4	0,061**	0,019	0,536	0,014	0,115
		6	-0,010	0,012	-0,114	-0,036	0,021
		7	-0,014	0,014	-0,141	-0,04	0,007
		učenici / $\hat{\beta}$	0,576**	1	-0,011	0,017	-0,084
2	0,015			0,015	0,133	-0,014	0,038
3	0,048			0,030	0,248	-0,015	0,106
4	0,065**			0,020	0,540	0,023	0,113
6	-0,013			0,013	-0,138	-0,041	0,015
7	-0,015			0,014	-0,146	-0,042	0,003

Legenda: razlika – razlika aritmetičkih sredina rezultata; $\hat{\beta}$ – vrijednost diferencijalnog funkcioniranja zadatka; pozitivne vrijednosti označavaju razlike u korist mladića; 1 – zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina, 2 – zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, 3 – verbalni problemi, 4 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, 5 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, 6 – zadaci koji zahtijevaju dosjećanje, 7 – zadaci koji zahtijevaju simboličke procese; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Napomene:

Multiple regresijske analize provedene su na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija na zadacima od 1 do 25.3 iz 2010. godine. Prema iskazima učenika, svi su zadaci svrstani u kategoriju primjene rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama te ova kategorija stoga nije korištena u prediktorskom sklopu u analizama temeljenim na njihovim iskazima.

U samoizvlačenju su korišteni svi mogući poduzorci. U slučajevima kada u procjeni intervala pouzdanosti nije bilo moguće koristiti metodu „bias-corrected accelerated“ korištena je metoda „percentile“ (Field, 2016).

4.3. REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 3.

4.3.1. Usporedba rodnih razlika u uspješnosti rješavanja zadataka iz različitih kategorija TSMZ između različitih gimnazijskih programa

Izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije između pokazatelja rodnih razlika utvrđenih u općim i prirodoslovno-matematičkim gimnazijama. Utvrđene su visoke vrijednosti korelacija rodnih razlika aritmetičkih sredina rezultata na zadacima ($r_{2010} = 0,688$, $p < 0,01$; $r_{2011} = 0,803$, $p < 0,01$) kao i visoke korelacije vrijednosti parametara $\hat{\beta}$ dobivenih SIBTEST / Poly-SIBTEST metodologijom ($r_{2010} = 0,779$, $p < 0,01$; $r_{2011} = 0,820$, $p < 0,01$).

Na temelju razlika prosječnog ukupnog rezultata mladića i djevojaka iz različitih gimnazijskih programa iskazanih veličinom učinka (tablica 6.) može se zaključiti kako je na ispitu iz 2010. godine nešto veća rodna razlika ustanovljena u prirodoslovno-matematičkim gimnazijama, a na ispitu iz 2011. godine u općim gimnazijama. Treba još jednom napomenuti kako su ove vrijednosti bile zanemarive do vrlo niske. Prema postavljenoj hipotezi, očekivano je kako će na oba ispita veće rodne razlike postojati na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija te se može zaključiti kako ovi rezultati ne potvrđuju tu hipotezu.

Pregledom razlika aritmetičkih sredina rezultata na zadacima iz pojedinih kategorija (slike 6. do 12.), može se utvrditi kako su prije kontrole primarne dimenzije rodne razlike u samo jednoj kategoriji zadataka (verbalni problemi) u obje godine ispitivanja bile veće za pristupnike iz općih gimnazija. Doduše, to je bila kategorija u kojoj su utvrđene najveće rodne razlike. U ostalim kategorijama utvrđena je veća razlika za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija (zadaci koje je moguće riješiti na nekoliko različitih načina, zadaci koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama i zadaci koji ispituju dosjećanje) ili su u ispitivanjima iz različitih godina pronađene veće razlike za pristupnike iz različitih vrsta gimnazija (zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, zadaci koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama i zadaci koji zahtijevaju simboličke procese).

Pregledom rezultata analiza DFSZ (slike 6. do 12.), može se utvrditi kako su nakon kontrole primarne dimenzije rodne razlike na većini skupova bile veće za pristupnike iz općih gimnazija. Ovakav obrazac postojao je u oba ispita na skupovima zadataka koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, verbalnim problemima, zadacima koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, zadacima koji zahtijevaju dosjećanje i zadacima koji ispituju simboličke procese te u ispitu iz 2010. godine na zadacima koji ispituju

primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama. Veće rodne razlike za prirodoslovno-matematičke gimnazije pronađene su na skupu zadataka koje je moguće riješiti na nekoliko različitih načina iz 2010. godine te na skupu zadataka koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama iz 2011. godine. U ova dva skupa nalazila su se samo po dva zadataka pa je to mogući razlog nalaza koji ne potvrđuje pretpostavljeni obrazac.

Na temelju navedenih rezultata, može se zaključiti da nalazi nisu jednoznačni te da ne potvrđuju niti hipotezu o većim rodnim razlikama na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija niti alternativnu hipotezu o većim razlikama u visoko selekcioniranim uzorcima, što bi se u ovom slučaju odnosilo na pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

4.4. REZULTATI VEZANI UZ PROBLEM 4.

4.4.1. Deskriptivni statistički parametri rezultata sudionika na originalnim verbalnim problemima i njihovim modifikacijama

U tablici 12. nalaze se deskriptivni statistički pokazatelji rezultata studenata/ica na originalnim verbalnim problemima i njihovim modifikacijama. U analizama su ispušteni rezultati sudionika/ca koji nisu pokušali riješiti barem četiri čestice (zadatka / podzadatka) te su provedene na rezultatima 205 sudionika/ca. Aritmetičke sredine i standardne devijacije riješenosti pojedinih zadataka nalaze se u Prilogu 12.

Inspekcijom tablice 12. može se primijetiti da su mladići imali nešto više rezultate od djevojaka na originalnim zadacima i modifikaciji zadataka u kojoj je dodan algoritam / pravilo za njihovo rješavanje. Djevojke su imale nešto viši prosječni rezultat od mladića na modifikaciji u kojoj su zadaci pretvoreni u matematički izraz. I mladići i djevojke imali su više prosječne rezultate na modifikacijama zadataka nego na originalnim zadacima. Standardne devijacije mnogo su veće od razlika u prosječnim rezultatima između rodova i skupina sudionika/ca koje su rješavale različite inačice zadataka. Na razini čitavog uzorka, prosječna riješenost bila je najniža na originalnim zadacima, nešto viša na modifikaciji zadataka s dodanim algoritmom / pravilom, a najviša na modifikaciji zadataka u obliku matematičkog izraza.

Tablica 12. Aritmetičke sredine, standardne devijacije i broj sudionika koji su rješavali različite inačice zadataka

		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
Mladići	Originalni zadaci	6,54	3,328	28
	Dodan algoritam / pravilo	7,24	4,314	25
	Matematički izrazi	7,18	4,137	28
	Ukupno	6,98	3,899	81
Djevojke	Originalni zadaci	5,56	2,814	43
	Dodan algoritam / pravilo	6,07	2,781	43
	Matematički izrazi	7,45	2,638	38
	Ukupno	6,31	2,838	124
Svi	Originalni zadaci	5,94	3,042	71
	Dodan algoritam / pravilo	6,50	3,440	68
	Matematički izrazi	7,33	3,330	66
	Ukupno	6,58	3,305	205

Vrijednosti Cronbachovog α koeficijenta izračunate na temelju rezultata na originalnim zadacima, zadacima s dodanim algoritmom / pravilom za rješavanje i matematičkim izrazima redom iznose 0,69, 0,79 i 0,80 što ukazuje na granično prihvatljive do srednje visoke razine nutarnje konzistencije. Treba napomenuti da su vrijednosti Cronbachovog α koeficijenta pod utjecajem relativno malog broja zadataka. Testom Shapira i Wilka utvrđeno je da distribucija rezultata na originalnim zadacima ne odstupa značajno od normalne distribucije (0,968; $p > 0,05$). Međutim, distribucije rezultata na modificiranim zadacima, tj. na zadacima s dodanim algoritmom / pravilom za rješavanje (0,964; $p < 0,05$) te na matematičkim izrazima (0,962; $p < 0,05$) razlikovale su se statistički značajno od normalne distribucije. S obzirom na ove nalaze odlučeno je kako će se statističke procedure u analizama u kojima se rezultat na zadacima iz Matematike koristi u svojstvu zavisne varijable nadopuniti robusnijom procjenom intervala pouzdanosti metodom samoizvlačenja.

4.4.2. Analiza djelovanja modifikacije zadataka na rodne razlike u njihovoj riješenosti

U sklopu odgovora na Problem 4., prvo je u okviru generalnog linearnog modela višesmjernom analizom varijance ispitana statistička značajnost razlika između uratka

mladića i djevojaka koji su rješavali različite inačice zadataka. Drugim riječima, u nezavisnom sklopu korištene su varijabla roda i binarne varijable koje su označavale koju su inačicu zadataka mladići i djevojke rješavali (originalne verbalne probleme, modificirane verbalne probleme s dodatnim algoritmom / pravilom ili matematičke izraze), a kao zavisna varijabla korišten je ukupni rezultat na zadacima. Nisu utvrđeni značajni učinci roda ($F(1, 199) = 1,80; p > 0,05$), inačice ($F(2, 199) = 2,48; p > 0,05$) niti njihove interakcije ($F(2, 199) = 0,92; p > 0,05$).

Zatim je u generalni linearni model dodana i varijabla zaključne ocjene iz Matematike u završnom razredu srednje škole kao kovarijata. Utvrđena je statistički značajna veza zaključne ocjene i rezultata na zadacima ($F(1, 198) = 11,44; p < 0,01$) te statistički značajna rodna razlika u rezultatu na zadacima ($F(1, 198) = 4,20; p < 0,05$). Veličina učinka roda je vrlo mala (Cohenov $d = 0,20$). Nije utvrđen statistički značajan učinak inačice ($F(2, 198) = 1,66; p > 0,05$) niti interakcije roda i inačice ($F(2, 198) = 1,20; p > 0,05$). S obzirom na spomenuta odstupanja raspodjele rezultata od normaliteta te s obzirom na rezultate Leveneovog testa koji ukazuju na nehomogenost varijanci ($F = 3,48; p < 0,01$), metodom samoizvlačenja na 1000 poduzoraka stratificiranih prema rodu i inačici zadataka iz Matematike izračunata je robusna procjena parametara i usporedbi među skupinama koja je rezultirala identičnim zaključcima o statističkim (ne)značajnostima pojedinih učinaka.

4.4.3. Rodne razlike na dodatnim varijablama

Također su ispitane rodne razlike na dodatnim mjerama koje bi mogle pomoći u boljem razumijevanju rodnih razlika u uspješnosti na zadacima iz Matematike. Nije bilo razlike u rezultatima mladića ($M = 11,38; SD = 3,813$) i djevojaka ($M = 11,48; SD = 3,614$) na Testu verbalnih nizova ($t(218) = -0,201; p > 0,05$). Također, nije bilo razlike u rezultatima mladića ($M = 1,98; SD = 0,373$) i djevojaka ($M = 1,97; SD = 0,309$) na Listi uporabe matematike u svakodnevnom životu ($t(214) = 0,313; p > 0,05$). Rezultati na Testu verbalnih nizova statistički su značajno korelirali s rezultatom na zadacima iz Matematike samo u slučaju kada su zadaci bili postavljeni u obliku matematičkih izraza (originalni zadaci: $r = 0,167; p > 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,040; p > 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,472; p < 0,01$). S druge strane, rezultati na Listi primjene matematike u svakodnevnom životu nisu korelirali s rezultatom na zadacima jedino u slučaju kada su zadaci bili postavljeni u obliku

matematičkih izraza (originalni zadaci: $r = 0,241$; $p < 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,298$; $p < 0,01$; matematički izrazi: $r = -0,023$; $p > 0,05$).

Gimnazijske programe pohađalo je 58 mladića i 79 djevojaka, a strukovne programe 30 mladića i 53 djevojke. Nije bilo statistički značajne razlike u rodnoj raspodjeli prema srednjoškolskim programima ($\chi^2(1) = 0,825$; $p > 0,05$). Višu razinu ispita državne mature iz Matematike polagao je 31 mladić i 39 djevojaka, a osnovnu 57 mladića i 90 djevojaka. Troje sudionika nije polagalo ispit državne mature iz Matematike. Nije bilo statistički značajne razlike u rodnoj raspodjeli prema odabiru razine ispita iz Matematike ($\chi^2(1) = 0,597$; $p > 0,05$).

Utvrđena je statistički značajna razlika između mladića ($M = 3,25$; $SD = 1,031$) i djevojaka ($M = 3,67$; $SD = 1,003$) u zaključnoj ocjeni iz Matematike u četvrtom razredu srednje škole ($t(215) = -2,971$; $p < 0,01$). Zaključne ocjene iz Matematike bile su u pozitivnoj korelaciji s rezultatom na zadacima iz Matematike samo kada su zadaci bili prikazani u obliku matematičkih izraza (originalni zadaci: $r = 0,037$; $p > 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,234$; $p > 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,318$; $p < 0,01$).

Utvrđena je i statistički značajna razlika između mladića ($M = 3,83$; $SD = 0,891$) i djevojaka ($M = 4,34$; $SD = 0,764$) u zaključnoj ocjeni iz Hrvatskog jezika ($t(203) = -4,385$; $p < 0,01$). S obzirom da se u okviru Problema 2. ispituje rodna razlika na verbalnim zadacima iz Matematike, zaključna ocjena iz Hrvatskog jezika činila se kao jedna od varijabli koja bi mogla objasniti tu razliku. Međutim, s obzirom da je razlika u prosječnim zaključnim ocjenama iz Hrvatskog jezika bila u korist djevojaka te s obzirom da zaključne ocjene iz Hrvatskog jezika nisu bile u statistički značajnoj korelaciji s rezultatom na zadacima iz Matematike (originalni zadaci: $r = -0,068$; $p > 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = -0,057$; $p > 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,212$; $p > 0,05$), čini se da uspjeh u predmetu Hrvatski jezik ne igra ulogu u rodnim razlikama u rješavanju verbalnih matematičkih problema.

Naposljetku, testirane su rodne razlike u studentskoj samoprocjeni sadašnjeg znanja matematike i samoprocjeni koliko vole matematiku odmjerenima prije samog rješavanja zadataka iz Matematike, kao i samoprocjene uspjeha na zadacima koje su upravo rješavali te samoprocjene koliko vole rješavati takve zadatke. Djevojke ($M = 3,18$; $SD = 0,884$) su u prosjeku imale više samoprocjene sadašnjeg znanja matematike nego mladići ($M = 2,86$; $SD = 1,040$) i ta razlika bila je statistički značajna ($p < 0,05$). Također, djevojke ($M = 2,44$; $SD = 1,023$) su u prosjeku procjenjivale da u većem stupnju vole matematiku nego što su to činili mladići ($M = 2,12$; $SD = 0,954$; $p < 0,05$). S druge strane, nije bilo rodnih razlika u

samoprocjenama uspjeha na zadacima koje su upravo rješavali ($M_z = 2,24$; $SD = 1,100$; $M_M = 2,48$; $SD = 1,252$; $p > 0,05$), kao niti u samoprocjeni koliko vole rješavati takve zadatke ($M_z = 1,96$; $SD = 1,035$; $M_M = 2,06$; $SD = 1,013$; $p > 0,05$).

Samoprocjena sadašnjeg znanja matematike bila je u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji s rezultatom na zadacima iz Matematike samo kada su prikazani u obliku matematičkih izraza (originalni zadaci: $r = 0,057$; $p > 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,213$; $p > 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,407$; $p < 0,01$). Samoprocjena sudionika koliko vole matematiku korelirala je statistički značajno s rezultatom na zadacima iz Matematike u inačici u kojoj je dodan algoritam / pravilo za njihovo rješavanje te u inačici kada su prikazani u obliku matematičkih izraza (originalni zadaci: $r = 0,132$; $p > 0,05$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,294$; $p < 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,270$; $p < 0,05$). Samoprocjena uspjeha na zadacima koje su upravo rješavali korelirala je statistički značajno s rezultatom na zadacima iz Matematike u sve tri inačice (originalni zadaci: $r = 0,385$; $p < 0,01$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,372$; $p < 0,01$; matematički izrazi: $r = 0,423$; $p < 0,01$), kao i samoprocjena koliko vole rješavati takve zadatke (originalni zadaci: $r = 0,469$; $p < 0,01$; dodan algoritam / pravilo: $r = 0,316$; $p < 0,05$; matematički izrazi: $r = 0,439$; $p < 0,05$).

5. RASPRAVA

Glavni cilj ovoga rada bio je ispitati postavke taksonomije svojstava matematičkih zadataka koja dovode do rodni razlika u uspješnosti njihovog rješavanja (TSMZ; Gallagher i sur., 2000; Gallagher, Levin i Cahalan, 2002; Gierl i sur., 2003). Ova taksonomija oslanja se na psihobiosocijalni model (npr. Halpern, 1997, 2000; Halpern, Wai i Saw, 2005) pa ovo istraživanje također predstavlja i neizravnu provjeru toga modela.

Specifičnost istraživanja je da je većim dijelom provedeno na rezultatima pristupnika ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu. Riječ je o ispitima visokog rizika koji su istovremeno završni ispiti za učenike gimnazija i klasifikacijski ispiti za upis na studijske smjerove. Nalazi istraživanja stoga su vrlo zanimljivi i važni i iz praktičnih razloga jer daju uvid u još jedan aspekt valjanosti ovih ispita, tj. u stupanj njihove rodne nepristranosti.

Nadalje, u ovom radu ilustriran je konfirmatorni pristup istraživanju rodni razlika u riješenosti zadataka iz Matematike. Ovaj pristup temelji se prvenstveno na metodologiji DFSZ. Analizama u okviru ove metodologije provjerava se razlika u rezultatu na skupini zadataka koji dijele određeno svojstvo, a za koje se smatra da bi moglo biti u osnovi rodne razlike, među onim djevojkama i mladićima koji imaju jednak rezultat na ostatku ispita. Metodologija DFSZ u ovom je istraživanju korištena u kombinaciji s nekoliko različitih kvantitativnih metodologija (usporedba postotne riješenosti zadataka između skupina, DFZ te modifikacija zadataka i njihova primjena na novom uzorku), kao i s kvalitativnim dijelom istraživanja u kojem su učenici intervjuirani za vrijeme rješavanja zadataka. Ovaj pristup ima brojne prednosti u odnosu na uobičajeno korištene pristupe u kojima se samo uspoređuju postotne riješenosti zadataka među skupinama ili se testira DFZ bez uporabe drugih vrsta analiza i usporedbe njihovih nalaza. Glavna je komparativna prednost pristupa predloženog u ovom radu u njegovoj većoj prikladnosti za testiranje različitih hipoteza o razlikama u rezultatima među skupinama. Ta prikladnost temelji se na većoj statističkoj snazi metodologije DFSZ u odnosu na metodologiju DFZ i u odnosu na druge analize na razini pojedinačnih zadataka. Druga prednost ogleda se u većoj robusnosti nalaza dobivenih na temelju nekoliko različitih metodologija.

Prema autorovim saznanjima, dosad nije provedeno niti jedno istraživanje u kojem su autori pristupili fenomenu rodni razlika u rješavanju matematičkih zadataka kombinirajući sve prijespomenute metodologije. Samim time, ovo je i prvo istraživanje u kojem se na sustavan način ispituju hipoteze TSMZ. Također, riječ je o prvom istraživanju na ispitima

državne mature u kojem se na sustavan način ispituju rodne razlike u rješavanju zadataka iz Matematike.

Na temelju nalaza ovoga istraživanja može se zaključiti kako su rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka iz Matematike za višu razinu državne mature vrlo male, odnosno da djevojke i mladići postižu slične rezultate na ovom ispitu. Ovaj zaključak vrijedi za oba gimnazijska programa koji su bili u fokusu istraživanja, tj. i za opće i za prirodoslovno-matematičke gimnazije. Rodne razlike u prosječnom ukupnom rezultatu na ispitima iz obje godine i u oba gimnazijska programa praktički su zanemarive. Distribucije rezultata djevojaka i mladića preklapaju se najvećim dijelom svojih površina (slike 2. do 5.). Ovi nalazi u skladu su s ranijim nalazima meta-analitičkih studija koje pokazuju da su se rodne razlike u uspješnosti rješavanja testova iz matematike smanjile ili čak nestale u proteklih nekoliko desetljeća (Hyde, Fennema i Lamon, 1990; Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010). Također, ovo je u skladu s nalazima da se rodne razlike u korist mladića sustavnije pojavljuju na ispitima koji nisu usklađeni s kurikulumima i / ili nastavnim planovima i programima po kojima sudionici istraživanja pohađaju nastavu predmeta Matematika (npr. PISA; OECD, 2016), a rjeđe na ispitima koji imaju za svrhu ispitati ono što se poučava u školama (npr. TIMSS; Mullis, Martin, Foy i Hooper, 2016). Naime, ispiti državne mature iz Matematike za višu razinu korišteni u ovome istraživanju usklađeni su s Nastavnim planom i programom za gimnazije (Ministarstvo kulture i prosvjete, 1994; Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, 2010) po kojem su se sudionici istraživanja školovali.

U ovom poglavlju prvo će se raspraviti nalazi vezani uz specifične istraživačke probleme rada. Zatim slijedi komentar znanstvenih i praktičnih doprinosa rada te metodoloških ograničenja istraživanja kao i preporuke za buduća istraživanja.

5.1. RASPRAVA VEZANA UZ PROBLEME ISTRAŽIVANJA

5.1.1. Rasprava vezana uz Problem 1.

U ovom su istraživanju smjerovi i veličine rodni razlike varirali ovisno o tome na kojim su kategorijama zadataka razlike testirane. Kao što se moglo vidjeti u Uvodu, ovo je uobičajeni obrazac nalaza u ovome području. Rezultati potkrepljuju jedan dio hipoteza o

smjeru rodnih razlika koje predviđa TSMZ, no u suprotnosti su s drugim hipotezama ove taksonomije.

Iako je zadataka kojima je najsalijentnija karakteristika ta što je u njima moguće do točnoga rješenja doći na nekoliko različitih načina bilo najmanje (svega dva i to samo u ispitu iz 2010. godine), smjer rodne razlike na skupu zadataka prije i nakon kontrole primarne dimenzije bio je u skladu s hipotezom koju su postavile Gallagher, Levin i Cahalan (2000) u svojoj taksonomiji, tj. mladići su na ovome skupu imali viši prosječni rezultat i prije i nakon kontrole ukupnog rezultata na ispitu. Riječ je o kategoriji TSMZ koju je vjerojatno najteže istražiti jer je teško predvidjeti koje sve strategije učenici koriste u rješavanju pojedinih zadataka. Ova kategorija dobrim dijelom ovisi o karakteristikama učenika, odnosno o njihovom doživljavanju zadatka, i ne odnosi se u tolikoj mjeri na samu formu zadatka kao druge kategorije TSMZ. U kvalitativnom dijelu istraživanja, nitko od sudionika nije točno riješio zadatak 15. na kojem su utvrđene najveće rodne razlike u ovoj kategoriji te stoga nije bilo moguće doći do detaljnijih informacija o specifičnim strategijama rješavanja koje koriste učenici koji ovaj zadatak točno rješavaju.

Zadatke kojima je najsalijentnija karakteristika prostorno rezoniranje također su u prosjeku bolje rješavali mladići, što je smjer rodne razlike koji je predviđen hipotezom taksonomije. Ovaj smjer nije potvrđen jedino u generaciji pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija 2011. godine gdje nije bilo statistički značajne razlike. Riječ je o karakteristikama matematičkih zadataka za koju postoji uvjerljivo najviše pokušaja teorijskih objašnjenja rodne razlike u korist mladića (npr. evolucijske hipoteze o razvoju prostornih sposobnosti u lovačko-sakupljačkim društvima te o vezi prostornih sposobnosti i prapovijesnih obrazaca seksualnog ponašanja žena i muškaraca, hipoteze o ulozi androgenih hormona u rješavanju prostornih problema itd.) te vjerojatno najviše provedenih istraživanja u kojima je ovakav smjer razlike potvrđen (Masters i Sanders, 1993; Geary, Saults, Liu i Hoard, 2000).

Nakon kontrole primarne dimenzije, rodna se razlika u ovoj kategoriji smanjila ili čak u potpunosti nestala. Djevojke su na ovim zadacima u prosjeku podjednako uspješne kao i mladići koji posjeduju jednaku razinu znanja iz Matematike što se vidi iz empirijskih krivulja skupova zadataka za ovu kategoriju (Prilog 6.). Krivulje koje prikazuju rezultate djevojkina i mladića na ovoj kategoriji zadataka preklapaju se. Iz ovoga proizlazi kako ti zadaci zapravo ne diskriminiraju, tj. ne favoriziraju niti jednu rodnu skupinu. Ovi nalazi mogu poslužiti kao ilustracija statistički značajne razlike koja nema praktični značaj. Naime, rodne razlike na

ovoj kategoriji zadataka toliko su male da se postavlja pitanje smisla planiranja bilo kakvih intervencija u svrhu njihovog smanjenja. Vrlo male vrijednosti rodni razlika u nesrazmjeru su s ogromnim korpusom teorijskih pokušaja objašnjenja tih razlika, barem kada je riječ o populacijama pristupnika državnoj maturi čiji su rezultati korišteni u ovom istraživanju.

Na skupu zadataka koji ispituju verbalne probleme utvrđena je najveća rodna razlika u korist muških pristupnika i smjer ove razlike u suprotnosti je s hipotezom taksonomije. Razlika je bila naročito izražena kod pristupnika iz općih gimnazija. Na ispitu iz 2011. godine, mladići iz općih gimnazija na ovom su skupu u prosjeku postizali gotovo bod više od djevojaka. Rodna razlika postojala je i nakon kontrole primarne dimenzije. Među učenicima i učenicama koji posjeduju podjednaku razinu znanja i vještina iz srednjoškolske Matematike, učenici imaju nešto više rezultate na ovom skupu. Primjerice, učenici iz općih gimnazija na ovom skupu u prosjeku postižu rezultate koji su za 0,7 bodova viši od rezultata djevojaka koje imaju podjednak rezultat na ostatku ispita. Važno je napomenuti kako su u nekim ranijim istraživanjima također dobiveni rezultati po kojima su muški pristupnici uspješnije rješavali verbalne matematičke probleme pa prema tome ovaj smjer razlike i nije potpuno neočekivan (npr. Delgado i Prieto, 2004).

Ovaj je nalaz iznimno važan za nastavu predmeta Matematika u hrvatskim gimnazijama i kao povratna informacija nastavnicima. Naime, verbalni problemi u pravilu ispituju područje ispitivanja Modeliranje što se može vidjeti pregledom tablice u kojoj su zadaci klasificirani prema domenama ispitivanja i kategorijama TSMZ (Prilog 2.). Jedan od ciljeva ispita državne mature iz Matematike je upravo „provjeriti u kojoj mjeri pristupnici znaju, tj. mogu [...] matematički modelirati problemsku situaciju, naći rješenje te provjeriti ispravnost dobivenoga rezultata“ (Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja, 2010, str. 5).

Zadacima koji ispituju Modeliranje svojstveno je da se u njima isprepliću sljedeći koraci: realan problem, postavljanje pretpostavki, formuliranje matematičkog problema, rješavanje matematičkog problema, interpretacija rješenja, provjeravanje modela te izvješće, objašnjenje i / ili predviđanje (Gusić, 2011). Matematičko modeliranje prepoznato je kao važan element matematičke kompetencije u različitim dokumentima obrazovnih politika. Primjerice, Europski parlament (2010.) definira matematičku kompetenciju kao „...sposobnost razvijanja i primjene matematičkog mišljenja u cilju rješavanja niza problema u svakodnevnim situacijama“. Matematičko modeliranje važan je element i u Nacionalnom okvirnom kurikulumu za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko

obrazovanje (Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa, 2011) kao i u Prijedlogu nacionalnog kurikuluma nastavnoga predmeta Matematika u okviru Cjelovite kurikularne reforme (2016).

Međutim, usporedba analiza na zadacima koji ispituju i Modeliranje i verbalne probleme te na zadacima koji ispituju Modeliranje ali koji nisu formulirani u obliku verbalnih problema pokazala je da Modeliranje može samo djelomično objasniti rodne razlike na verbalnim problemima. Važno je dalje istraživati pozadinu rodnih razlika u uspješnosti rješavanja verbalnih problema kako bi se moglo osmisliti strategije za smanjivanje tih razlika. Manipulacija svojstvima verbalnih problema u okviru Problema 4. je jedan pokušaj u tom smjeru.

U skupu zadataka čija je najslijentnija karakteristika zahtijevanje primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama bila su samo po dva zadatka u svakom od ispita. Smjer razlike u korist muških sudionika nije bio očekivan prema TSMZ. Stoga se strategija podjele kategorije zadataka koji zahtijevaju usvojenost matematičkih sadržaja na nekoliko različitih potkategorija, a koju su Gierl, Bisanz, Bisanz i Boughton (2003) uveli u jednoj od revizija taksonomije pokazala ispravnim korakom, iako se, barem na ovim uzorcima, neke od hipoteza vezane uz ove potkategorije nisu pokazale točnima. Dodatni nalaz koji učvršćuje zaključak da su mladići zbilja nešto uspješniji na ovoj kategoriji zadataka su rezultati linearnih regresijskih analiza provedenih u okviru Problema 2. U tim analizama načinjena je dodatna klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ na temelju učeničkih iskaza u intervjuima. U tom je slučaju pripadnost zadataka upravo ovoj kategoriji bila jedini prediktor veličine rodne razlike u riješenosti zadataka u korist mladića (kada je korištena klasifikacija načinjena od strane nastavnika, najvažniji prediktor bila je pripadnost kategoriji verbalnih problema). Dakle, ako veliki broj učenika procjenjuje da se nisu susretali sa sličnim zadacima na nastavi i u zadaćama, veća je vjerojatnost da će se na tim zadacima pojaviti razlika u korist mladića.

S druge strane, zadatke kojima je najslijentnija karakteristika zahtijevanje primjene rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama u prosjeku su bolje rješavale djevojke na ispitima iz obje godine u općim gimnazijama te na ispitu iz 2011. godine u prirodoslovno-matematičkim gimnazijama. Ovakav smjer rodne razlike bio je očekivan prema hipotezi TSMZ. U ispitu iz 2010. godine u prirodoslovno-matematičkim gimnazijama taj su skup zadataka uspješnije rješavali muški pristupnici. Nakon kontrole primarne dimenzije, rodna razlika je u obje godine i obje vrste gimnazijskih programa bila u korist djevojaka. Također,

rodna razlika se povećala na rezultatima pristupnika iz općih gimnazija u ispitima iz obje godine te na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija u ispitu iz 2011. godine. Moguće je da je novi kontekst zadatka element koji rezultira razlikama u korist mladića dok su djevojke uspješnije u rutinskim školskim zadacima. U kategoriji primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama bio je, doduše, vrlo mali broj zadataka što umanjuje robusnost nalaza. Za pretpostaviti je kako i neke od ostalih kategorija zadataka na kojima su nađene razlike u korist mladića (prvenstveno, verbalni problemi i zadaci u kojima je do rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina) sadrže u sebi određenu razinu novosti. Ovo ide u prilog hipotezi koju je postavila Halpern (1997; 2004), prema kojoj su žene uspješnije na zadacima koji su slični materijalima korištenima u nastavi, a muškarci na zadacima koji nisu direktno vezani uz školski kurikulum. Ako se promotre grafički prikazi iz Priloga 4. u kojem su zadaci sortirani prema vrijednostima rodni razlika, iz priloženih dijelova teksta zadataka također se može zaključiti kako su zadaci na kojima su mladići uspješniji češće povezani s nekim novim kontekstom i stvarnim životom dok su zadaci na kojima su uspješnije djevojke češće „čisti“ matematički zadaci bez konteksta.

Za sljedeće dvije kategorije zadataka utvrđeni su nejednoznačni nalazi koji imaju vrlo sličan obrazac. Zadatke koji zahtijevaju dosjećanje i simboličke procese u ispitima iz obje godine u općim gimnazijama podjednako su uspješno rješavali i mladići i djevojke. S druge strane, rodna razlika u prosječnom rezultatu na ovom zadacima za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija bila je u korist mladića u ispitu iz 2010. godine, što nije u skladu s hipotezom, dok na ispitu iz 2011. godine nije postojala. Nakon kontrole primarne dimenzije, rodna razlika u rezultatima pristupnika iz općih gimnazija bila je u korist djevojaka. Rodna razlika u rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija se smanjila, tj. praktički nestala, nakon kontrole primarne dimenzije.

Nejednoznačni nalazi vezani uz kategorije zadataka koji ispituju dosjećanje i simboličke procese, pri čemu većina rezultata ukazuje da razlike nema ili da postoji razlika u korist djevojaka, ide u prilog hipotezi da su žene uspješnije na zadacima koji zahtijevaju brzi pristup informacijama iz dugoročnog pamćenja (Halpern, 1997; 2004).

Nije potvrđena hipoteza da će se rezultati analiza temeljenih na usporedbi aritmetičkih sredina riješenosti zadataka u većoj mjeri slagati s pretpostavkama TSMZ nego rezultati analiza DFZ i DFSZ. Umjesto toga, dobiven je sljedeći obrazac nalaza koji je vrlo zanimljiv s metodološkog i statističkog stajališta. Kad god su mladići na skupu imali viši prosječni rezultat od djevojaka, ta se razlika smanjila nakon kontrole primarne dimenzije. S druge

strane, kad god su djevojke imale viši prosječni rezultat na skupu, ta se razlika nakon kontrole primarne dimenzije povećala. Ovakav obrazac utvrđen je na svim skupovima u obje godine te za oba tipa gimnazija. Ovaj nalaz mogao bi biti artefakt, jer su mladići imali nešto viši prosječni rezultat nego djevojke na oba ispita te u oba tipa gimnazija. Iako se u SIBTEST / Poly-SIBTEST metodologiji koristi regresijska procedura za korekciju ovoga artefakta opisana u Uvodu (Gierl, Gotzmann i Boughton, 2004), u ovome istraživanju zorno je pokazano da on vjerojatno i dalje postoji. Autor nije u literaturi uspio pronaći spomen ovoga artefakata u istraživanjima u kojima je korištena pripadajuća korekcija u SIBTEST / Poly-SIBTEST metodologiji. Razlog tome je vjerojatno taj što je ovo prvo istraživanje u kojem je rodna razlika prije i nakon kontrole primarne dimenzije odmjerena na istoj skali, a to je omogućilo da se artefakt lakše primijeti. Dakle, može se zaključiti kako hipoteza o smanjenju rodni razlika nakon kontrole primarne dimenzije nije u potpunosti potvrđena. Do smanjenja razlike, a ponekad i do njezinog nestanka, dolazi samo u slučaju kada skupina koja ima veći prosječni rezultat na skupu također ima i veći prosječni ukupni rezultat na ispitu.

Vrijednosti DFZ dobivene postupkom Mantela i Haenszela očekivano su vrlo visoko korelirale s vrijednostima dobivenim programom SIBTEST / Poly-SIBTEST. Nalazi oba pristupa se u vrlo visokom stupnju slažu o smjeru i veličini rodne razlike. Pregled empirijskih krivulja zadataka nužan je kako bi se utvrdilo vrijede li nalazi dobiveni postupkom Mantela i Haenszela te SIBTEST / Poly-SIBTEST postupkom za pristupnike s različitim razinama znanja iz predmeta Matematika. Empirijske krivulje mladića i djevojaka na većini zadataka su paralelne ili se preklapaju bez presjecanja iz čega proizlazi kako na zadatku postoji slična vrijednost rodne razlike duž cijele skale razvijenosti primarne dimenzije ili da razlika duž cijele skale ne postoji (Prilog 5.). Ako na zadacima i postoje promjene vrijednosti rodne razlike u funkciji rezultata na ispitu, razlike vrlo rijetko mijenjaju smjer, kao što se dogodilo u zadacima 18.2. i 25.1. na rezultatima pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija iz 2011. godine. Nalaz o vrlo rijetkim slučajevima nejednakog DFZ očekivan je jer autor nije pronašao teorijsku osnovu koja bi upućivala na nejednoliko DFZ ili nejednoliko DFSZ u ovako definiranim kategorijama zadataka te u ovoj populaciji pristupnika.

Rezultati na pojedinim zadacima iz skupova nisu uvijek ukazivali na isti smjer rodne razlike kao i rezultat na čitavom uprosječenom skupu. Iz toga proizlazi kako su rezultati na razini skupa interpretabilniji nego rezultati na razini pojedinih zadataka. U osnovi ovoga nalaza nalazi se prvenstveno to što na većem broju zadataka dolazi do poništenja razlika koje se po slučaju dobivaju na pojedinim zadacima uslijed toga što samostalni zadaci nisu naročito

pouzdani mjerni instrumenti (npr. Nandakumar, 1993; Bao, Dayton i Hendrickson, 2009). Također, dolazi i do anuliranja diferencijalnog funkcioniranja prouzrokovanog ostalim karakteristikama koje pojedini zadaci iz čvora posjeduju. Što je veći broj zadataka u skupu, za očekivati je uspješniju eliminaciju utjecaja drugih svojstava tih zadataka. Također, na većem broju zadataka koji dijele određeno svojstvo razlika će lakše doći do izražaja ako je to svojstvo u osnovi razlike.

Zaključno, dio hipoteza TSMZ potvrđen je, međutim, u tim slučajevima rodne razlike su bile vrlo male te je njihova postojanost i veličina ovisila o tome je li u analizi kontroliran ukupni rezultat na ispitu ili ne te o kojem je gimnazijskom programu riječ. Najsustavnija i najveća razlika utvrđena je u kategoriji verbalnih problema, a ova razlika nije bila u skladu s očekivanjima autorica TSMZ. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako verbalni matematički problemi zaista favoriziraju mladiće u odnosu na djevojke. Iako su rodne razlike na zadacima iz Matematike uglavnom bile vrlo male, veliki postotak varijabiliteta tih razlika može se objasniti na temelju kategorija TSMZ, što je ilustrirano rezultatima multiplih regresijskih analiza. Sukladno ostalim rezultatima dobivenima u okviru Problema 1., kategorija verbalnih problema procijenjena od strane nastavnika bila je najvažniji prediktor rodni razlika na zadacima.

U istraživanju je ispitan i utjecaj nekih dodatnih svojstava zadataka na rodne razlike (težina zadatka, kognitivna razina i tip zadatka) no nije utvrđena povezanost tih svojstava i rodni razlika. Na temelju ovih nalaza može se s većom sigurnošću zaključiti da je pripadnost zadataka pojedinim kategorijama TSMZ uistinu i razlog rodni razlika na tim zadacima. Jedino dodatno svojstvo zadataka koje je bilo u vezi s pojavom rodni razlika u korist mladića jest ispituje li zadatak područje Modeliranja ili ne. S obzirom da zadaci koji ispituju Modeliranje također uglavnom ispituju i verbalne probleme, provedene su dodatne analize kako bi se ispitalo je li Modeliranje u osnovi rodni razlika na verbalnim problemima. Čini se da Modeliranje samo djelomično objašnjava rodne razlike na verbalnim problemima.

5.1.2. Rasprava vezana uz Problem 2.

Postoji vrlo visoka razina slaganja između klasifikacije zadataka u kategorije TSMZ načinjene na temelju nastavničkih procjena i klasifikacije temeljene na iskazima učenika za vrijeme rješavanja zadataka iz Matematike. U slučajevima kada kategorizacija od strane

nastavnika nije korespondirala s kategorizacijom na temelju iskaza učenika, uglavnom se radilo o zadacima koje uzorak intervjuiranih učenika u prosjeku nije uspješno rješavao (zadaci 9., 15., 23.2, 25.2 i 25.3). Zadatke 15. i 25.3 nije točno riješio nitko od učenika iz uzorka, a najvišu prosječnu riješenost u ovih pet zadataka imao je zadatak 25.2 kojeg je riješilo 14,3 % učenika. Za pretpostaviti je kako bi povećanje uzorka intervjuiranih učenika dovelo do bolje riješenosti ovih zadataka, a također i do pojave iskaza u kojima bi se i u ovim zadacima potvrdila hipoteza o slaganju dviju klasifikacija. Jedini zadatak koji nije imao izrazito nisku riješenost, a za koji kategorizacija nastavnika nije korespondirala s kategorizacijom na temelju iskaza učenika, bio je zadatak 20.2.

Kao što je bilo i očekivano, iz ovih nalaza proizlazi da nastavnici mogu vrlo dobro predvidjeti načine na koje učenici pristupaju rješavanju pojedinih zadataka; npr. jesu li se sa sličnim zadacima već susretali ili ne, treba li u rješavanju zadatka ekstrahirati informacije iz grafičkog prikaza itd. Ovo je, zapravo, jedan od logičkih uvjeta kako bi klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ od strane nastavnika uopće imala smisla kao temelj za analizu rodni razlika u riješenosti zadataka.

Iako se na temelju klasifikacije zadataka od strane nastavnika i klasifikacije zadataka na temelju učeničkih iskaza mogao objasniti podjednak postotak varijabiliteta u rodni razlikama na zadacima, u klasifikaciji na temelju učeničkih iskaza jedini statistički značajan prediktor bila je pripadnost kategoriji primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama. One zadatke za koje se relativno velikom broju učenika činilo da se nisu s njima susretali na nastavi i u zadaćama mladići su češće uspješno rješavali nego djevojke. Ovaj nalaz ukazuje na opravdanost podjele kategorije zadataka koji zahtijevaju usvojenost matematičkih sadržaja na nekoliko potkategorija kako su to učinili Gierl i suradnici (2003) u jednoj od revizija TSMZ. Gotovo svi zadaci koji su na temelju učeničkih iskaza smješteni u kategoriju primjene rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama (točnije, svi osim jednog) su u klasifikaciji od strane nastavnika bili pridijeljeni salijentnim kategorijama za koje se u analizama utvrdilo da ih bolje rješavaju mladići (zadaci prostornog rezoniranja, verbalni problemi, zadaci rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama).

