

Testiranje matematičke kreativnosti kod učenika u razrednoj nastavi

Pavan, Pavao

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:189:382759>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Teacher Education - FTERI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Pavao Pavan

Testiranje matematičke kreativnosti kod učenika
u razrednoj nastavi

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni učiteljski studij

Testiranje matematičke kreativnosti kod učenika

u razrednoj nastavi

DIPLOMSKI RAD

Predmet: Metodika matematike 3

Mentor: v.pred.dr.sc. Neva Slani

Student: Pavao Pavan

Matični broj: 0299008681

U Rijeci, rujan, 2019

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

„Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da sam diplomski rad izradio samostalno, uz preporuke i savjetovanje s mentorom. U izradi rada pridržavao sam se Uputa za izradu diplomskog rada i poštivao odredbe Etičkog kodeksa za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci o akademskom poštenju.“

Potpis studenta:

SAŽETAK

Kreativnost nam omogućuje stvaranje novih, do tada nama nepoznatih ideja, stvari ili teorija te ju je kao takvu važno pravovremeno prepoznati i poticati. Ovaj rad prikazuje rezultate testiranja potencijalne matematičke kreativnosti kod učenika razredne nastave. Test koji je korišten u istraživanju nastao je na temelju EPoC testa za testiranje kreativnosti. Istraživanje je provedeno na uzorku od 142 ispitanika koje su činili učenici razredne nastave Osnovne škole “Vežica” i Osnovne škole “San Nicolò” u Rijeci.

Cilj ovog istraživanja bio je istražiti potencijalnu matematičku kreativnost učenika razredne nastave te ispitati u kojoj se mjeri ona prepoznaje u školama, povećava li se kroz razrede i u kakvom je odnosu sa spolom, sudjelovanjem učenika na matematičkim natjecanjima i osobnim procjenama učiteljica o matematičkoj kreativnosti učenika.

Ključne riječi: kreativnost, potencijalna matematička kreativnost, procjena kreativnosti

SUMMARY

Creativity enables us to create new, previously unknown ideas, things or theories, and as such it is important to recognize and encourage it in a timely manner. This paper presents the results of testing potential mathematical creativity in students of classroom teaching. The test used in the study was based on the EPoC test of creativity. The study was conducted on a sample of 142 subjects, consisting of students of the elementary schools “Vežica” and “San Nicolò” in Rijeka.

The aim of this study was to investigate the potential mathematical creativity of pupils in primary education and to examine the extent to which it is recognized in schools, whether it increases through classes and in relation to gender, students' participation in mathematical competitions and teachers' personal evaluations of mathematical creativity of students.

Key words: creativity, potential mathematical creativity, assessment of creativity

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DAROVITOST, TALENT I KREATIVNOST	3
2.1. Darovitost.....	3
2.2. Talent	7
2.3. Kreativnost.....	8
3. DAROVITOST I KREATIVNOST U MATEMATICI.....	12
3.1. Matematička kreativnost.....	12
3.2. Matematička darovitost.....	18
4. CILJEVI, ZADACI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	21
5. METODA.....	22
5.1. Ispitanici.....	22
5.2. Mjerni instrument	22
5.3. Postupak.....	23
5.4. Obrada podataka	24
6. REZULTATI I RASPRAVA	25
6.1. Deskriptivna analiza rezultata.....	25
6.2. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti s obzirom na spol učenika... 30	
6.4. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti učenika kroz razrede	36
6.5. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti kod učenika koji su sudjelovali na takmičenju	37
6.6. Završna analiza rezultata pisanja testa i ispitanih korelacija	39
7. ZAKLJUČAK	42
8. LITERATURA.....	44
9. PRILOZI.....	46

1. UVOD

Jedan od ciljeva svakog obrazovnog sustava trebao bi biti razvijanje kreativnih osoba koje će biti sposobne stvarati nove, originalne ideje i time pridonijeti razvoju znanosti, društvenoj dobrobiti i napretku. Kreativnošću smatramo sposobnost čovjeka da stvori ono što nije prije stvoreno, a da pritom to što je stvorio ima smisao i vrijednost. Ukoliko je kreativnost dinamično svojstvo, kao što to pokazuju novija istraživanja, kao takvu ju je potrebno cijeniti i poboljšavati. Kreativnost, darovitost i talent učenika nužno je pravovremeno prepoznati te odgovarajućim sadržajima i izazovima poticati njihov razvoj.

Priroda matematike je takva da potiče učenike na kreativnost, odnosno – bez kreativnosti nema potpunog razumijevanja matematike. Kreativnost se u matematici odnosi na stvaranje novih matematičkih koncepata, otkrivanje nepoznatih odnosa i reorganiziranje strukture matematičke teorije, ali podrazumijeva i bilo koji zaključak o vezi prethodno usvojenih sadržaja koji dotad nismo vidjeli, kao i svaki originalan korak u rješavanju matematičkog problema, odnosno primjeni matematike u rješavanju stvarnog problema.

Razvoj kreativnog potencijala učenika trebao bi na razini škole započeti od učitelja. Samo stručni i motivirani učitelji mogu stvoriti odgovarajuće okruženje za razvoj kreativnosti učenika. Da bi razvijali kreativno razmišljanje, učenicima je potrebno dati priliku da rade na otvorenim problemima, da griješe te da pronađu različita rješenja za te iste probleme. Kroz dobro organizirani nastavni proces koji će im pružati ta iskustva, povezana s pozitivnim emocijama, komuniciranjem s drugima i dijeljenjem vlastitih gledišta, učenici će razvijati unutarnju motivaciju prema kreativnosti u matematici.

Ovaj rad istraživačkog tipa zasniva se na testiranju potencijalne matematičke kreativnosti kod učenika razredne nastave. Testiranje je provedeno testom inspiriranim još uvijek nezvaničnim EPoC testom namijenjenom testiranju potencijalne kreativnosti. Analiza rezultata dati će odgovor na pitanje postoji li povezanost rezultata testa kreativnosti i spola učenika, kao i rezultata testa s procjenama učiteljica o potencijalnoj matematičkoj kreativnosti učenika. Osim toga, istražiti ćemo povećava li se kreativnost

kroz razrede te je li ona izraženija kod učenika koji su sudjelovali na matematičkom natjecanju.