5.1.3. Rasprava vezana uz Problem 3.

U sklopu Problema 3., postavljena je hipoteza kako će postojati veće rodne razlike na rezultatima učenika iz općih gimnazija nego na rezultatima učenika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Predmet Matematika razlikuje se u općem i prirodoslovno-matematičkom programu gimnazija po tome što prirodoslovno-matematički program ima veću satnicu Matematike te su za ovaj program predviđene dodatne teme iz tog predmeta (Ministarstvo kulture i prosvjete, 1994). S obzirom da su prosječni rezultati pristupnika iz općih gimnazija u pravilu bliži pedesetpostotnoj riješenosti ovih ispita, a pristupnici iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija obično postižu vrlo visoke prosječne rezultate, pretpostavljalo se da će i varijabilitet rezultata pristupnika iz općih gimnazija biti veći. U rezultatima uzorka s većim varijabilitetom rezultata logično je očekivati i veće razlike među skupinama. Međutim, mladići i djevojke iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija imali su čak i veći varijabilitet rezultata na ispitu iz 2010. godine od mladića i djevojaka iz općih gimnazija (tablice 4. i 5.). U ispitu iz 2011. godine varijabilitet je bio veći za mladiće i djevojke iz općih gimnazija, iako je razlika bila vrlo mala. Drugim riječima, iako su ispiti državne mature iz Matematike za višu razinu težinski očito primjereniji pristupnicima iz općih gimnazija, što se vidi iz prosječnih ukupnih rezultata na ispitima, rezultati pristupnika iz općih gimnazija nemaju uvijek veći varijabilitet od rezultata pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija. Distribucije ukupnih rezultata učenika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija odstupaju od normaliteta (slike 3. i 5.).

Također, zanimljiv je nalaz o većim varijabilitetima rezultata djevojaka u usporedbi s rezultatima mladića u oba gimnazijska programa i u obje godine (tablice 4. i 5.). Ovaj nalaz je u suprotnosti s prijašnjim nalazima o nešto većem varijabilitetu rezultata mladića (npr. Baye i Monseur, 2016) kojim se objašnjava veća proporcija mladića na oba pola distribucije rezultata na matematičkim testovima, tj. veća proporcija mladića nadarenih za matematiku ali također i veća proporcija mladića s problemima u svladavanju matematike u odnosu na proporcije djevojaka.

Rodne razlike na zadacima visoko pozitivno koreliraju između ova dva gimnazijska programa. Drugim riječima, na zadacima na kojima je postojala rodna razlika u korist mladića u općim gimnazijama, također je češće postojala i razlika u korist mladića u prirodoslovno-matematičkim gimnazijama. Na zadacima koje su u općim gimnazijama bolje rješavale djevojke nego mladići češće je utvrđen takav smjer razlike i u prirodoslovno-matematičkim

gimnazijama. Ove korelacije bile su relativno visoke bez obzira na to jesu li u izračunu korištene vrijednosti razlika aritmetičkih sredina riješenosti zadataka ili vrijednosti DFZ. Iz ovih nalaza proizlazi da se jedan dio varijabiliteta rodnih razlika na zadacima iz Matematike vjerojatno može objasniti istim varijablama u oba gimnazijska programa.

Pregledom apsolutnih veličina DFSZ može se utvrditi kako su na većini kategorija TSMZ veće vrijednosti za pristupnike iz općih gimnazija nego za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija, što je u skladu s hipotezom. Jedini čvorovi zadataka na kojima su utvrđene veće apsolutne vrijednosti za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija su zadaci koje je moguće riješiti na nekoliko različitih načina iz 2010. godine i zadaci koji ispituju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama iz 2011. godine. Riječ je o skupovima s najmanjim brojem zadataka, što može biti razlog drukčijih nalaza nego u ostalim skupovima. Moguće je kako bi na većem broju zadataka rezultati bili u skladu s predviđenim obrascem. Dakle, nakon kontrole rezultata na primarnoj dimenziji, odnosno nakon kontrole ukupnog rezultata na ostatku ispita, veće rodne razlike mogu se naći među pristupnicima iz općih gimnazija.

Iz ovih rezultata proizlazi kako učenici i učenice iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija koji posjeduju podjednaku razinu znanja i vještina iz predmeta Matematika uspijevaju nadvladati rodne razlike na zadacima iz pojedinih kategorija TSMZ u većoj mjeri nego učenici i učenice iz općih gimnazija. Međutim, ovakav obrazac nije pronađen za rodne razlike u aritmetičkim sredinama riješenosti zadataka. Prije kontrole ukupnog rezultata na ispitu, veće razlike na nekim skupovima pronađene su kod pristupnika iz općih gimnazija, a na nekim skupovima kod pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija.

Zaključno se može reći kako dobiveni nalazi ne potvrđuju jednoznačno niti hipotezu o većim razlikama u gimnazijskom programu kojem je ispit težinski primjereniji, niti hipotezu o većim razlikama u korist mladića u visoko selekcioniranim uzorcima.

5.1.4. Rasprava vezana uz Problem 4.

Kada su u višesmjernoj analizi varijance rod i inačica korištene kao nezavisne varijable, a rezultat studenata/ica na matematičkim zadacima kao zavisna varijabla, učinak roda i inačice nije bio statistički značajan. Drugim riječima, na novom uzorku nije repliciran nalaz rodne razlike u korist mladića koji je ranije utvrđen na srednjoškolcima na ispitima

državne mature 2010. i 2011. godine. Pregled aritmetičkih sredina rezultata djevojaka i mladića na pojedinim zadacima u različitim inačicama pokazuje kako se na zadacima ne pojavljuje neki određen obrazac razlika (Prilog 12.). Studenti Ekonomskog fakulteta su već u trenutku upisa studija u određenoj mjeri selekcionirani prema ocjenama iz Matematike u srednjoj školi i uspjehu na državnoj maturi, a za očekivati je i da su djevojke i mladići koji su uspjeli upisati studij izjednačeniji po svojim znanjima i vještinama vezanima za matematiku nego ukupna populacija osoba koje su završile srednju školu. Moguće je kako bi razlika među studentima koji su rješavali različite inačice, a onda i interakcija roda i inačice, bila statistički značajna na vrlo velikim uzorcima. No ovaj nalaz dovodi u pitanje smisao i praktičnu važnost razlika koje bi na taj način eventualno bile utvrđene.

Veličina učinka roda u generalnom linearnom modelu u kojem su u nezavisnom sklopu korišteni rod i inačica matematičkih zadataka, te zaključna ocjena iz Matematike u četvrtom razredu srednje škole kao kovarijata, bila je vrlo mala. Iz ovoga slijedi kako je na temelju roda u vrlo maloj mjeri moguće predvidjeti nečiji rezultat na matematičkim zadacima, i to tek nakon kontrole zaključne ocjene iz Matematike. Ovako malim rodnim razlikama teško je manipulirati u eksperimentalnom nacrtu. Nadalje, rezultati analiza pokazuju daleko veću važnost prethodnog uspjeha u Matematici (tj. zaključne ocjene u završnom razredu srednje škole) nego roda u uspjehu na matematičkim zadacima.

Na temelju nalaza ne može se sa sigurnošću odgovoriti na pitanje nastaje li rodna razlika na verbalnim problemima u njihovoj reprezentaciji ili u samom rješavanju problema (Royer i Garofoli, 2005). S obzirom da su vrijednosti rodnih razlika bile slične za poduzorke sudionika/ca koji su rješavali različite inačice zadataka, može se zaključiti da nalazi nisu u skladu s ranijim nalazima da su djevojke uglavnom sklonije uporabi algoritamskih strategija nego mladići (Gallagher i Mandinach, 1992) kao niti s nalazima da su mladići uspješniji od djevojaka u uparivanju adekvatnih strategija rješavanja problema s karakteristikama matematičkih problema (Gallagher i sur., 2000).

Djevojke su prije rješavanja matematičkih zadataka u prosjeku iskazale višu samokompetentnost i motivaciju za matematiku od mladića, što nije u skladu s nalazima prethodnih istraživanja (npr. Nagy i sur., 2010; Watt, 2008). Ove razlike nestale su nakon rješavanja zadataka, kada se sudionike pitalo za samoprocjenu vezanu uz konkretne zadatke koje su upravo riješili. S obzirom na vrlo malu rodnu razliku utvrđenu u ovome dijelu istraživanja i slabu statističku snagu nije imalo smisla uvoditi dodatne kovarijate u postavljeni model. Međutim, ako se u obzir uzmu neočekivane razlike u samokompetentnosti i motivaciji

u korist djevojaka, moguće je kako upravo u njima leži razlog zašto na ovom uzorku nisu dobivene robusnije razlike na verbalnim problemima u korist mladića, iako je riječ o zadacima na kojima su ranije već bile utvrđene rodne razlike na rezultatima učenika/ca gimnazija.

5.2. OPĆENITA RAZMATRANJA NALAZA

Nalazi ovoga rada ukazuju na vrlo male rodne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka iz Matematike. Ove razlike su na razini prosječnog ukupnog rezultata na ispitu praktički zanemarive. Razlike u rezultatima unutar rodova daleko su veće nego razlike između rodova. Također, djevojke iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija postižu više prosječne rezultate od mladića iz općih gimnazija. Ta je razlika daleko veća od razlika između rodova unutar gimnazijskih programa i ukazuje na veću važnost gimnazijskog programa od roda u uspjehu na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu. Nalazi pokazuju da ne postoje razlozi utemeljeni u empirijskim rezultatima zbog kojih bi djevojke iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija trebale izbjegavati višu razinu ispita iz Matematike na državnoj maturi ili strahovati kako će postići slabije rezultate na tom ispitu od mladića. Ovi nalazi u skladu su s hipotezom o sličnostima rodova (Hyde, 2005; 2016).

Najveće razlike u korist mladića utvrđene su na kategoriji verbalnih problema, što nije u skladu s hipotezom TSMZ, ali je u skladu s nalazima nekih drugih istraživanja (Delgado i Prieto, 2004). Međutim, pokušaj repliciranja razlika na ovoj kategoriji na novom manjem uzorku rezultirao je ograničenim uspjehom. Statistički značajna razlika u korist mladića pronađena je tek nakon što je u analizu kao kovarijata dodana zaključna ocjena iz Matematike u četvrtom razredu srednje škole. Nesklad između nalaza dobivenih na populacijama pristupnika na državnoj maturi iz dva gimnazijska programa i na uzorku studenata prve godine Ekonomskog fakulteta vjerojatno proizlazi iz toga što su studenti već u određenoj mjeri selekcionirani prema uspjehu na ispitima državne mature i zaključnim školskim ocjenama. Vrijednosti rodnih razlika nisu se statistički značajno mijenjale niti uslijed manipulacije svojstvima zadataka. Čini se kako su rodne razlike toliko male da ih je teško replicirati na manjim novim uzorcima, a pokušaji utjecaja na te razlike modifikacijom zadataka su jalovi. Rodne razlike na verbalnim problemima na ispitu državne mature iz Matematike za višu razinu rezultiraju određenom prednošću mladića pri upisu studijskih

programa. Kod pristupnika iz općih gimnazija ova prednost iznosi oko 0,70 bodova u odnosu na djevojke koje imaju podjednak rezultat na ostatku ispita, a kod pristupnika iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija oko 0,35 bodova. Iako ove razlike u prvi mah izgledaju zanemarive, treba napomenuti da pri upisu studijskih smjerova s velikim brojem zainteresiranih kandidata svaka razlika može odlučivati o tome hoće li kandidat ili kandidatkinja sličnih postignuća uspjeti upisati studij ili ne.

Prema hipotezi Diane Halpern (1997), moguće je da isti kognitivni procesi leže u osnovi rješavanja zadataka u kojima je pojedini rod uspješniji. Žene su uspješnije na zadacima koji zahtijevaju brzi pristup informacijama iz dugoročnog pamćenja, a muškarci na zadacima koji zahtijevaju zadržavanje informacija u pamćenju i manipulaciju prostornim prikazima u radnom pamćenju. Nadalje, žene su uspješnije u testovima sastavljenima od zadataka koji su slični materijalima korištenima u nastavi, a muškarci u testovima koji nisu direktno vezani uz školski kurikulum (Halpern, 2004). Nalazi ovoga istraživanja u većem stupnju podupiru hipotezu koju je postavila Halpern nego detaljnije razrađene hipoteze koje su postavljene u okviru TSMZ. Također, nalazi se bolje slažu s hipotezom Halpernove nego s hipotezama postavljenima u kontekstu multikontekstne teorije (Ibarra, 1996; 2001; vidjeti Uvod). Ovo je posebno zanimljiv nalaz s obzirom da su u istraživanjima postavki multikontekstne teorije uglavnom provedene analize DFZ (npr. Li, 2002).

Autorice TSMZ također se pozivaju i na psihobiosocijalni model Diane Halpern (Halpern, 1997, 2000, 2004, 2006; Gallagher, 1998). Međutim, potvrđivanje ili nepotvrđivanje hipoteza TSMZ zapravo ne govori ništa o ispravnosti osnovne ideje psihobiosocijalnog modela. Drugim riječima, smjer razlika u korist mladića na verbalnim problemima kakav je dobiven u ovom istraživanju također može biti pod utjecajem okolinskih faktora iako to nije smjer koji je zamišljen u TSMZ. Osnovna pretpostavka psihobiosocijalnog modela je povratno djelovanje iskustva i učenja na promjene u mozgovnim strukturama, i buduća istraživanja trebala bi ispitivati ovu pretpostavku u području rodnih razlika u rješavanju matematičkih zadataka. Primjerice, nalazi Maguirea i suradnika (2000) o postojanju korelacije između radnog staža taksista i veličine područja hipokampusa koje se aktivira pri dosjećanju kompleksnih ruta idu u tom smjeru ali nedostaju istraživanja koja bi bila usmjerena baš na matematiku.

5.3. ZNANSTVENI I PRAKTIČNI DOPRINOS REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Kombinacija kvantitativne i kvalitativne metodologije korištena u ovom istraživanju omogućuje veću sigurnost u robusnost dobivenih rezultata. Također omogućuje konfirmatorni pristup testiranju hipoteza o razlikama u rezultatima različitih skupina pristupnika na zadacima te se može koristiti u različitim kontekstima, a ne samo u području matematike.

U ovome su istraživanju rodne razlike na zadacima iz pojedinih kategorija ispitane prije i nakon kontrole primarne dimenzije, tj. razine znanja iz predmeta Matematika. Istraživanja se obično koncipiraju ili oko jedne ili oko druge paradigme (tj. ili se uspoređuju postotne riješenosti uratka na zadacima među skupinama ili se ispituje diferencijalno funkcioniranje) bez usporedbe rezultata ovih dvaju pristupa. S obzirom da su u ovome istraživanju rodne razlike na zadacima iz pojedinih kategorija ispitane prije i nakon kontrole primarne dimenzije te su odmjerene na istoj bodovnoj skali, to je uvelike olakšalo interpretabilnost i usporedivost rezultata. U istraživanju su korišteni rezultati pristupnika iz dvije vrste gimnazija na ispitima iz dvije godine, što rezultira većom mogućnosti generalizacije rezultata.

U radu je predstavljena Lista primjene matematike u svakodnevnom životu. Riječ je o instrumentu koji ima solidne metrijske karakteristike i koji se može koristiti u daljnjim istraživanjima povezanosti svakodnevnog iskustva s rezultatima na matematičkim ispitima. Iako je ovaj instrument inicijalno zamišljen u kontekstu ispitivanja postavki taksonomije koja se oslanja na psihobiosocijalni model, može se koristiti i u kontekstu drugih modela i teorija.

Nalazi istraživanja važni su za obrazovnu praksu, prvenstveno za nastavu predmeta Matematika u hrvatskim srednjim školama. Na temelju nalaza može se zaključiti da su ispiti državne mature iz Matematike za višu razinu u velikoj mjeri rodno nepristrani. Rodne razlike na ovim ispitima su vrlo male, a djevojke postižu rezultate koji su usporedivi s rezultatima mladića. Iako su razmjerno najveće rodne razlike utvrđene na kategoriji verbalnih problema, bilo bi preuranjeno zaključiti kako zbog ovog nalaza treba smanjiti broj verbalnih problema u ispitima državne mature iz Matematike. Ako su verbalni problemi važan dio gimnazijskog Nastavnog plana i programa iz Matematike, onda moraju biti zastupljeni i u ispitu. Izbacivanje ili smanjivanje udjela zadataka iz ove kategorije u ispitu moglo bi ozbiljno narušiti sadržajnu i konstruktivu valjanost ispita. Potrebno je raspraviti sa sadržajnim stručnjacima (tj. nastavnicima Matematike) je li potrebno mijenjati strukturu ispita državne mature iz Matematike s obzirom na dobivene nalaze.

Konačno, nalazi ukazuju da je potrebno uputiti nastavnike Matematike u gimnazijama u utvrđene rodne razlike na verbalnim problemima te iznaći način kako bi se te rodne razlike prebrodile, odnosno kako bi se djevojkama pomoglo u svladavanju i korištenju efikasnijih strategija rješavanja verbalnih problema.

5.4. METODOLOŠKA OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA

Veći dio ovoga istraživanja temelji se na rezultatima pristupnika ispitima državne mature iz Matematike, tj. na sekundarnim bazama podataka. Ovakav pristup osigurao je veliki broj individualnih rezultata i vrlo visoku razinu motivacije pristupnika. Međutim, taj pristup ima i svoja ograničenja. Glavno ograničenje je to da su u ispitima državne mature iz Matematike neke kategorije TSMZ zastupljene vrlo malim brojem zadataka. Drugim riječima, kada se koriste rezultati postojećih baza ispita visokog rizika istraživač se susreće s problemom da ti ispiti nisu uvijek najpogodniji za ispitivanje željenih hipoteza. Također, nije bilo moguće odmjeriti neke dodatne varijable na istim generacijama maturanata pa je u istraživanje bilo potrebno uključiti dodatne uzorke. Naročite poteškoće u istraživanju nastale su u situacijama kada se analizama pokušavalo odvojiti utjecaj različitih karakteristika istih zadataka na rodne razlike na tim zadacima. Dijeljenje kategorija zadataka na potkategorije rezultiralo je još manjim brojem zadataka u pojedinim analizama i negativno djelovalo na pouzdanost tih skupina zadataka kao mjernih instrumenata.

Sljedeće ograničenje proizlazi iz specifičnosti dviju razina obveznih ispita državne mature. Naime, srednjoškolci koji izlaze na obvezne ispite državne mature imaju pravo odabrati žele li polagati ispit više ili osnovne razine. Ovaj odabir ovisi o samoprocjeni pristupnika o vlastitom znanju predmeta Matematika, no također i o želji za upisom određenog studijskog programa. Za upis određenih studijskih programa na hrvatskim sveučilištima potrebno je položiti ispit iz Matematike za višu razinu ili ispit više razine barem nosi veći udio bodova od ispita osnovne razine pri izradi rang liste kandidata. Stoga odabir razine ispita ovisi o strategiji pristupnika pri pokušaju upisa na studij i njihovoj procjeni vjerojatnosti upisa željenog smjera. Moguće je da se djevojke i mladići iz općih i prirodoslovno-matematičkih gimnazija međusobno razlikuju u samokompetentnosti za Matematiku kao i u motivaciji za odabirom određenih studijskih smjerova. Sve to može utjecati na rezultate ovoga istraživanja na način da rodne razlike u uspjehu na zadacima

poveća ili maskira. Stoga treba biti oprezan u generaliziranju rezultata ovog istraživanja, primjerice, na populaciju svih srednjoškolaca u Republici Hrvatskoj.

5.5. PREPORUKE ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

U budućim istraživanjima postavki TSMZ trebalo bi ciljano konstruirati zadatke reprezentativne za pojedine kategorije taksonomije. Na ovaj način osiguralo bi se veći broj zadataka u svakoj kategoriji taksonomije i konceptualno „čišće“ zadatke koji u klasifikaciji od strane nastavnika ne bi bili pridjeljivani u nekoliko različitih kategorija TSMZ.

Konstrukcija novih zadataka s namjerom ispitivanja hipoteza TSMZ olakšala bi i modifikaciju zadataka, tj. manipulaciju njihovim svojstvima. Tako bi se moglo kreirati veći broj „klonova“ istoga zadatka u svrhu ispitivanja utjecaja svojstava zadatka na rodne razlike u njegovoj riješenosti. Naravno, primjena zadataka posebno konstruiranih za potrebe istraživanja imala bi neka druga ograničenja (npr. nemotiviranost sudionika za rješavanje zadataka iz Matematike u situaciji kada se njihov uradak ne vrednuje, tj. ne ocjenjuje).

Istraživanja načina komunikacije nastavnika i roditelja s djevojčicama i dječacima prilikom učenja i poučavanja Matematike mogu pomoći u daljnjim provjerama hipoteze koju je postavila Halpern (1997). U svrhu ispitivanja postavki psihobiosocijalnog modela, u budućim bi se istraživanjima trebalo usmjeriti na longitudinalne i transverzne nacрте u kojima bi se pokušalo ispitati mogu li specifična životna iskustva mijenjati razinu učeničkih postignuća u području matematike, u kombinaciji s ispitivanjima temeljenima na magnetskoj rezonanci kojima bi se pratile i promjene u mozgovnim strukturama tijekom vremena.

6. ZAKLJUČAK

Iz ovoga rada proizlaze vrijedni nalazi o rodnim razlikama u rješavanju zadataka iz Matematike, koji su važni ne samo u znanstveno-istraživačkom smislu nego i za obrazovnu praksu. Zaključak rada može se svesti na sljedeće točke:

- Rodne razlike u prosječnim ukupnim rezultatima na ispitima državne mature iz Matematike za višu razinu praktički su zanemarive. Ovaj nalaz u skladu je s hipotezom o sličnostima rodova (Hyde, 2005; 2016) kao i s nalazima meta-analiza (De Lisi i McGillicuddy-De Lisi, 2002; Lindberg, Hyde, Petersen i Linn, 2010).
- Hipoteze koje proizlaze iz TSMZ u ovom su istraživanju samo djelomično potvrđene. Najveće i najsustavnije rodne razlike utvrđene su na kategoriji verbalnih problema. Smjer razlike u korist mladića na ovoj kategoriji zadataka nije bio u skladu s hipotezama TSMZ.
- Različite vrste analiza (izračun razlika aritmetičkih sredina rezultata mladića i djevojaka na svakom pojedinom zadatku, DFZ izračunato postupkom Mantela i Haenszela te SIBTEST / Poly-SIBTEST postupkom, DFSZ izračunato Poly-SIBTEST postupkom, empirijske krivulje zadataka i skupova zadataka, multiple regresijske analize predikcije rodnih razlika na zadacima na temelju kategorizacije zadataka u kategorije TSMZ) potvrdile su zaključak o najvećim rodnim razlikama na kategoriji verbalnih problema.
- Klasifikacija zadataka u kategorije TSMZ od strane nastavnika u velikoj mjeri korespondira s kategorizacijom nastalom na temelju iskaza učenika za vrijeme rješavanja zadataka.
- Nalazi ne potkrepljuju jednoznačno ni hipotezu o većim rodnim razlikama u skupini pristupnika kojoj su ispiti težinski primjereniji (tj. pristupnicima iz općih gimnazija) ni hipotezu o većim rodnim razlikama u visoko selekcioniranim uzorcima (tj. pristupnicima iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija).
- Postignut je ograničen uspjeh u replikaciji rodne razlike na verbalnim problemima na novom uzorku. Statistički značajna razlika na originalnim zadacima i modifikacijama utvrđena je tek nakon što su u analizu uvedene zaključne ocjene iz Matematike u četvrtom razredu srednje škole kao kovarijata. Veličina učinka rodne razlike bila je zanemariva, a učinak inačice (originalnih zadataka i dviju vrsta modifikacija) i interakcije nije bio statistički značajan.

- Čini se kako eksplicitno dodavanje algoritama / pravila za rješavanje verbalnih matematičkih problema ne mijenja statistički značajno vrijednosti rodni razlika u rješavanju tih zadataka. Rodne razlike na verbalnim problemima djelomično se mogu objasniti time što ti zadaci ispituju područje Modeliranja na kojem su također utvrđene rodne razlike u korist mladića.
- Nalazi općenito u većoj mjeri potvrđuju originalnu hipotezu Diane Halpern (1997) o rodnim razlikama na matematičkim zadacima nego razrađeniije hipoteze koje su postavljene u obliku TSMZ.
- Ispiti državne mature iz Matematike za višu razinu u vrlo su visokom stupnju rodno nepristrani. Udio verbalnih problema u ispitima ne treba mijenjati bez savjetovanja s predmetnim stručnjacima, tj. nastavnicima Matematike.
- Pri poučavanju Matematike djevojkama treba posvetiti više pažnje u svladavanju strategija rješavanja verbalnih problema.
- Metodološki okvir korišten u ovom istraživanju temeljen na kombinaciji kvantitativne i kvalitativne metodologije olakšava zaključivanje o rodnim razlikama u ovom području, a može se koristiti i u drugim kontekstima. Prema saznanjima autora, ovo je prvo istraživanje u kojem je korištena ova kombinacija metodologija.

7. POPIS LITERATURE

- AERA, APA i NCME. (2014). *Standards for Educational and Psychological Testing*. Washington, DC: American Educational Research Association
- Andersson, U. (2007). The Contribution of Working Memory to Children's Mathematical Word Problem Solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 1201-1216.
- Arambašić, L., Vlahović-Štetić, V. i Severinac, A. (2005). Je li matematika bauk? Stavovi, uvjerenja i strah od matematike kod gimnazijalaca. *Društvena istraživanja*, 80, 1081-1102.
- Baenninger, M. i Newcombe, N. (1996). Sauce for the goose, sauce for the gander. *Learning and Individual Differences*, 8(1), 65-68.
- Banks, K. (2013). A Synthesis of the Peer-Reviewed Differential Bundle Functioning Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 32(1), 43-55.
- Bao, H., Dayton, C. M. i Hendrickson, A. B. (2009). Differential Item Functioning Amplification and Cancellation in a Reading Test. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 14(19), 1-27.
- Baye, A. i Monseur, C. (2016). Gender differences in variability and extreme scores in an international context. *Large-scale Assessments in Education*, 4(1), 1.
- Beller, M. i Gafni, N. (2000). Can item format (multiple choice vs. open-ended) account for gender differences in mathematics achievement? *Sex Roles*, 42(1/2), 1-21.
- Bielinski J. i Davison M. L. (2001). A sex difference by item difficulty interaction in multiple-choice mathematics items administered to national probability samples. *Journal of Educational Measurement*, 38, 51-77.
- Bolt, D. i Stout, W. (1996). Differential item functioning: Its multidimensional model and resulting SIBTEST detection procedure. *Behaviormetrika*, 23, 67-95.

- Bull, R. i Espy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. U: S. J. Pickering (Ur.), *Working Memory and Education* (str. 94-123). London: Academic Press.
- Bull, R., Espy, K. A. i Wiebe, S. A. (2008). Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205–228.
- Bull, R., Johnston, R. S. i Roy, J. A. (1999). Exploring the Roles of the Visual–Spatial Sketch Pad and Central Executive in Children's Arithmetical Skills: Views From Cognition and Developmental Neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15, 421–442.
- Bull, R. i Scerif, G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273–293.
- Burušić, J. i Šerić, M. (2015). Postignuća djevojčica i dječaka u školskom kontekstu: pregled mogućih objašnjenja utvrđenih razlika. *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 17(4), 137-173.
- Casey, M. B., Nuttall, R. L. i Pezaris, E. (1997). Mediators of gender differences in mathematics college entrance test scores: A comparison of spatial skills with internalized beliefs and anxieties. *Developmental Psychology*, 33, 669-680.
- Casey, M. B., Nuttall, R. L., Pezaris, E. i Benbow, C. P. (1995). The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples. *Developmental Psychology*, 31, 697-705.
- Chouinard, R. i Roy, N. (2008). Changes in high-school students' competence beliefs, utility value, and achievement goals in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 78(1), 31-50.
- Cjelovita kurikularna reforma. (2016). *Prijedlog nacionalnog kurikulumu nastavnoga predmeta Matematika*. Zagreb: Cjelovita kurikularna reforma.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Cohen, A. S. i Ibarra, R. A. (2005). Examining gender-related differential item functioning using insights from psychometric and multicontext theory. U: A. M. Gallagher i J. C. Kaufman (Ur.), *Gender differences in mathematics* (str. 143–171). New York: Cambridge University Press.
- Coley, R. J. (2001). *Differences in the Gender Gap: Comparisons across Racial/Ethnic Groups in Education and Work*. ETS: Policy Information Report.
- College Board. (2016). *SAT Total Group Profile Report*. New York: College Board.
- Cornwell, C., Mustard, D. B. i Van Parys, J. (2013). Noncognitive skills and the gender disparities in test scores and teacher assessments: Evidence from primary school. *Journal of Human Resources*, 48(1), 236-264.
- Crombie, G., Sinclair, N., Silverthorn, N., Byrne, B., DuBois, D. i Trinneer, A. (2005). Predictors of young adolescents' math grades and course enrollment intentions: Gender similarities and differences. *Sex Roles*, 52, 351–367.
- Crosnoe, R., Riegel-Crumb, C., Field, S.H., Frank, K.A. i Muller, C. (2008). Peer group contexts of girls' and boys' academic experiences. *Child Development*, 79(1), 139-155.
- Cury, F., Elliot, A., Sarrazin, P., Da Fonseca, D. i Rufo, M. (2002). The trichotomous achievement goal model and intrinsic motivation: A sequential mediational analysis. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(5), 473-481.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P. i Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13-21.
- De Fruyt, F., Van Leeuwen, K., De Bolle, M. i De Clercq, B. (2008). Sex differences in school performance as a function of conscientiousness, imagination and the mediating role of problem behaviour. *European Journal of Personality*, 22(3), 167-184.
- Dehn, M. J. (2008). *Working Memory and Academic Learning: Assessment and Intervention*. New Jersey, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Delgado, A. R. i Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32(1), 25-32.

- De Lisi, R. i McGillicuddy-De Lisi, A. (2002). Sex differences in mathematical abilities and achievement. U: A. McGillicuddy-De Lisi i R. De Lisi (Ur.), *Biology, society, and behavior: The Development of Sex Differences in Cognition* (str. 155-181). Westport, CT: Ablex.
- Diamond, M. C. (1999). Enrichment response of the brain. U: G. Adelman i J. DePasquale (Ur.), *Elsevier's encyclopedia of neuroscience* (str. 655–657). New York: Elsevier Science.
- Douglas, J. A., Roussos, L. A. i Stout, W. (1996). Item-bundle DIF hypothesis testing: identifying suspect bundles and assessing their differential functioning. *Journal of Educational Measurement*, 33, 465-484.
- Dowker, A. (1996). How important is spatial ability to mathematics? *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 251.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. i May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427, 311–312.
- Duckworth, A. L. i Seligman, M. E. P. (2006). Self-Discipline Gives Girls the Edge: Gender in Self-Discipline, Grades, and Achievement Test Scores. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 198–208.
- Eals, M. i Silverman, I. (1994). The hunter-gatherer theory of spatial sex differences: Proximate factors mediating the female advantage in recall of object arrays. *Ethology and Sociobiology*, 15, 95-105.
- Eccles J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L. i Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. U: J. T. Spence (ur.), *Achievement and achievement motivation* (str. 75–146). San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Educational Testing Service. (2009). *ETS Guidelines for Fairness Review of Assessments*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Educational Testing Service. (2014). *ETS standards for quality and fairness*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

- Eklöf, H. (2007). Testtaking motivation and mathematics performance in TIMMS 2003. *International Journal of Testing*, 7, 311-326.
- Elliot, A. J. i Church, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of personality and social psychology*, 72(1), 218.
- Europski parlament. (2010). Preporuka Europskog parlamenta i savjeta o ključnim kompetencijama za cjeloživotno učenje, *Metodika*, 11(20), 169-173.
- Field, A. P. (2005). *Discovering statistics using SPSS (2nd ed.)*. London: Sage.
- Field, A. (2016). *Exploring Data: The Beast of Bias*. Preuzeto 19. travnja 2017. s: <http://www.discoveringstatistics.com/docs/exploringdata.pdf>
- Finch, W. H. (2012). The MIMIC Model as a Tool for Differential Bundle Functioning Detection. *Applied Psychological Measurement*, 36(1) 40–59.
- Gallagher, A. M. i De Lisi, R. (1994). Gender differences in Scholastic Aptitude Test: Mathematics problem solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 204.
- Gallagher, A. (1998). Gender and Antecedents of Performance in Mathematics Testing. *Teachers College Record*, 100(2), 297-314.
- Gallagher, A. M., De Lisi, R., Holst, P. C., McGillicuddy-De Lisi, A. V., Morely, M. i Cahalan, C. (2000). Gender differences in advanced mathematical problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 165-190.
- Gallagher, A., Levin, J. i Cahalan, C. (2002). *GRE research: Cognitive patterns of gender differences on mathematics admissions tests* (ETS Report No. 02-19). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Gallagher, A. i Mandinach, E. (1992). Strategy use on multiple-choice and free-response items: an analysis of sex differences among high scoring examinees on the SAT-M. *ETS Research Report Series*, 1992(2), 1-45.

- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. i Stegmann, Z. (2004). Working Memory Skills and Educational Attainment: Evidence from National Curriculum Assessments at 7 and 14 Years of Age. *Applied Cognitive Psychology, 18*, 1-16.
- Geary, D. C. (1995a). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist, 50*, 24-37.
- Geary, D. C. (1995b). Sexual selection and sex differences in spatial cognition. *Learning and Individual Differences, 7*(4), 289–301.
- Geary, D. C. (1996). Sexual selection and sex differences in mathematical abilities. *Behavioral and Brain Sciences, 19*(2), 229-284.
- Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F. i Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental child psychology, 77*(4), 337-353.
- Gierl, M. J., Bisanz, J., Bisanz, G., Boughton, K. i Khaliq, S. (2001). Illustrating the utility of differential bundle functioning analyses to identify and interpret group differences on achievement tests. *Educational Measurement: Issues and Practice, 20*, 26-36.
- Gierl, M. J., Bisanz, J., Bisanz, G. i Boughton, K. (2003). Identifying content and cognitive skills that produce gender differences in mathematics: A demonstration of the DIF analysis framework. *Journal of Educational Measurement, 40*, 281-306.
- Gierl, M. J., Gotzmann, A. i Boughton, K. A. (2004). Performance of SIBTEST when the percentage of DIF items is large. *Applied Measurement in Education, 17*(3), 241-264.
- Goldstein, J. M., Seidman, L. J., Horton, N. J., Makris, M., Kennedy, D. N., Caviness, V.S., Jr., Faraone, S. V. i Tsuang, M. T. (2001). Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by in vivo magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex, 11*, 490–497.
- Guay, F., Chanal, J., Ratelle, C. F., Marsh, H. W., Larose, S. i Boivin, M. (2010). Intrinsic, identified, and controlled types of motivation for school subjects in young elementary school children. *British Journal of Educational Psychology, 80*, 711–735.

- Gusić, J. (2011). Matematičko modeliranje u srednjoj školi. *Poučak: časopis za metodiku i nastavu matematike*, 12(45), 48-61.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K. i Alkire, M. T. (2005). The neuroanatomy of general intelligence: Sex matters. *NeuroImage*, 25, 320–327.
- Halpern, D. F. (1997). Sex differences in intelligence. Implications for education. *American Psychologist*, 52, 1091–1102.
- Halpern, D. F. (2000) *Sex Differences in Cognitive Abilities (3rd Ed.)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Halpern, D. F. (2004). A cognitive-process taxonomy for sex differences in cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 13(4), 135-139.
- Halpern, D. F. (2006). Assessing gender gaps in learning and academic achievement. U: P. A. Alexander i P. H. Winne (Ur.), *Handbook of educational psychology* (str. 635–653). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Halpern, D. F., Benbow, C., Geary, D., Gur, D., Hyde, J. i Gernsbacher, M.A., (2007). The science of sex-differences in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, 8, 1-52.
- Halpern, D. F. i LaMay, M. L. (2000). The smarter sex: A critical review of sex differences in intelligence. *Educational Psychology Review*, 12(2), 229-246.
- Halpern, D. F. i Tan, U. (2001). Stereotypes and steroids: Using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain and cognition*, 45(3), 392-414.
- Halpern, D., Wai, J. i Saw, A. (2005). A psychobiosocial model: Why females are sometimes greater than and sometimes less than males in math achievement. U: A. M. Gallagher i J. C. Kaufman (Ur.), *Gender differences in mathematics* (str. 48–72). New York: Cambridge University Press.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. i Rogers, J. H. (1991). *Fundamentals of item response theory*. New York: Sage publications.

- Hampson, E., Rovet, J. F. i Altmann, D. (1998). Spatial reasoning in children with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Developmental Neuropsychology*, *14*, 299–320.
- Hausmann, R., Tyson, L. D. i Zahidi, S. (2007). *The Global Gender Gap Report*. Geneva: World Economic Forum.
- Herlitz, A. i Rehnman, J. (2008). Sex differences in episodic memory. *Current Directions in Psychological Science*, *17*, 52-56.
- Heuvelmans, A. (2001). *TiaPlus user's manual*. Cito: Arnhem.
- Hicks, B. M., Johnson, W., Iacono, W. G. i McGue, M. (2008). Moderating Effects of Personality on the Genetic and Environmental Influences of School Grades Helps to Explain Seks Differences in Scholastic Achievement. *European Journal of Personality*, *22*(3), 247-268.
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American psychologist*, *60*(6), 581-592.
- Hyde, J. S. (2016). Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current opinion in neurobiology*, *38*, 53-56.
- Hyde, J. S., Fennema, E. i Lamon, S. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *107*, 139–155.
- Hyde, J. S. i Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(22), 8801-8807.
- Ibarra, R. A. (1996). *Latino Experiences in Graduate Education: Implications for Change: a Preliminary Report (Vol. 7)*. Washington, DC: Council of Graduate Schools.
- Ibarra, R. A. (2001). *Beyond affirmative action: Reframing the context of higher education*. Madison: University of Wisconsin Press.
- IBM SPSS. (2011). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0*. Armonk, NY: IBM Corp.

- Jacobs, J. E., Lanza, S., Osgood, D. W., Eccles, J. S. i Wigfield, A. (2002). Changes in Children's Self-Competence and Values: Gender and Domain Differences across Grades One through Twelve. *Child Development*, 73(2), 509–527.
- Jacobs, L. F., Gaulin, S. J., Sherry, D. F. i Hoffman, G. E. (1990). Evolution of spatial cognition: sex-specific patterns of spatial behavior predict hippocampal size. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87, 6349–6352.
- Jokić, B. i Ristić Dedić, Z. (2010). Razlike u školskom uspjehu učenika trećih i sedmih razreda osnovnih škola u Republici Hrvatskoj s obzirom na spol učenika i obrazovanje roditelja: populacijska perspektiva. *Revija za socijalnu politiku*, 17(3).
- Jokić, B. i Ristić Dedić, Z. (2014). *Postati student u Hrvatskoj*. Zagreb: Agencija za znanost i visoko obrazovanje.
- Kaya, F., Juntune, J. i Stough, L. (2015). Intelligence and Its Relationship to Achievement. *İlköğretim Online*, 14(3).
- Kenney-Benson, G. A., Pomerantz, E. M., Ryan, A. M. i Patrick, H. (2006). Sex differences in math performance: The role of children's approach to schoolwork. *Developmental Psychology*, 42(1), 11-26.
- Kolesarić, V. i Tomašić Humer, J. (2016). *Veličina učinka*. Osijek: Filozofski fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Kurtz-Costes, B., Rowley, S. J., Harris-Britt, A. i Woods, T. A. (2008). Gender stereotypes about mathematics and science and self-perceptions of ability in late childhood and early adolescence. *Merrill-Palmer Quarterly*, 54(3), 386–409.
- Kuusela, H. i Paul, P. (2000). A comparison of concurrent and retrospective verbal protocol analysis. *The American journal of psychology*, 113(3), 387.
- Leahey, E. i Guo, G. (2001). Gender differences in mathematical trajectories. *Social forces*, 80(2), 713-732.

- Levine, S. C., Jordan, N. C. i Huttenlocher, J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal of experimental child psychology*, 53(1), 72-103.
- Li, Y. (2002). *Detecting differences in item response as a function of item characteristics*. Neobjavljeni magistarski rad. Madison: University of Wisconsin.
- Li, Y., Cohen, A. S. i Ibarra, R. A. (2004). Characteristics of mathematics items associated with gender DIF. *International Journal of Testing*, 4(2), 115-136.
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L. i Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123-1135.
- Ljubotina, D. (2000). *Usporedba psihometrijskih karakteristika kompozitnih testova konstruiranih u sklopu klasične teorije i teorije odgovora na zadatke*. Doktorski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet.
- Ljubotina, D. (2011). Novi testovi kognitivnih sposobnosti i njihova psihometrijska validacija [usmeno izlaganje]. U: D. Čorkalo Biruški i T. Vukasović (ur.), 20. *Dani Ramira i Zorana Bujasa* (str. 47). Zagreb: Naklada Slap.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Ashburner, C. D., Frackowiak, R. S. J. i Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 97, 4398–4403.
- Maller, S. J. i Pei, L. K. (2017). Best Practices in Detecting Bias in Cognitive Tests. U: R. S. McCallum (Ur.), *Handbook of Nonverbal Assessment* (str. 21-37). New York: Springer.
- Mantel, N. i Haenszel, W. (1959). Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *Journal of the National Cancer Institute*, 22, 719–748.
- Masters, M. S. i Sanders, B. (1993). Is the gender difference in mental rotation disappearing? *Behavioral Genetics*, 23, 337–41.
- Mendes-Barnett, S. i Ercikan, K. (2006). Examining sources of gender DIF in mathematics assessments using a confirmatory multidimensional model approach. *Applied Measurement in Education*, 19, 289–304.

- Miller, D. I. i Halpern, D. F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends in cognitive sciences*, 18(1), 37-45.
- Miller, K., Chepp, V., Willson, S. i Padilla, J. L. (Ur.). (2014). *Cognitive interviewing methodology*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Ministarstvo kulture i prosvjete. (1994). *Nastavni program za gimnazije*. Zagreb: Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. (2010). *Pravilnik o polaganju državne mature*. Zagreb: Narodne novine.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. (2011). *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. i Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. i Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I., Martin, M., Kennedy, A. i Foy, P. (2007). *PIRLS 2006 international report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja. (2010). *Ispitni katalog iz predmeta Matematika za državnu maturu u školskoj godini 2010./2011*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Nagy, G., Watt, H. M. G., Eccles, J. S., Trautwein, U., Lüdtke, O. i Baumert, J. (2010). The Development of Students' Mathematics Self-Concept in Relation to Gender: Different Countries, Different Trajectories? *Journal of Research on Adolescence*, 20(2) 482-506.
- Nandakumar, R. (1993), Simultaneous DIF Amplification and Cancellation: Shealy-Stout's Test for DIF. *Journal of Educational Measurement*, 30(4), 293–311.

- Nosek, B. A., Smyth, F. L., Sriram, N., Lindner, N. M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y., Bergh, B., Cai, H., Gonsalkorale, K., Kesebir, S., Maliszewski, N., Neto, F., Olli, E., Park, J., Schnabel, K., Shiomura, K., Tulbure, B. T., Wiers, R., Somogyi, M., Akrami, N., Ekehammar, B., Vianello, M., Banaji, M. R., i Greenwald, A. G. (2009). National differences in gender–science stereotypes predict national seks differences in science and math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 10593-10597.
- Nugent, W. R. (2017). Understanding DIF and DTF: Description, Methods, and Implications for Social Work Research. *Journal of the Society for Social Work and Research*, 8(2), Advance online publication.
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Paris: OECD.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD.
- Oshima, T. C. i Morris, S. B. (2008). Raju's differential functioning of items and tests (DFIT). *Educational Measurement: Issues and Practice*, 27(3), 43-50.
- Osterlind, S. J. (1983). *Test item bias*. Beverly Hills: Sage.
- Pavlin-Bernardić, N., Vlahović-Štetić, V. i Mišurac Zorica, I. (2010). Studentski i učiteljski stavovi i uvjerenja o matematici. *Odgojne znanosti*, 12(2), 385-397.
- Plante, I., de la Sablonnière, R., Aronson, J. M. i Théorêt, M. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: The role of competence beliefs and task values. *Contemporary Educational Psychology*, 38(3), 225–235.
- Posner, M. I. i Raichle, M. E. (1994). *Images of Mind*. Scientific American Books.
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R. i Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146-159.

- Provalis Research. (2016). QDA Miner Lite v2.0. [Računalni program]. Preuzeto 10. ožujka 2017. s: <http://provalisresearch.com/products/qualitative-data-analysis-software/freeware/>
- Reckase, M. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York: Springer.
- Ridgeway, C. L. i Correll, S. J. (2004). Unpacking the gender system a theoretical perspective on gender beliefs and social relations. *Gender & society*, 18(4), 510-531.
- Ristić Dedić, Z. i Jokić, B. (2013). *Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz matematike 2009./10. – 2011./12. Izvršni sažetak*. Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Roussos, L. A., Schnipke, D. L. i Pashley, P. J. (2000). *A formulation of the Mantel-Haenszel differential item functioning parameter with practical implications*. (LSAC Statistical Report 96-03). Law School Admission Council: Newtown, PA.
- Roussos, L. i Stout, W. (1996a). A Multidimensionality-Based DIF Analysis Paradigm. *Applied Psychological Measurement*, 20(4), 355–371.
- Roussos, L. A. i Stout, W. (1996b). Simulation studies of the effects of small sample size and studied item parameters on SIBTEST and Mantel-Haenszel Type I error performance. *Journal of Educational Measurement*, 33, 215-230.
- Rovan, D., Pavlin-Bernardić, N. i Vlahović-Štetić, V. (2013). Struktura motivacijskih uvjerenja u matematici i njihova povezanost s obrazovnim ishodima. *Društvena istraživanja*, 22(3), 475-495.
- Royer, J. M. i Garofoli, L. M. (2005). Cognitive contributions to sex differences in math performance. U: A. M. Gallagher i J. C. Kaufman (Ur.), *Gender differences in mathematics* (str. 99–120). New York: Cambridge University Press.
- Schmitt, A. P., Holland, P. W. i Dorans, N. J. (1993). Evaluating hypotheses about differential item functioning. U: P. W. Holland i H. W. Wainer (Ur.), *Differential item functioning* (str. 281-315). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Shealy, R. i Stout, W. (1993). A model-based standardization approach that separates true bias/DIF from group ability differences and detects test bias/DIF as well as item bias/DIF. *Psychometrika*, 58, 159-194.
- Sherry D. F., Jacobs L. F. i Gaulin S. J. (1992). Spatial memory and adaptive specialization of the hippocampus. *Trends in Neurosciences*, 15, 298–303.
- Skaalvik, S. i Skaalvik, E. M. (2004). Gender differences in math and verbal self-concept, performance expectations, and motivation. *Sex Roles*, 50(3-4), 241-252.
- Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens. A, Engel, M., Susperreguy, M. I. i Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychological Science*, 23, 691–697.
- Silverman, I. i Eals, M. (1992). Sex differences in spatial abilities: Evolutionary theory and data. U: J. H. Barkows, L. Cosmides i J. Tooby (Ur.), *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture* (str. 531-549). New York: Oxford Press.
- Simpson, E. H. (1951). The Interpretation of Interaction in Contingency Tables. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 13(2), 238-241.
- Smith, J. L., Sansone, C. i White, P. H. (2007). The stereotyped task engagement process: The role of interest and achievement motivation. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 99.
- Spencer, S. J., Steele, C. M. i Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of experimental social psychology*, 35(1), 4-28.
- Steinmayr, R. i Spinath, B. (2008). Sex differences in school achievement: What are the roles of personality and achievement motivation. *European Journal of Personality*, 22, 185–209.
- Stout, W. (2001). *Dimensionality-based DIF/DBF package: SIBTEST, Poly-SIBTEST, Crossing SIBTEST, DIFSIM, DIFCOMP, IRT-Based Educational and Psychological Measurement Software*. Champaign, IL: The William Stout Institute for Measurement.

- Stout, W., Bolt, D., Froelich, A.G., Habing, B., Hartz, S. i Roussos, L. (2003). *Development of a SIBTEST Bundle Methodology for Improving Test Equity with Applications for GRE Test Development. Graduate Record Exam Board Report No. 98-15P, Educational Testing Service Report 03-06*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Swanson, H. L. i Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 471.
- Šabić, J. (2014). Usporedba rezultata pristupnika iz različitih dijalektalnih regija na zadacima vezanim uz tekstove pisane čakavskim narječjem na ispitu državne mature iz Hrvatskog jezika. *Suvremena psihologija*, 17(1), 21-34.
- Šabić, J. (2016). Understanding the Country's Underachievement in International Assessment: Differential Item and Bundle Functioning Approach. *Cadmo*, 24(1), 5-19.
- Šabić, J., Ćurković, N. i Buljan Culej, J. (2010). *Psihometrijska analiza ispita državne mature. Školska godina 2009. / 2010*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Šabić, J., Ćurković, N. i Tretinjak, I. (2011). *Statistička i psihometrijska analiza ispita državne mature. Školska godina 2009. / 2010*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Štibrić, M. (2013). *Uloga komponenti modela radnog pamćenja u rješavanju problemskih matematičkih zadataka. Doktorski rad*. Zagreb: Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Tsui, M., Xu, X. Y. i Venator, E. (2011). Gender, stereotype threat and mathematics test scores. *Journal of Social Sciences*, 7, 538-549.
- Tully, D. D. i Jacobs, B. B. (2010). Effects of single-gender mathematics classrooms on self-perception of mathematical ability and post secondary engineering paths: an Australian case study. *European Journal of Engineering Education*, 35(4), 455-467.

- Van den Haak, M. J., De Jong, M. D. T. i Schellens, P. J. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & information technology*, 22(5), 339-351.
- Vanduffel, W., Fize, D., Peuskens, H., Denys, K., Sunaert, S., Todd, J. T. i Orban, G. A. (2002). Extracting 3D from motion: Differences in human and monkey intraparietal cortex. *Science*, 298, 413–415.
- Van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J. G., Frijda, N. H. i Van de Poll, N. E. (1994). Activating effects of androgens on cognitive performance: Causal evidence in a group of female-to-male transsexuals. *Neuropsychologia*, 32, 1153–1157.
- Van Goozen, S. H. M., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J. G., Frijda, N. H. i Van de Poll, N. E. (1995). Gender differences in behaviour: Activating effects of cross-sex hormones. *Psychoneuroendocrinology*, 20, 343–363.
- van Someren, M., Barnard, Y. i Sandberg, J. (1994). *Think-Aloud Method, a Practical Guide to Modelling Cognitive Processes*. London, Academic Press.
- Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K. i Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409-426.
- Voyer, D. i Voyer, S. D. (2014). *Gender Differences in Scholastic Achievement: A Meta-Analysis*. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1174-1204.
- Vrugt, A., Oort, F. J. i Waardenburg, L. (2009). Motivation of men and women in mathematics and language. *International Journal of Psychology*, 44(5), 351-359.
- Wainer, H., Sireci, S. G. i Thissen, D. (1991). Differential Testlet Functioning: Definitions and Detection. *Journal of Educational Measurement*, 28(3), 197-219.
- Walker, C. M., Zhang, B., Banks, K. i Cappaert, K. (2012). Establishing Effect Size Guidelines for Interpreting the Results of Differential Bundle Functioning Analyses Using SIBTEST. *Educational and Psychological Measurement*, 72(3) 415–434.

- Watt, H. M. (2004). Development of adolescents' self-perceptions, values, and task perceptions according to gender and domain in 7th-through 11th-grade Australian students. *Child development, 75*(5), 1556-1574.
- Watt, H. M. G. (2006). The role of motivation in gendered educational and occupational trajectories related to math. *Educational Research and Evaluation, 12*(4), 305-322.
- Watt, H. M. G. (2008). A latent growth curve modeling approach using an accelerated longitudinal design: The ontogeny of boys' and girls' talent perceptions and intrinsic values through adolescence. *Educational Research and Evaluation, 14*(4), 287-304.
- Wei W., Yuan, H., Chen, C. i Zhou, X. (2012). Cognitive correlates of performance in advanced mathematics. *British Journal of Educational Psychology, 82*, 157-181.
- Wiggins, G. (1998). *Educative Assessment. Designing Assessments To Inform and Improve Student Performance*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Willis, G. B. (2015). *Analysis of the cognitive interview in questionnaire design*. Oxford: Oxford University Press.
- Zhang, M. (2009). *Gender related differential item functioning in mathematics tests: a meta-analysis*. Washington: Washington State University, College of Education.
- Zumbo, B. D. (1999). *A Handbook on the Theory and Methods of Differential Item Functioning (DIF): Logistic Regression Modeling as a Unitary Framework for Binary and Likert-Type (Ordinal) Item Scores*. Ottawa, ON: Directorate of Human Resources Research and Evaluation, Department of National Defense.
- Zwick, R. (2012). *A Review of ETS Differential Item Functioning Assessment Procedures: Flagging Rules, Minimum Sample Size Requirements, and Criterion Refinem* (ETS Research Report, RR-12-08). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

PRILOZI

PRILOG 1. PRIMJERI ZADATAKA IZ ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU KLASIFICIRANIH U KATEGORIJE TSMZ

1. Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina

Zadatak 10. iz 2010. godine:

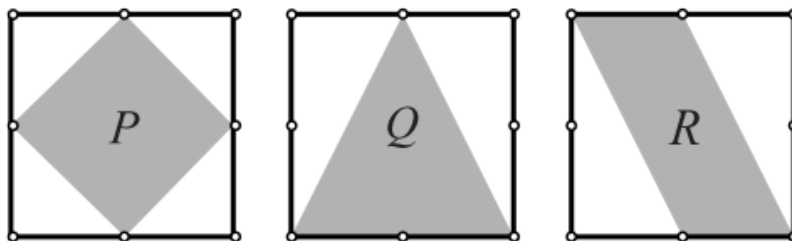
Uz koji uvjet za realni broj $m \neq 0$ jednadžba $m \sin x - 1 = 0$ ima rješenja?

- A. $m \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$
- B. $m \in \mathbf{R} \setminus [-1, 1]$
- C. $m \in \mathbf{R} \setminus \langle -1, 1 \rangle$
- D. $m \in [-1, 1] \setminus \{0\}$

2. Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje

Zadatak 7. iz 2010. godine:

Na slikama su tri sukladna kvadrata s označenim polovištima stranica.



Koji odnos vrijedi za površine P , Q , R osjenčanih likova?

- A. $P < Q = R$
- B. $P < Q < R$
- C. $P = Q < R$
- D. $P = Q = R$

3. Verbalni problemi

Zadatak 6. iz 2011. godine:

Od 28.8 kg konca može se satkati 36 m platna širine 160 cm.
Koliko je kilograma konca potrebno za 40 m platna širine 120 cm?

- A. 20.8 kg
- B. 24 kg
- C. 26.2 kg
- D. 28 kg

4. Zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama

Zadatak 24.2. iz 2011. godine:

Zadan je aritmetički niz 97, 93, 89, 85,...

Odredite zbroj svih pozitivnih članova toga niza.

Odgovor: _____

5. Zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama

Zadatak 29.1. iz 2011. godine:

Zadana je funkcija $f(x) = x^3 - 3x^2$.

Odredite nultočke funkcije i koordinate točke T grafa kojoj je apscisa 1.

Odgovor:

nultočke: _____

točka: $T(\underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}})$

6. Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje

Zadatak 1. iz 2010. godine:

Koja je od navedenih tvrdnji istinita?

A. $-1.5 \in \mathbf{Z}$

B. $\sqrt{2} \in \mathbf{Q}$

C. $\frac{1}{2} \in \mathbf{R}$

D. $\pi \in \mathbf{N}$

7. Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese

Zadatak 3. iz 2010. godine:

Koje je rješenje jednadžbe $x - [3x - (5 + x)] - 8 = 3(x + 2) - 1$?

A. -3

B. -2

C. $\frac{3}{2}$

D. $\frac{4}{3}$

PRILOG 2. SPECIFIKACIJA ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ
MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE

Zad	Rb	Godina	Područje	Mod	Tip zadatka	Kognitivna razina	Maksimalni broj bodova	TSMZ
1	1	2010	Brojevi i algebra	NE	VI	1	1	6
2	2	2010	Brojevi i algebra	NE	VI	1	1	5, 1
3	3	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	VI	1	1	7, 5
4	4	2010	Geometrija	NE	VI	2	1	5, 6
5	5	2010	Geometrija	NE	VI	2	1	5, 2
6	6	2010	Funkcije	DA	VI	2	1	4, 3
7	7	2010	Geometrija	NE	VI	2	1	2
8	8	2010	Funkcije	NE	VI	2	1	6, 5
9	9	2010	Geometrija	NE	VI	2	1	2, 6
10	10	2010	Brojevi i algebra	NE	VI	2	1	1, 5, 6
11	11	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	VI	2	2	5, 1
12	12	2010	Geometrija	NE	VI	2	2	2
13	13	2010	Brojevi i algebra	NE	VI	2	2	5
14	14	2010	Geometrija	NE	VI	2	2	7, 6
15	15	2010	Funkcije	NE	VI	3	2	1, 4, 6
16	16	2010	Brojevi i algebra	NE	KO	1	1	7, 1
17	17	2010	Funkcije	NE	KO	2	1	2
18.1	18	2010	Geometrija	NE	KO	1	1	7, 5
18.2	19	2010	Geometrija	NE	KO	2	1	2, 4
19.1	20	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	1	1	6, 5
19.2	21	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	6, 5, 7
20.1	22	2010	Brojevi i algebra	NE	KO	2	1	7
20.2	23	2010	Brojevi i algebra	NE	KO	2	1	2
21.1	24	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	DA	KO	2	1	3, 5
21.2	25	2010	Jednadžbe i	DA	KO	2	1	3, 5

Zad	Rb	Godina	Područje	Mod	Tip zadatka	Kognitivna razina	Maksimalni broj bodova	TSMZ
			nejednadžbe					
22.1	26	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	2, 5, 7
22.2	27	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	5, 7
23.1	28	2010	Funkcije	NE	KO	1	1	5, 6
23.2	29	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	4, 6
24.1	30	2010	Funkcije	NE	KO	1	1	5, 6
24.2	31	2010	Funkcije	NE	KO	2	1	6, 5
25.1	32	2010	Geometrija	NE	KO	1	1	5
25.2	33	2010	Geometrija	NE	KO	2	1	2
25.3	34	2010	Geometrija	NE	KO	2	1	2
26	35	2010	Brojevi i algebra	DA	KO	2	2	3, 5
27	36	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	2	7, 5
28.1	37	2010	Funkcije	DA	KO	1	1	3
28.2	38	2010	Jednadžbe i nejednadžbe	DA	KO	2	1	3
28.3	39	2010	Brojevi i algebra	DA	KO	2	1	7
29.1	40	2010	Funkcije	NE	PO	2	3	5, 7
29.2	41	2010	Funkcije	NE	PO	2	1	5
29.3	42	2010	Funkcije	NE	PO	2	2	5
29.4	43	2010	Funkcije	NE	PO	2	2	5, 7
29.5	44	2010	Funkcije	NE	PO	2	2	2, 5
30	45	2010	Geometrija	DA	PO	3	4	2, 4
1	1	2011	Brojevi i algebra	NE	VI	1	1	2, 5
2	2	2011	Brojevi i algebra	NE	VI	1	1	7, 5
3	3	2011	Brojevi i algebra	DA	VI	2	1	3
4	4	2011	Brojevi i algebra	NE	VI	2	1	5
5	5	2011	Geometrija	NE	VI	2	1	2, 5
6	6	2011	Brojevi i algebra	DA	VI	2	1	3, 5

Zad	Rb	Godina	Područje	Mod	Tip zadatka	Kognitivna razina	Maksimalni broj bodova	TSMZ
7	7	2011	Funkcije	NE	VI	1	1	2
8	8	2011	Geometrija	NE	VI	2	1	6, 3
9	9	2011	Brojevi i algebra	NE	VI	2	1	7
10	10	2011	Geometrija	NE	VI	2	1	2, 5
11	11	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	VI	2	2	6, 7
12	12	2011	Funkcije	NE	VI	2	2	6, 5
13	13	2011	Geometrija	NE	VI	2	2	5, 2
14	14	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	VI	2	2	7, 5
15	15	2011	Funkcije	DA	VI	2	2	3, 7
16	16	2011	Brojevi i algebra	NE	KO	1	1	5, 3
17	17	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	7, 5
18.1	18	2011	Brojevi i algebra	DA	KO	2	1	3
18.2	19	2011	Brojevi i algebra	DA	KO	2	1	3
19.1	20	2011	Geometrija	NE	KO	1	1	2
19.2	21	2011	Geometrija	NE	KO	2	1	6, 5
20.1	22	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	1	1	7
20.2	23	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	7
21.1	24	2011	Geometrija	NE	KO	1	1	2
21.2	25	2011	Geometrija	NE	KO	2	1	4, 2
22.1	26	2011	Funkcije	NE	KO	2	1	5, 7
22.2	27	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	1	5
23.1	28	2011	Geometrija	NE	KO	2	1	5, 2
23.2	29	2011	Geometrija	NE	KO	2	1	5, 2
24.1	30	2011	Funkcije	NE	KO	1	1	5, 7
24.2	31	2011	Funkcije	NE	KO	2	1	4
25.1	32	2011	Funkcije	DA	KO	1	1	7
25.2	33	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	DA	KO	2	1	7

Zad	Rb	Godina	Područje	Mod	Tip zadatka	Kognitivna razina	Maksimalni broj bodova	TSMZ
25.3	34	2011	Funkcije	DA	KO	2	1	3, 7
26	35	2011	Geometrija	NE	KO	2	2	2
27	36	2011	Jednadžbe i nejednadžbe	NE	KO	2	2	7
28.1	37	2011	Brojevi i algebra	DA	KO	2	1	3
28.2	38	2011	Brojevi i algebra	DA	KO	1	1	3, 7
28.3	39	2011	Brojevi i algebra	DA	KO	1	1	5, 3
29.1	40	2011	Funkcije	NE	PO	2	3	5, 7
29.2	41	2011	Funkcije	NE	PO	1	1	5, 6
29.3	42	2011	Funkcije	NE	PO	2	2	5, 6
29.4	43	2011	Funkcije	NE	PO	2	2	5
29.5	44	2011	Funkcije	NE	PO	2	2	2, 5
30	45	2011	Funkcije	NE	PO	3	4	2, 4, 6, 7

Legenda:

Zad – zadatak; Rb – redni broj zadatka; Mod – modeliranje; VI – višestruki izbor, KO – kratki odgovor, PO – prošireni odgovor; kognitivne razine: 1 – poznavanje osnovnih činjenica i postupaka, 2 – jednostavnije povezivanje, 3 – viši kognitivni procesi; kategorije TSMZ: 1 - zadaci koje je moguće riješiti na nekoliko različitih načina, 2 - zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, 3 - verbalni problemi, 4 - zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, 5 - zadaci koji zahtijevaju primjenu rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, 6 - zadaci koji zahtijevaju dosjećanje, 7 - zadaci koji zahtijevaju simboličke procese. Najslijednija kategorija za zadatak navedena je prva u ćeliji.

PRILOG 3. PSIHOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE ZADATAKA ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE

Zadatak	Redni broj zadatka	Godina	% OG	KD OG	% OG - M	% OG - Ž	% PMG	KD PMG	% PMG - M	% PMG - Ž	omjeri Mantela i Haenszela		SIBTEST / Poly-SIBTEST	
											$\widehat{\alpha}_{MH}$ OG	$\widehat{\alpha}_{MH}$ PMG	$\widehat{\beta}$ OG	$\widehat{\beta}$ PMG
1	1	2010	80	0,20	81	79	87	0,30	89	83	1,11	1,39	0,02	0,03
2	2	2010	84	0,23	87	83	89	0,29	91	87	1,27	1,42	0,03*	0,03
3	3	2010	97	0,10	97	98	98	0,10	99	98	0,70	1,38	-0,01	0,01
4	4	2010	80	0,29	79	81	88	0,27	89	87	0,77	1,11	-0,04**	0,01
5	5	2010	86	0,32	86	87	94	0,28	94	93	0,78	1,01	-0,03*	-0,01
6	6	2010	85	0,04	92	80	90	0,06	94	85	2,75**	2,53*	0,12**	0,08**
7	7	2010	65	0,18	72	61	79	0,32	82	74	1,59**	1,44	0,11**	0,06**
8	8	2010	85	0,31	84	86	91	0,33	92	90	0,74	1,04	-0,03**	0,00
9	9	2010	66	0,17	69	65	72	0,27	73	69	1,20	1,13	0,04*	0,02
10	10	2010	70	0,27	70	70	81	0,36	82	79	0,95	1,04	-0,01	0,00
11	11	2010	39	0,34	40	39	58	0,52	60	54	0,96	1,04	-0,02	0,01
12	12	2010	78	0,34	79	78	84	0,41	85	83	0,92	1,03	-0,02	0,00
13	13	2010	60	0,30	58	61	71	0,45	69	72	0,81	0,69	-0,08*	-0,14**
14	14	2010	50	0,31	51	49	68	0,46	70	64	1,04	1,17	0,03	0,06
15	15	2010	16	0,16	17	15	32	0,45	36	25	1,17	1,57	0,04	0,16**
16	16	2010	83	0,25	83	83	88	0,26	89	87	0,93	0,98	-0,01	0,00
17	17	2010	79	0,27	84	75	90	0,29	92	89	1,71*	1,18	0,08**	0,02
18.1	18	2010	74	0,43	75	73	89	0,43	90	87	1,01	1,16	0,00	0,00
18.2	19	2010	37	0,44	39	35	59	0,50	63	53	1,15	1,34	0,02	0,05*
19.1	20	2010	90	0,19	89	90	93	0,25	93	93	0,84	0,91	-0,02	-0,01
19.2	21	2010	75	0,36	74	77	87	0,42	88	85	0,74	1,01	-0,05**	-0,01

Zadatak	Redni broj zadatka	Godina	% OG	KD OG	% OG - M	% OG - Ž	% PMG	KD PMG	% PMG - M	% PMG - Ž	omjeri Mantela i Haenszela		SIBTEST / Poly-SIBTEST	
											$\widehat{\alpha}_{MH}$ OG	$\widehat{\alpha}_{MH}$ PMG	$\hat{\beta}$ OG	$\hat{\beta}$ PMG
20.1	22	2010	49	0,42	45	51	67	0,48	65	70	0,68*	0,62	-0,08**	-0,10**
20.2	23	2010	17	0,41	17	17	37	0,55	38	36	0,85	0,83	-0,02	-0,04
21.1	24	2010	87	0,28	92	83	95	0,29	96	92	2,24**	2,18	0,08**	0,04**
21.2	25	2010	81	0,28	87	77	89	0,27	91	86	1,89**	1,43	0,08**	0,03
22.1	26	2010	61	0,43	62	61	75	0,45	76	73	0,92	0,97	-0,02	-0,01
22.2	27	2010	78	0,25	78	79	85	0,27	86	83	0,87	1,06	-0,02	0,00
23.1	28	2010	58	0,34	61	56	73	0,45	75	69	1,15	1,16	0,03*	0,02
23.2	29	2010	14	0,41	13	14	31	0,53	33	28	0,79	1,05	-0,03*	-0,01
24.1	30	2010	68	0,37	72	66	81	0,42	82	80	1,23	1,01	0,04*	-0,01
24.2	31	2010	47	0,49	49	46	69	0,55	70	69	1,04	0,80	0,01	-0,05*
25.1	32	2010	78	0,36	76	78	89	0,37	90	87	0,80	1,11	-0,04*	-0,01
25.2	33	2010	44	0,43	43	46	62	0,42	66	56	0,77	1,37	-0,05**	0,05*
25.3	34	2010	34	0,46	34	34	58	0,52	59	57	0,86	0,87	-0,03	-0,05*
26	35	2010	32	0,43	44	23	54	0,59	60	43	2,84**	1,99*	0,40**	0,26**
27	36	2010	18	0,50	18	19	37	0,59	39	34	0,84	0,97	-0,04*	-0,02
28.1	37	2010	69	0,35	73	66	83	0,40	86	78	1,31	1,49	0,05**	0,04*
28.2	38	2010	89	0,30	91	88	95	0,25	95	96	1,23	0,79	0,02	-0,01
28.3	39	2010	59	0,50	55	62	80	0,51	79	80	0,59**	0,75	-0,10**	-0,05**
29.1	40	2010	61	0,54	58	62	81	0,60	81	80	0,63*	0,83	-0,23**	-0,12*
29.2	41	2010	58	0,46	56	59	76	0,49	77	76	0,74	0,87	-0,06**	-0,03
29.3	42	2010	42	0,56	40	44	62	0,64	63	61	0,71	0,85	-0,12**	-0,08*
29.4	43	2010	36	0,58	34	37	56	0,67	56	57	0,72	0,66	-0,11**	-0,16**
29.5	44	2010	29	0,60	30	28	52	0,71	54	49	0,93	0,90	-0,02	-0,05
30	45	2010	32	0,49	34	31	54	0,67	56	51	1,03	1,01	0,03	-0,01

Zadatak	Redni broj zadatka	Godina	% OG	KD OG	% OG - M	% OG - Ž	% PMG	KD PMG	% PMG - M	% PMG - Ž	omjeri Mantela i Haenszela		SIBTEST / Poly-SIBTEST	
											$\widehat{\alpha}_{MH}$ OG	$\widehat{\alpha}_{MH}$ PMG	$\widehat{\beta}$ OG	$\widehat{\beta}$ PMG
1	1	2011	93	0,14	93	93	95	0,11	95	96	0,84	0,87	-0,01	0,00
2	2	2011	96	0,18	96	96	98	0,17	98	99	0,87	0,70	-0,01	-0,01
3	3	2011	71	0,25	76	68	86	0,27	87	84	1,40	1,24	0,06**	0,02
4	4	2011	69	0,20	68	70	76	0,31	75	78	0,87	0,78	-0,03	-0,05*
5	5	2011	88	0,21	90	87	93	0,17	92	94	1,22	0,68	0,00	-0,02
6	6	2011	86	0,32	89	83	94	0,24	96	92	1,46	1,72	0,04**	0,03
7	7	2011	86	0,35	89	84	96	0,29	96	96	1,32	0,99	0,02*	0,00
8	8	2011	72	0,39	75	69	84	0,36	87	80	1,20	1,67	0,03*	0,06**
9	9	2011	88	0,28	85	90	93	0,30	92	94	0,53*	0,62	-0,06**	-0,03*
10	10	2011	43	0,31	47	40	63	0,40	65	61	1,24	1,18	0,04*	0,03
11	11	2011	48	0,19	47	49	63	0,31	63	63	0,85	0,99	-0,08*	-0,02
12	12	2011	55	0,30	55	55	69	0,41	69	69	0,89	0,92	-0,05	-0,04
13	13	2011	46	0,41	45	47	72	0,45	71	73	0,80	0,80	-0,09**	-0,08*
14	14	2011	87	0,29	86	87	91	0,32	90	93	0,73	0,60	-0,07**	-0,08**
15	15	2011	68	0,43	72	66	88	0,42	89	86	1,21	1,30	0,07*	0,03
16	16	2011	82	0,35	87	79	91	0,31	91	91	1,60*	0,95	0,05**	-0,01
17	17	2011	84	0,29	83	84	92	0,23	91	92	0,81	0,79	-0,03**	-0,02
18.1	18	2011	88	0,30	95	84	96	0,24	98	94	3,18**	3,73	0,09**	0,04**
18.2	19	2011	50	0,36	57	46	70	0,29	73	65	1,48*	1,46	0,08**	0,06**
19.1	20	2011	50	0,42	59	45	74	0,42	77	68	1,82**	1,66	0,12**	0,08**
19.2	21	2011	32	0,47	31	32	56	0,52	57	55	0,79	1,03	-0,04**	0,00
20.1	22	2011	91	0,13	90	92	94	0,18	94	94	0,78	0,89	-0,02*	0,00
20.2	23	2011	75	0,38	75	75	87	0,35	88	86	0,90	1,23	-0,02	0,01
21.1	24	2011	78	0,38	79	77	90	0,31	90	89	0,99	1,14	-0,01	0,00
21.2	25	2011	16	0,38	15	16	37	0,46	38	36	0,83	1,05	-0,03*	0,00

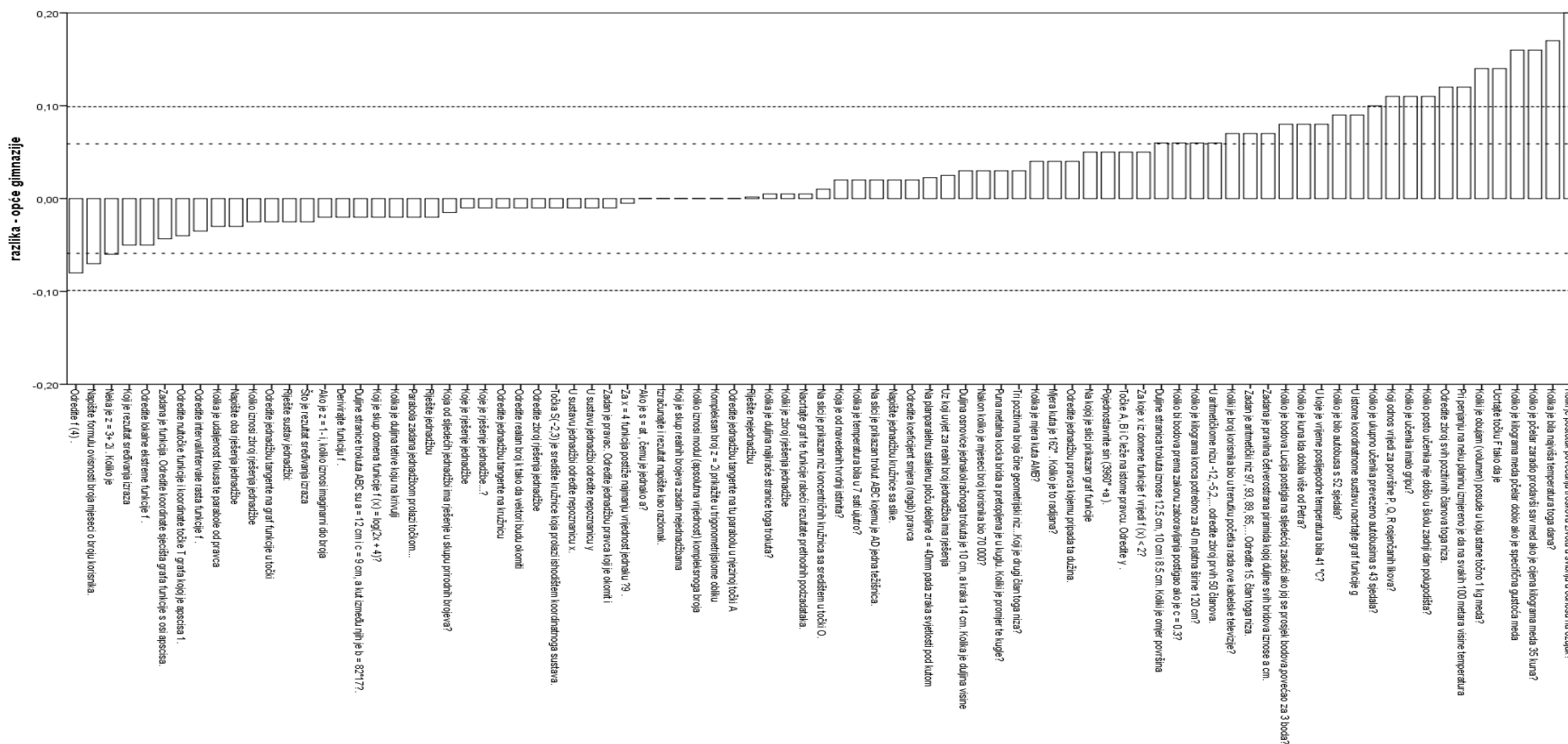
Zadatak	Redni broj zadatka	Godina	% OG	KD OG	% OG - M	% OG - Ž	% PMG	KD PMG	% PMG - M	% PMG - Ž	omjeri Mantela i Haenszela		SIBTEST / Poly-SIBTEST	
											$\widehat{\alpha}_{MH}$ OG	$\widehat{\alpha}_{MH}$ PMG	$\hat{\beta}$ OG	$\hat{\beta}$ PMG
22.1	26	2011	43	0,42	38	46	60	0,43	61	60	0,60**	1,00	-0,11**	0,00
22.2	27	2011	28	0,47	31	26	55	0,48	57	52	1,18	1,21	0,02	0,03
23.1	28	2011	57	0,45	60	55	76	0,44	77	73	1,11	1,26	0,02	0,02
23.2	29	2011	27	0,49	26	27	50	0,51	50	51	0,77	0,85	-0,04**	-0,04
24.1	30	2011	88	0,26	92	85	94	0,19	96	91	1,89*	2,36	0,06**	0,04**
24.2	31	2011	59	0,36	66	54	75	0,31	78	70	1,61**	1,61	0,10**	0,08**
25.1	32	2011	54	0,38	55	53	72	0,37	73	71	0,96	1,06	-0,01	0,01
25.2	33	2011	17	0,40	22	14	44	0,51	47	40	1,61*	1,47	0,06**	0,06**
25.3	34	2011	36	0,38	46	29	64	0,48	68	58	2,15**	1,66	0,15**	0,08**
26	35	2011	26	0,43	28	25	44	0,44	42	47	1,01	0,76	-0,01	-0,13**
27	36	2011	57	0,52	56	58	78	0,49	77	79	0,71	0,78	-0,12**	-0,08*
28.1	37	2011	75	0,36	85	69	89	0,27	92	86	2,72**	1,78	0,15**	0,05**
28.2	38	2011	73	0,35	83	67	88	0,27	90	85	2,47**	1,71	0,15**	0,05**
28.3	39	2011	73	0,39	81	67	89	0,32	91	85	2,21**	1,83	0,13**	0,05**
29.1	40	2011	85	0,46	83	87	93	0,46	92	94	0,56*	0,60	-0,20**	-0,10**
29.2	41	2011	95	0,22	95	96	98	0,22	98	98	0,81	0,63	-0,01	-0,01*
29.3	42	2011	64	0,47	60	67	73	0,45	71	77	0,58**	0,62	-0,21**	-0,16**
29.4	43	2011	39	0,51	37	40	59	0,55	57	62	0,71	0,67	-0,13**	-0,15**
29.5	44	2011	50	0,51	50	50	72	0,55	73	71	0,82	1,12	-0,08**	0,02
30	45	2011	3	0,28	3	2	16	0,47	18	14	1,17	1,46	0,01	0,14*

Legenda:

% - postotak riješenosti (kod politomnih zadataka aritmetička sredina riješenosti podijeljena maksimalnim mogućim brojem bodova i pomnožena sa 100); KD – koeficijent diskriminativnosti (vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije između uratka na zadatku i uratka na ostatku ispita); OG – opće gimnazije, PMG – prirodoslovno – matematičke gimnazije; M – mladići, Ž – djevojke; $\widehat{\alpha}_{MH}$ – vrijednost rodne razlike dobivena postupkom Mantela i Haenszela (vrijednosti veće od jedan predstavljaju razliku u smjeru mladića, a vrijednosti između nula i jedan razliku u smjeru djevojaka); $\hat{\beta}$ – vrijednost rodne razlike dobivene SIBTEST / Poly-SIBTEST postupkom (pozitivne vrijednosti razlika su u smjeru mladića, negativne u smjeru djevojaka)

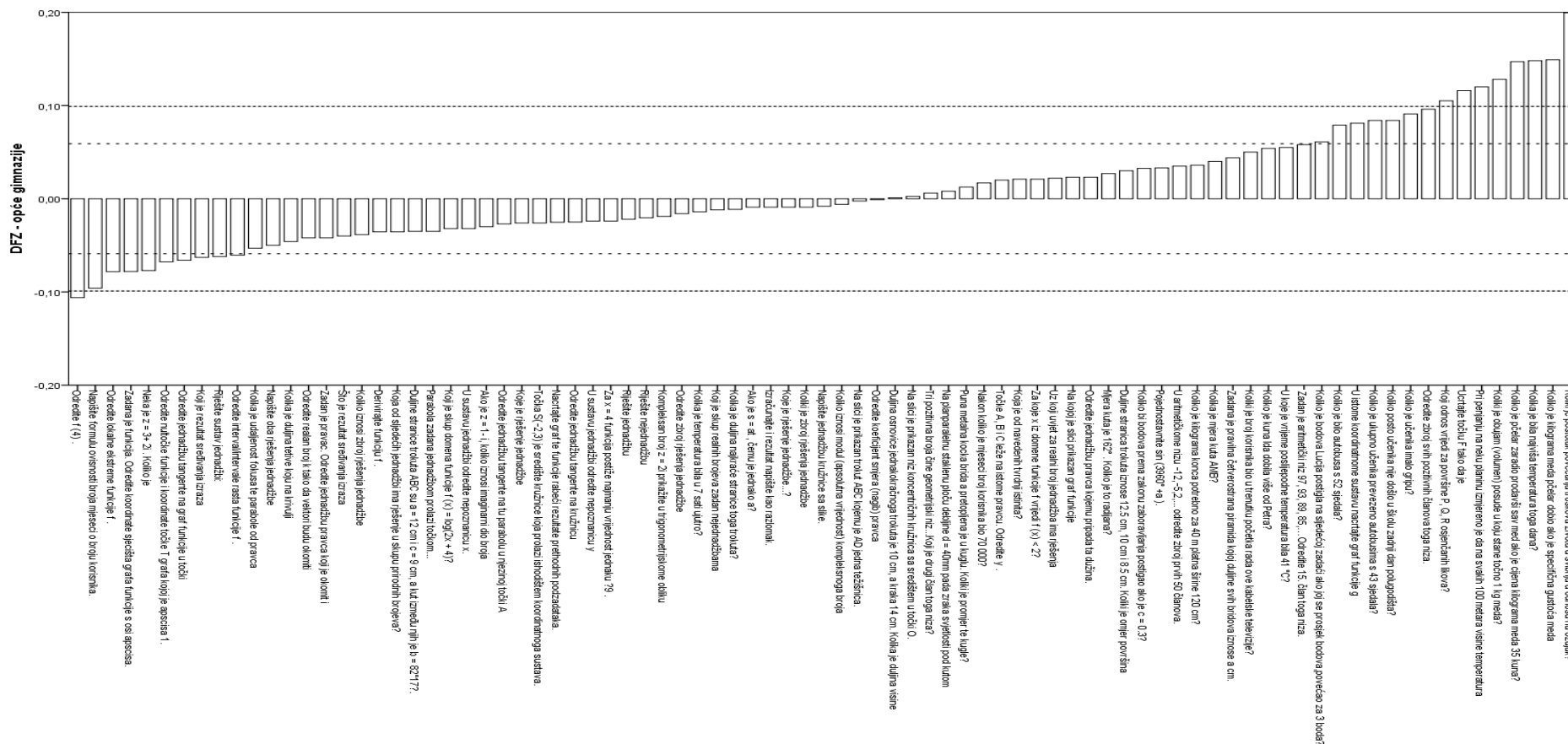
PRIOLOG 4. ZADACI ISPITA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE SORTIRANI PREMA VELIČINI RODNIH RAZLIKA

Vrijednosti razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka iz općih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)



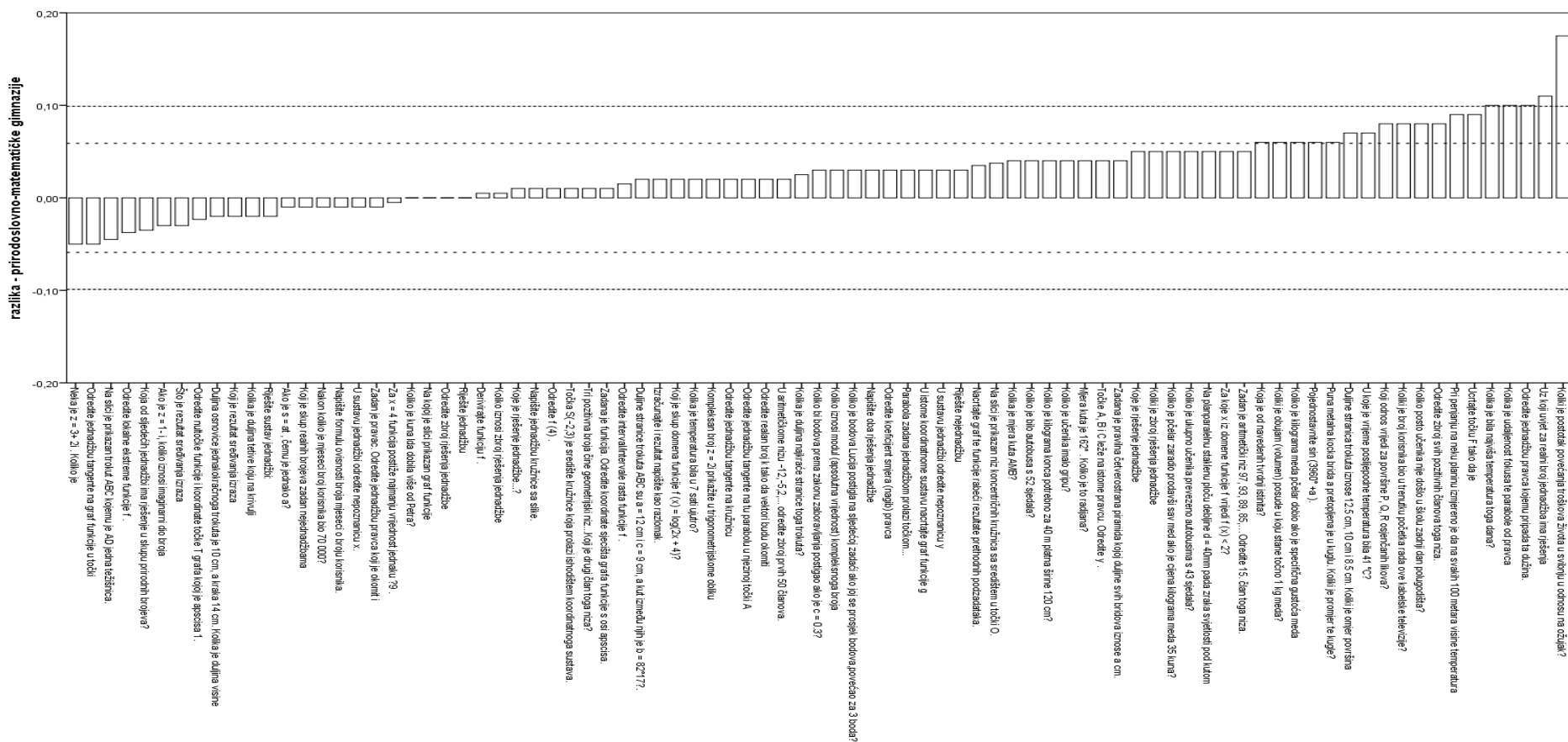
Legenda: - - - - granica srednje velike razlike (0,059); ---- - granica velike razlike (0,088); pozitivne vrijednosti označavaju razliku u smjeru mladića, a negativne u smjeru djevojaka. Vrijednosti razlika podijeljene su najvećim mogućim brojem bodova na pojedinom zadatku.