2. DAROVITOST, TALENT I KREATIVNOST

Darovitost, kreativnost i talent često se koriste kao istoznačnice, iako to nisu. Ispravno razumijevanje i razlikovanje tih pojmova može utjecati na kvalitetu odgojno – obrazovnog procesa te samog rada s djecom i iskorištavanjem njihovih potencijala. Od 1950ih godina pokušavaju se dati definicije tih pojmova, pri čemu ih se želi razlikovati i odrediti njihove međuodnose, kao i radi li se o urođenim svojstvima, odnosno može li ih se tijekom života razvijati. No, gotovo očitim se čini da upravo o pojedincima kod kojih su one visoko razvijene najviše ovisi razvoj nekog društva (Huzjak, 2006). Smatramo da su ljudske sposobnosti u populaciji tipično raspoređene prema normalnoj razdiobi, odnosno prateći Gaussovu krivulju. To bi značilo da većina ljudi ima pojedinu sposobnost razvijenu na približno prosječnoj razini, dok je postotak ljudi s iznadprosječnim ili ispodprosječnim vrijednostima znatno manji, odnosno simetrično se smanjuje. Te pojedince koji imaju jednu ili više iznadprosječno razvijenih sposobnosti nazivamo nadarenim ili darovitim osobama (Huzjak prema Koren, 1989).

2.1. Darovitost

Postoji velik broj definicija koje se razlikuju s obzirom na vrijeme njenog javljanja, vrstu ponašanja ili neki drugi slični kriterij. Osim termina darovitost u literaturi se često pojavljuje i termin nadarenost te se oni koriste kao istoznačnice, iako između tih pojmova postoje određene etiološke razlike. U ovom radu koristit ćemo “nadarenost” i “darovitost” kao sinonime. Prema Korenu (1989) darovitost je sklop osobina koje omogućuju pojedincu da redovito postiže izrazito iznadprosječan rezultat u jednoj ili više aktivnosti. Ona je skup povoljno kombinirane nasljedne osobine, stimulirajuće okoline te samoaktiviteta pojedinca i manifestira se u različitim oblicima. Kod darovitog pojedinca obično dominira manji ili samo jedan oblik darovitosti koji se očituje. Mönks i Mason su 1993. predložili podjelu definicija o darovitosti na četiri skupine definicija:

1. definicije usmjerene na urođenost, odnosno genetske činitelje;
2. definicije usmjerene na kognitivne modele;
3. definicije usmjerene na postignuća;

4. definicije sa sustavnim pristupom.

Budući da su različiti znanstvenici postavili definicije koje se, uglavnom prema svojem usmjerenju razlikuju, cilj ove podjele je objediniti definiranja darovitosti različitih znanstvenika. Definicije darovitosti koje su usmjerene na urođenost, odnosno genetske činitelje, još se nazivaju i definicijama usmjerenima na osobine darovitih. Kod tih je definicija naglasak na nasljednim faktorima te su prema njima daroviti oni koji neku osobinu, unutar populacije, posjeduju u najvećoj mjeri, a prema istraživanjima do toga dolazi upravo zbog genetskih čimbenika. Oni koji su svojim pristupom usmjereni prema kognitivnim modelima smatraju da djecu treba uvježbavati vještinama rješavanja problema, uvježbavati ih strategijama mišljenja i metakognitivnim vještinama te ih stavljati u nepoznate situacije koje zahtijevaju primjenu njihovog prethodno usvojenog znanja. Definicije darovitosti koje su usmjerene na postignuća opisuju kreativnost, ali i motivaciju kao osobine koje su zaslužne za realizaciju darovitosti. Autori koji zastupaju taj pristup smatraju da su kreativno mišljenje i usmjerenost na zadatak nešto što je potrebno razvijati i poticati u školi. Prema autorima koji zastupaju sustavski pristup cjelokupni sustav u kojem dijete živi važan je za razvoj njegove darovitosti, od ranog utjecaja okoline, predškolskih i školskih institucija pa sve do cijelog društva (Vlahović – Štetić, 2008). Jedna od najopćenitijih definicija darovitosti je prema Čudini – Obradović (1990) ona koja kaže da je darovitost neobičnost i iznimnost ponašanja koja se očituje u kvalitetnijem, značajnijem i/ili boljem rezultatu što ga postižu pojedinci sa sličnim karakteristikama. Pojam darovitost se koristi za djecu koja imaju sljedeća obilježja: prijevremena razvijenost, koja se očituje u brzem napredovanju u odnosu na prosječnu djecu, zatim inzistiranje da rade po svom i žar, odnosno visoku motivaciju za svladavanjem (Winner, 2005). Pravilnik o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika određuje darovitost djeteta „spojem triju osnovnih skupina, osobina: natprosječnih općih ili specifičnih sposobnosti, motivacije i visokog stupnja kreativnosti, a prema sposobnostima područja darovitosti su: opće intelektualne sposobnosti, stvaralačke (kreativne) sposobnosti, sposobnosti za pojedina umjetnička područja te psihomotorne sposobnosti.“ (NN broj 59/1990). Daroviti učenici uglavnom su maštovitiji od svojih vršnjaka, brže sazrijevaju, često postavljaju pitanja vezana za područje koje ih zanima, logički zaključuju, samostalija su, rješavaju zadatke i

probleme na posebne, samo njima znane, načine, nerijetko imaju razvijene i neke druge sposobnosti, poput umjetničkih ili jezičnih, razumiju složene i apstraktne ideje već u ranoj dobi, dugo zadržavaju pažnju te pokazuju razumijevanje za složene matematičke koncepte i aritmetičke probleme. Unutar razrednog odjela takvi se učenici ponekad ističu svojim otporom prema određenom obliku rada ili nezainteresiranošću za nastavom, ukoliko nastavni sadržaj nije usklađen sa njihovim sposobnostima i mogućnostima te im se ne pristupa individualno programima prilagođenim njihovim potrebama (Adžić, 2011).