Vrijednosti rodnog diferencijalnog funkcioniranja zadataka (SIBTEST / Poly-SIBTEST) za pristupnike iz općih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)



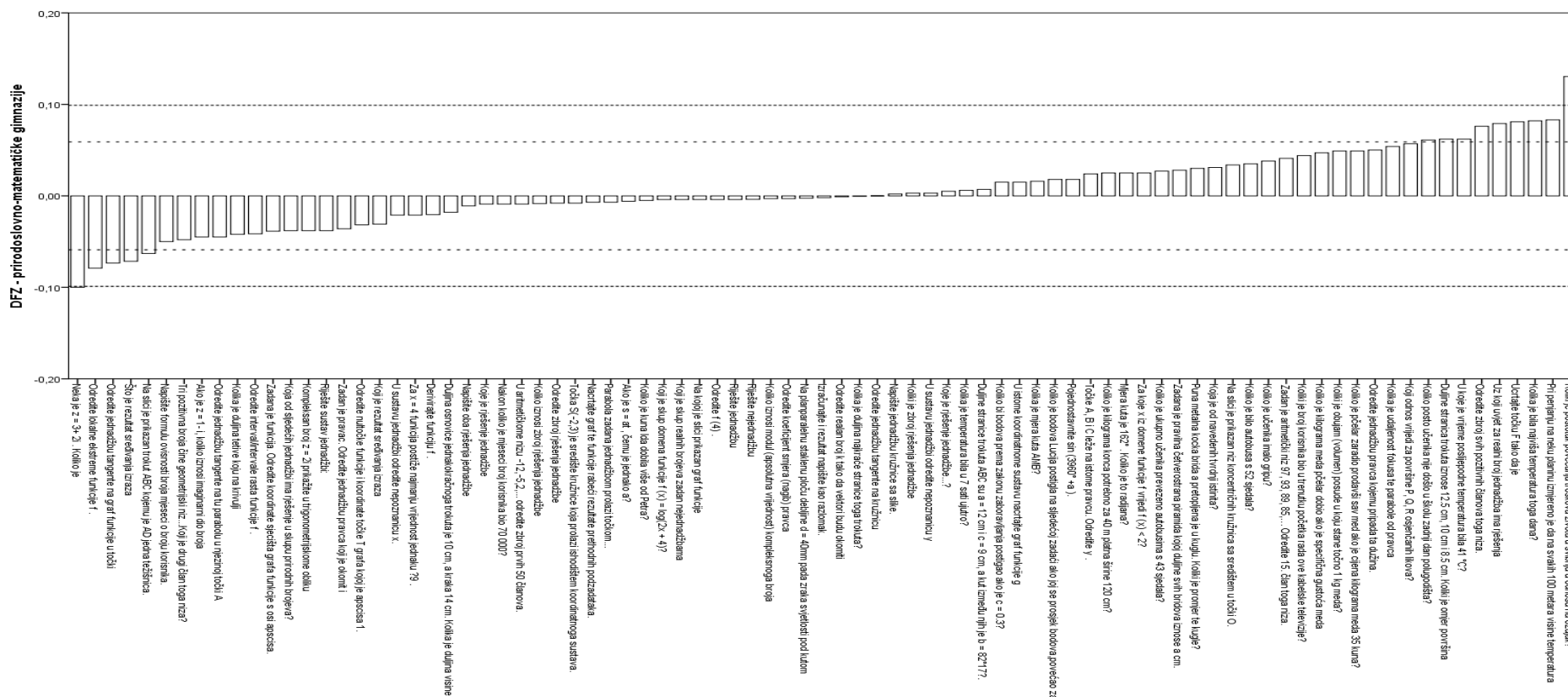
Legenda: - - - - granica srednje velike razlike (0,059); ---- - granica velike razlike (0,088); pozitivne vrijednosti označavaju razliku u smjeru mladića, a negativne u smjeru djevojaka. Vrijednosti razlika podijeljene su najvećim mogućim brojem bodova na pojedinom zadatku.

Vrijednosti razlika aritmetičkih sredina mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)



Legenda: - - - - granica srednje velike razlike (0,059); ---- - granica velike razlike (0,088); pozitivne vrijednosti označavaju razliku u smjeru mladića, a negativne u smjeru djevojaka. Vrijednosti razlika podijeljene su najvećim mogućim brojem bodova na pojedinom zadatku.

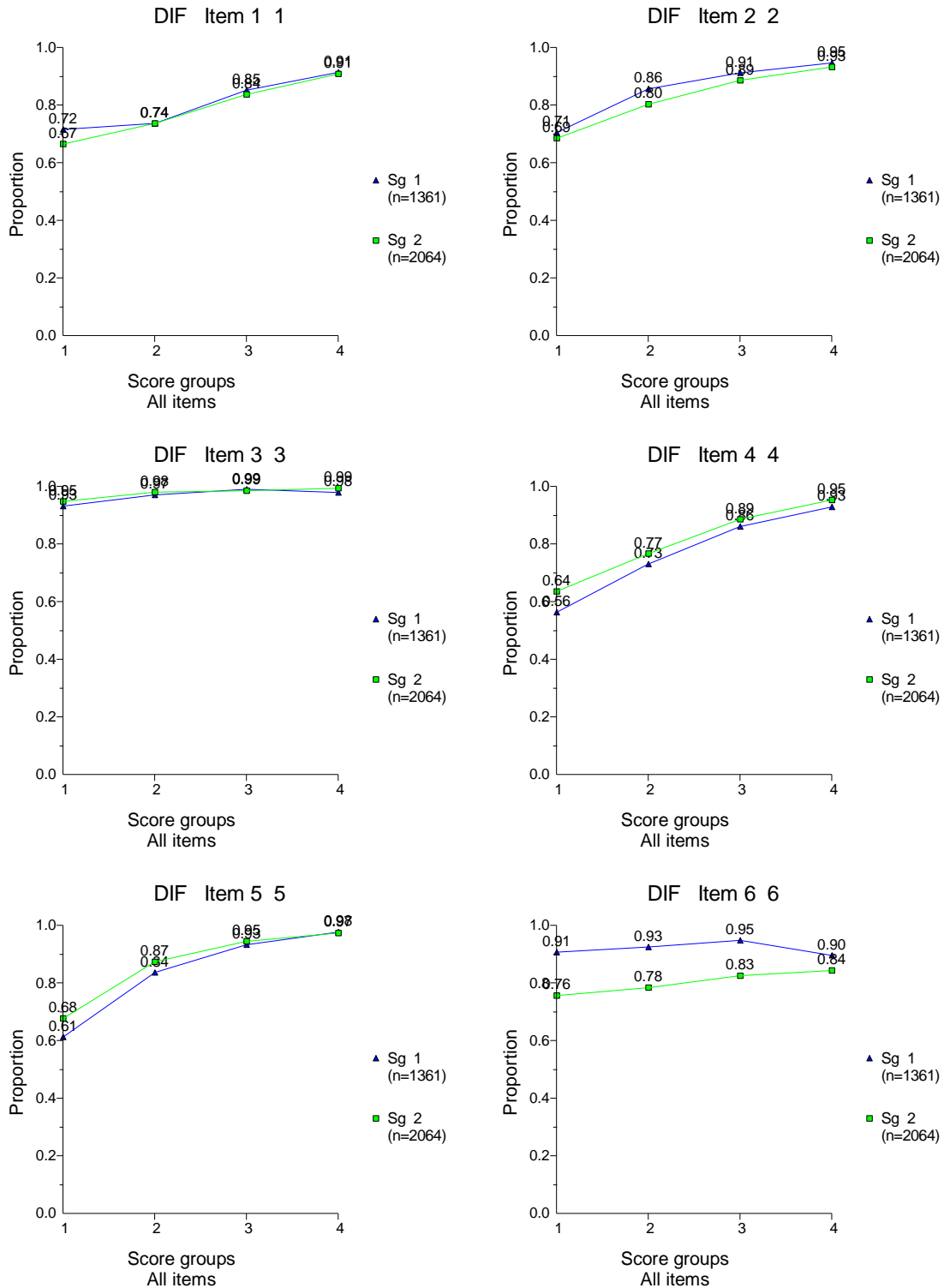
Vrijednosti rodnog diferencijalnog funkcioniranja zadataka (SIBTEST / Poly-SIBTEST) za pristupnike iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija na zadacima državne mature iz Matematike za višu razinu (školske godine 2009. / 2010. i 2010. / 2011.)

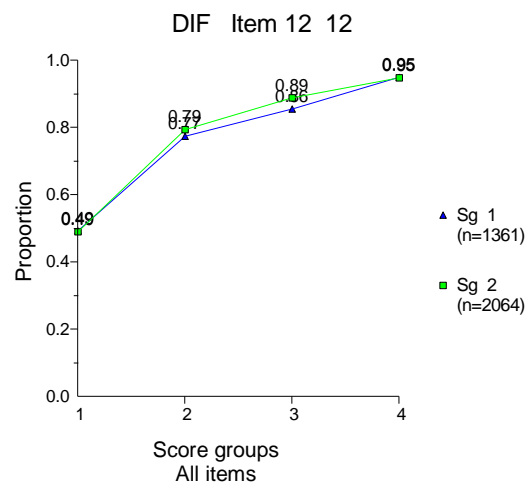
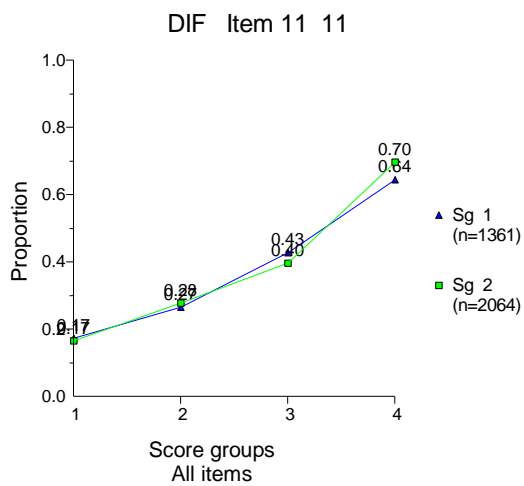
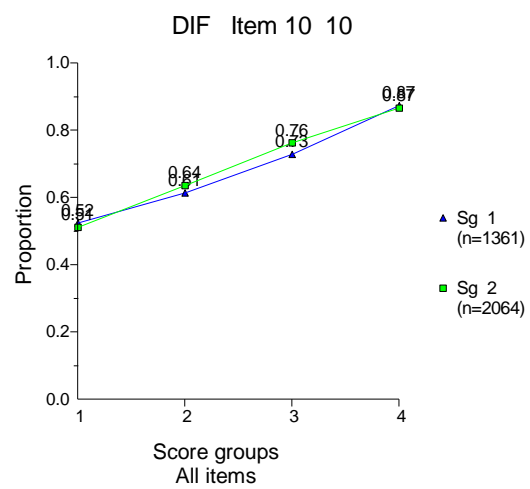
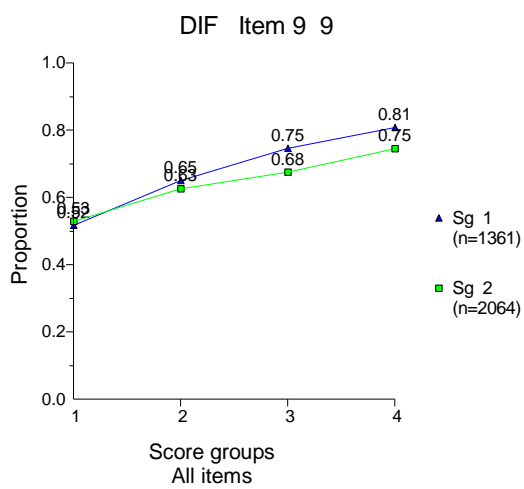
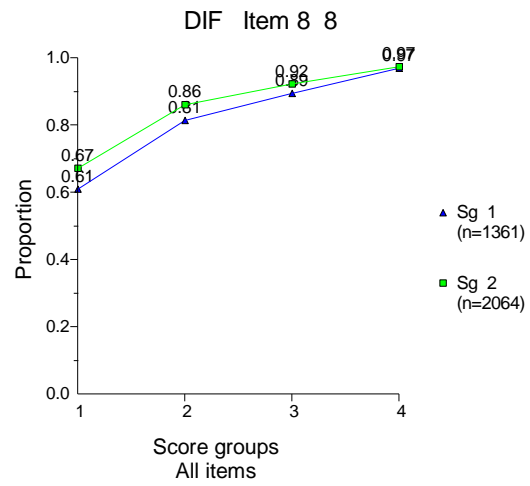
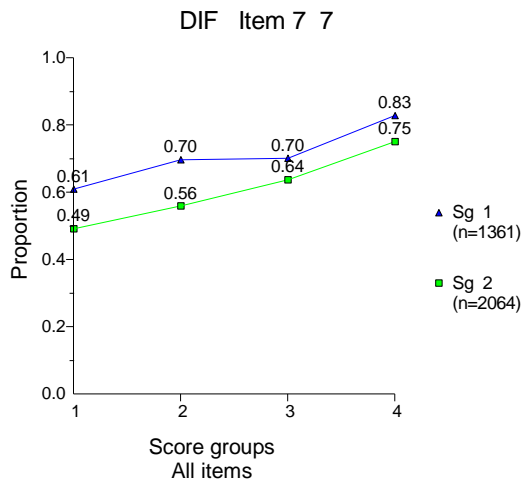


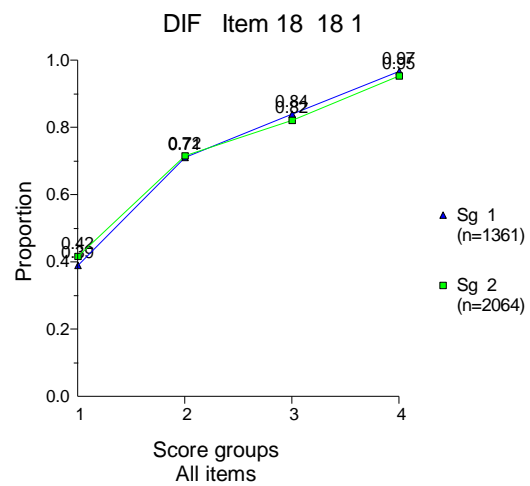
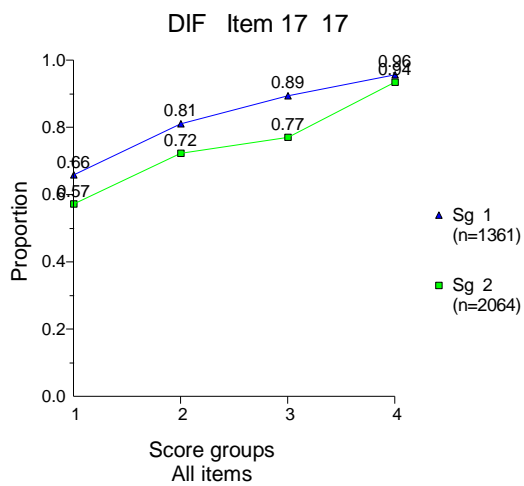
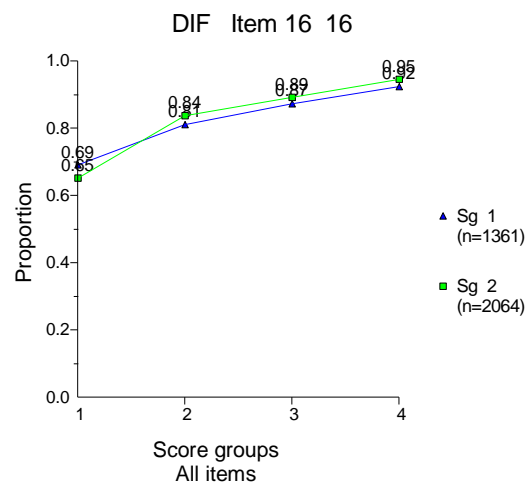
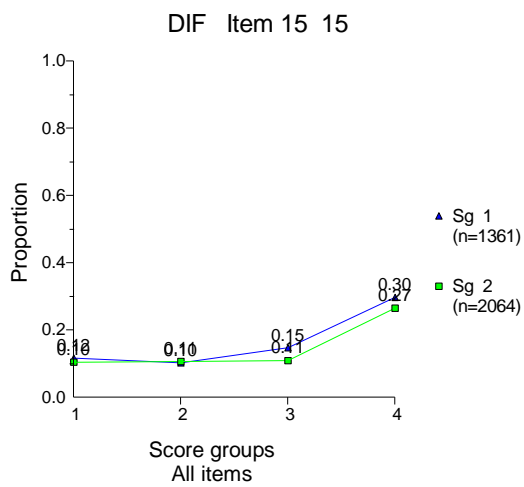
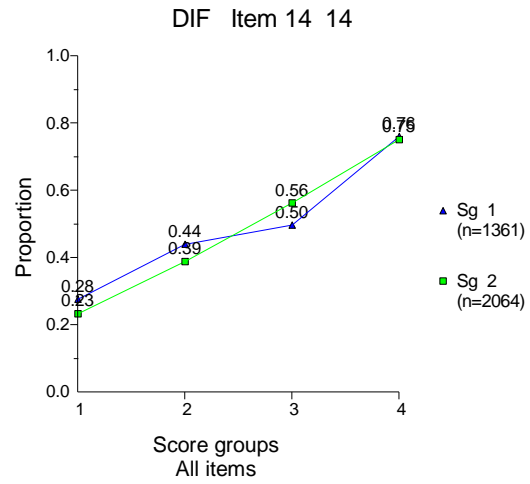
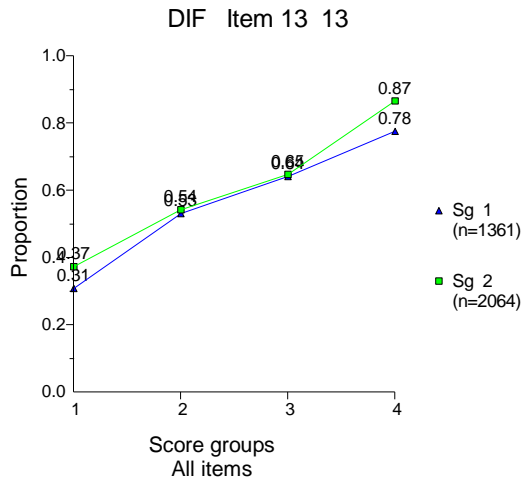
Legenda: - - - - granica srednje velike razlike (0,059); ---- - granica velike razlike (0,088); pozitivne vrijednosti označavaju razliku u smjeru mladića, a negativne u smjeru djevojaka. Vrijednosti razlika podijeljene su najvećim mogućim brojem bodova na pojedinom zadatku.

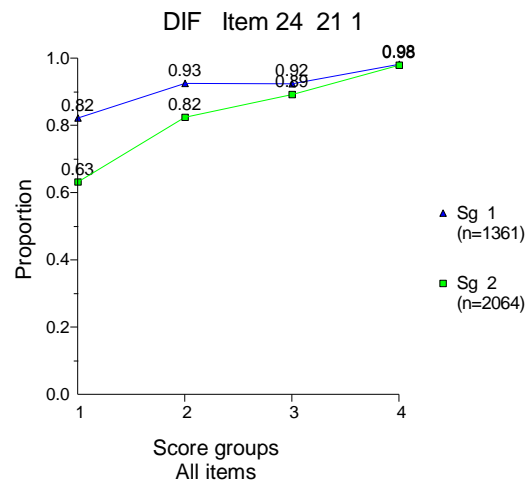
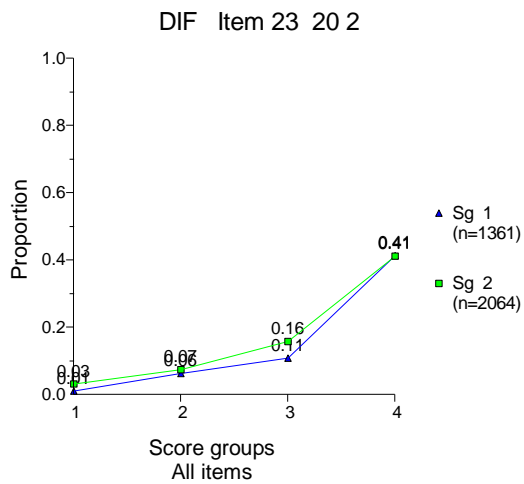
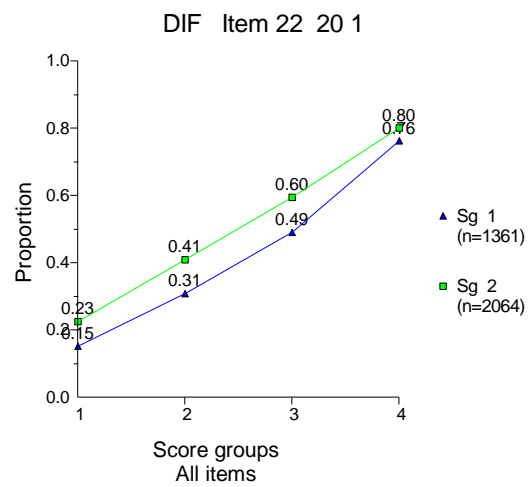
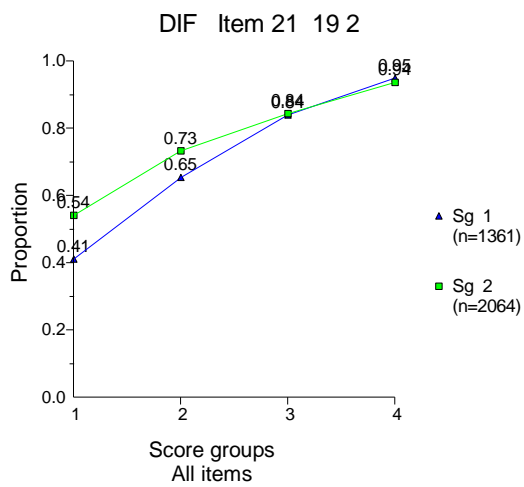
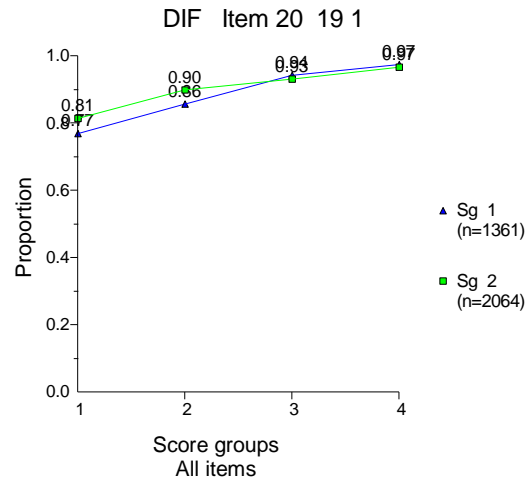
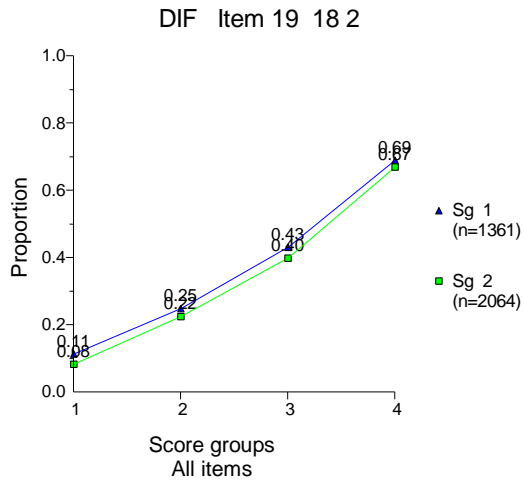
PRIOLOG 5. EMPIRIJSKE KRIVULJE ZADATAKA ZA MLADIĆE I DJEVOJKE IZ
OPĆIH I PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKIH GIMNAZIJA NA ISPITIMA DRŽAVNE
MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE

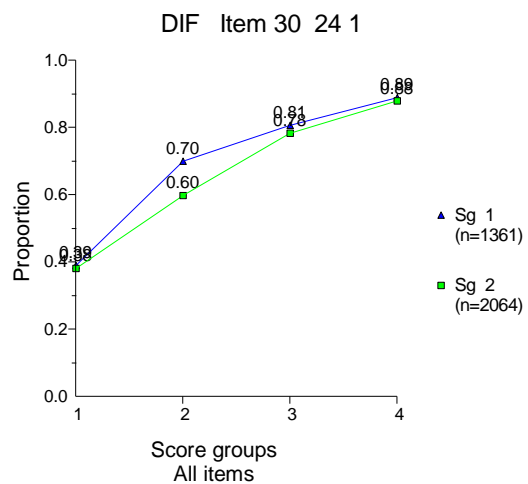
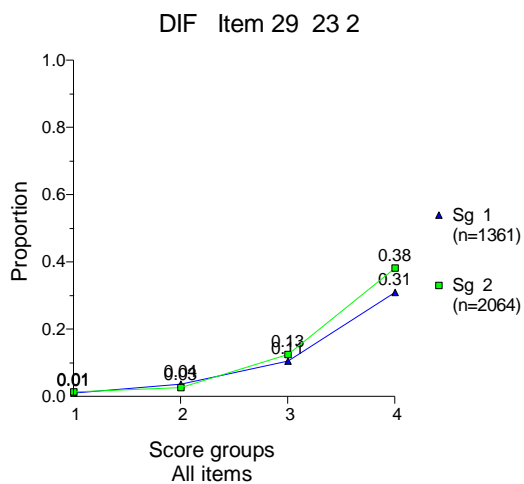
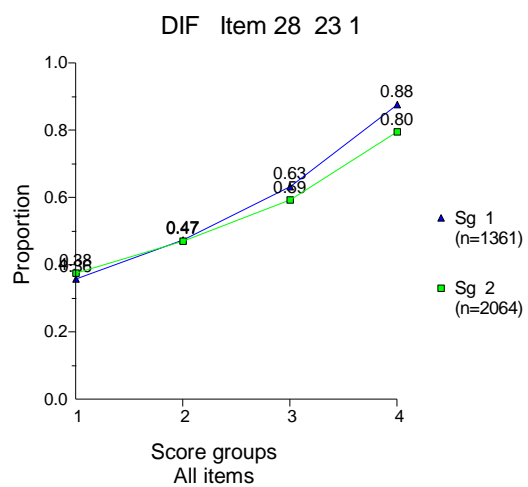
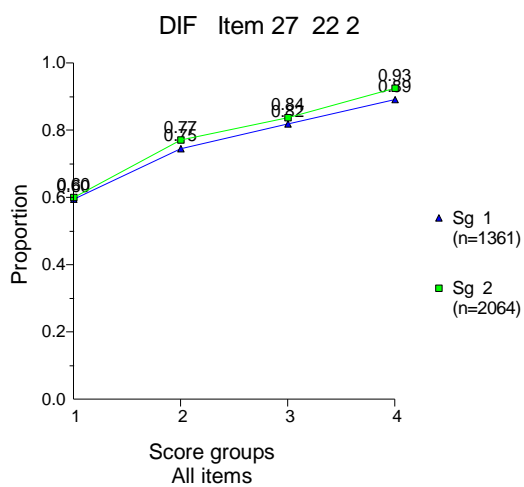
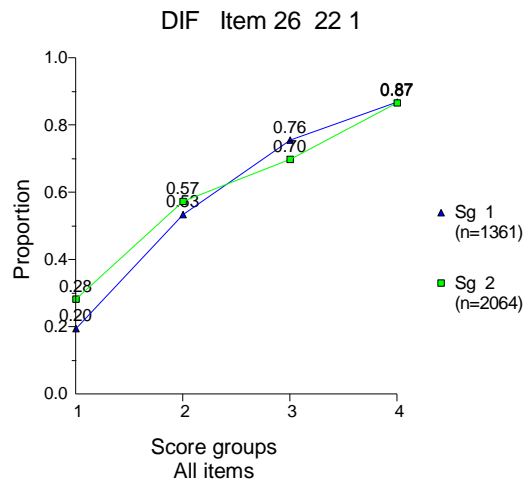
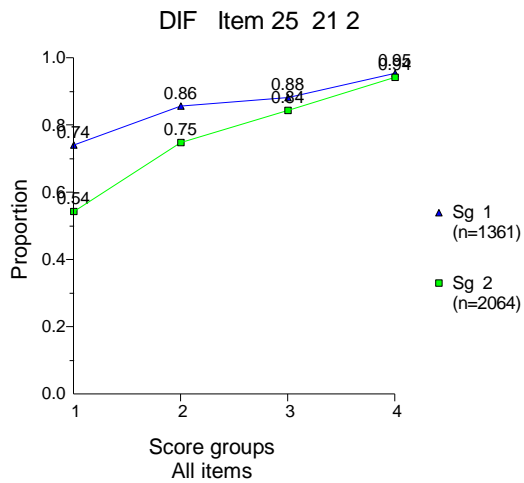
Ispit iz 2010. godine - opće gimnazije

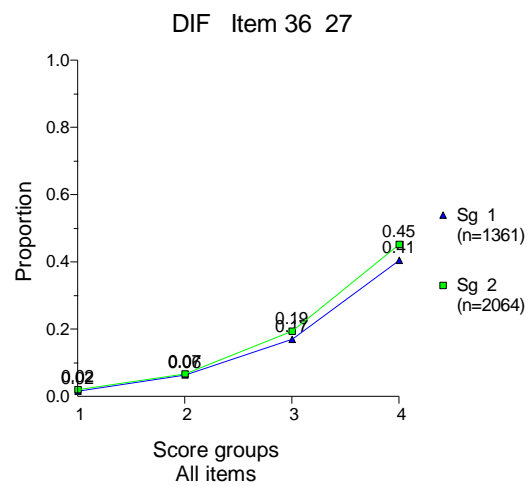
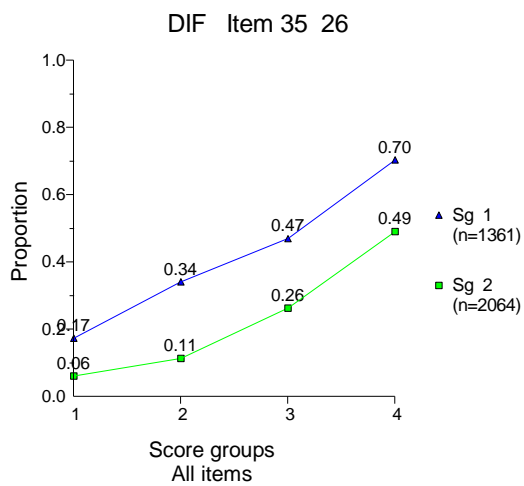
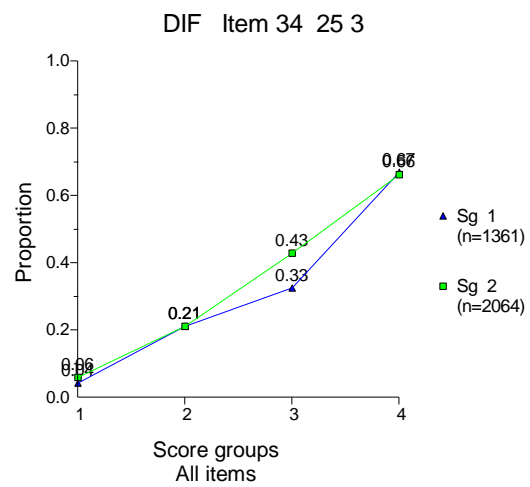
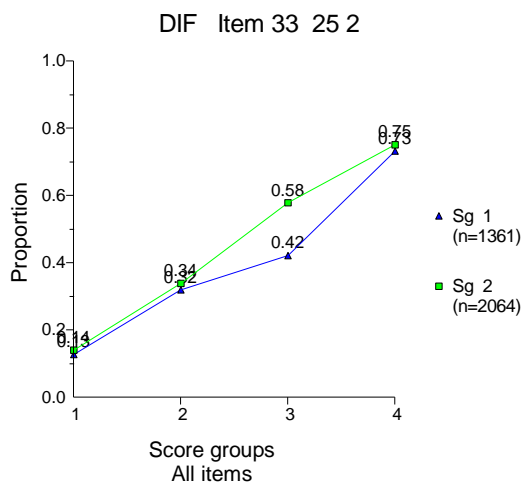
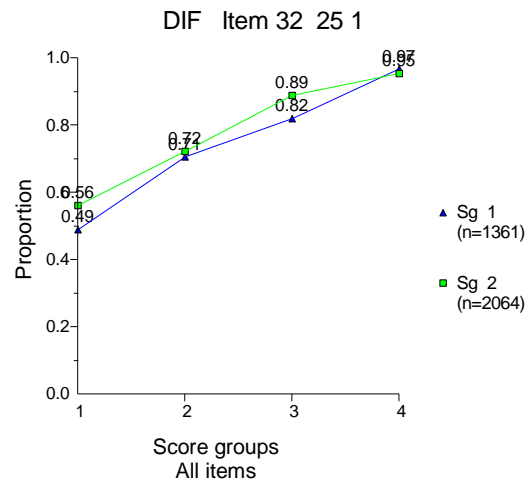
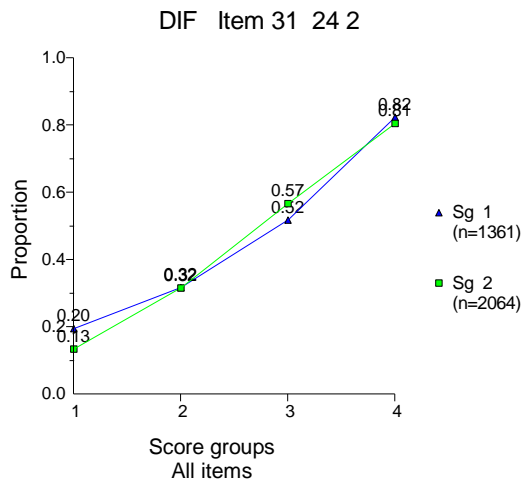


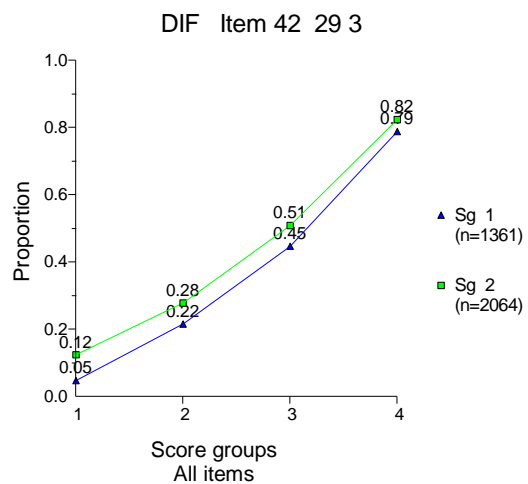
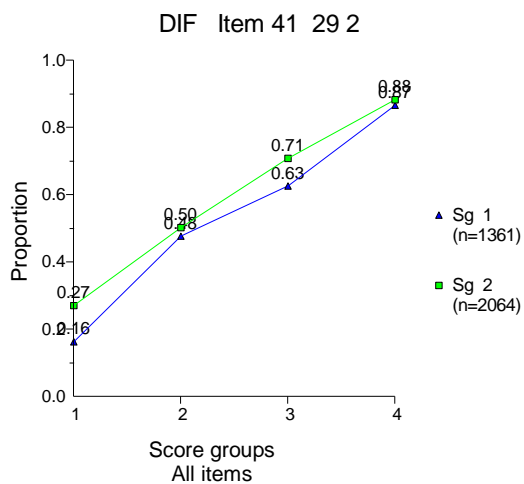
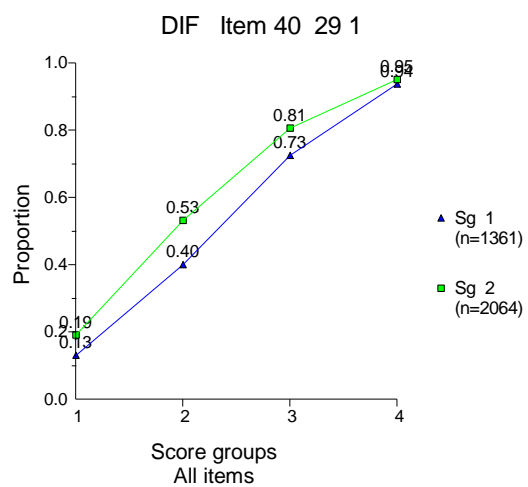
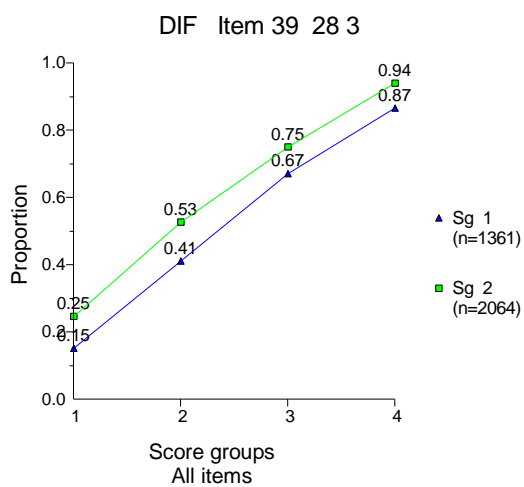
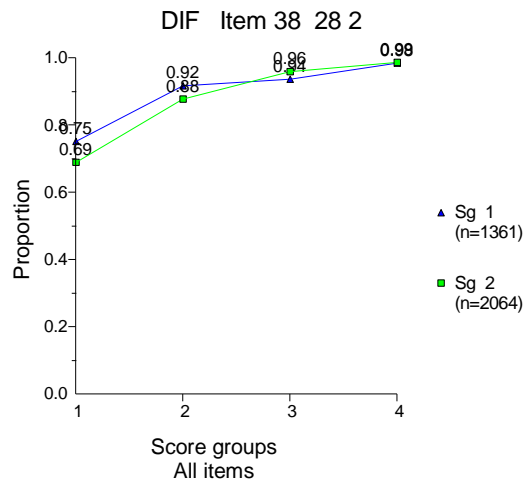
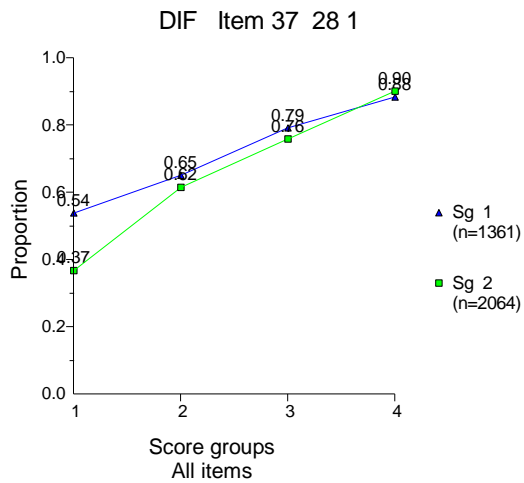


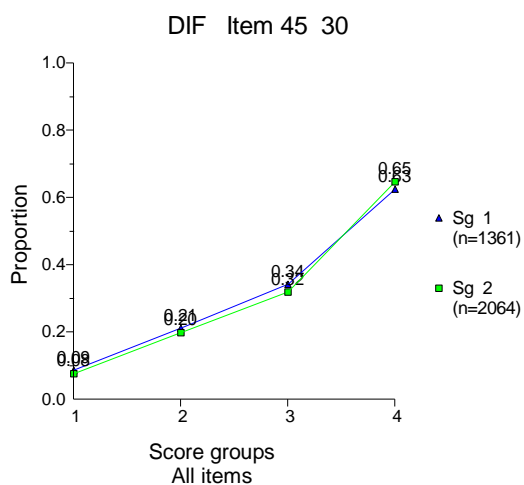
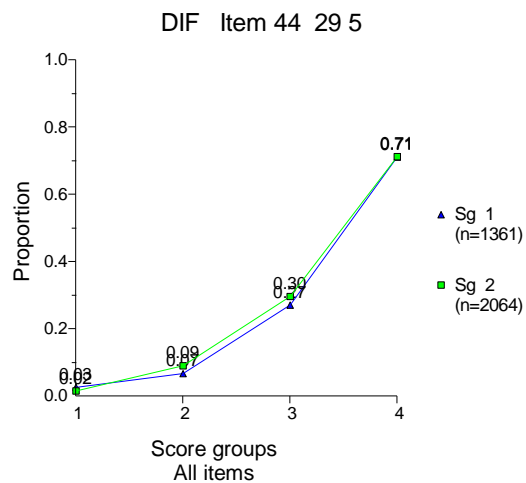
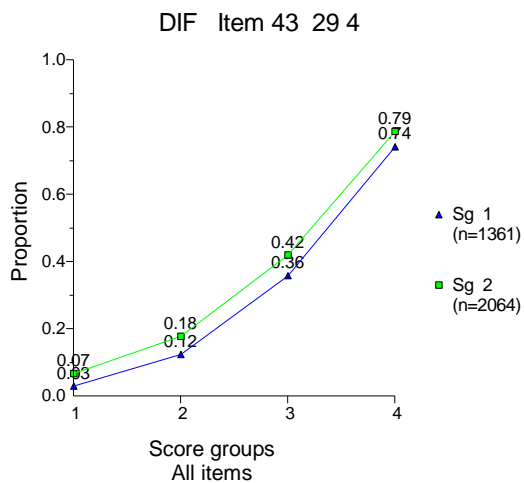








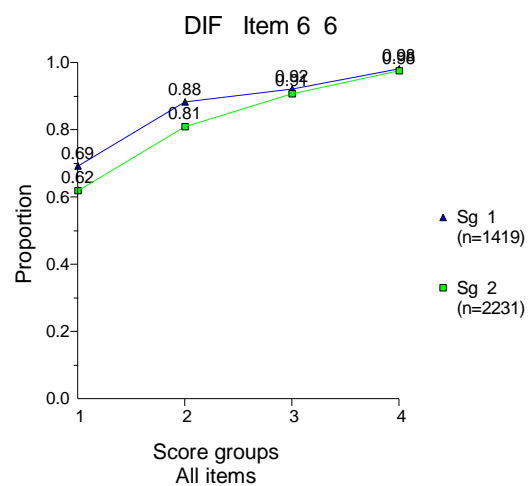
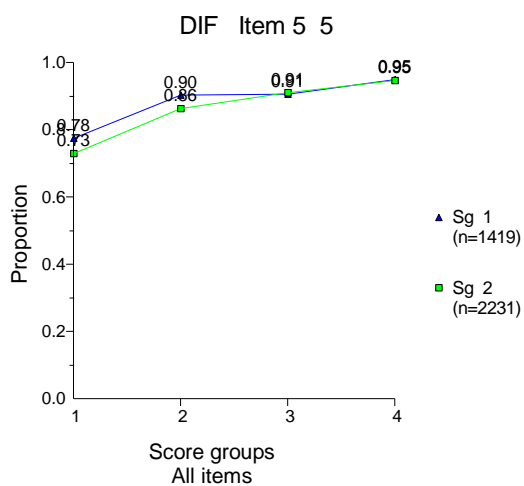
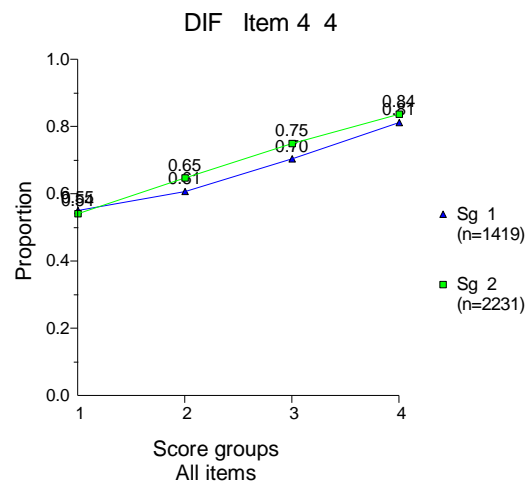
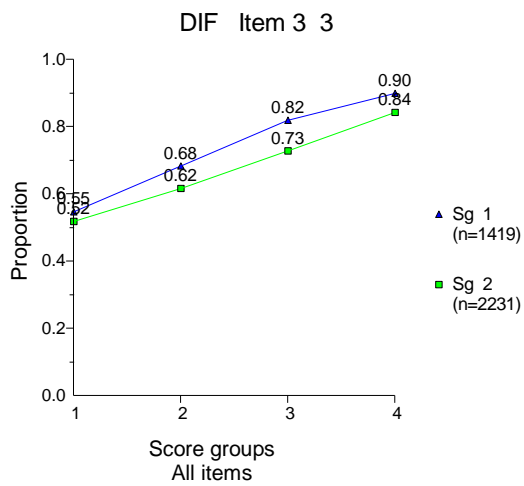
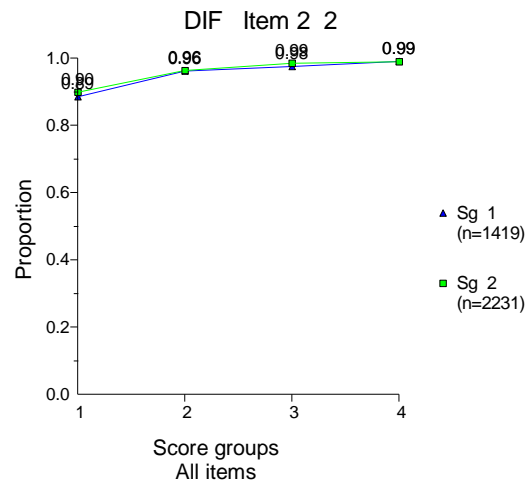
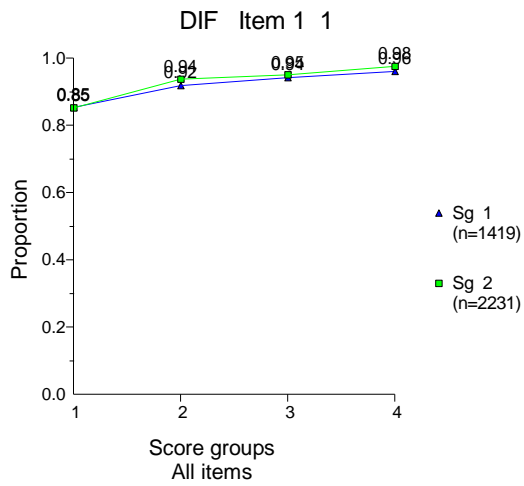


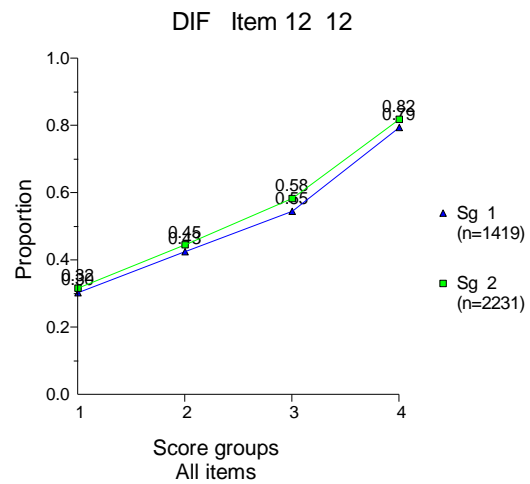
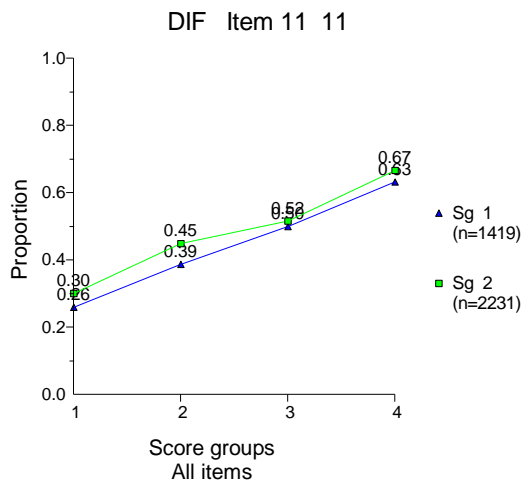
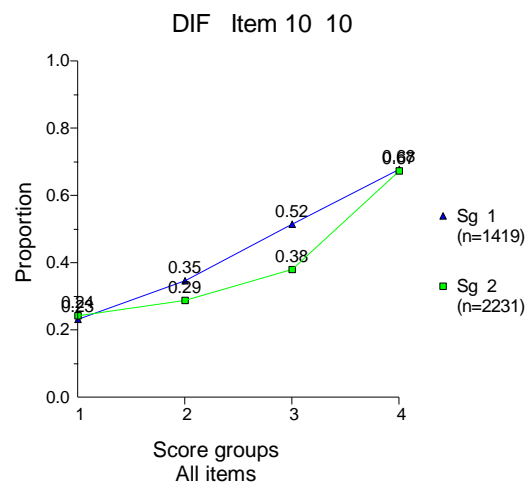
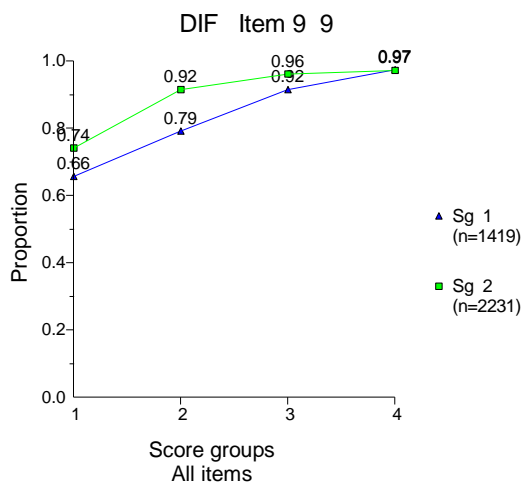
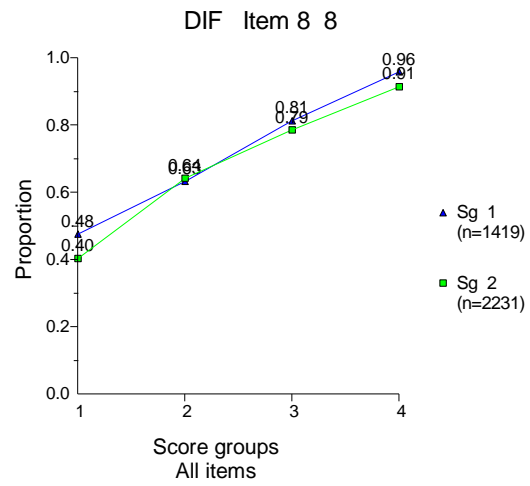
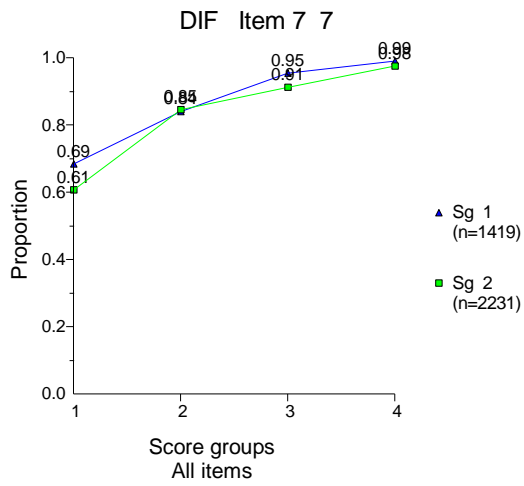


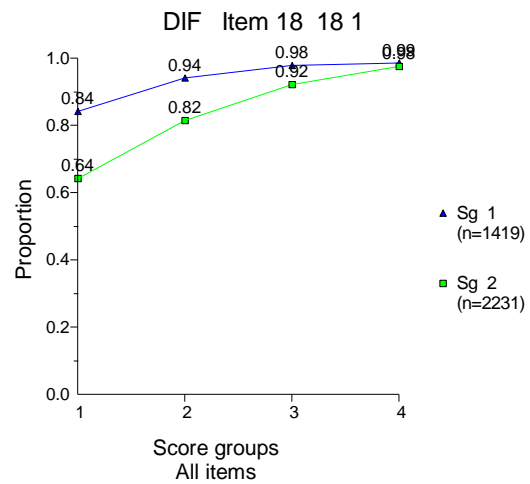
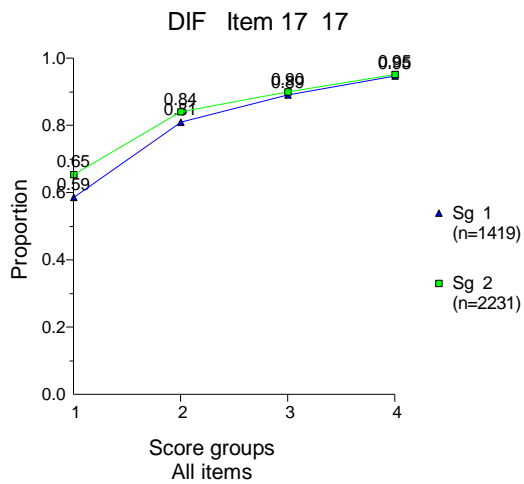
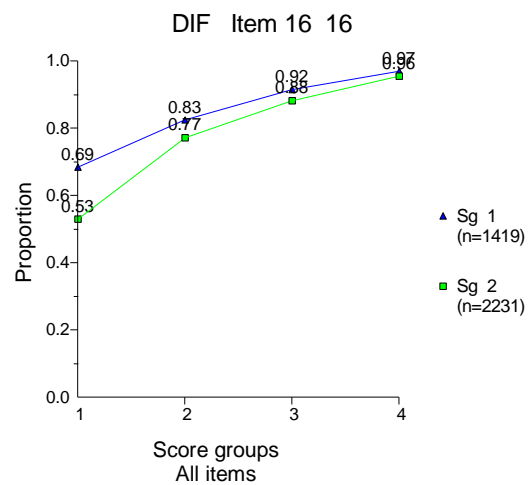
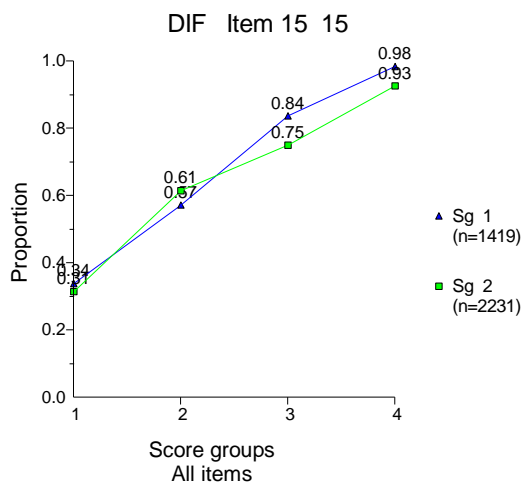
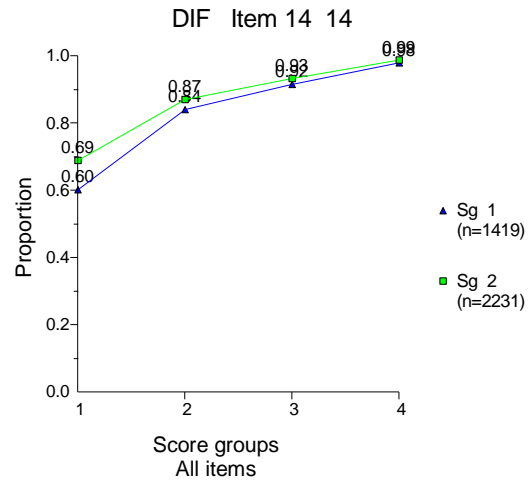
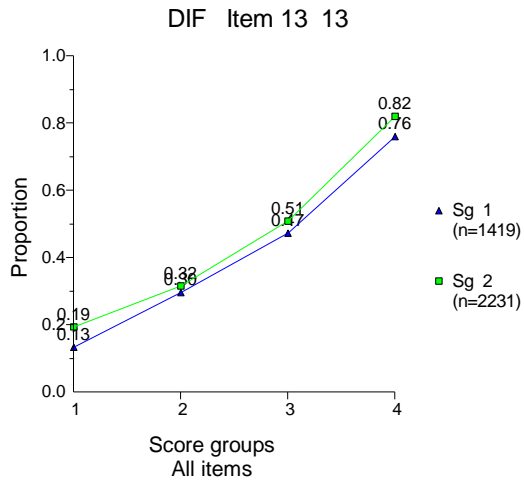
Legenda:

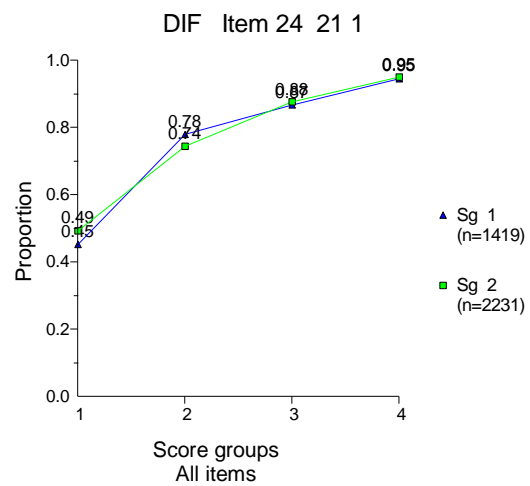
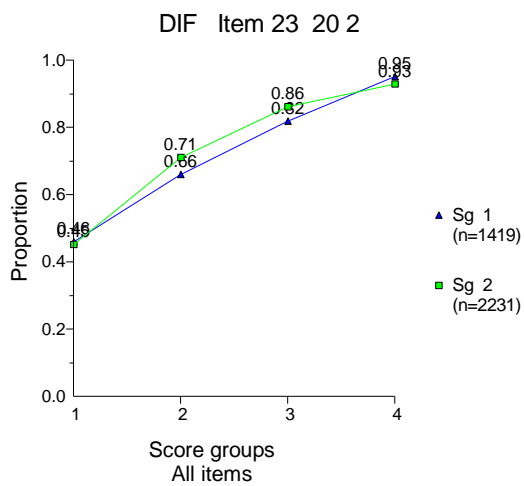
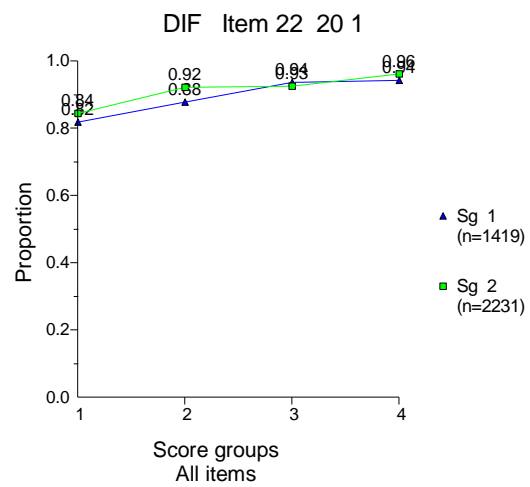
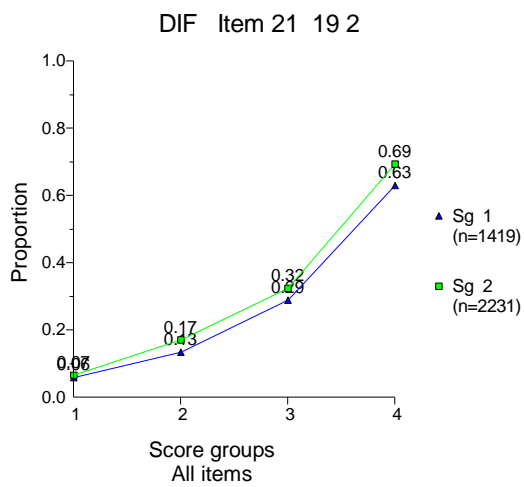
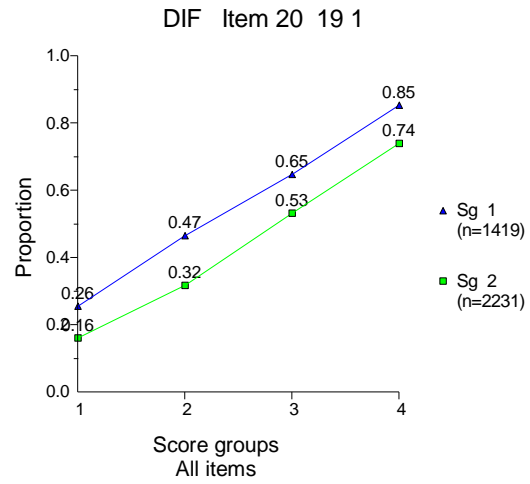
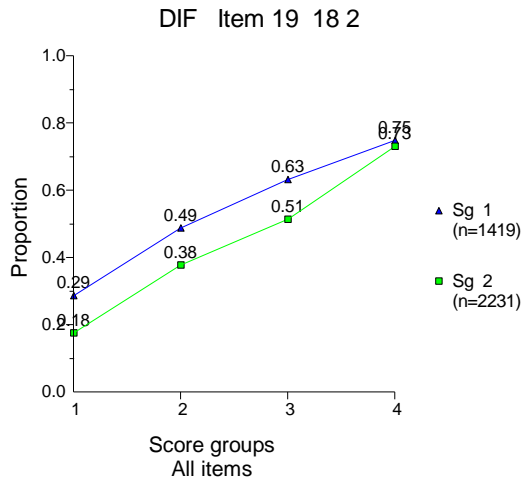
U zaglavlju grafičkih prikaza nalazi se redni broj i naziv zadatka (npr. oznaka DIF Item 43 29 4 označava da je riječ o zadatku 29.4 koji se u ispitu nalazi na rednom broju 43.); Proportion – proporcija sudionika/ca u pojedinom kvartilu; Score groups – kvartili sudionika/ca; oznake od 1 do 4 na apscisi označavaju kvartile sudionika/ca prema ukupnom rezultatu na ispitu (1 – kvartil sudionika/ca s najnižih ukupnim rezultatom, 4 – kvartil sudionika/ca s najvišim ukupnim rezultatom); Sg 1 – mladići, Sg 2 – djevojke; n – broj sudionika/ca u skupini; empirijske krivulje izrađene su u statističkom programu TiaPlus (Heuvelmans, 2001)

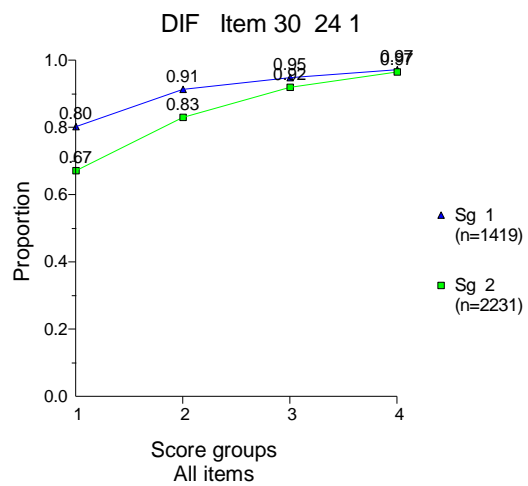
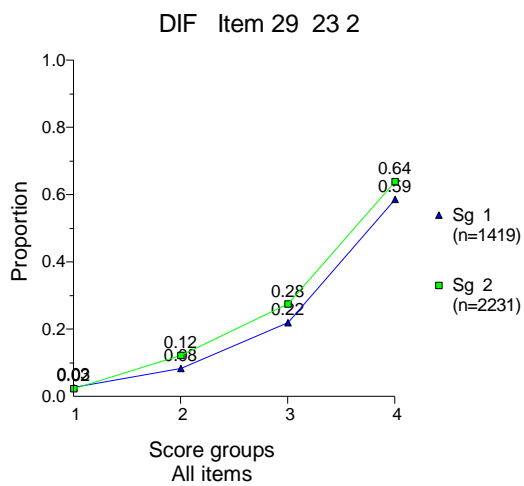
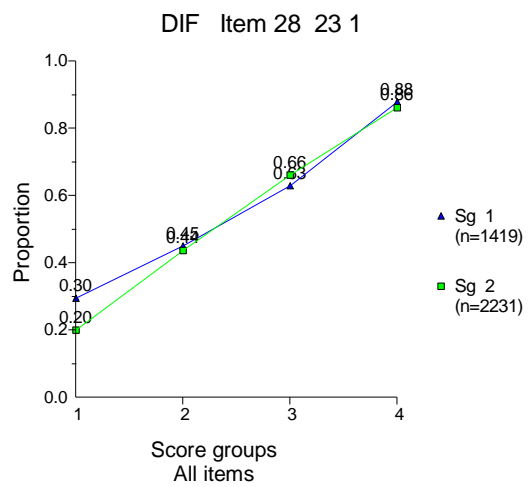
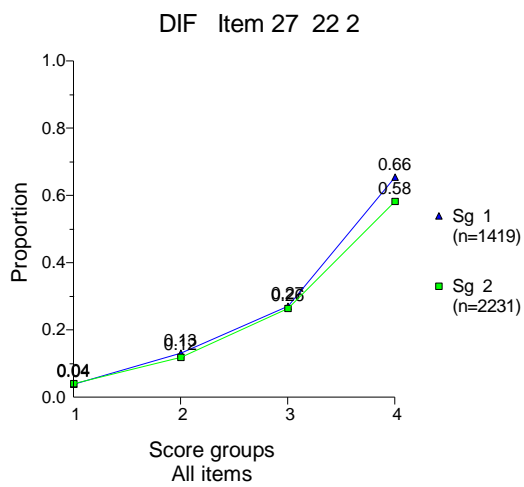
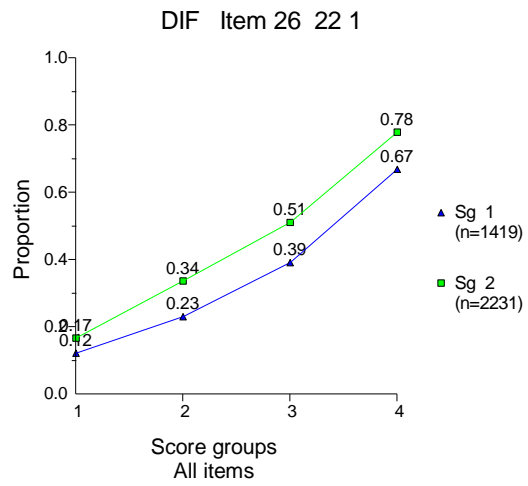
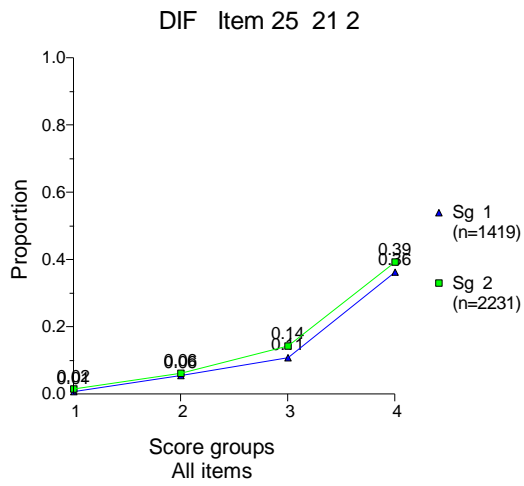
Ispit iz 2011. godine - opće gimnazije

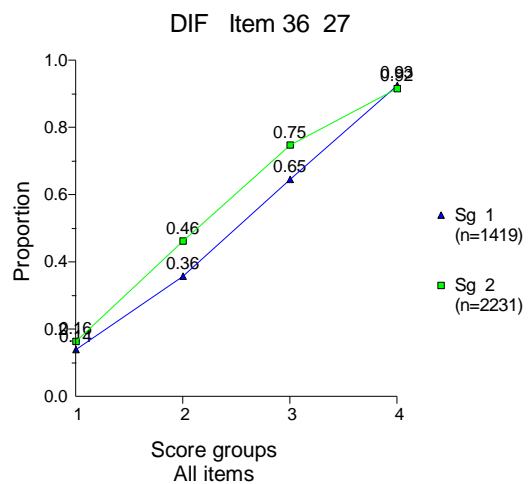
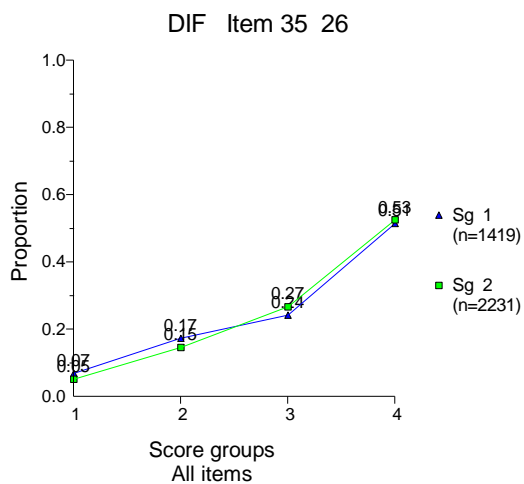
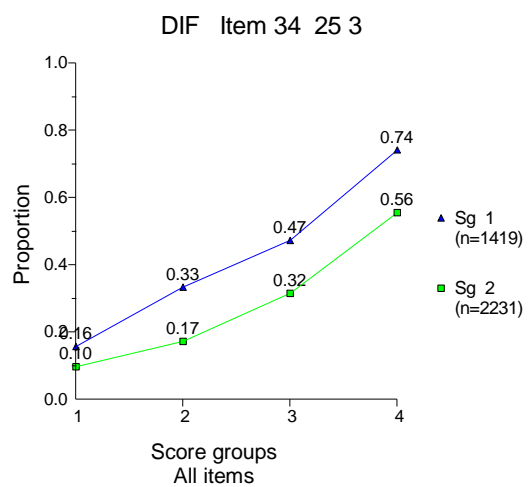
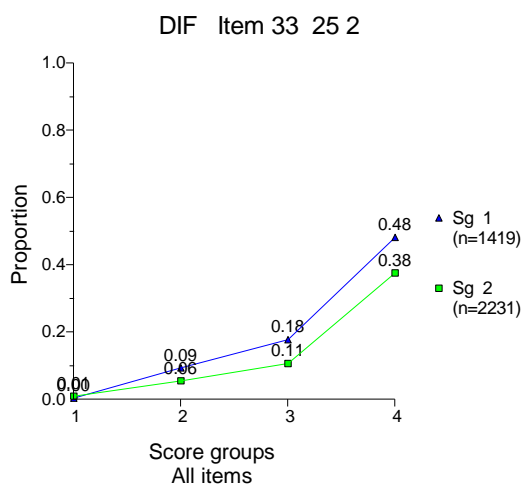
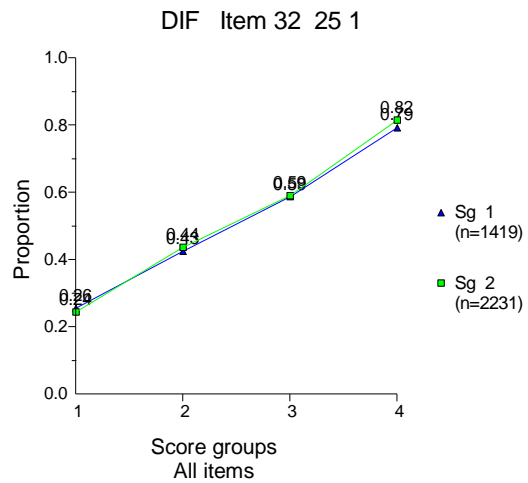
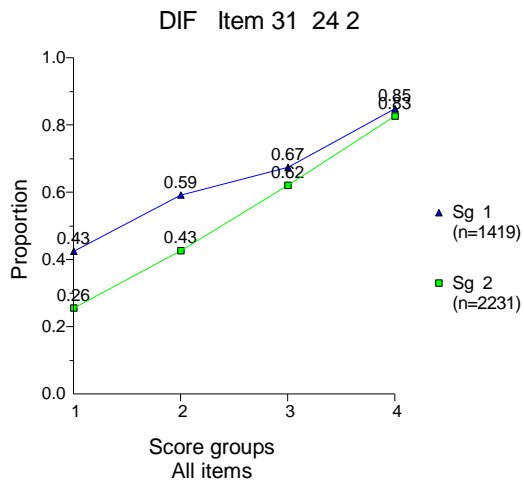


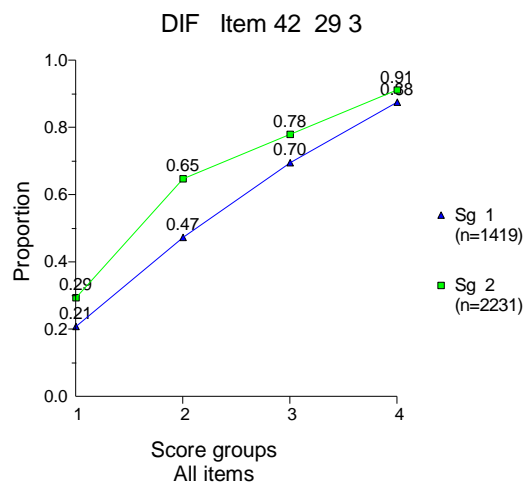
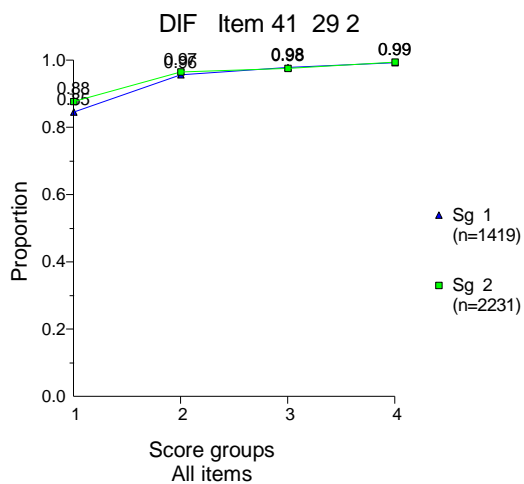
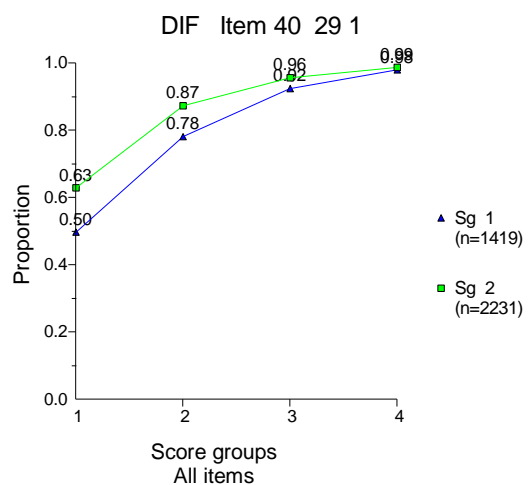
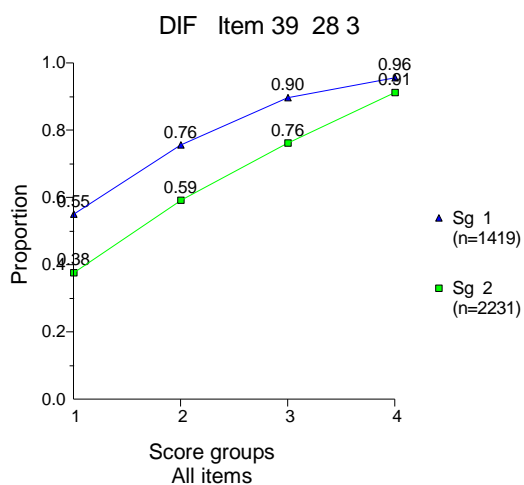
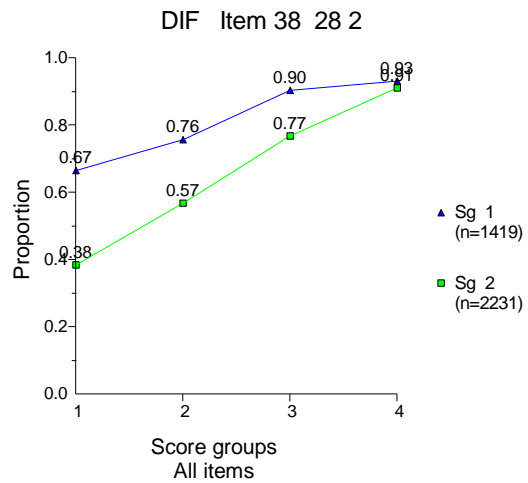
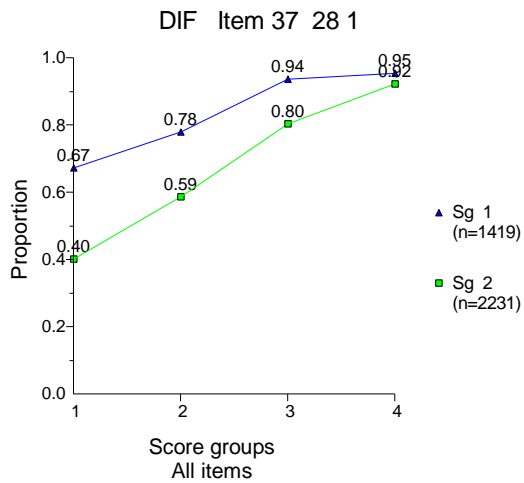


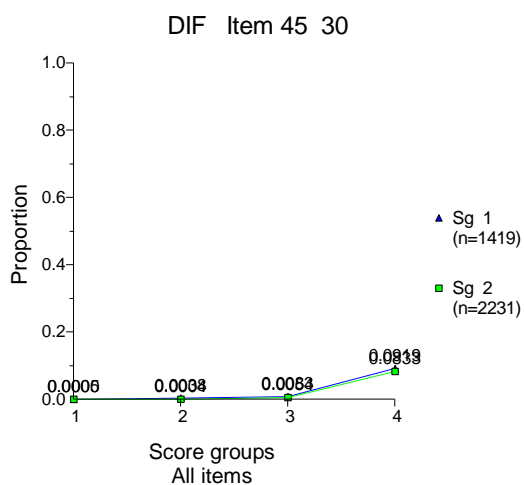
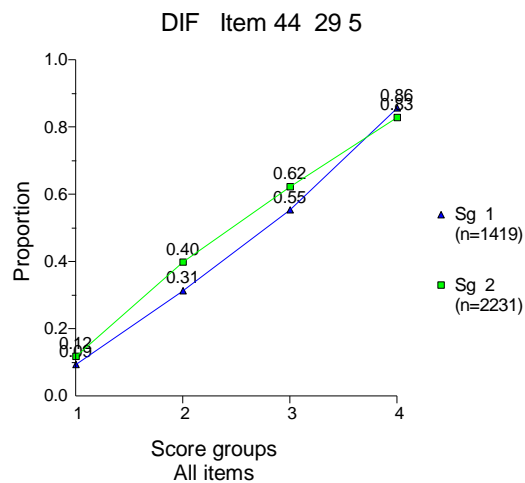
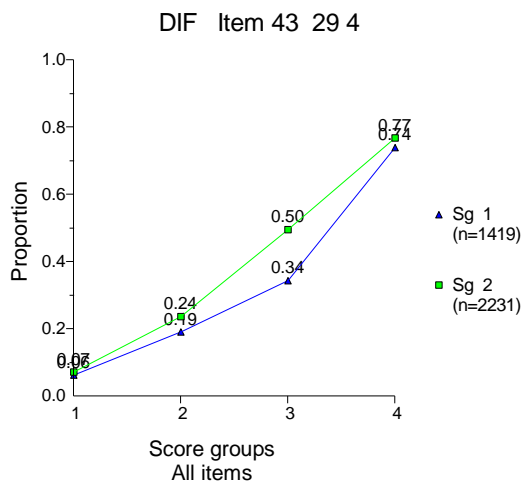








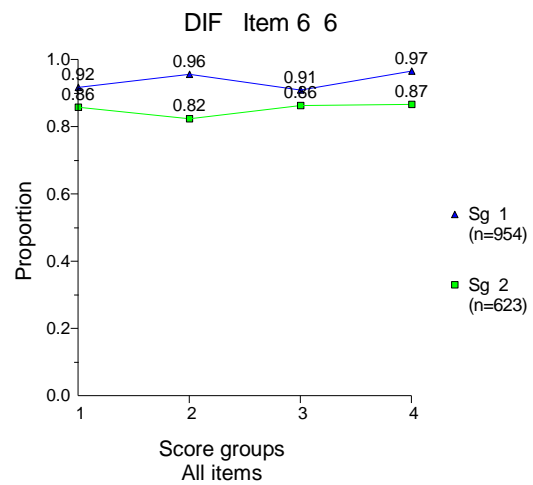
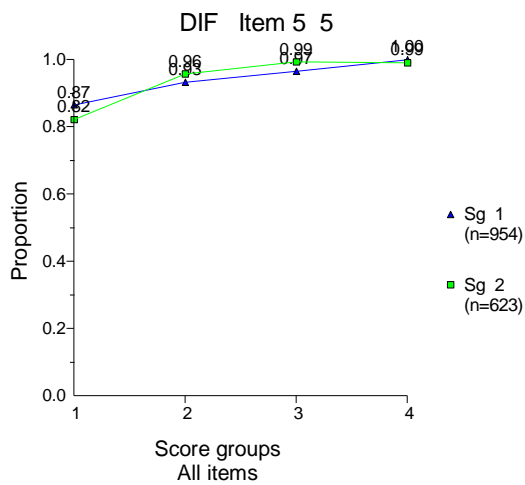
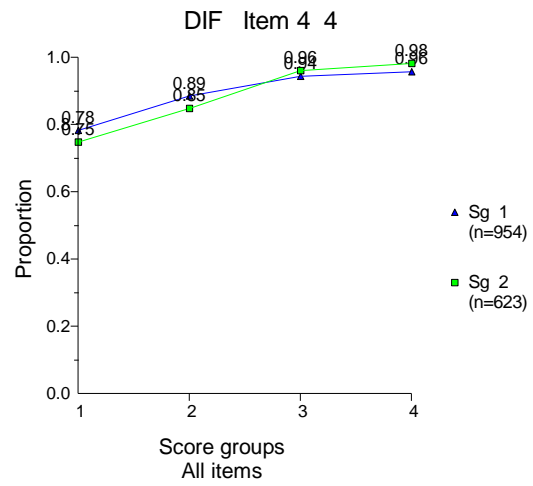
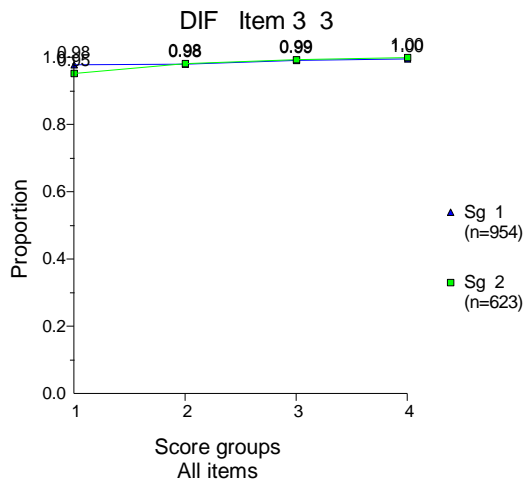
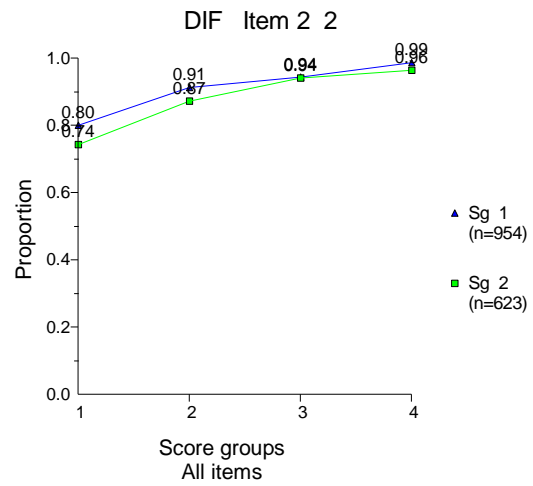
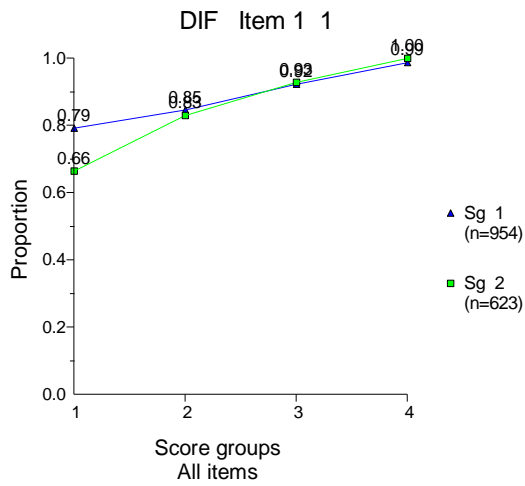