Pojam darovitosti pojavio se još u vremenima filozofa Platona i Sokrata te su se njime nastavili baviti brojni znanstvenici, iako je naglasak tih istraživanja darovitosti u stvari bio na inteligenciji, koju smatramo sposobnošću za snalaženjem u novim situacijama i rješavanjem apstraktnih problema. Ljudska inteligencija već je dugo vremena predmet poučavanja brojnih znanstvenika, a kvocijent inteligencije, odnosno skraćeno IQ, označava rezultat testova kojima se iskazuje ljudska inteligencija. Za nastajanje kratice IQ zaslužan je psiholog William Stern, a ona je nastala od termina "Intelligenzquotient" kojeg je on koristio u metodi bodovanja testova inteligencije. IQ predstavlja rezultat dobiven dijeljenjem mentalne i kronološke dobi osobe i množenjem dobivenog količnika sa sto. Potreba za mjerenjem kvocijenta inteligencije javila se još 1900.-tih godina kada je francuska vlast nakon donošenja zakona o obaveznom školovanju sve francuske djece zatražila psihologa Alfreda Bineta da identificira učenike kojima će biti potrebna posebna pomoć zbog poteškoća na koje će naići u obrazovanju. Kvocijent inteligencije otkriva nam sposobnosti pojedinca u određenim domenama, a kod suvremenih testova inteligencije naglasak je uglavnom na sposobnostima uočavanja veza, rješavanju problema i pamćenju informacija (Cherry, 2019). Huzjak (2006) navodi američkog psihologa Lewisa Termana kao prvog koji je počeo sa sustavnim istraživanjem darovitosti. On je 1921. proveo istraživanje koje je pratilo čak tisuću petsto nadarene djece tijekom njihovog života, pri čemu je i dalje naglasak bio na inteligenciji. Test kojim se služio u istraživanju procjenjivao je verbalne, matematičke, logičke i prostorne sposobnosti, a istraživanje je pokazalo da samo 1% populacije čine nadareni pojedinci kojima su se kasnije bavili razni autori u svojim znanstvenim radovima. J. S. Renzulli 1978. (prema Huzjak, 2006) godine navodi je potrebno

razlikovati školsku nadarenost koju karakterizira visok IQ, uspješnost u rješavanju zadataka i reproduciranju znanja te produktivno-kreativne nadarenost koja se odnosi na sposobnost primjene znanja u životnim situacijama, pri čemu poistovjećuje kreativnost i nadarenost. Teorijom zvijezda 1983. A. J. Tennenbaum predočava kako darovitost ovisi o pet karakteristika koje su vezane za pojedinca, a to su: inteligencija (opća sposobnost), posebne sposobnosti, potporne osobine, potpora okoline i šanse (slučaj). Također navodi da kreativnost nije uvjet darovitosti te da postotak darovitih u društvu iznosi svega 10% (Huzjak, 2006). Budući da su na samim počecima brojni znanstvenici istražujući darovitost stavljali naglasak na inteligenciju, određivanje pojma inteligencije svakako je doprinijelo spoznajama o darovitosti. Pod pojmom inteligencije više se ne misli na opću mentalnu sposobnost, već na skup većeg broja relativno nezavisnih sposobnosti. 1983. Howard Gardner postavio je teoriju o sedam vrsta međusobno nezavisnih inteligencija (lingvistička, glazbena, logičko-matematička, interpersonalna, intrapersonalna, vizualno-spacijalna i tjelesno-kinetička) koje su takve da svaki pojedinac ima jedinstvenu kombinaciju navedenih inteligencija (Čudina-Obradović, 1991, Cvetković Lay, Sekulić Majurec, 2008 prema Gardner, 1983). Prema autorici Čudini-Obradović (1991) darovitost ne podrazumijeva samo sposobnost da se kvalitetno sakuplja i reproducira znanje, već ona podrazumijeva upotrebu znanja u stvaranju nečeg novog i originalnog te dovodi do spoznaja koje mijenjaju ili obogaćuju shvaćanje čovjeka, prirode ili nečeg drugog. Navodi i kako je Renzullijeva troprstenasta koncepcija darovitosti iz 1978. godine poslužila većini današnjih autora koji se bave darovitošću u definiranju iste. Prema toj koncepciji produktivnu darovitost uvjetuju tri skupine osobina: iznadprosječno razvijene osobine, osobine ličnosti (posebno specifična motivacija za rad) i kreativnost.

Slika 1. Renzullijeva troprstenasta koncepcija darovitosti (Čudina-Obradović, 1991, str. 20)



Prsteni ove koncepcije podložni su promjenama. Prsten nadprosječnih sposobnosti je najstabilniji, odnosno on je najmanje podložan promjenama. Prema Renzulliju kreativnost, koja predstavlja sposobnost stvaranja novih i jedinstvenih ideja, će se s vremenom javljati kao rezultat dugotrajnog bavljenja nekom aktivnosti, a motivacija će se postepeno razvijati pod značajnim utjecajem okoline. Brojna istraživanja dala su neke zajedničke spoznaje o darovitosti, a to su: darovitost je kombinacija sposobnosti i osobina ličnosti, javlja se u različitim domenama kao jedinstvena sposobnost ili kombinacija sposobnosti te može biti manifestna (vidljivi rezultati ili potencijal koji će se razviti uz potporu okoline) (Čudina-Obradović, 1991). Dakle, iako se je pojam darovitosti u početku povezivao s visokim stupnjem inteligencije, kasnije se je nadopunjavao različitim komponentama, a sam proces konceptualizacije se nastavlja u skladu s novim znanstvenim otkrićima na tom području (Koren, 1989).