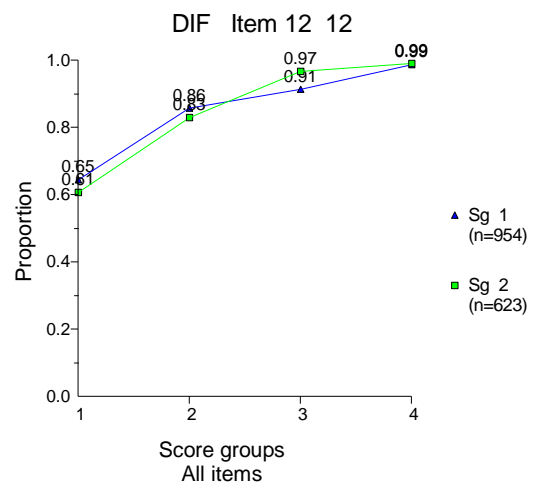
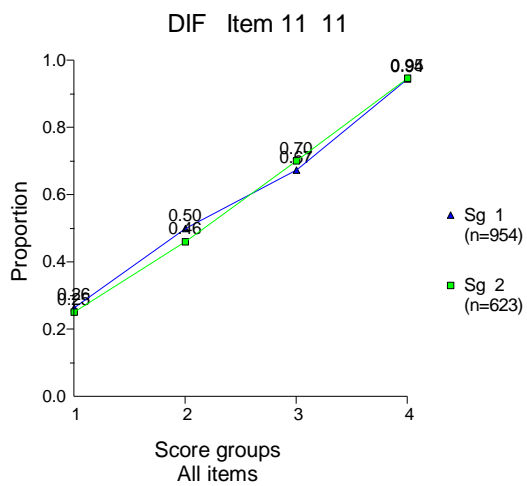
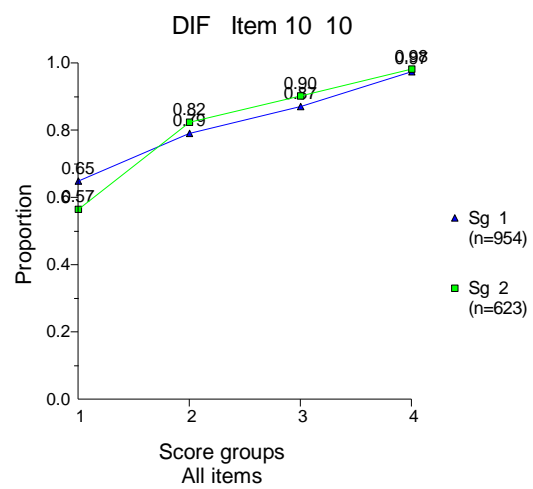
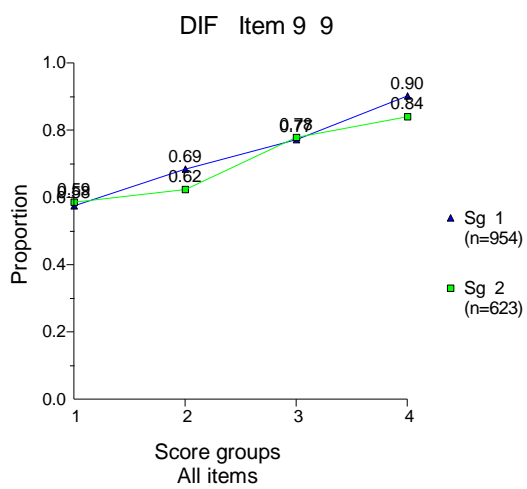
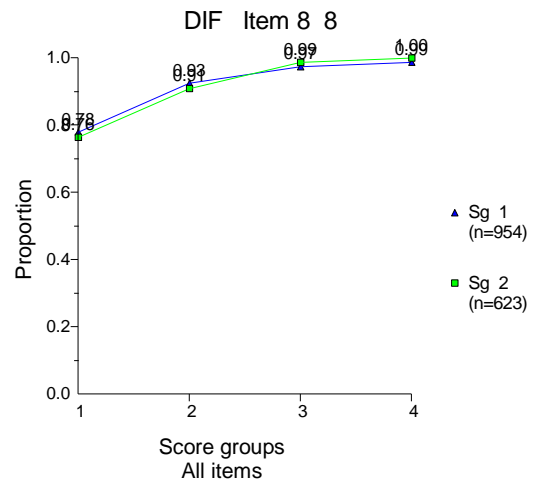
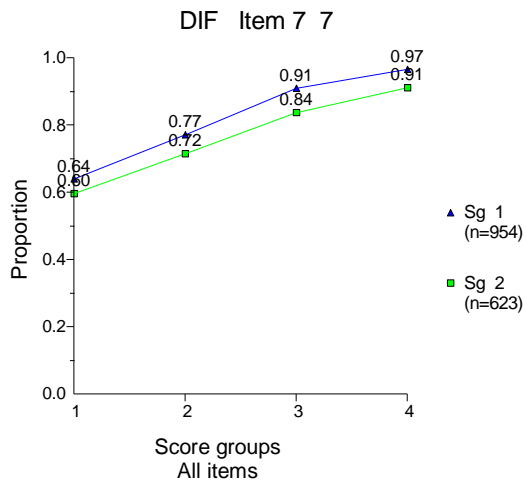


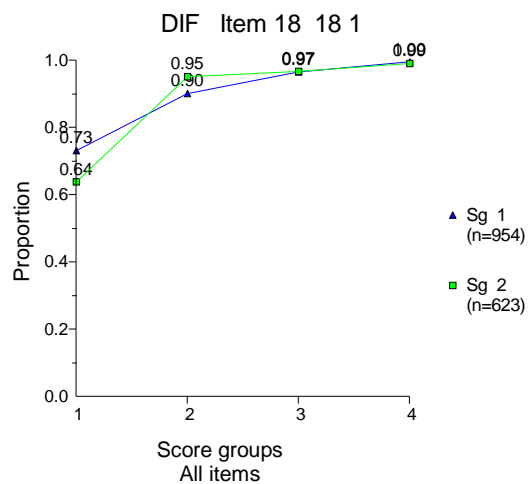
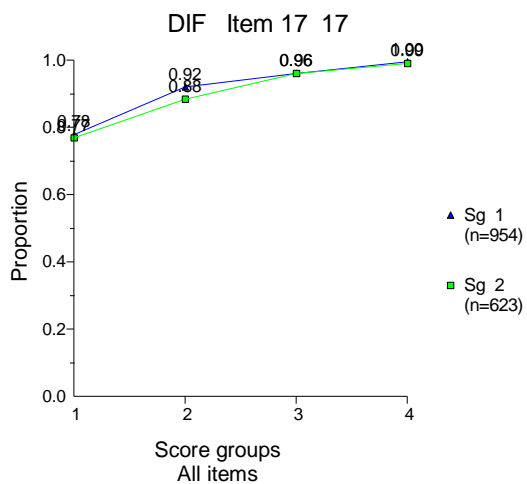
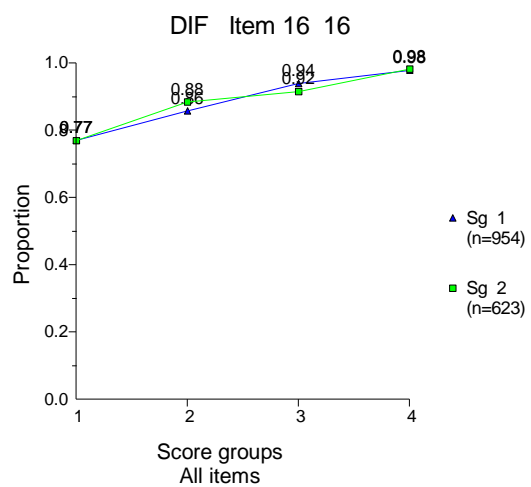
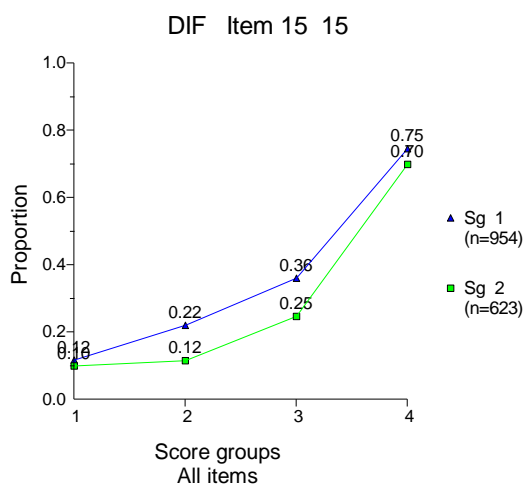
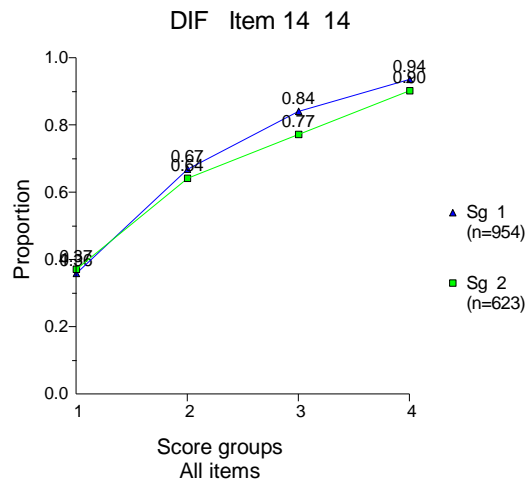
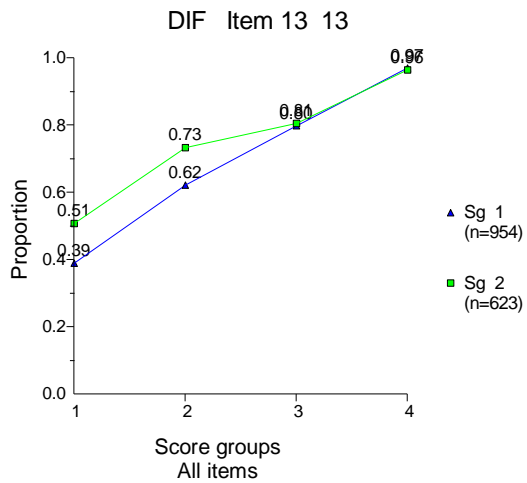
Legenda:

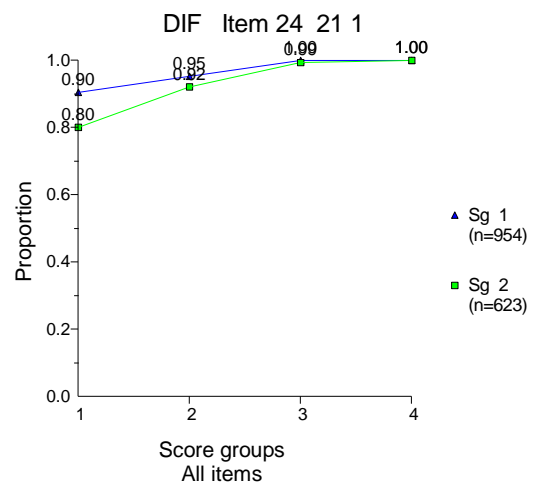
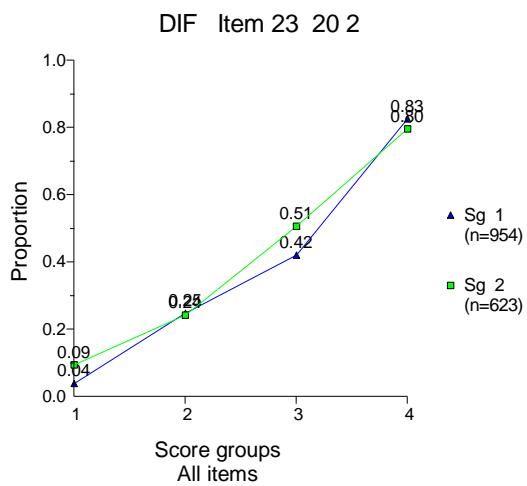
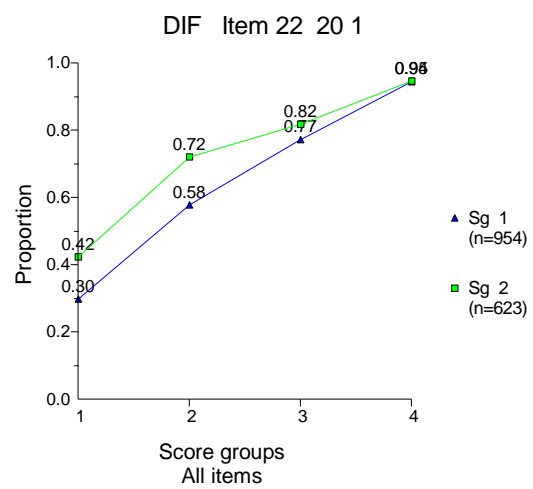
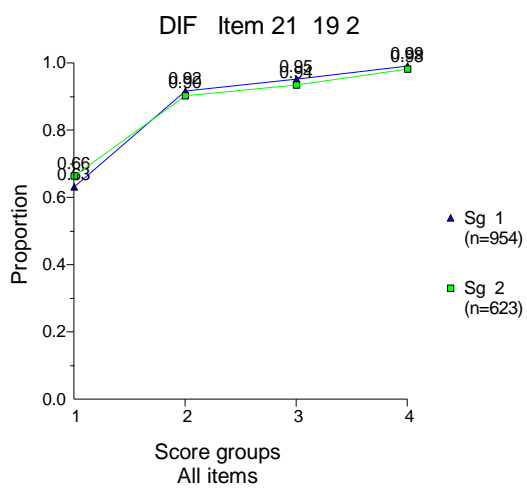
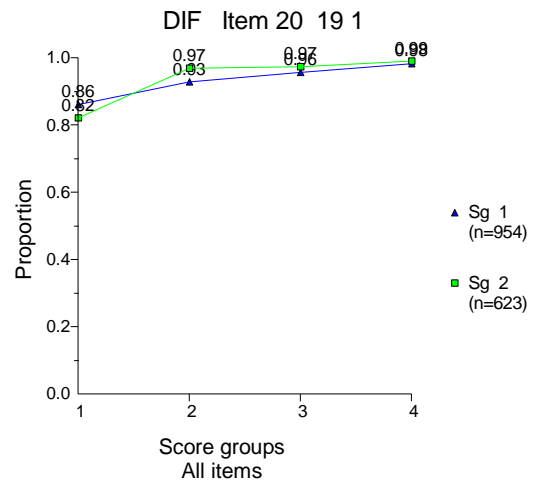
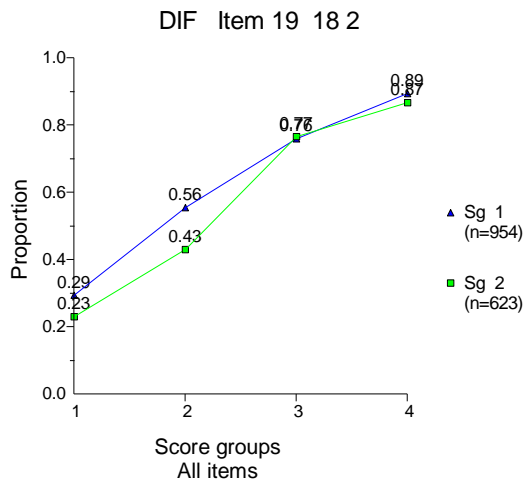
U zaglavlju grafičkih prikaza nalazi se redni broj i naziv zadatka (npr. oznaka DIF Item 43 29 4 označava da je riječ o zadatku 29.4 koji se u ispitu nalazi na rednom broju 43.); Proportion – proporcija sudionika/ca u pojedinom kvartilu; Score groups – kvartili sudionika/ca; oznake od 1 do 4 na apscisi označavaju kvartile sudionika/ca prema ukupnom rezultatu na ispitu (1 – kvartil sudionika/ca s najnižih ukupnim rezultatom, 4 – kvartil sudionika/ca s najvišim ukupnim rezultatom); Sg 1 – mladići, Sg 2 – djevojke; n – broj sudionika/ca u skupini; empirijske krivulje izrađene su u statističkom programu TiaPlus (Heuvelmans, 2001)

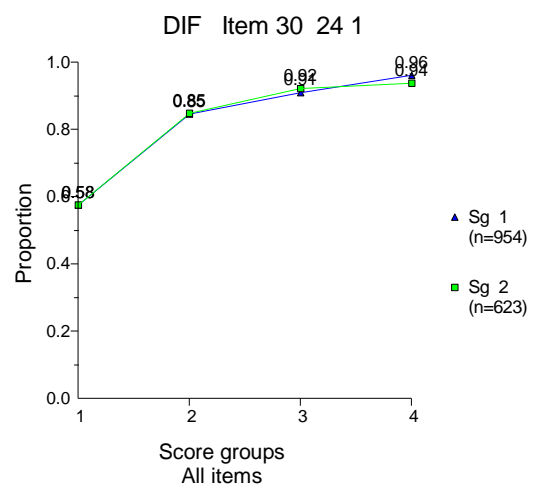
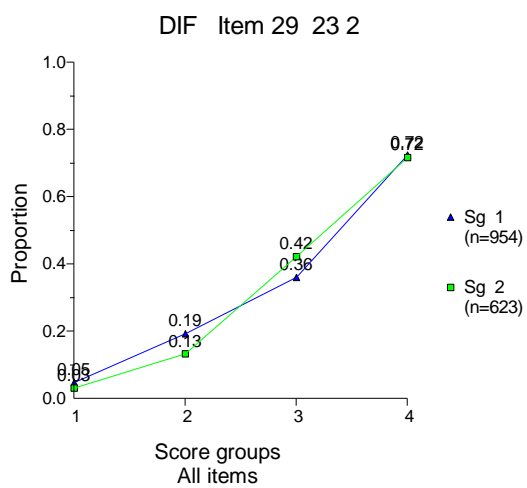
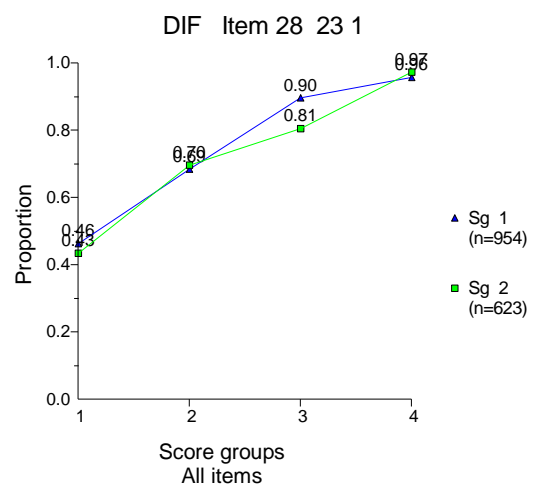
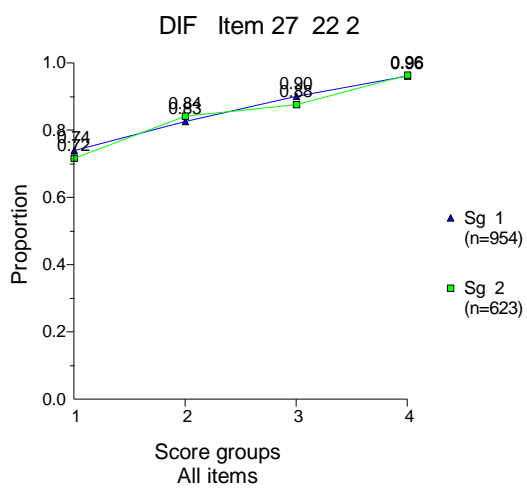
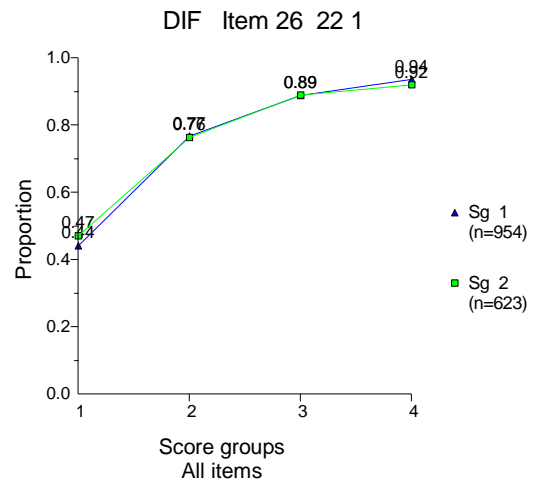
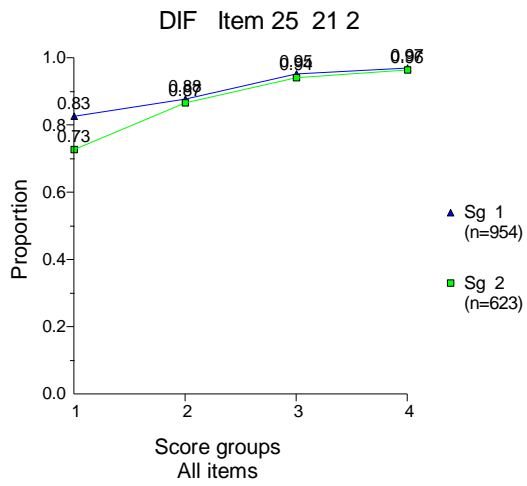
Ispit iz 2010. godine – prirodoslovno-matematičke gimnazije

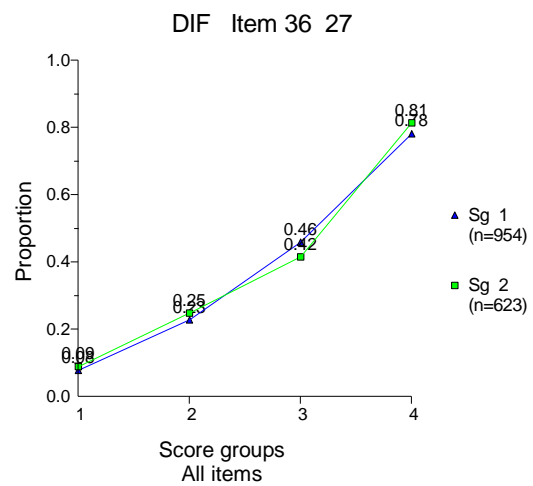
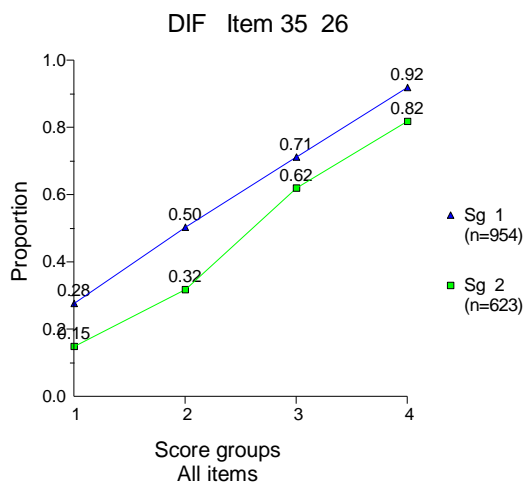
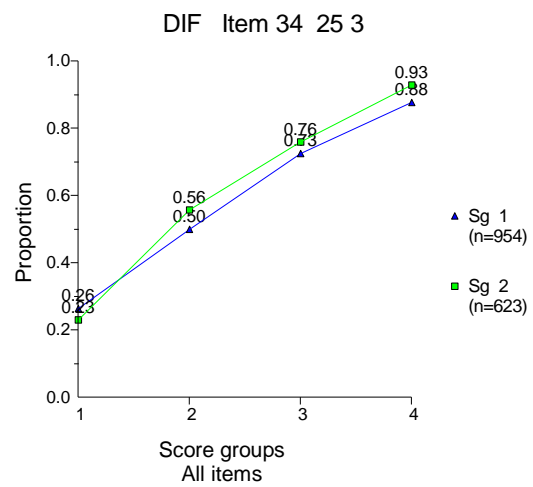
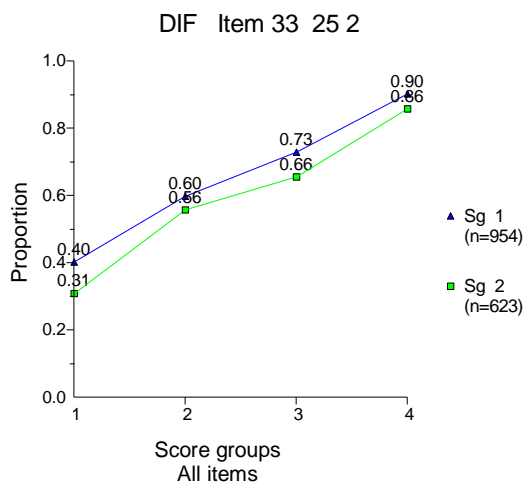
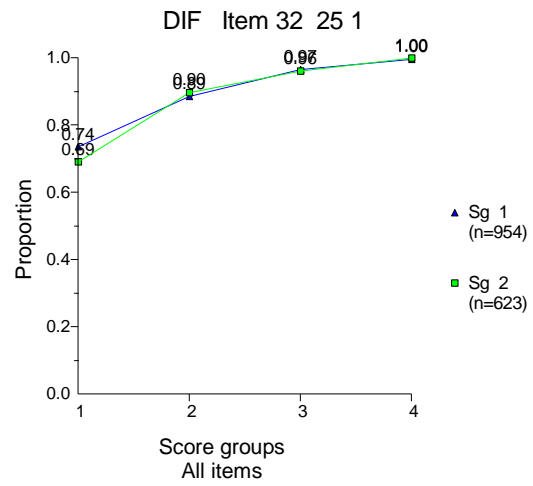
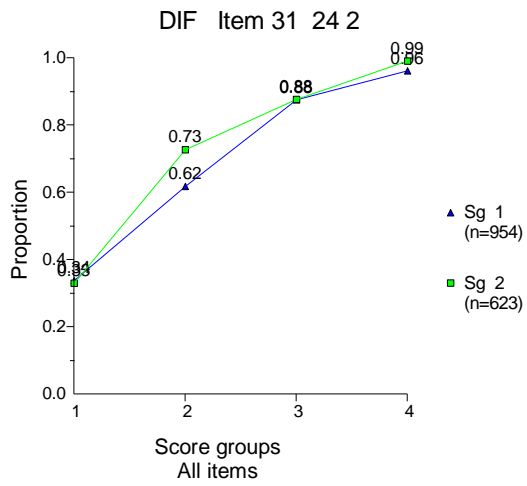


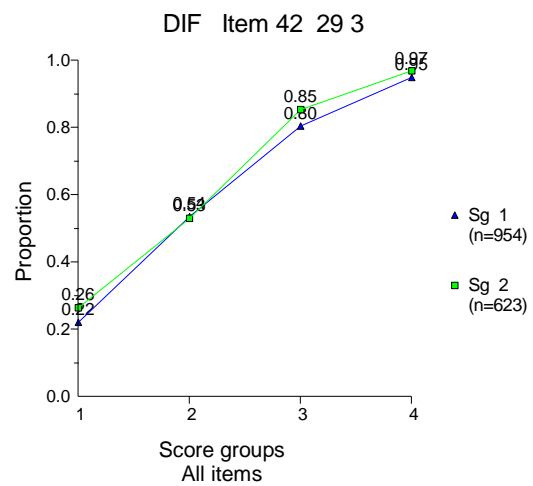
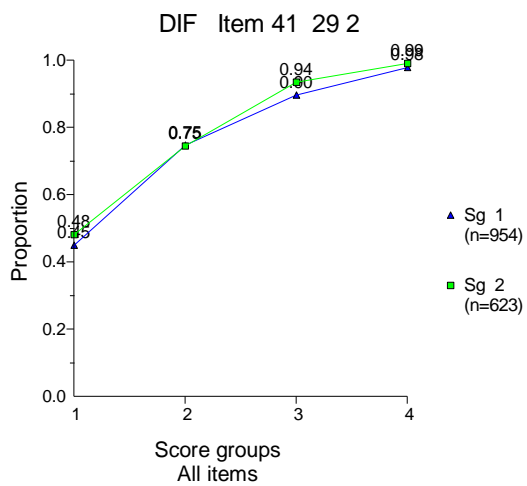
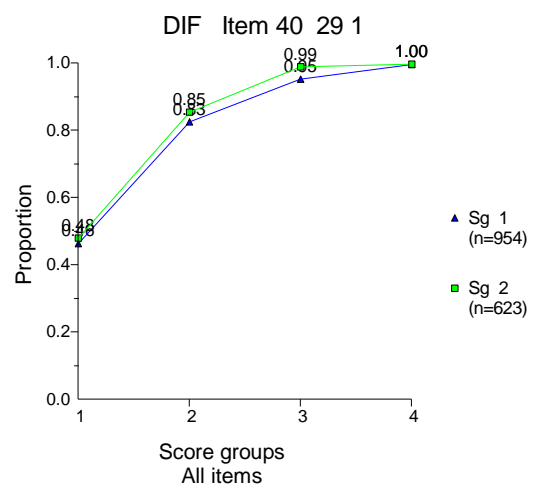
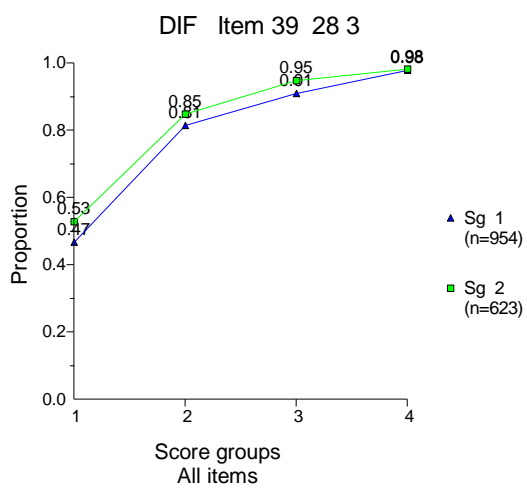
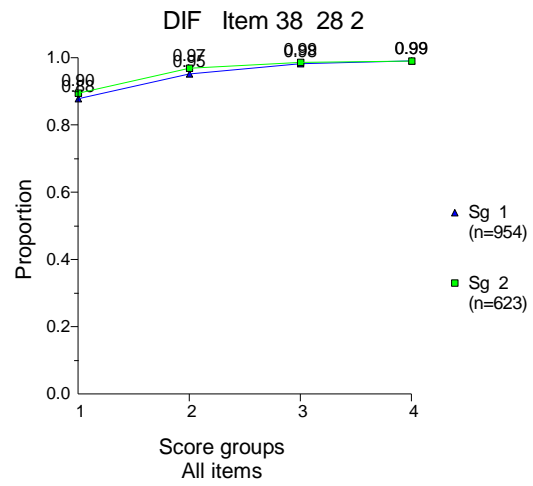
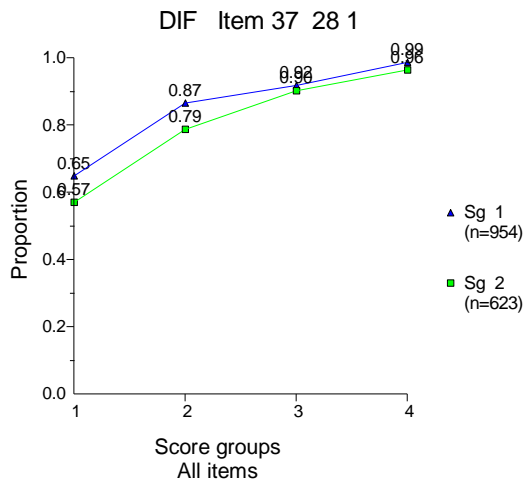


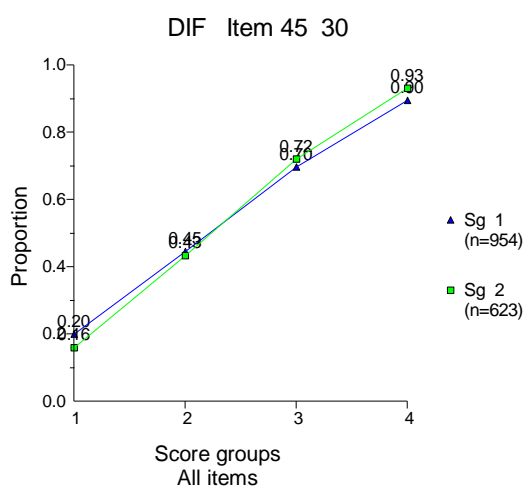
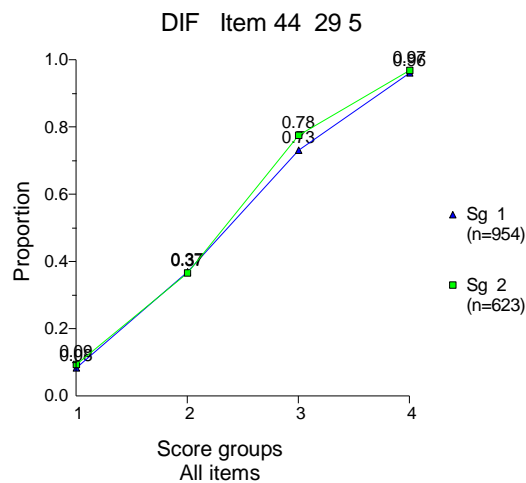
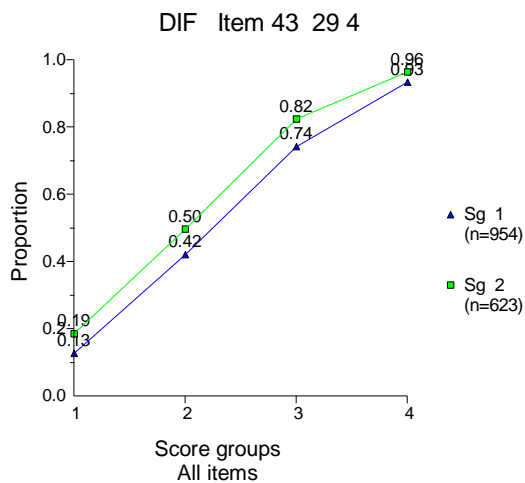








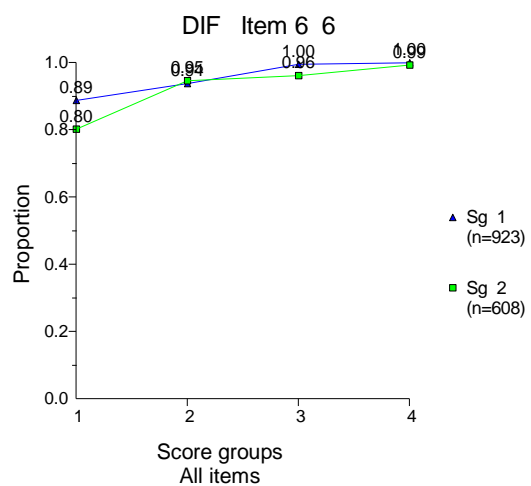
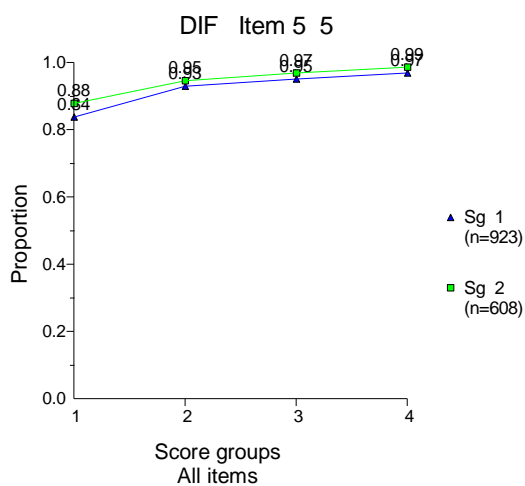
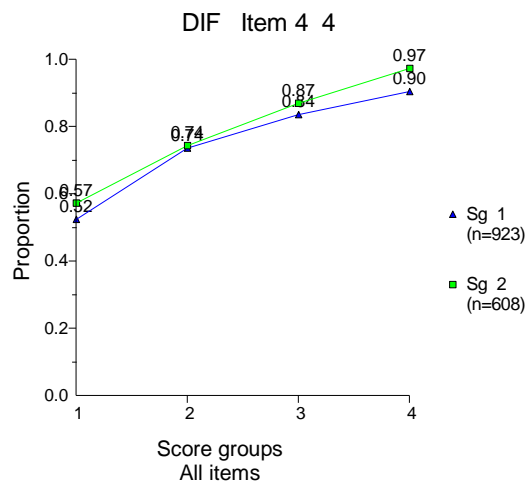
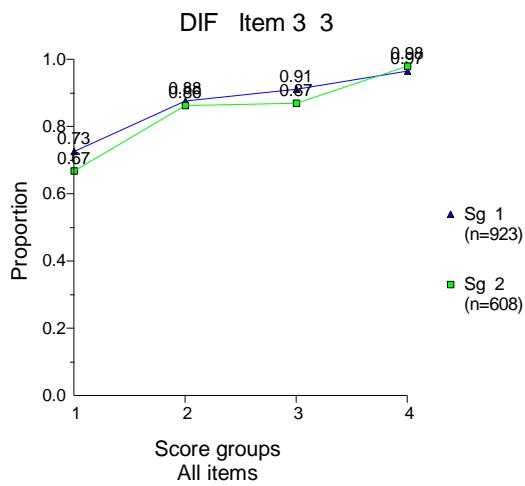
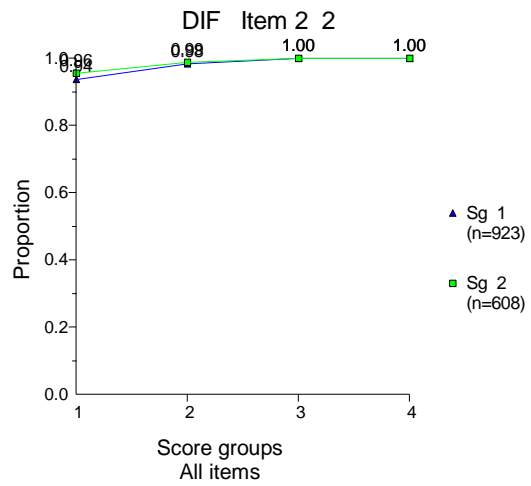
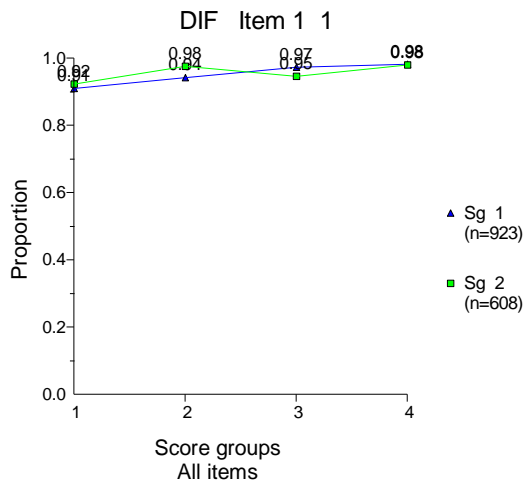