2.2. Talent

Talent je riječ porijeklom iz grčkog jezika *talanton*, odnosno latinskog jezika *talentum*, a znači mjeru, zdjelicu kojom se mjeri novac ili zlatan novac. Osoba koja je imala talent bila je osoba s mjerom i smatrala se duhovno bogatom, a mjera je bila naročito izražena u umjetnostima, mogla se naučiti pomoći kanona i proporcija kojima se uočavalo neočigledne vrijednosti pojava kroz zajedničke mjere. Prema Cvetković-Lay i suradnicima (1998) talent unutar pojma darovitost ima neodređeno značenje. Jedno od značenja tog pojma bilo je “manifestna darovitost”, dok je pojam darovitost označavao “potencijalnu darovitost”. U drugom značenju pojam talent odnosio se na niži, a pojam darovitost na viši stupanj intelektualne sposobnosti. Prema najnovijim shvaćanjima i u

skladu s višestrukom definicijom darovitosti, pojam talent odnosi se na razvijenu područno specifičnu darovitost. S obzirom na to možemo govoriti o različitim područjima talenta: akademskom (školskom), sportskom, umjetničkom ili tehnološkom (Huzjak, 2006).

Tumačenje prema kojem talentiranim nazivamo one koji postižu visoke rezultate u određenim aktivnostima, a darovitima one koji posjeduju visoko razvijene sposobnosti povezuje se s promatranjem pojave darovitosti kao potencijala i produkta. Uspješnost u nekim aktivnostima u kojima pojedina djeca pokazuju bolje rezultate u odnosu na svoje vršnjake glavni je pokazatelj darovitosti djece već u njihovoj predškolskoj dobi. Ta darovitost koja se istaknula u produktima, odnosno u nadprosječnim postignućima kroz aktivnosti zove se produktivna darovitost. Da bi se to dogodilo, osoba mora imati potencijal koji će omogućiti da se njegove sposobnosti razviju do te mjere i ta se mogućnost zove potencijalna darovitost. Naslijeđene predispozicije čine osnovu potencijalne darovitosti i one su zaslužne za razvijanje nekih osobina više od drugih. Između produktivne i potencijalne darovitosti veliki je prostor za odgojni utjecaj i upravo o njemu, u velikoj mjeri, ovisi koji će dio potencijala i u mojoj mjeri biti iskazan kroz postignuća koja određuju nekog pojedinca kao darovitog (Cvetković–Lay i suradnici, 1998).

2.3. Kreativnost

Kreativnost ili stvaralaštvo je sposobnost koja omogućuje pojedincu da stvori nove ideje ili produkte ili da već postojeće kombinira na novi način. Velik broj istraživača koji su proučavali kreativnost slažu se oko stava da kreativnost podrazumijeva stvaranje novog, odnosno nečeg što je originalno i ima vrijednost u danom kontekstu. Amabile (1983, prema Rački, Arar, 2015) u određivanju pojma kreativnost objašnjava kako ona nije opća sposobnost ili karakteristika ličnosti, već karakteristika ponašanja koja je produkt kognitivnih sposobnosti, ličnosti i socijalnog okruženja. Barron (1988, prema Rački, Arar, 2015) također ističe da se kreativnost očituje u stvaranju nečeg novog i originalnog te da se najviši nivo kreativnosti odnosi na veliki iskorak koji se je dogodio u odnosu na prethodna postignuća. Percepcija produkta kreativnosti ovisi o promatraču te neki produkt može biti nov isključivo jednom pojedincu. Međutim, važno je istaknuti

da iako neko rješenje problema može biti novo, to ne znači da je ono i prikladno i kreativno, već može biti samo čudan ili bizaran odgovor. Kreativnost može, ali i ne mora biti osobina darovitog pojedinca. Dva elementa uzimaju se kao osobine kreativnosti: prvi se odnosi na to da kreativan pojedinac kombinira, doživljava i vidi stvari na nov način, a drugi da kreativan pojedinac proizvodi nove i svježije ideje (Huzjak 2006). Kako bi se što bolje odredio pojam kreativnosti Winner (2005) navodi podjelu kreativnosti s velikim K i malim k. Kreativnost s malim k označava onu djecu koja samostalno otkrivaju pravila, vještine i strategije za rješavanje problema nekog područja, dok se kreativnost s velikim K odnosi na mijenjanje ili transformiranje nekog područja što zahtijeva veliku količinu znanja i iskustva te se zbog toga smatra da djeca ne mogu biti kreativna na ovaj način. Osim ove podjele, postoji detaljnija podjela Jamesa C. Kaufmana koju je nazvao "four C" model kreativnosti i prema kojoj postoje: mini-c, little-c, Pro-c i Big-C razine kreativnosti. Mini-c je kreativnost svojstvena učenju i podrazumijeva da ono što netko napravi ne mora biti revolucionarno, ali je za tu osobu novo i smisleno. Little-c razina kreativnosti predstavlja jedan aspekt rasta na razini mini-c te se ova razina odnosi na svakodnevno rješavanje problema i kreativno izražavanje. Na Pro-c razini osoba ima sposobnost biti kreativna na profesionalnoj razini i na profesionalnom mjestu, dok Big-C razina označava kreativnost koja se smatra velikom u danom području (Kaufman, 2009). Irving Taylor izradio je model prema kojem je kreativnost podijelio na pet stupnjeva: 1. kreativnost spontane aktivnosti (odnosi se na period od prve do šeste godine), 2. kreativnost usmjerene aktivnosti (period od sedme do desete godine), 3. kreativnost invencije (period od jedanaeste do petnaeste godine), 4. kreativnost inovacije (period od šesnaeste i sedamnaeste godine) te 5. kreativnost stvaranja (od osamnaeste godine nadalje). Osobe koje su darovite, ali nisu kreativne, u odrasloj dobi postati će stručnjaci te će postizati visoke rezultate unutar svojeg područja, ali ta stručnost ne podrazumijeva kreativnost budući da ne dolazi do mijenjanja tog područja. Djeca s iznimno razvijenom darovitošću ("djeca geniji") u djetinjstvu blistaju, ali kako bi nastavili sa kreativnim postignućima moraju svoju vještinu pretvoriti u nešto originalnije (Huzjak prema Winner, 2005). Iako se već dugi niz godina provode brojna istraživanja koja prvenstveno nastoje dati odgovor na pitanja o prirodi kreativnosti, njenom mjerenju, poučavanju i treniranju, najveće zasluge za istraživanje kreativnosti ipak pripadaju

psihologu Joy Paul Guilfordu. On je 1950. godine nasuprot logičkog, konvergentnog mišljenja uveo pojam divergentnog mišljenja koji podrazumijeva osjetljivost za probleme, originalnost, fleksibilnost i elaboraciju, a pojedinac za kreativnost mora posjedovati određeni fond znanja i iskustva kako bi mogao tražiti nove strategije i rješenja za probleme (Cvetković Lay i suradnici, 1998). Na temelju ovih rezultata razvijani su brojni testovi i programi za otkrivanje i razvoj kreativnosti, a jedan od njih je i EPoC test. To je test potencijalne kreativnosti koji je razvijan od 2000.-2010. godine s idejom da se identificira djecu koja bi mogla pokazati neku veću kreativnost. Test se odnosi na divergentno istraživačko i konvergentno integrativno mišljenje koji predstavljaju dva glavna dijela kreativnog procesa. Testiraju se zasebno kreativnosti podijeljene u domene, a to su: grafičko-slikovna, jezično-literarna, znanstveno-istraživačka, socijalno-interpersonalna, matematička, glazbena te tjelesno-kinestetska domena (Lubart, 2018). Temeljnim dimenzijama kreativnosti smatraju se: originalnost ideja, fluentnost u osmišljavanju novih ideja te vrijednost ideja s obzirom na njihov doprinos kulturi (Cvetković Lay i suradnici, 1998). Kod djece se kreativnost može uočiti u originalnosti njihovih ideja, odgovorima i pitanjima, neuobičajenim izjavama i maštovitosti, smislu za improvizacijom te traganjem za neobičnim rješenjima rješavanja problema. Djecu s izraženom kreativnošću i talentom potrebno je poticati radi daljnjeg razvoja njihovog potencijala i njih samih (Vlahović-Štetić, 2008). Osim opće kreativnosti, istraživanja su pokazala da postoji i specifična kreativnost za određeno područje. Spol, dob, etnička pripadnost i poteškoće u učenju imaju utjecaj na razvoj specifične kreativnosti koja je ujedno i naučena sposobnost koja proizlazi iz sazrijevanja i iskustva. U tom je svijetlu bitno identificirati potencijalno kreativnu djecu, kao i učiniti nastavu takvom da što više razvija specifične kreativnosti. Rezultati istraživanja podržavaju teoriju da se sposobnosti specifičnog kreativnog razmišljanja mijenjaju kroz učenje te da životno iskustvo također može imati utjecaj na razvijanje istih, dok se školski i kulturni utjecaj očituju u ponašanju sudionika kod rješavanja nekog problema.

Sposobnosti općeg i specifičnog kreativnog razmišljanja su povezane, ali se opet razlikuju na način da opće kreativno razmišljanje ima kauzalni učinak na specifično kreativno razmišljanje. Odnosno, obje sposobnosti kreativnog mišljenja mogu na neki

način doprinijeti razvoju kreativnog talenta na način da generiraju različita, a opet povezana rješenja za neki problem sa kojim se pojedinac susreće (Hong, E., Milgram, R. M. 2010).

3. DAROVITOST I KREATIVNOST U MATEMATICI

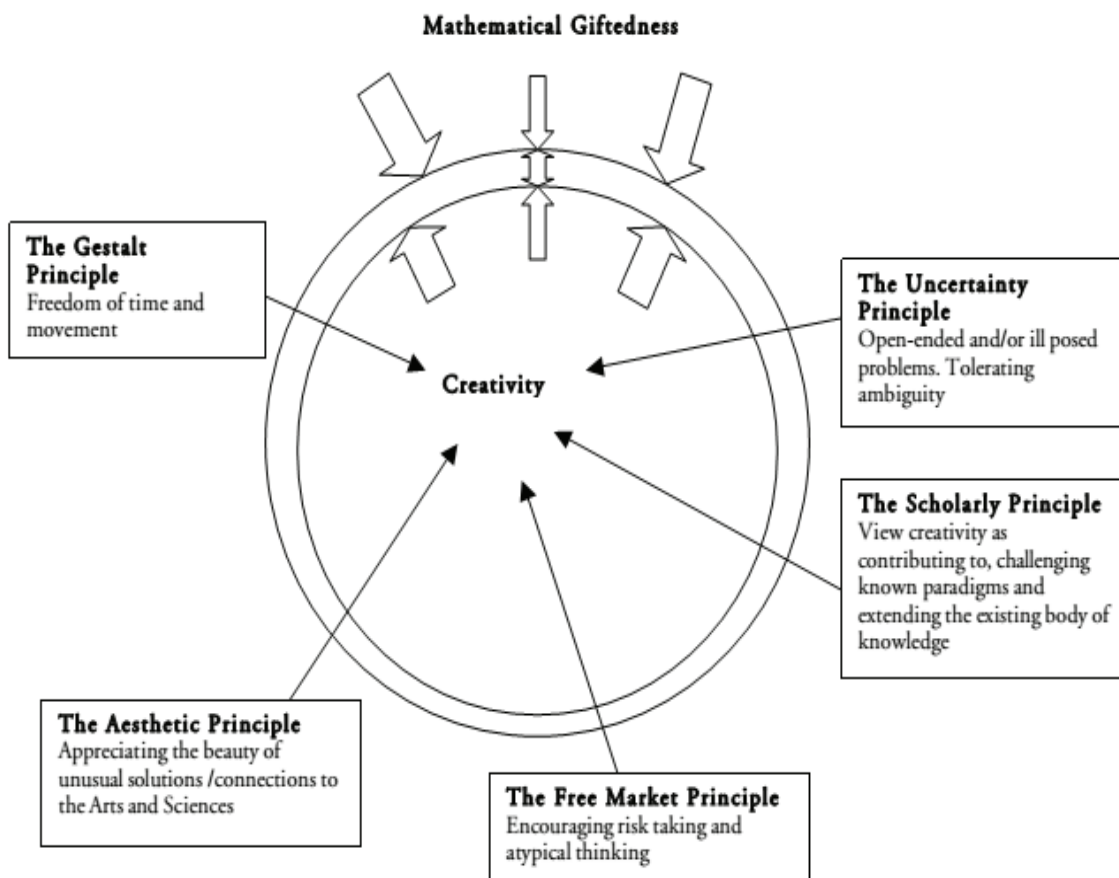
Priroda matematike i nastavnog predmeta Matematika pogoduju poticanju matematičke kreativnosti i darovitosti. Razvijanje matematičke kreativnosti i darovitosti znači puno više od poučavanja samog matematičkog sadržaja i uvježbavanja matematičkih postupaka. U postojećoj literaturi mogu se pronaći različite definicije i objašnjenja pojmova matematičke kreativnosti i matematičke darovitosti, ali ne postoji specifična konvencionalna definicija tih pojmova.