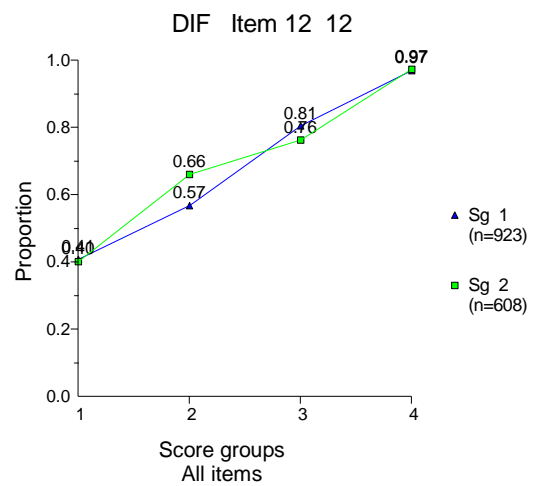
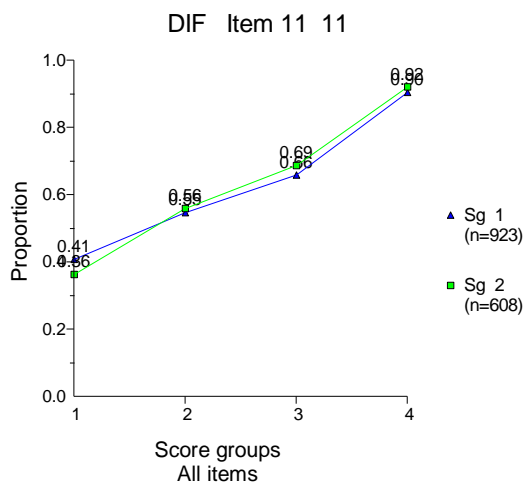
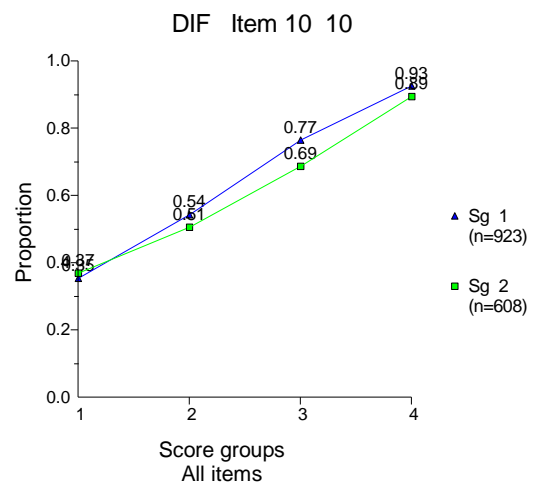
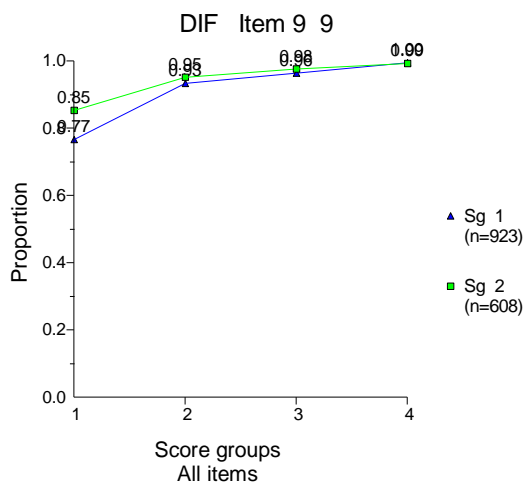
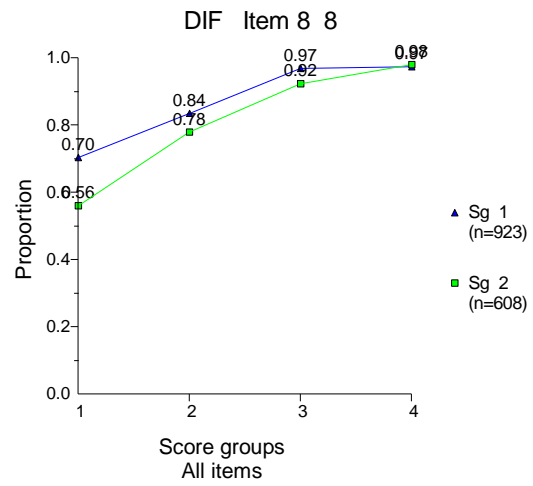
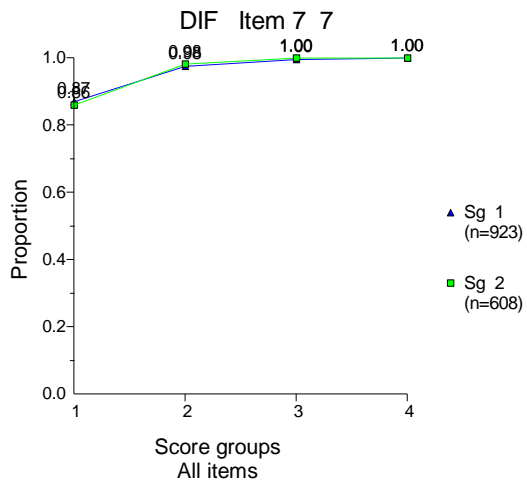


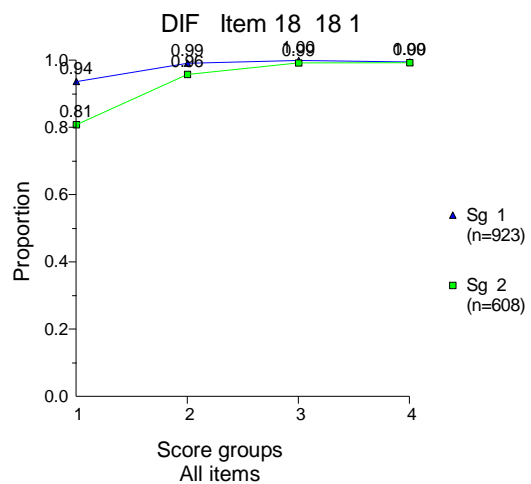
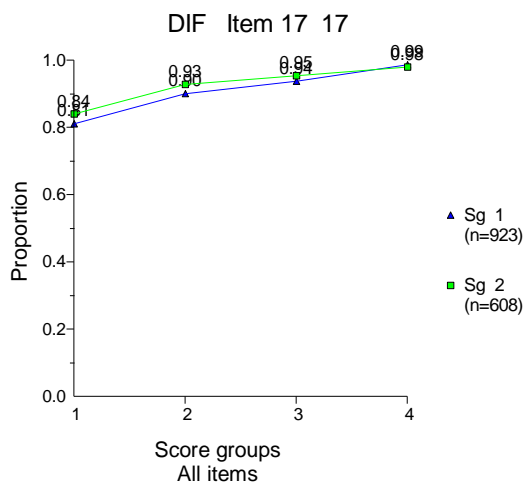
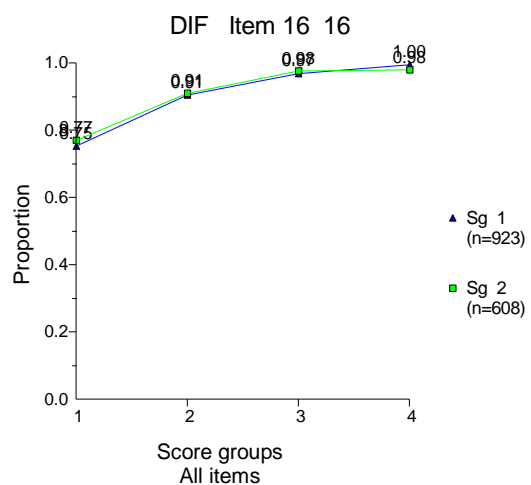
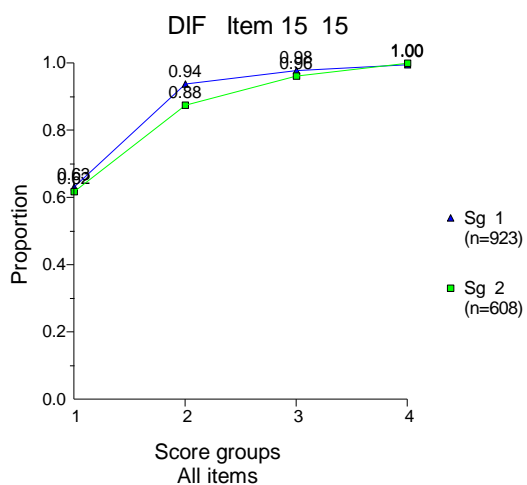
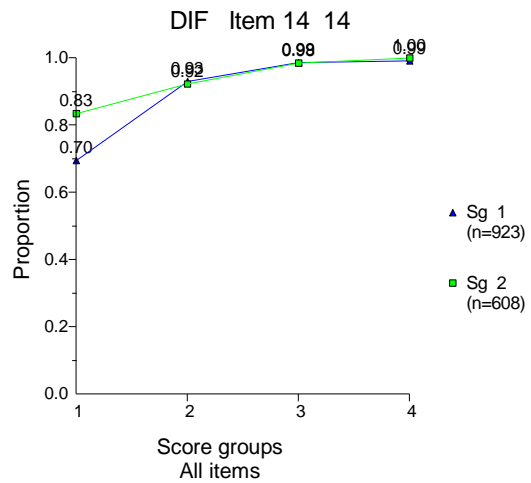
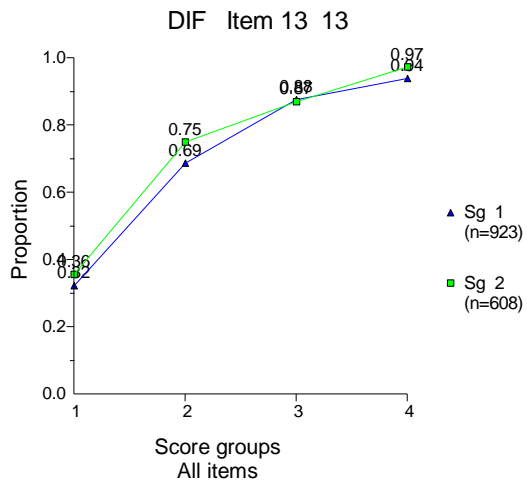
Legenda:

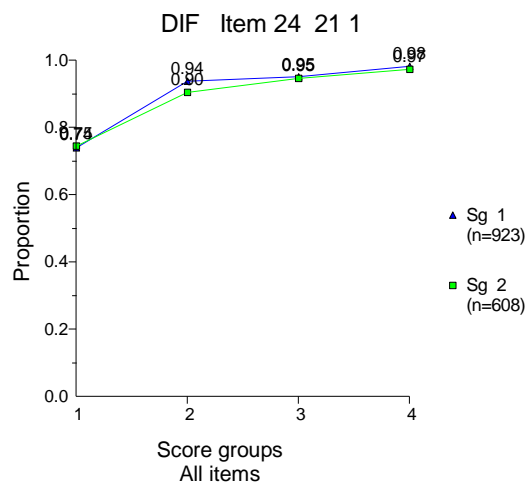
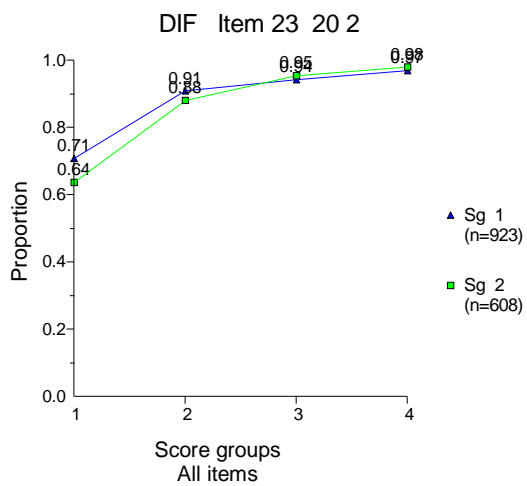
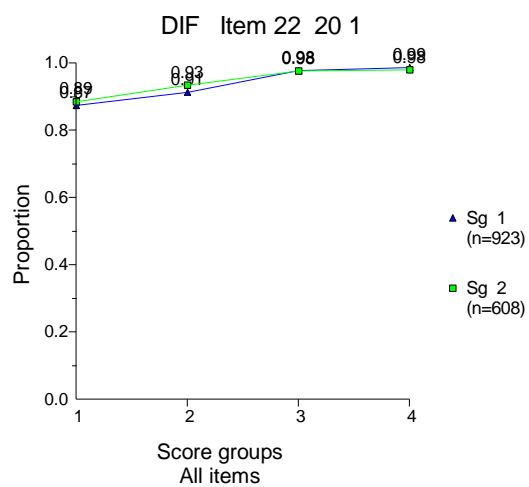
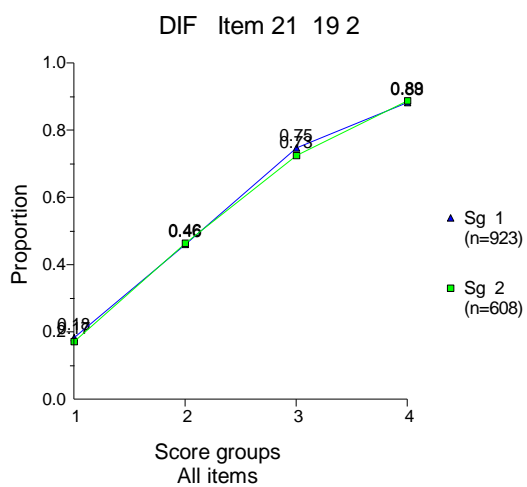
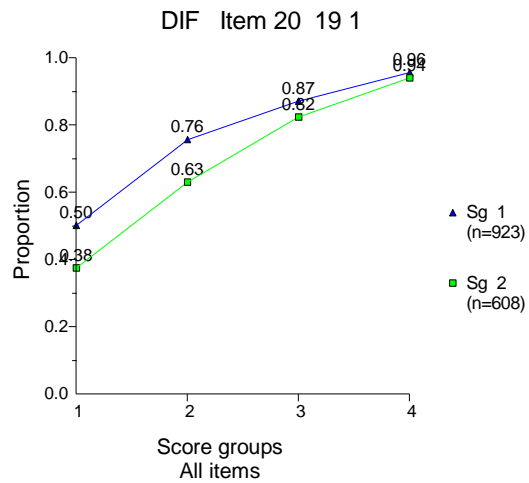
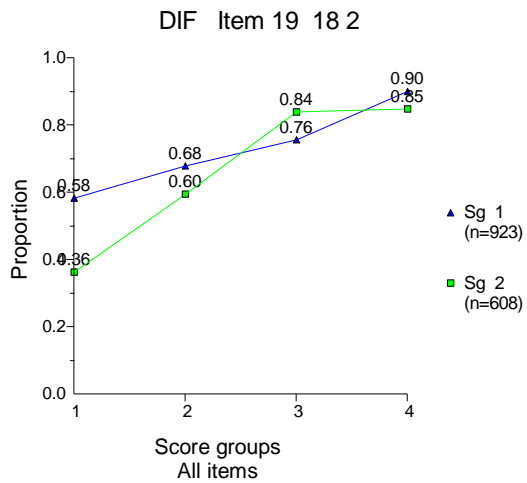
U zaglavlju grafičkih prikaza nalazi se redni broj i naziv zadatka (npr. oznaka DIF Item 43 29 4 označava da je riječ o zadatku 29.4 koji se u ispitu nalazi na rednom broju 43.); Proportion – proporcija sudionika/ca u pojedinom kvartilu; Score groups – kvartili sudionika/ca; oznake od 1 do 4 na apscisi označavaju kvartile sudionika/ca prema ukupnom rezultatu na ispitu (1 – kvartil sudionika/ca s najnižih ukupnim rezultatom, 4 – kvartil sudionika/ca s najvišim ukupnim rezultatom); Sg 1 – mladići, Sg 2 – djevojke; n – broj sudionika/ca u skupini; empirijske krivulje izrađene su u statističkom programu TiaPlus (Heuvelmans, 2001)

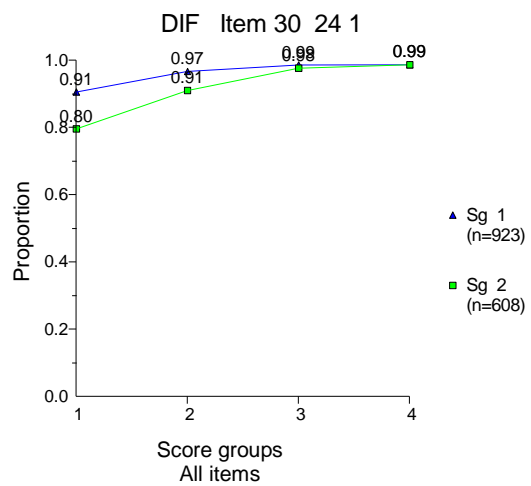
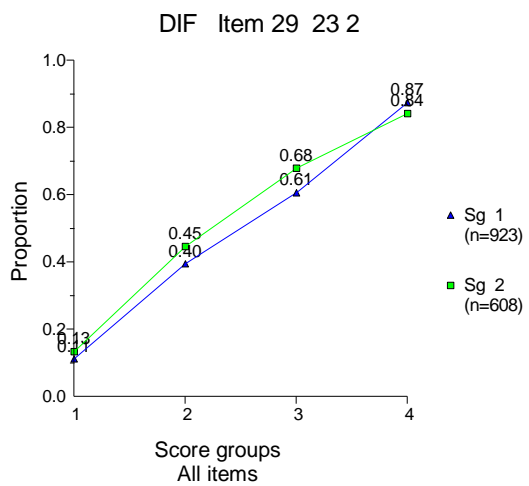
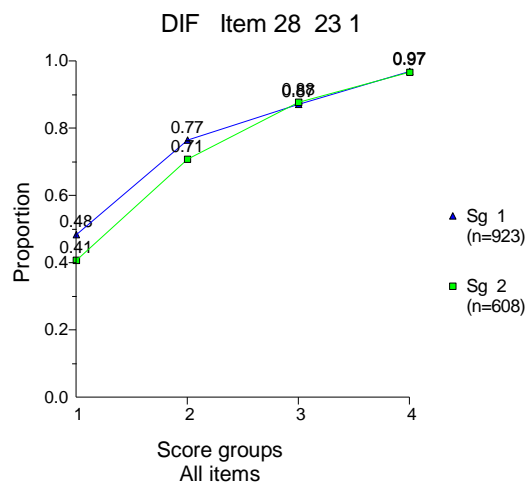
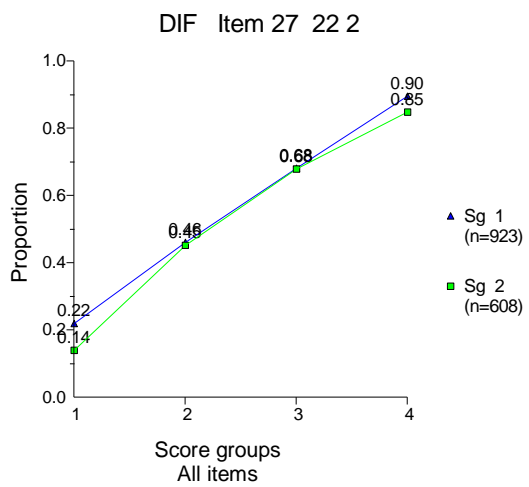
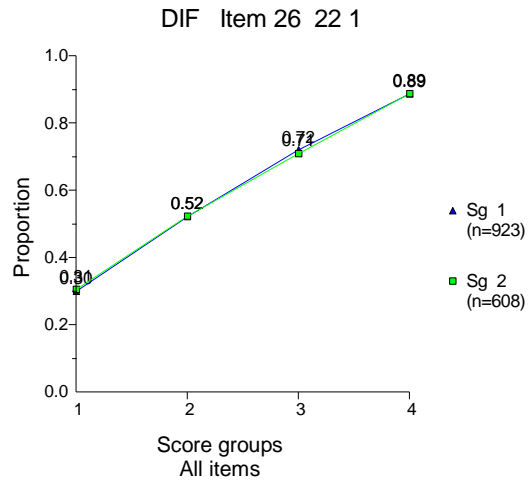
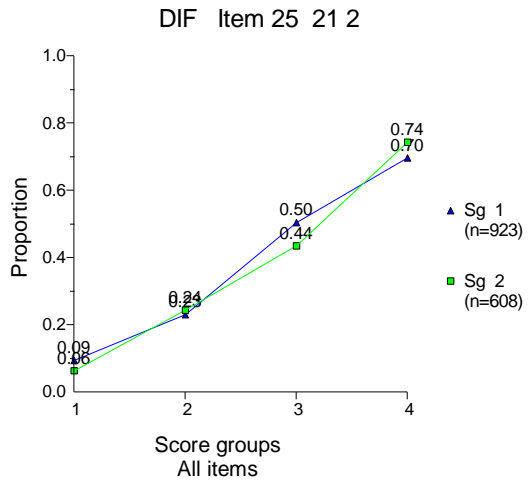
Ispit iz 2011. godine – prirodoslovno-matematičke gimnazije

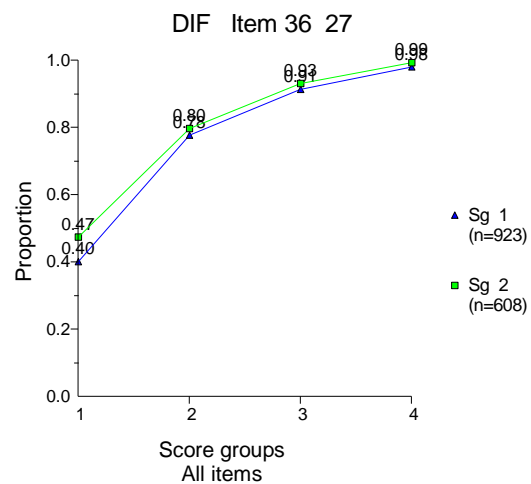
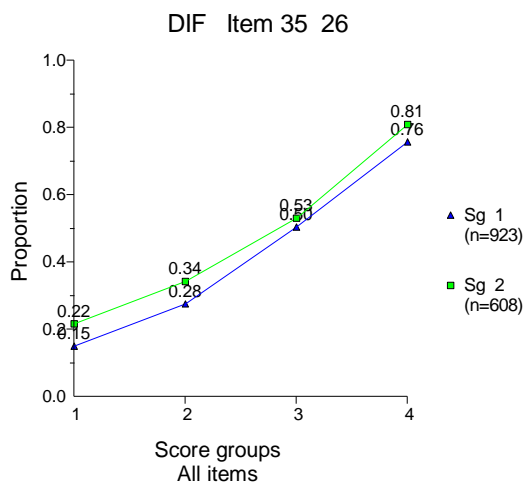
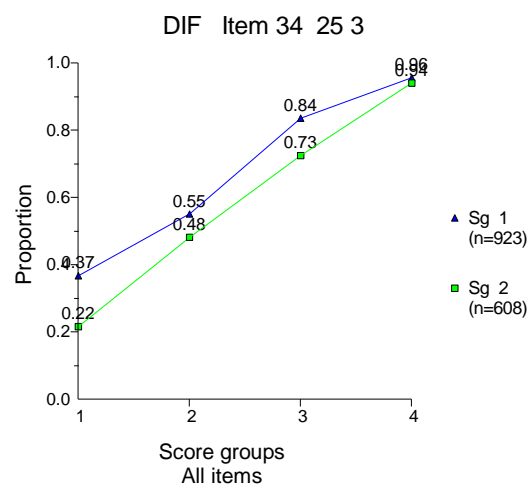
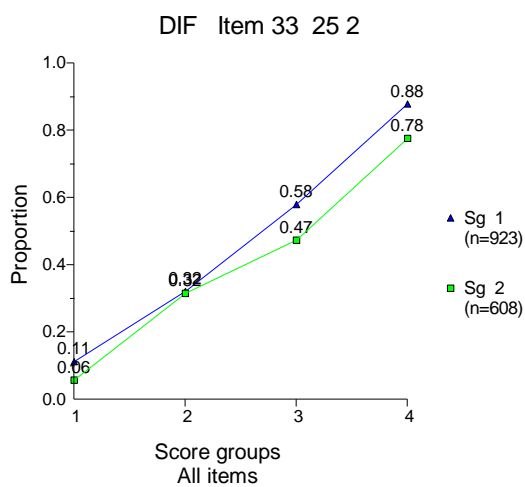
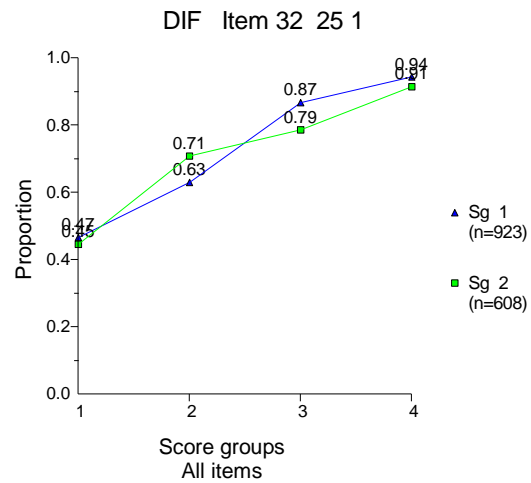
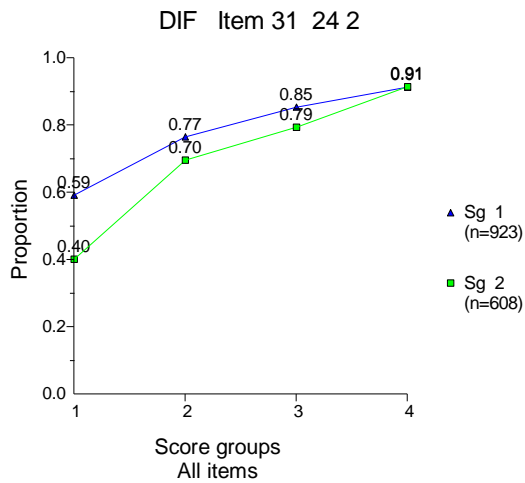


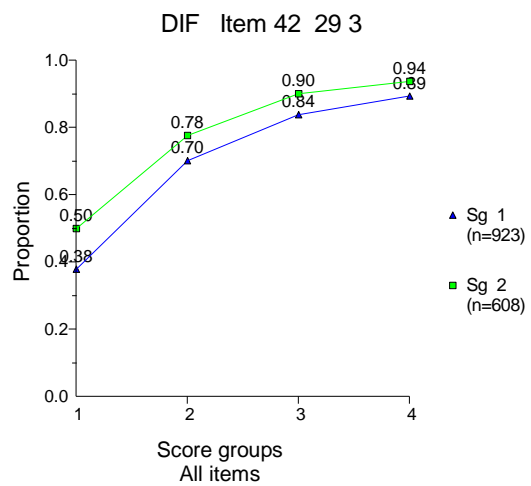
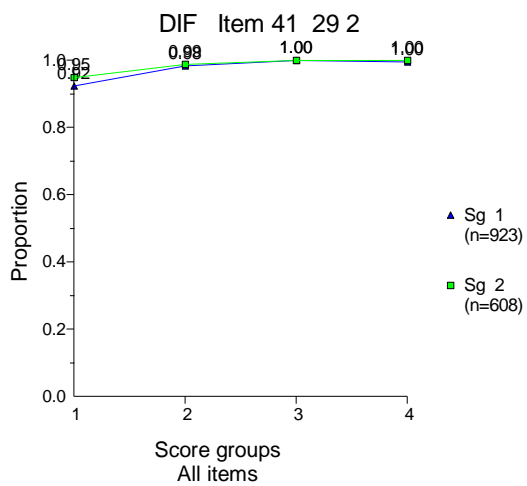
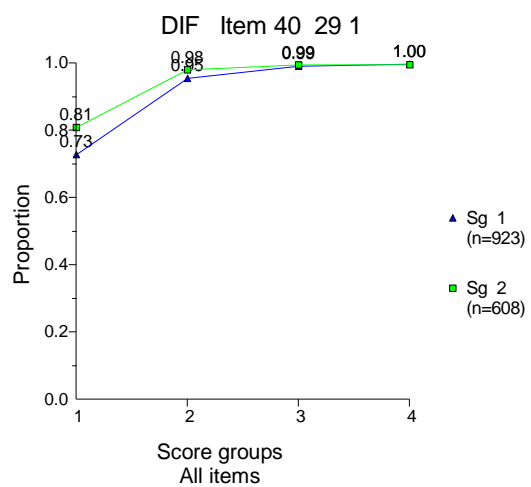
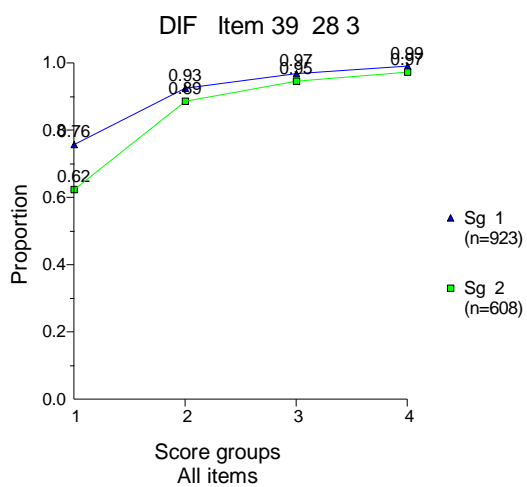
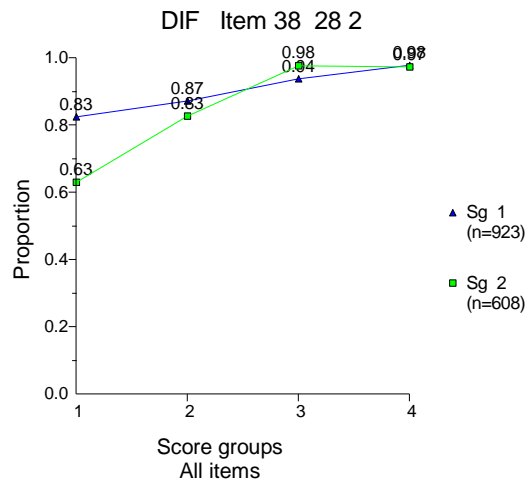
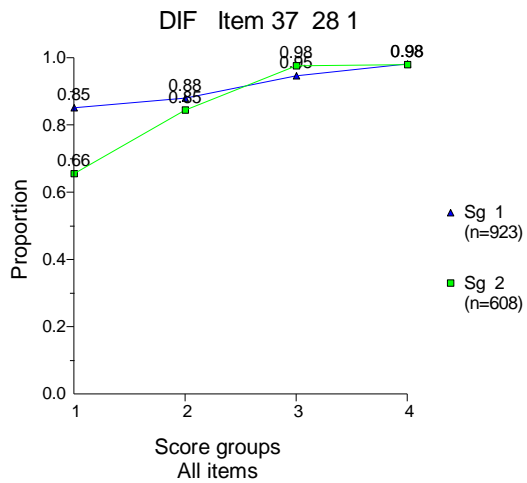


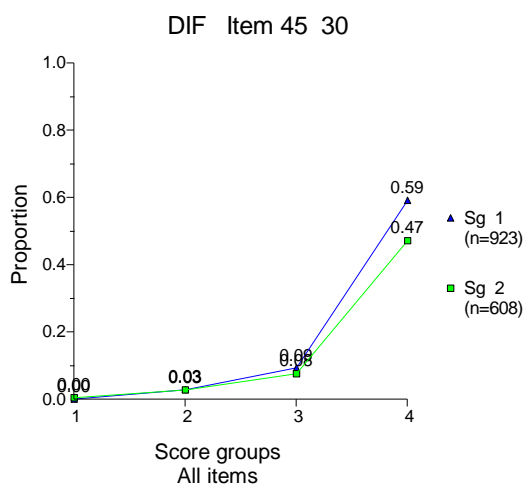
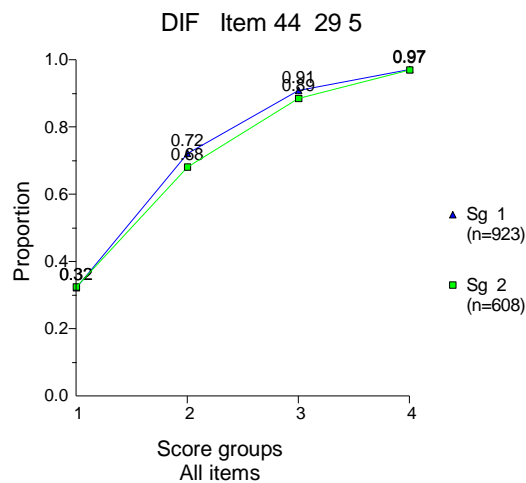
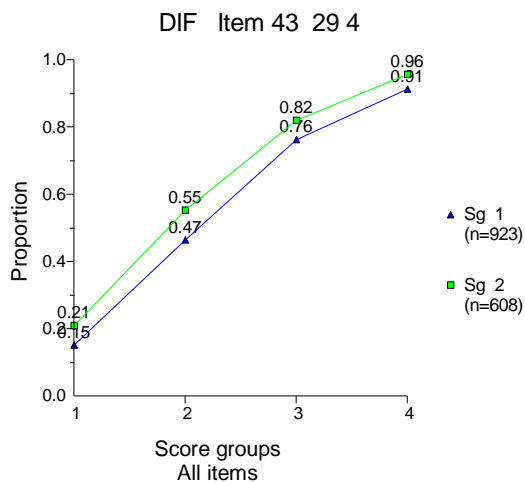










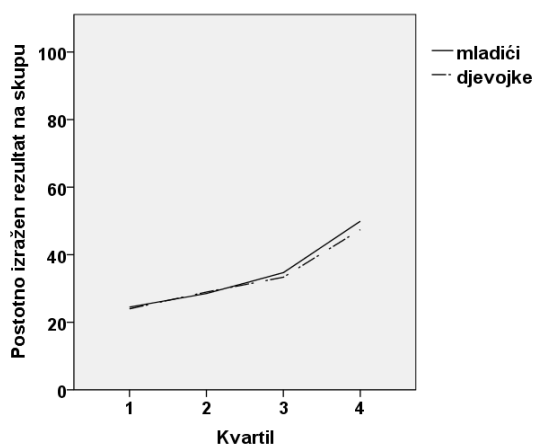


Legenda:

U zaglavlju grafičkih prikaza nalazi se redni broj i naziv zadatka (npr. oznaka DIF Item 43 29 4 označava da je riječ o zadatku 29.4 koji se u ispitu nalazi na rednom broju 43.); Proportion – proporcija sudionika/ca u pojedinom kvartilu; Score groups – kvartili sudionika/ca; oznake od 1 do 4 na apscisi označavaju kvartile sudionika/ca prema ukupnom rezultatu na ispitu (1 – kvartil sudionika/ca s najnižih ukupnim rezultatom, 4 – kvartil sudionika/ca s najvišim ukupnim rezultatom); Sg 1 – mladići, Sg 2 – djevojke; n – broj sudionika/ca u skupini; empirijske krivulje izrađene su u statističkom programu TiaPlus (Heuvelmans, 2001)

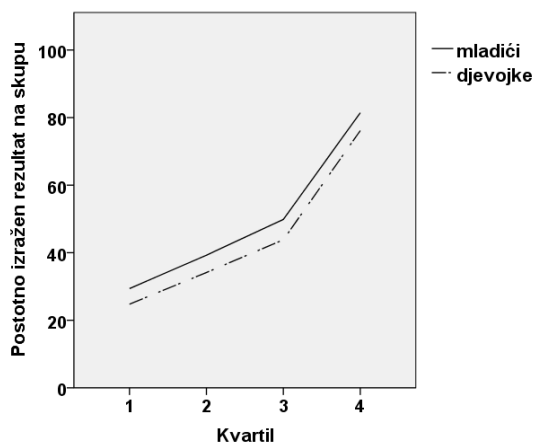
PRILOG 6. EMPIRIJSKE KRIVULJE SKUPOVA ZADATAKA ZA MLADIĆE I DJEVOJKE IZ OPĆIH I PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKIH GIMNAZIJA NA ISPITIMA DRŽAVNE MATURE IZ MATEMATIKE ZA VIŠU RAZINU IZ 2010. I 2011. GODINE

Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina



2010.

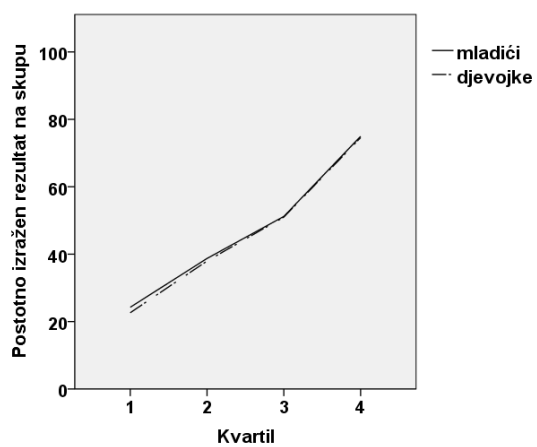
Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



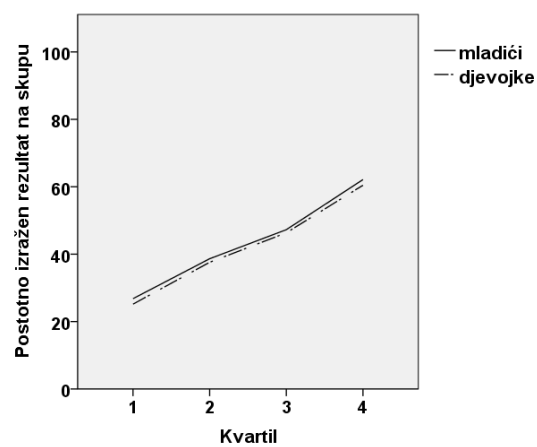
2010.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje

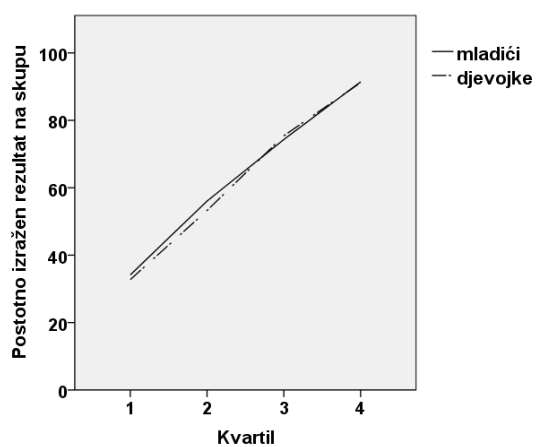


2010.

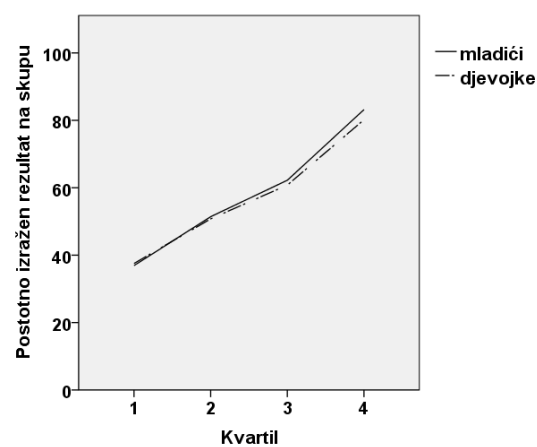


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



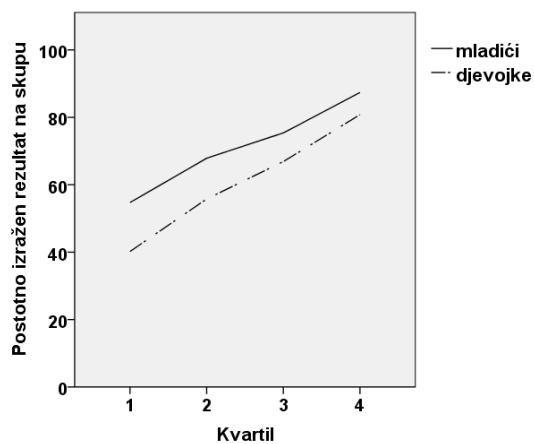
2010.



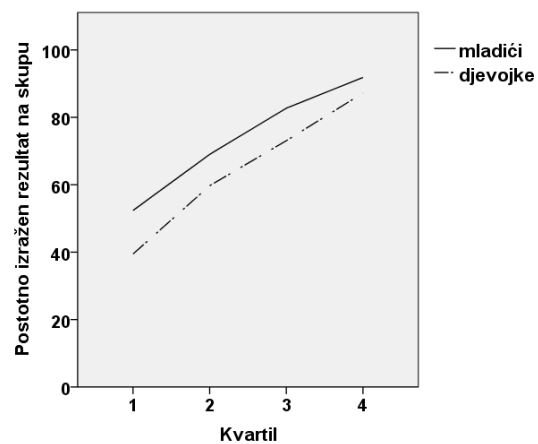
2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Verbalni problemi

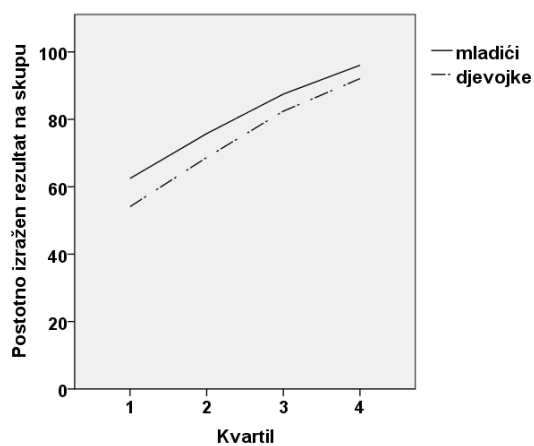


2010.

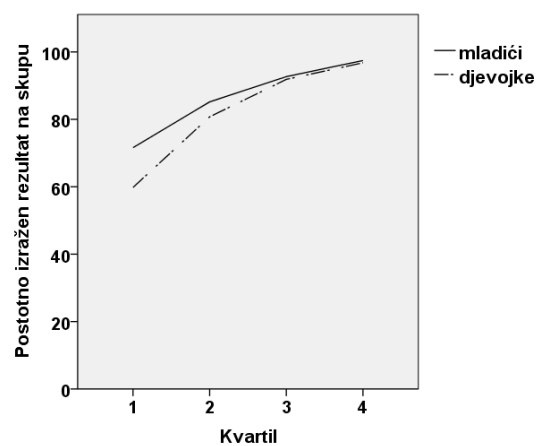


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



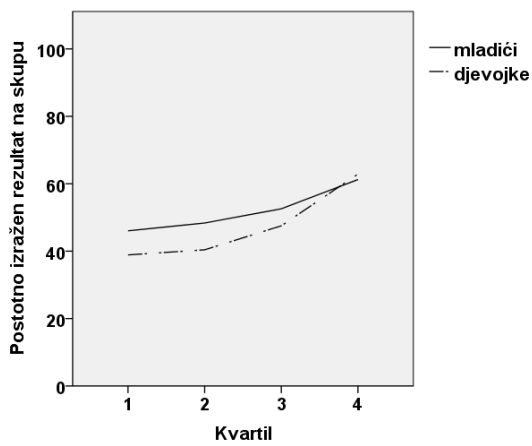
2010.



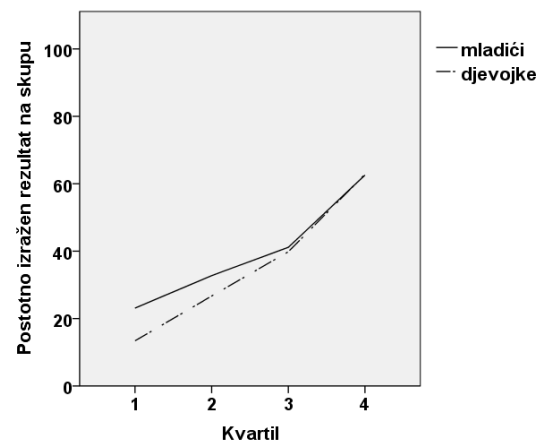
2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama

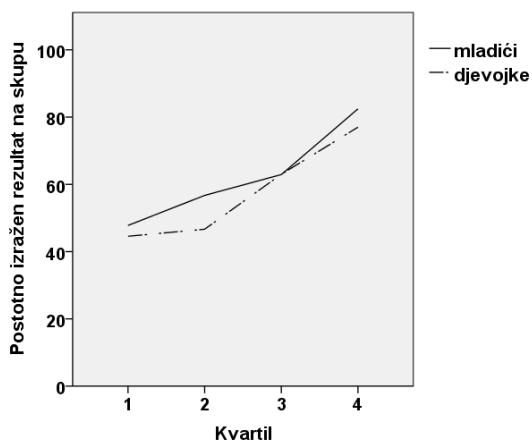


2010.

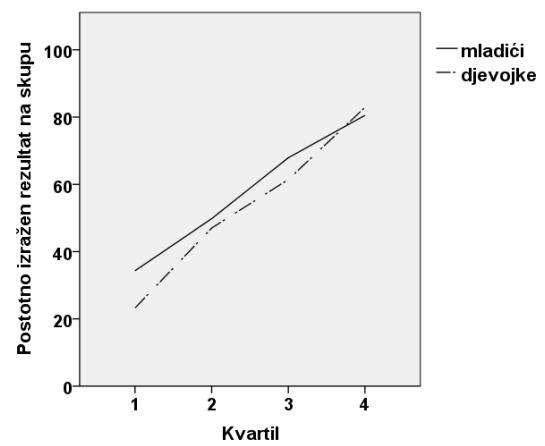


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



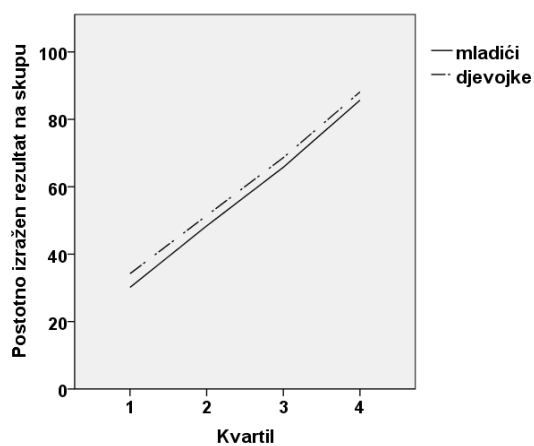
2010.



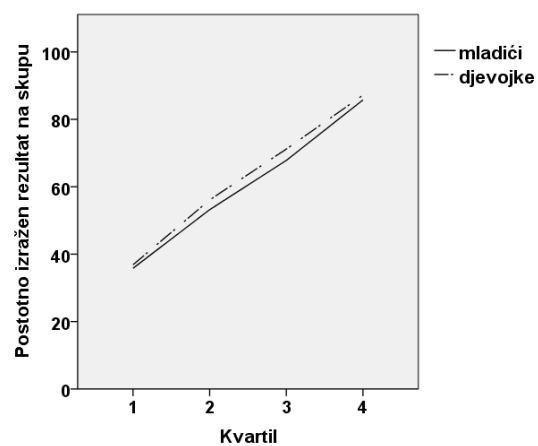
2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama

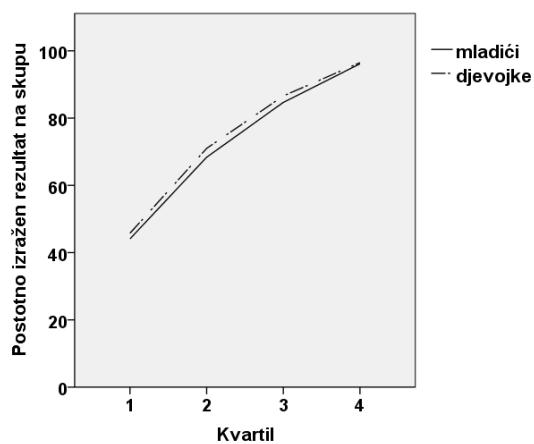


2010.

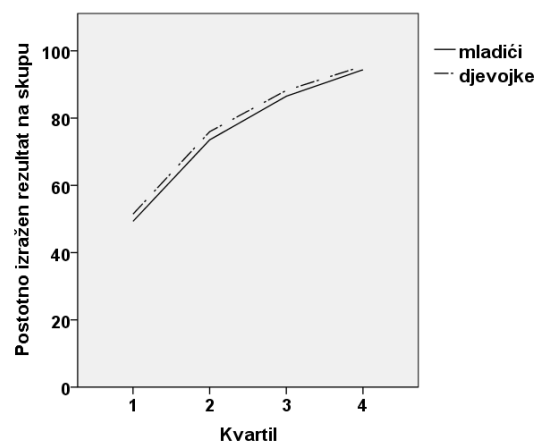


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



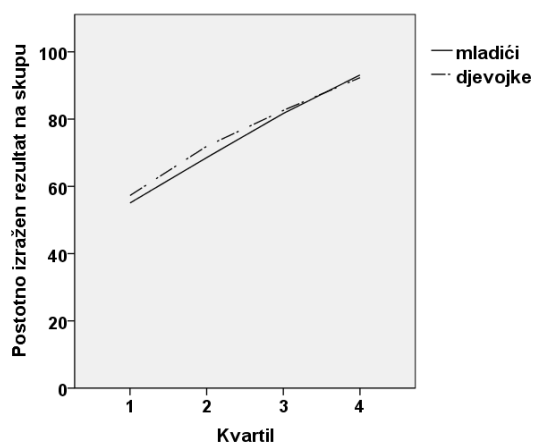
2010.



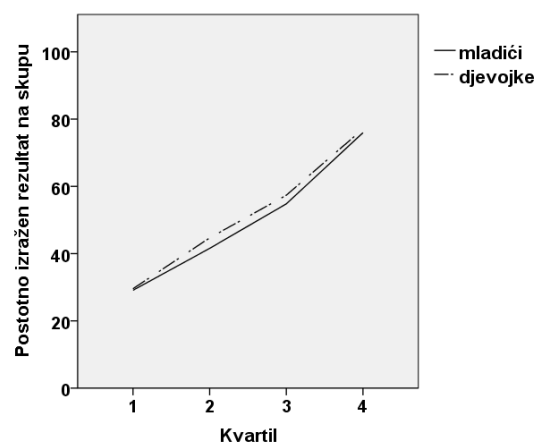
2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje

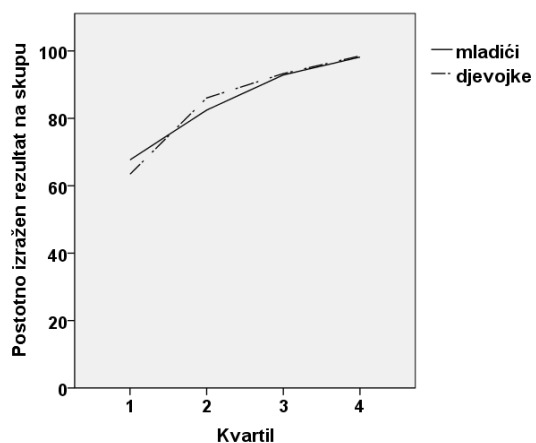


2010.

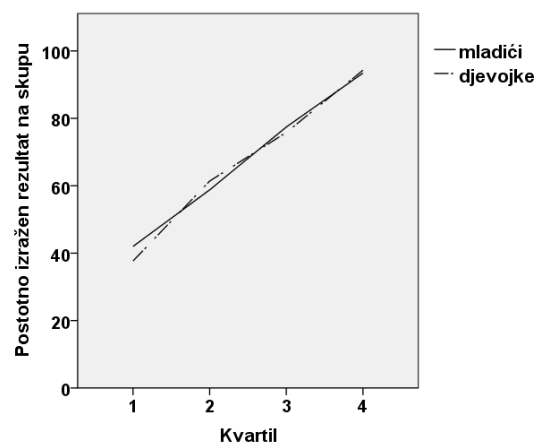


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



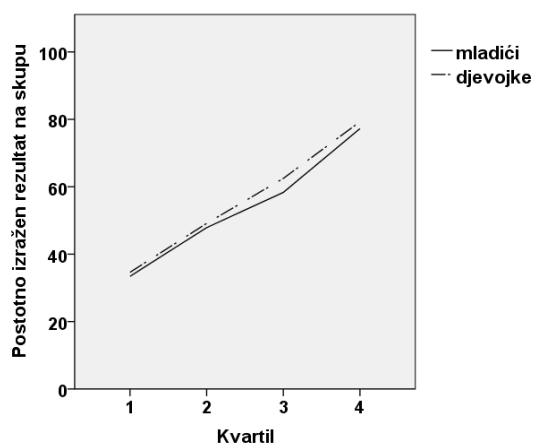
2010.



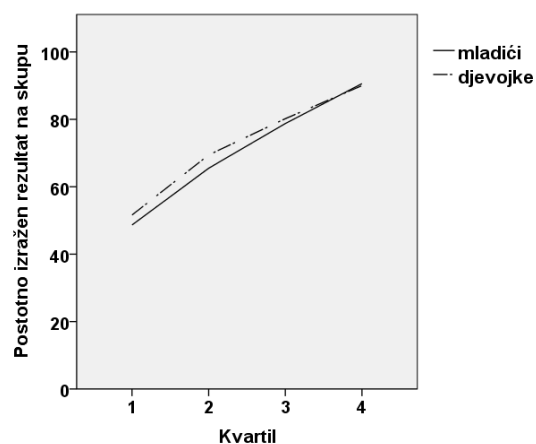
2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese

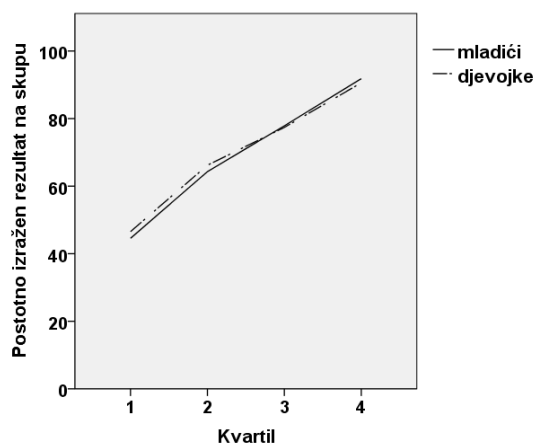


2010.

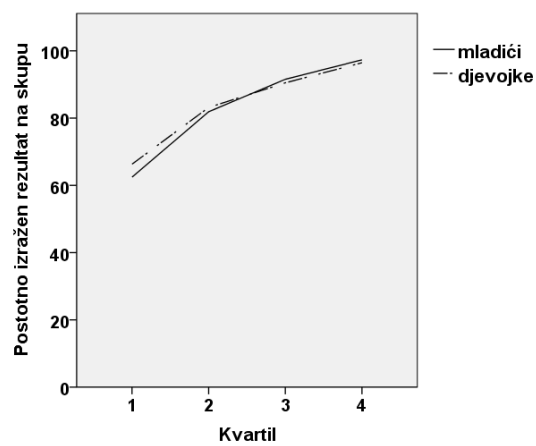


2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz općih gimnazija



2010.



2011.

Empirijske krivulje mladića i djevojaka iz prirodoslovno-matematičkih gimnazija

Legenda:

Oznake od 1 do 4 na apscisi označavaju kvartile sudionika/ca prema ukupnom rezultatu na ispitu (1 – kvartil sudionika/ca s najnižih ukupnim rezultatom, 4 – kvartil sudionika/ca s najvišim ukupnim rezultatom); empirijske krivulje izrađene su u statističkom programu IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM SPSS, 2011)

PRILOG 7. KODNI PROTOKOL ZA ANALIZU TRANSKRIPATA ZVUČNIH ZAPISA

Kategorije TSMZ (detaljni opisi kategorija i natuknica koje su korištene kao kodovi nalaze se u Uvodu u tablici 1.)

1. Zadaci u kojima je do točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina
2. Zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje
3. Verbalni problemi
4. Primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama
5. Primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama
6. Zadaci koji zahtijevaju dosjećanje
7. Zadaci koji zahtijevaju simboličke procese

Rješenje

Točno rješenje

Netočno rješenje

Ne zna riješiti

Nije mu / joj jasan zadatak

Ne da mu / joj se rješavati zadatak

Strategije u pogrešnim odgovorima

Ignoriranje grafičkog prikaza

Pokušaj svođenja na poznatu formulu

Pogreška u izračunu

Pokušaj ekstrahiranja informacije iz grafičkog prikaza

Neuspjela mentalna transformacija jednog prostornog oblika u drugi

Pogrešno čitanje matematičkog izraza

Pogrešno čitanje intervala

Pogreška u standardnim koracima neke procedure

Pogrešno ekstrahiranje informacije iz teksta

Neprikazivanje grafa

Pokušaj uvrštavanja ponuđenih odgovora u matematički izraz

Pokušaj dosjećanja formule

Pokušaj uvrštavanja nasumičnih vrijednosti u matematički izraz

PRILOG 8. PRIMJER TRANSKRIPTA ISKAZA SUDIONIKA ZA VRIJEME
RJEŠAVANJA ZADATAKA IZ MATEMATIKE

Zadatak 1.

Istraživačica: Jesi li riješio prvi zadatak?

Sudionik: Da. Znači koristio sam se metodom eliminacije prvo. Tipa imam pod A ponuđeno - 1,5 je cijeli broj, znamo da to je inače decimalni broj, znači cijeli brojevi su 2, 3, 4, 5, znači to nikako ne može biti istinita tvrdnja. Korijen iz 2 je racionalan broj, to naravno isto ne može bit', znači ne može bit' nešto što je u korijenu racionalan broj. Dok $\frac{1}{2}$, to je 0,5 to je realan broj znači istinita tvrdnja, a π je pod D ponuđeno π je prirodan broj, to je istina, istina jer je π iracionalan broj, tako da C je točan odgovor, $\frac{1}{2}$ odnosno 0,5 je realan.

Istraživačica: Super, jeste takve zadatke rješavali na satu ili za zadaću?

Sudionik: Jesmo, jesmo, da.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 2.

Istraživačica: Jesi li riješio drugi zadatak?

Sudionik: Drugi zadatak sam riješio. Točan odgovor je pod A $\frac{9}{10} \pi$. Traži se mjera kuta od 162 stupnjeva, odnosno traži se kol'ko je to radijana. I možemo preko znači formule 162 puta $\pi/180$, tak' ćemo dobit' mjeru kuta u radijanima, a da nam je bilo postavljeno mjera kuta je $\pi/3$ koliko je to stupnjeva, onda bi išli obrnuto. Znači $\pi/3$ puta $180/\pi$, odnosno, dobili bi onda mjeru kuta u stupnjevima.

Istraživačica: Jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jesmo.

Zadatak 3.

Istraživačica: Jesi li riješio treći zadatak?

Sudionik: Jesam. Traži se rješenje jednadžbe, znači traži se taj x u zadatku u jednadžbi. Uglavnom, treba se držati pravila da će, znači da zagrade imaju prednost, da nikada nećemo prvo tipa zbrajati ili nešto, prvo se uvijek rješavamo zagrada. Da smo imali i tu zbra, odnosno množenje i dijeljenje uvijek ćemo se prvo rješavati zagrada. I samo se treba držat' pravila i dođemo do rješenja, znači rješenje je pod B jednako -2.

Istraživačica: Dobro. Jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jesmo.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 4.

Istraživačica: Jesi li riješio četvrti zadatak?

Sudionik: Jesam. Ovako, pitanje glasi: Duljine stranica trokuta ABC su $a=12$ cm i $c=9$ cm, a kut između njih je beta 82 stupnjeva i 17 minuta. Traži se duljina stranice b . Znači ispis'o sam podatke na papir, nacrt'o sam si skicu taj je trokut ABC, označio sam si šta mi je poznato i šta se traži. Znači traži se stranica b , koristio sam se formulom poučku o kosinusima, znači b^2 je $a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$. I dobio sam rješenje $b=14$ cm. Koristio sam i kalkulator, normalno.

Istraživačica: Jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jesmo jesmo.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 5.

Istraživačica: Jesi li riješio peti zadatak?

Sudionik: Jesam. Zadatak glasi točka S je -2 , znači točka S ima koordinate -2 i 3 i ta točka je središte kružnice koja prolazi ishodištem koordinatnog sustava. Kako glasi jednadžba te kružnice? Nacrt'o sam skicu, označio sam, označio sam te koordinate -2 i 3 , nacrt'o sam tu točku S i znači, ajmo reć' prostoručno sam napravio tu kružnicu koja prolazi jednim dijelom ishodištem koordinatnog sustava. I sad sam iz tog ishodišta do ove točke S povukao crtu i zapravo sam dobio pravokutni trokut čije su mjere 2 i 3 . I sad kad bi ja riješio ovaj zadatak mor'o bi znat', mor'o bi' znati, ta zapravo, taj pravac je zapravo radijus, promjer. Ja bi', ja trebam znat' taj promjer kako bi' mog'o odrediti koje je točno rješenje znači ove jednadžbe kružnice. I preko Pitagorinog poučka, znači c^2 jednako $a^2 + b^2$ dobio sam da je taj pravac, taj promjer je korijen iz 13 i normalno, uvrstio sam znači $x+2 + y-3$ na, $(x+2)^2+(y-3)^2$ je korijen iz 13^2 što je 13 . Znači odgovor je točan pod A $(x+2)^2+(y-3)^2=13$. I da, znači da mi je bila, da su mi bile koordinate ove točke 2 i 3 , onda bi bilo $(x-2)^2+(y-3)^2$, al' pošto je -2 i 3 minus se poništava i prelazi u plus.

Istraživačica: Ok. Jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jesam.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 6.

Istraživačica: Jesi li riješio šesti zadatak?

Sudionik: Jesam. Koristio sam skicu, nacrt'o sam tu planinu. Naznačio sam si znači početnu temperaturu, temperaturu na vrhu planine. Označio sam si kao ovu, kao 0 metara da je a_1 , znači 26 stupnjeva Celzijevih i iš'o sam preko formule za n-ti član što se tiče aritmetičkog niza. Dobio sam da je $n=17$. Pa. Jednostavno, smanjimo za 1 jer smo krenuli od 0tog metra. Znači nismo krenuli od 100tog metra pa je B točno 1600 metara. Nije 1700 metara nego 1600.

Istraživačica: Jeste li takve zadatke rješavali ili slične?

Sudionik: Ne.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 7.

Istraživačica: Jesi li riješio sedmi zadatak?

Sudionik: Jesam. Možemo vidjeti već po slikama da površina Q i površina R da su to jedne te iste površine. To sam shvatio po ovom, po ovoj, po praznim, ovo što, ovaj dio koji nije osjenčan u kvadratu, dok ovaj prvi kvadrat površine P se vidi da je manji dio ostao neosjenčani i po toj logici, više sam logički razmišljao nego sad nešto razumski rješavao.

Istraživačica: Mhm, jeste li nešto slično rješavali?

Sudionik: Nisam.

Zadatak 8.

Istraživačica: Jesi li riješio osmi zadatak?

Sudionik: Jesam. Znači. Inače, argument koji se nalazi u logaritmu on mora biti uvijek veći od nula, strogo veći od nula. To napišemo znači $2x+4$ je veće od nula. Dobit ćemo da je x veći od -2 , nacrtam koordinatni sustav, naznačim -2 i samo osjenčam onaj dio koji ide desno od -2 , znači onaj dio koji je veći od -2 i to su svi ostali brojevi znači i -1 i milijun i tako to.

Istraživačica: Jeste nešto slično rješavali?

Sudionik: Jesam.

Zadatak 9.

Istraživačica: Jesi li riješio deveti zadatak?

Sudionik: Nisam.

Istraživačica: Jesi ga pokušavao riješiti'?

Sudionik: Jesam.

Istraživačica: Kako?

Sudionik: Prepis'o sam si ovu, precrt'o sam si ovu skicu na papir, pokušavao sam izvuć', koristio sam se formulom kružnog luka da nađem taj luk, onda naš'o sam promjer, al' samo sam ovim slovima znači na ovo da mi je promjer ove SA ili SB, a ne mogu naći te brojke. Nać' konkretan podatak koji će mi pomoć' da nađem taj kut koji se traži.

Istraživačica: Jeste nešto slično rješavali?

Sudionik: Pa, baš i ne.

Istraživačica: Ok.

Sudionik: Nisam baš upoznat' s takvim zadacima.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 10.

Istraživačica: Jesi li riješio deseti zadatak?

Sudionik: Jesam. Tu sam se samo koristio kalkulatorom, znači čisto uvrštavanje u kalkulator. 1-i na 6tu, to se inače, ova potencija na 6 se ne može uvrstit' u kalkulator no iš'o sam preko toga na, odnosno znači, stavio sam zgradu, upisao sam taj 1-i na treću i još jednu zgradu iznad toga na drugu i to je zapravo 1-i na šestu, dobio sam 8i, traži se apsolutna vrijednost i stis'o sam shift hyp uvrstio sam taj 8i u tu apsolutnu vrijednost i dobije se 8.

Istraživačica: Ok. Jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jesmo.

Zadatak 11.

Istraživačica: Jesi li riješio jedanaesti zadatak?

Sudionik: Nisam.

Istraživačica: Jesi pokušavao?

Sudionik: Jesam, al'... Ne ide.

Istraživačica: A na koji način si pokušao riješiti'?

Sudionik: Pa rastavio sam taj 5^{x+2} na 5^x puta 5^2 , pokušavam nać' neku kvadratnu jednadžbu. Ne znam, zablokir'o sam.

Istraživačica: Jeste nešto slično rješavali?

Sudionik: Jesmo.

Zadatak 12.

Istraživačica: Jesi li riješio dvanaesti zadatak?

Sudionik: Jesam. Precrt'o sam skicu na papir. Označio sam si što mi je poznato, što mi nije poznato, što se traži. Jednostavno znači, iš'o sam po tome da je zbroj kutova unutar nekog trokuta 180 i ovaj omjer za svaki taj kut, ne znam, alfa je 3, to sam napisao kao da je $3k$, beta je $2k$, gama je $13k$ i to je ukupno $18k$ i to sam podijelio sa tim, sa tih 180. Dobije se k je 10 i sad taj k uvrštavam, odnosno tu desetku uvrštavam umjesto k pa tako dobivam konkretne mjere tih kuteva. I koristio sam se znači traži se ta najkraća stranica trokuta, to je taj b . B sam, odnosno a sam označio kao $3+b$, i $3+b$ uvrštavam umjesto a preko formule odnosno preko poučka o sinusima i tako sam došao do rješenja $b=6,49$ cm, znači odgovor je točan pod C.

Istraživačica: Super, jeste to rješavali, takve zadatke?

Sudionik: Jesam.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 13.

Istraživačica: Jesi li riješio trinaesti zadatak?

Sudionik: Jesam. Ovo je jedan tipičan zadatak kod kojih, jedan korak Vas može, već na samom početku zeznut. Netko bi možda odmah išao na zajednički nazivnik rješavat' no radije, bolje je, bolje je prvo riješiti ovaj razlomak po razlomak, kombinirat' zbroj kubova, razliku kvadrata, skraćivanje suprotnih predznaka i tako. No zadatak k'o zadatak je prilično zahtjevan.

Istraživačica: Dakle, ti si iš'o tom drugom metodom?

Sudionik: Da, ja sam išao metodom razlomak po razlomak, znači. Mislim griješio sam i ja al' eto. Normalno.

Istraživačica: Dobro, jeste takve zadatke rješavali?

Sudionik: Jako slabo. Ja sam doma rješav'o al' u školi baš i nismo rješavali.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 14.

Istraživačica: Jesi li riješio četrnaesti zadatak?

Sudionik: Nisam. Vrlo logičan zadatak, mislim čak da sam i shvatio metodu kako doć do rješenja. Usporedbom površine kocke i, odnosno površine kvadrata i kugle. No. Nije to to.

Istraživačica: Jesi...

Sudionik: Mislim da sam na dobrom putu, al'...

Istraživačica: Jesi neke formule stavljao?

Sudionik: Da, da. Formule, za površinu kocke, odnosno za površinu kvadrata i za površinu...

Istraživačica: Mhm, jeste rješavali slične zadatke?

Sudionik: Ne.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 15.

Istraživačica: Jesi li riješio petnaesti zadatak?

Sudionik: Nisam.

Istraživačica: Jesi ga pokušavao nekako riješiti?

Sudionik: Jesam, al'... S tim, s takvim zadacima baš i nisam upoznat' tako da... Pokuš'o sam sve moguće načine, al'... Uvrštavanje...

Istraživačica: Je l' možeš ispričat' neki način na koji si pokušao?

Sudionik: Pa tipa ovi ponuđeni odgovori, samo sam uvrštav'o u tu jednadžbu, ovo ono, al'... Nije, nije to to, ne znam. Imam dvije nepoznanice i to, to meablokiralo.

Istraživačica: Jeste rješavali slične zadatke?

Sudionik: Pa jesam. Valjda.

Istraživačica: Dobro.

Zadatak 16.

Istraživačica: Jesi li riješio šesnaesti zadatak?

Sudionik: Jesam. Ovaj zadatak, spada među najlakšim zadacima. Znači, čisto uvrštavanje u kalkulator, nikakva posebna ni logika ni tehnika ni sposobnost.

Istraživačica: Ok. Jeste rješavali nešto slično?

Sudionik: Jesam.

Istraživačica: Ok.

Zadatak 17.

Istraživačica: Jesi li riješio sedamnaesti zadatak?

Sudionik: Jesam. Ovaj zadatak isto spada među lakšim zadacima. Imamo već nacrtanu funkciju f od x , tražimo g od x , znači f od $x+1$. Samo, samo sam, znači svaku točku, odnosno ne baš svaku nego par točaka od ove funkcije f od x dig'o za 1. Naznačio sam te točke, povuk'o sam pravce kroz te točke i dobio sam zapravo tu funkciju g od x .

Istraživačica: Jeste rješavali takve zadatke?

Sudionik: Jesmo.

Zadatak 18.

Istraživačica: Jesi li riješio osamnaesti zadatak?

Sudionik: Prvi jesam, al' drugi nisam. Prvi, pa prvo sam našao taj pravac preko ove jednadžbe šta sam dobio. Traži se nagib, uvrstio sam znači, našao sam nultočke od pravca, nacrt'o sam evo u koordinatnom sustavu i taj nagib sam našao preko Pitagorinog poučka. A drugi, drugi mi je jako poznat, no ne mogu ga riješit', ne znam.

Istraživačica: Jesi li pokušao možda nekako?

Sudionik: Jesam al' ne ide.

Istraživačica: A kako si pokušao? Kroz neku formulu?

Sudionik: Da, kroz ove formule šta smo dobili za maturu, preko toga no... Ne ide.

Istraživačica: Jeste nešto slično rješavali?

Sudionik: Jesam, jesam.

Istraživačica: Ok.

PRILOG 9. PRIMJER VERBALNOG PROBLEMA I NJEGOVIH MODIFIKACIJA

Originalni verbalni problem iz ispita državne mature

Škola je za odlazak svojih 708 učenika na izlet osigurala 15 autobusa. Neki su autobusi imali 52, a neki 43 sjedala. U svim autobusima sva sjedala bila su popunjena i na svakome je sjedio samo jedan učenik.

Koliko je bilo autobusa s 52 sjedala?

Odgovor: _____

Koliko je ukupno učenika prevezeno autobusima s 43 sjedala?

Odgovor: _____

Modificirani verbalni problem s eksplicitno navedenim algoritmom / pravilom za rješavanje

Škola je za odlazak svojih 708 učenika na izlet osigurala 15 autobusa. Neki su autobusi imali 52, a neki 43 sjedala. U svim autobusima sva sjedala bila su popunjena i na svakome je sjedio samo jedan učenik. Pomoću opisanog sustava jednačbi s dvije nepoznanice (x je broj autobusa s 52 sjedala, a y broj autobusa s 43 sjedala) odgovorite na sljedeća pitanja:

Koliko je bilo autobusa s 52 sjedala?

Odgovor: _____

Koliko je ukupno učenika prevezeno autobusima s 43 sjedala?

Odgovor: _____

Matematički izraz bez verbalnog elementa

Zadano je:

$$52x + 43y = 708$$

$$x + y = 15$$

Koliko iznosi x ?

Odgovor: _____

Koliko iznosi $43y$?

Odgovor: _____

PRILOG 10. STATISTIKA KODIRANJA DIJELOVA UČENIČKIH ISKAZA ZA
VRIJEME RJEŠAVANJA ZADATAKA IZ MATEMATIKE

Zadatak	TSMZ						% točnih odgovora
	nastavnici	učnički iskazi	k	k %	N	N %	
1	6	6	16	45,7	16	100	93,8
		5	9	25,7	9	56,3	
2	5, 1	5	21	41,2	15	93,8	81,3
		6	12	23,5	10	62,5	
3	7, 5	5	19	44,2	15	93,8	87,5
		7	14	32,6	14	87,5	
4	5, 6	5	19	39,6	16	100	75,0
		6	13	27,1	13	81,3	
		2	4	8,3	4	25,0	
5	5, 2	5	21	41,2	15	93,8	87,5
		6	11	21,6	10	62,5	
		2	6	11,8	4	25,0	
6	4, 3	3	15	23,8	15	93,8	87,5
		7	12	19,0	12	75,0	
		4	9	14,3	8	50,0	
		5	5	7,9	5	31,3	
7	2	2	11	22,0	9	56,3	56,3
		5	7	14,0	7	43,8	
		4	6	12,0	6	37,5	
8	6, 5	5	19	39,6	16	100	87,5
		6	14	29,2	13	81,3	
9	2, 6	4	5	12,5	5	33,3	12,5
		5	5	12,5	5	33,3	
10	1, 5, 6	5	16	37,2	13	81,3	81,3
		6	6	14,0	6	37,5	
		1	4	9,3	4	25,1	
11	5, 1	5	15	27,3	14	87,5	31,3
		6	8	14,5	6	37,5	
		1	4	7,3	4	25,1	
12	2	5	23	39,0	13	81,3	68,8
		6	10	16,9	10	62,5	
		2	8	13,6	8	50,0	
13	5	5	12	29,2	11	68,8	43,8
		1	5	12,2	5	31,3	
14	7, 6	4	7	15,2	7	46,7	25,0
		7	5	10,9	5	33,4	
		5	5	10,9	5	33,3	
15	1, 4, 6	5	6	15,4	6	40,0	0,0
16	7, 1	7	16	47,1	16	100	100
		5	11	32,4	11	68,8	

Zadatak	TSMZ						% točnih odgovora
	nastavnici	učnički iskazi	k	k %	N	N %	
		1	1	11,8	4	25,0	
17	2	5 2	12 11	30,8 28,2	12 11	75,0 68,8	68,8
18	<i>18.1</i> 7, 5 <i>18.2</i> 2, 4	5 7 2	16 12 4	25,4 19,0 6,4	14 12 4	87,5 75,0 25,1	75,0 0,0
19	<i>19.1</i> 6, 5 <i>19.2</i> 6, 5, 7	6 5 7	22 23 10	33,8 35,4 15,4	13 12 9	92,9 85,7 64,3	92,9 85,7
20	<i>20.1</i> 7 <i>20.2</i> 2	7 5 6	14 15 10	22,2 23,8 15,9	12 11 7	85,7 78,6 50,0	64,3 42,9
21	<i>21.1</i> 3, 5 <i>21.2</i> 3, 5	3 4 5 7 1	9 7 8 6 5	18,0 14,0 16,0 12,0 10,0	8 6 6 6 4	57,1 42,9 42,9 42,9 28,6	71,4 64,3
22	<i>22.1</i> 2, 5, 7 <i>22.2</i> 5, 7	5 2 6	21 13 11	36,2 22,4 19,0	13 13 11	100 100 84,6	92,3 76,9
23	<i>23.1</i> 5, 6 <i>23.2</i> 4, 6	5 6	16 5	32,7 10,2	11 5	91,7 41,7	66,7 8,3
24	<i>24.1</i> 5, 6 <i>24.2</i> 6, 5	5 6	21 22	42,9 44,9	10 10	100 100	81,8 81,8
25	<i>25.1</i> 5 <i>25.2</i> 2 <i>25.3</i> 2	5 6	12 6	44,4 22,2	6 5	100 83,3	85,7 14,3 0,0

Legenda:

Nastavnici – kategorije TSMZ procijenjene od strane nastavnika (prva podebljana je salijentna);
učenici – kategorije TSMZ procijenjene na temelju učničkih iskaza počevši od najzastupljenije; *k* –
frekvencija kodiranja dijelova iskaza kao svojstvenih za pojedinu kategoriju; *k %* - postotak kodiranja
dijelova iskaza kao svojstvenih za pojedinu kategoriju; *N* – broj intervjua u kojima je kategorija
prepoznata; *N %* postotak intervjua u kojima je kategorija prepoznata; *% točnih odgovora* – postotak
točnih odgovora među učenicima koji su barem pokušali riješiti zadatak; *1* – zadaci u kojima je do

točnoga rješenja moguće doći na nekoliko različitih načina, 2 – zadaci koji zahtijevaju prostorno rezoniranje, 3 – verbalni problemi, 4 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u novim nepoznatim situacijama, 5 – primjena rutinskih matematičkih rješenja u poznatim situacijama, 6 – zadaci koji zahtijevaju dosjećanje, 7 – zadaci koji zahtijevaju simboličke procese.

Napomena: U zadacima koji se sastoje od podzadataka, neki dijelovi učeničkih iskaza odnosili su se na veći broj podzadataka / na sve podzadatke. U tablici su prikazane kategorije koje su prepoznate u barem četiri intervjua (tj. u 25 % intervjua).

PRILOG 11. LISTA PRIMJENE MATEMATIKE U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU

Pred Vama je lista nekih uobičajenih aktivnosti. Razmislite o svom životu izvan studija i procijenite koliko ste često sudjelovali u navedenim aktivnostima u zadnjih 6 mjeseci. Svoju procjenu označite zaokruživanjem broja 1 - nikad, 2 - rijetko ili 3 - često za svaku pojedinu aktivnost u za to predviđenom polju.

	nikad	rijetko	često
Određivanje količine potrebnog materijala za radove u kućanstvu (npr. broja pločica, litara boje, metara tkanine, sadnica biljaka za vrt, posuda za zimmnicu...).	1	2	3
Korištenje kuhinjske vage.	1	2	3
Određivanje razmaka između rupa za sadnice u povrtnjaku / vrtu / voćnjaku.	1	2	3
Korištenje libele (vaservage, razulje) u ispitivanju vodoravnosti ili okomitosti neke površine.	1	2	3
Određivanje količine prehrambenih namirnica potrebnih za kućanstvo za naredni period.	1	2	3
Izračun količine potrebnih sastojaka za pripremu jela.	1	2	3
Raspoređivanje namještaja u sobi / stanu / kući.	1	2	3
Planiranje osobnih troškova za naredni period (npr. za idući tjedan, mjesec ili godinu).	1	2	3
Izračun prosječne potrošnje goriva u automobilu ili potrošnje struje / vode / plina u kućanstvu.	1	2	3
Izračun predviđenih troškova ljetovanja / zimovanja.	1	2	3
Planiranje puta automobilom pomoću karte / plana grada.	1	2	3
Samostalno snalaženje u prostoru u nepoznatom gradu.	1	2	3
Samostalno snalaženje u prostoru u nepoznatoj prirodi (npr. u šumi, na planini...).	1	2	3
Izračun novog novčanog iznosa nakon dodatka ili oduzimanja kamata.	1	2	3
Mjerenje površine (kvadrature) stana / prostorije / vrta itd.	1	2	3
Određivanje kojih dimenzija treba biti novi komad namještaja / kućanski uređaj kako bi ga se moglo smjestiti u prostoriju stana ili kuće.	1	2	3
Izračun izgubljenih kalorija / kilodžula (kJ) nakon vježbe ili treninga.	1	2	3
Preračun novčanog iznosa iz jedne valute u drugu.	1	2	3
Izračun potencijalnog dobitka u kladionici / kockarnici na temelju zadanih koeficijenata.	1	2	3
Praćenje statističkih pokazatelja o području interesa (npr. o dionicama, sportskim rezultatima, itd.).	1	2	3
Određivanje potrebne količine hrane i pića za zabavu.	1	2	3
Izračun podatkovnog internetskog prometa za mobitel.	1	2	3

PRILOG 12. ARITMETIČKE SREDINE I STANDARDNE DEVIJACIJE RIJEŠENOSTI ZADATAKA IZ MATEMATIKE I NJIHOVIH MODIFIKACIJA

Zadatak	Originalni zadaci				Dodan algoritam / pravilo				Matematički izrazi			
	mladići		djevojke		mladići		djevojke		mladići		djevojke	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1.1	0,61	0,50	0,51	0,51	0,72	0,46	0,58	0,50	0,57	0,50	0,66	0,48
1.2	0,36	0,49	0,30	0,46	0,52	0,51	0,33	0,47	0,57	0,50	0,63	0,49
2.1	0,39	0,50	0,05	0,21	0,52	0,51	0,12	0,32	0,11	0,31	0,03	0,16
2.2	0,04	0,19	0,05	0,21	0,12	0,33	0,05	0,21	0,07	0,26	0,05	0,23
3.1	0,57	0,50	0,53	0,50	0,68	0,48	0,74	0,44	0,79	0,42	0,79	0,41
3.2	0,54	0,51	0,58	0,50	0,72	0,46	0,77	0,43	0,64	0,49	0,82	0,39
4	0,61	0,50	0,49	0,51	0,52	0,51	0,63	0,49	0,71	0,46	0,79	0,41
5	0,46	0,51	0,47	0,50	0,48	0,51	0,42	0,50	0,75	0,44	0,89	0,31
6	0,04	0,19	0,09	0,29	0,12	0,33	0,12	0,32	0,14	0,36	0,05	0,23
7.1	0,79	0,42	0,63	0,49	0,80	0,41	0,81	0,39	0,61	0,50	0,79	0,41
7.2	0,25	0,44	0,21	0,41	0,16	0,37	0,12	0,32	0,18	0,39	0,21	0,41
8	0,04	0,19	0,02	0,15	0,08	0,28	0,00	0,00	0,04	0,19	0,03	0,16
9.1	0,43	0,50	0,35	0,48	0,36	0,49	0,28	0,45	0,57	0,50	0,58	0,50
9.2	0,39	0,50	0,33	0,47	0,32	0,48	0,28	0,45	0,57	0,50	0,58	0,50
10	0,54	0,51	0,56	0,50	0,52	0,51	0,42	0,50	0,39	0,50	0,16	0,37
11	0,14	0,36	0,19	0,39	0,36	0,49	0,09	0,29	0,18	0,39	0,08	0,27
12	0,36	0,49	0,21	0,41	0,24	0,44	0,33	0,47	0,29	0,46	0,32	0,47

ŽIVOTOPIS

Josip Šabić rođen je 1983. godine u Slavonskom Brodu gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirao je psihologiju na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2008. godine.

Od 2008. do 2016. godine radio je u Nacionalnom centru za vanjsko vrednovanje obrazovanja u području konstrukcije i psihometrijskih analiza obrazovnih ispita; prvenstveno državne mature i raznih nacionalnih ispitivanja. Od 2011. do 2014. godine bio je voditelj Odsjeka za psihometriju Nacionalnog centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja. Tijekom 2015. i 2016. godine, sudjelovao je u radu na Cjelovitoj kurikulumnoj reformi kao suvoditelj stručne radne skupine za izradu kurikulumuma međupredmetne teme *Učiti kako učiti* te kao član skupine za izradu *Okvira za vrednovanje procesa i ishoda učenja u osnovnoškolskome i srednjoškolskome odgoju i obrazovanju*.

Od 2016. godine zaposlen je u Centru za istraživanje i razvoj obrazovanja Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu gdje sudjeluje na uspostavnim istraživačkom projektu Hrvatske zaklade za znanost „Obrazovne aspiracije učenika u prijelaznim razdobljima hrvatskog osnovnoškolskog obrazovanja: priroda, odrednice i promjene“ voditelja dr. sc. Borisa Jokića.

Bio je gostujući doktorski student u istraživačkim grupama „The Psychometrics Centre“ Sveučilišta u Cambridgeu i „The Centre for Educational Research & Development“ Sveučilišta u Leuvenu. Za vrijeme dokorskog studija bio je stipendist zaklada The British Scholarship Trust (2013.) i The Frankopan Fund (2013. i 2014.). Dobitnik je nagrade The Voya Kondic Memorial Prize (2014.).

Samostalno ili u koautorstvu, objavio je nekoliko knjiga te znanstvenih i stručnih radova iz područja edukacijskih mjerenja i psihometrije. Sudjelovao je na desetak međunarodnih znanstvenih konferencija. Član je Hrvatske psihološke komore i Hrvatskog udruženja za obrazovna istraživanja.

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA

- Batur, M., Elezović, I. i Šabić, J. (2017). Rezultati anketnoga istraživanja učenika i nastavnika. U: M. Batur (ur.), *Novi horizonti strukovnoga obrazovanja: izvještaj vanjskoga vrednovanja eksperimentalne provedbe novih strukovnih kurikuluma* (str. 145-216). Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Šabić, J. (2016). Understanding the Country's Underachievement in International assessment: Differential Item and Bundle Functioning Approach. *Cadmo*, 24(1), 5-19.
- Šabić, J. (2014). Usporedba rezultata pristupnika iz različitih dijalektalnih regija na zadacima vezanim uz tekstove pisane čakavskim narječjem u ispitu državne mature iz Hrvatskog jezika. *Suvremena psihologija*, 17(1), 21-33.
- Jokić, B., Ristić Dedić, Z. i Šabić, J. (2011). *Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Fizike*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Ristić Dedić, Z., Jokić, B. i Šabić, J. (2011). *Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Biologije*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Ristić Dedić, Z., Jokić, B. i Šabić, J. (2011). *Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz Kemije*. Zagreb: Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja.
- Ćurković, N., Šabić, J. i Buljan Culej, J. (2010). Lista za procjenu kvalitete zadataka. *Suvremena psihologija*, 13(2), 257-273.