3.1. Matematička kreativnost

Amabile je predložio opću definiciju kreativnosti koja uključuje i matematičku kreativnost, a glasi ovako: “Kreativnost je proizvodnja novog i odgovarajućeg odgovora, proizvod ili rješenje otvorenog zadatka” (Amabile, str. 135, 2013, prema Gregoire, 2016). Ova definicija je vrlo široko postavljena, stoga pokriva i pojam matematičke kreativnosti, u smislu najkreativnijeg matematičkog izričaja – rješavanja otvorenog zadatka. Prema francuskom matematičaru Henriju Poincareu (1948, 1956, prema Nadjafikhah i suradnici, 2012), otkriće u matematici je kombinacija različitih ideja. Kombiniranje poznatih ideja na nepoznati način smatra kreativnim činom, a među brojnim kombinacijama ideja koje se jave potrebno je odabrati one korisne i važne. Slično ovome tvrdi i Eryvneck (1991, prema Nadjafikhah i suradnici, 2012) koji smatra da se kombiniranje ranije poznatih matematičkih koncepta ili otkrivanje nepoznatih odnosa među matematičkim činjenicama može nazvati kreativnim činom u matematici. Prema njemu matematička kreativnost ima presudnu ulogu za napredno matematičko razmišljanje te u razvijanju matematičkih teorija i novih znanja. Laycock je 1970. (prema Nadjafikhah i suradnici, 2012) matematičku kreativnost opisao kao sposobnost da se neki problem analizira iz drugačije perspektive te da se uoče obrasci, razlike i sličnosti te stvore i odaberu odgovarajuće metode za rješenje neke nepoznate matematičke situacije. Tradicionalni pogledi na kreativnost otkriće nekog dosadašnjeg poznatog rezultata ne smatraju kreativnim činom, no prema Sriramanu (2004, prema Nadjafikhah i suradnici, 2012) kreativan čin, kako u matematici tako i u drugim područjima ljudske djelatnosti, je i onaj kod kojeg se na dotad nepoznati, inovativni način dođe do konačnog rezultata koji je već bio poznat.

Na školskoj razini matematička kreativnost podrazumijeva proces koji rezultira novim i neobičnim rješenjima nekog problema ili formuliranjem pitanja ili prijedloga koji omogućuju da se problem sagleda iz novog kuta (Liljedahl & Sriraman, 2006, prema Nadjafikhah i suradnici, 2012). Rješavanje problema moglo bi se poistovjetiti sa otkrivanjem nečeg novog i učenici bi trebalo omogućiti bavljenje izazovnim problemima kako bi iskusili taj aspekt kreativnosti. Matematička kreativnost i darovitost predstavljaju dinamične sposobnosti uma koje je potrebno njegovati i poboljšavati. Ervynck je 1991. (prema Nadjafikhah i suradnici, 2012) matematičku kreativnost razmatrao kroz tri faze razvoja. Prva, preliminarno tehnička faza, sastoji se od primjene tehničkih ili praktičnih procedura bez da osobe znaju zašto ih matematika podržava. Druga je faza stadij algoritma aktivnosti i ona podrazumijeva primjenu matematičkih postupaka za izvođenje matematičkih tehnika, dok je treća faza kreativne aktivnosti u kojoj osoba donosi odluku koju nije moguće izvršiti nekim algoritamskim postupkom. Školski kurikuli obično se oslanjaju na prvu i donekle drugu fazu te rijetko imaju nadogradnju do treće faze, koja ostaje privilegija rijetkih talentiranih pojedinaca.

Slika 2. Usklađivanje kreativnosti i darovitosti (pet glavnih načela za povećanje kreativnosti u matematici), (Sriraman, 2005., str. 27.)



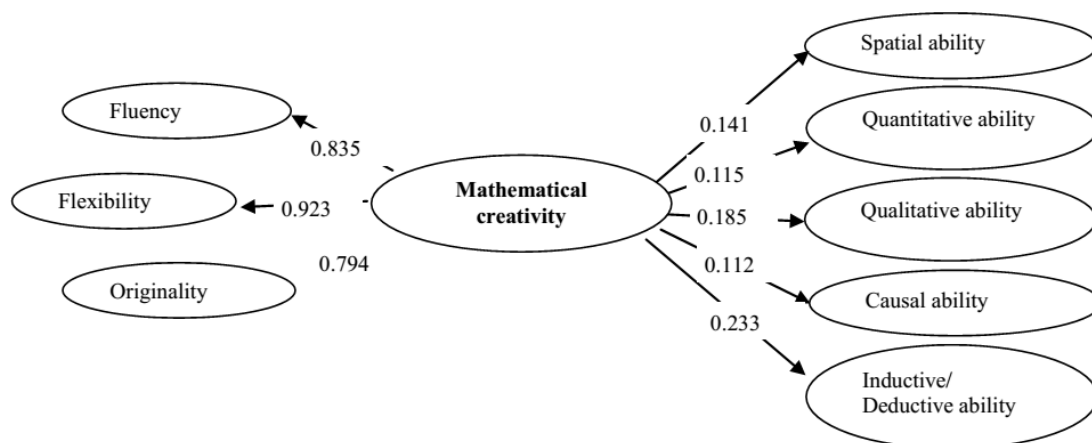
Prema Sriramanu (2005) sinteza i analiza postojeće literature dala je pet glavnih načela koji značajno poboljšavaju matematičku kreativnost, a to su: gestalt načelo, estetsko načelo, načelo slobodnog tržišta, znanstveno načelo i načelo nesigurnosti. Gestalt načelo temelji se na shvaćanjima matematičara Hadamarda i Poincaréa koji su kreativnost tumačili kao proces kojim matematičar razlikuje pitanja koja dovode do nekog ostvarenja od onih koji ne vode ničemu. Ovi su matematičari bili pod utjecajem gestalt psihologije i matematičku su kreativnost opisali kao proces koji se sastoji od pripreme, inkubacije, osvjetljavanja i provjere. Iako je ovaj model na početku bio kritiziran jer nesvjesni dio kreativnosti tijekom faze inkubacije pripisuje nesvjesnim nagonima, brojna istraživanja koja su provodili razni znanstvenici i matematičari potvrdila su ovaj model ispravnim. Estetsko načelo odnosi se na česta izvješćivanja matematičara o estetskoj privlačnosti stvaranja “lijepog teorema” koji povezuje neke naizgled nepovezive ideje, kombinira ideje iz matematički različitih područja ili koristi neke netipične tehnike dokazivanja. Engleski matematičar G.H.Hardy usporedio je matematičare s umjetnicima, budući da su oni kao i umjetnici tvorci uzoraka u području

apstraktnih ideja. Načelo slobodnog tržišta odnosi se na to da matematičari objavljivanjem dokaza ili rješenja za neki dugogodišnji neriješeni problem preuzimaju rizik i ugrožavaju svoj ugled ukoliko se pokaže da njihovo otkriće nije točno. Slično tome učitelji bi u učionici trebali potaknuti učenike, posebno one matematički kreativne i darovite, da preuzmu rizik i svoja rješenja za neki otvoreni problem predstave drugim učenicima pri čemu bi stekli iskustvo obrane svojih ideja nakon propitivanja ostalih učenika. Znanstveno načelo govori kako bi nastavnici trebali biti fleksibilni i otvoreni za različite studentske pristupe nekom problemu te prihvatiti ideju kreativne devijacije u svrhu doprinosa matematičkog znanja. Osim toga, okruženje u učionici bi trebalo poticati učenike na raspravu i propitivanje različitih pristupa nekom problemu. Ovakav pristup pomaže učenicima u razlikovanju matematičkih problema od nematematičkih i onih rješivih od nerješivih. Posljednje načelo, načelo nesigurnosti, govori da stvaranje u matematici zahtijeva od učenika da se susretnu sa određenim teškoćama i neizvjesnostima. Uloga nastavnika je da im pruži odgovarajuću podršku te da izloži učenike povijesnim idejama iz matematike koje su se razvijale godinama ne bi li se tvrdokorni problem konačno riješio. Poticanje osobine ustrajnosti pomoći će matematički nadarenim i kreativnim učenicima u njihovom kasnijem profesionalnom razvoju (Sriraman, 2005).

Brojna istraživanja su postigla oprečne rezultate u odnosu inteligencije i kreativnosti. Istraživanja koje je provodio Howard Gardner 1993. (prema Kattou i suradnici, 2014) godine vođena su idejom da je inteligencija veći skup čiji je jedan dio kreativnost, dok su Lubart i Sternbeg 1995. (prema Kattou i suradnici, 2014) predstavili ideju da je inteligencija samo jedan manji dio kreativnosti. Osim navedenog, javljale su se i teze o inteligenciji i kreativnosti kao preklapajućim skupovima ili čak potpuno odvojenim skupovima. Unatoč brojnim istraživanjima kognitivnih čimbenika koji utječu na opću kreativnost, malo je onih o specifičnim domenama kreativnosti, poput matematičke kreativnosti.

Istraživanje provedeno sa učenicima četvrtog, petog i šestog razreda osnovne škole na Cipru imalo je za cilj istražiti koje matematičke sposobnosti predviđaju matematičku kreativnost.

Slika 3. Predviđanje matematičke kreativnosti kroz matematičke sposobnosti (Kattou i suradnici, 2014., str. 4.)



Prema modelu procjena matematičke kreativnosti temeljila se na razlikovanju broja točnih odgovora kod učenika, fleksibilnosti (broj pristupa koji su primijenjeni u rješavanju) i originalnosti (nove i jedinstvene ideje) (Torrance, 1974, prema Kattou i suradnici, 2014). Rezultati istraživanja pokazuju da su iste posljedica matematičkih sposobnosti učenika, čiji su pak ključni elementi: spacijalne sposobnosti, kvantitativne, kvalitativne, kauzalne i induktivno-deduktivne sposobnosti. To se posebno odnosi na sposobnosti učenika za rješavanje problema induktivnim i deduktivnim zaključivanjem te sposobnosti uočavanja i obrade sličnosti i različitosti u matematici. Inteligencija, sposobnost pamćenja, brzina i preciznost nisu pronađeni kao oni koji predviđaju matematičku kreativnost. Pehkonen (1997) (prema Kattou i suradnici, 2014) navodi da bi kreativnost trebala biti važan čimbenik u ostvarenju ideje “matematika za sve” te bi iz tog razloga učitelji mogli koristiti predloženi model kao smjernicu o tome koje sposobnosti predviđaju matematičku kreativnost i uložiti u te sposobnosti (Kattou i suradnici, 2014).

Bit matematike trebalo bi biti kreativno razmišljanje, a ne dolaženje do točnog odgovora ustaljenim, provjerenim postupkom. Nепрепознавање математичке креативности или талента код ученика може на њега дјеловати врло лоше те чак довести до тога да ученик изгуби интерес према математици. Традиционални тестови намијенјени процјени математичке даровитости и креативности, као што су комерцијално доступни тестови мјерења постигнућа, не мјере или идентифицирају креативност, него често само дају

informacije o točnosti i brzini. Takvi testovi uglavnom zanemaruju matematičku kreativnost i identificiraju one učenike kojima dobro ide školska matematika i koji su uglavnom i uspješni učenici i u drugim predmetima. Prema istraživanju koje su proveli Hong i Aquil's za razvoj matematičkog talenta iznimno je bitna kreativnost, budući da je uz računalnu tečnost u matematici poticanje kreativnosti i samostalnosti u nastavi nužno za razvijanje konceptualnog razumijevanja matematike. Da bi razvijali matematičku kreativnost, potrebno je prepoznati suštinu problema i za njega pronaći rješenje, pri čemu se nije dobro ograničiti samo na one mogućnosti koje se temelje na pravilima. Nadovezujući se na to, Hollensteiner je proveo istraživanje sa dvije skupine učenika. Prva je skupina radila matematičke vježbe tradicionalnim pristupom i oni su dobili probleme, odnosno zadatke konstruirane na način da je za njih postojao samo jedan točan odgovor. Druga je skupina također dobila zadatke na kojima se temeljila vježba prve skupine, međutim kod ove je skupine postojala otvorenost zadataka te su oni trebali osmisliti što više odgovora koji su se trebali temeljiti na izračunu. Otvorenost zadataka koje je imala druga skupina nije ih ograničavala na određeni broj problema te je ova skupina stvorila i dala odgovor na više pitanja, nego što su bila postavljena prvoj skupini. Osim toga, rezultati druge skupine bili su točniji i bolje izračunati (Mann, 2006).

Haylock i Sriraman (1987, 2005, prema Nadjafikhah i suradnici, 2012) u svojim su se radovima dotakli poučavanju matematike u učionicama. Prema njima način na koji se podučava matematika u školama potiče učenike na razmišljanje u uskim domenama i oslanjanje na rutinske procese i algoritme te konvergentan način razmišljanja. Nasuprot tome, škola bi učenicima trebala omogućiti da razmišljaju i da se bave izazovnim matematičkim zadacima i problemima koji će im omogućiti razvoj matematičke kreativnosti (Nadjafikhah i suradnici, 2012). Matematička se kreativnost u školama uglavnom uočava putem rezultata testova, preporuka i izvedbi u razredu. Kako bi se kod učenika razvijala matematička kreativnost učitelji se moraju usredotočiti na kvalitete matematički nadarenih učenika, a ne samo stavljati naglasak na algoritme, brzinu i točnost kod rješavanja matematičkih zadataka jer time negativno djeluju na kreativne učenike. Upravo zbog toga mnogi matematički kreativni učenici ne mogu zamisliti sebe kao buduće matematičare ili u obavljanju nekih drugih profesija koje zahtijevaju jake

temelje u matematici. Ograničeno korištenje kreativnosti u učionici dovodi matematiku na razinu učenja pravila za savladavanje nekog matematičkog problema i pravila za pamćenje. Osim toga, zbog svog shvaćanja matematike mnogi nastavnici često poučavaju učenike da postoji samo jedan točan odgovor te samo jedna metoda kojom je moguće riješiti neki matematički problem, što dovodi do nestajanja prirodne znatiželje i entuzijazma djece za matematiku. Ukoliko se u učionici ne potiče kreativnost za matematiku, djeci se uskraćuje prilika da u potpunosti razviju svoje matematičko razumijevanje. Za matematički talentirane učenike, nedostatak kreativnosti može spriječiti realizaciju njihovog potencijala za doprinos novom razumijevanju svijeta oko sebe kroz napredovanje različitih matematičkih teorija. Kako bi uspješno poučavali učenike matematici, učitelji i sami moraju upoznati svijet matematike, poticati razvoj matematičke kreativnosti te se truditi da ne upadnu u nastavnu praksu koja uključuje demonstracije učitelja u rješavanju matematičkih zadataka i replikaciju od strane učenika (Mann, 2006).

3.2. Matematička darovitost

Matematička darovitost će se kod učenika najčešće prepoznati putem njegovog/njezinog zanimanja za brojeve i matematički sadržaj, korištenjem različitih metoda i nestandardnih postupaka u rješavanju zadataka te sposobnosti da uočava obrasce i brzo primjenjuje nove ideje. U relevantnoj literaturi ne postoji standardizirana definicija darovitosti, kako za općenitu darovitost, tako i za domenu matematike (Ziegler, 2008, prema Singer, 2016). Ukoliko uzmemo u obzir Gardnerovu podjelu na sedam vrsta inteligencije, matematičku se darovitost često povezuje s logičko-matematičkom inteligencijom, ali osim visoke inteligencije matematički daroviti učenici mogu pokazivati fleksibilnost u svom razmišljanju, kreativnost i originalnost. Na matematičku darovitost potrebno je gledati kao na potencijal koji je koji je u nekoj mjeri, više ili manje, podložan promjeni. Za sam razvoj matematičke darovitosti potrebno je sagledati i okolinske čimbenike koji utječu na razvoj sposobnosti učenika pa tako i na njegovu darovitost (Pavleković, 2009). Prema autorici Pavleković (2009) s obzirom na matematičku darovitost učenika možemo razlikovati potencijalno darovite učenike, učenike iznadprosječnih matematičkih sposobnosti, učenike prosječnih matematičkih sposobnosti te učenike s nedovoljno razvijenim matematičkim sposobnostima.

Potencijalno daroviti učenici pokazivat će ustrajnost u radu te će svakako učiti i napredovati brže od ostalih učenika. To su učenici koji se razlikuju od svojih vršnjaka u razini razumijevanja i apstrakcije te su motivirani za realizaciju svojih mogućnosti u matematici. Učenike iznadprosječnih matematičkih sposobnosti također karakterizira marljivost, motiviranost i primjena znanja i vještina u matematici kojima se pozitivno ističu od svojih vršnjaka, no oni češće postižu slabije rezultate rješavajući nestandardne zadatke, suprotno potencijalno darovitim učenicima. Razlog tome može biti osjećaj nesigurnosti kod rješavanja takve vrste zadataka ili to što inače matematičke zadatke rješavaju po analogiji. Učenici prosječnih matematičkih sposobnosti svojim će postignućima biti u okviru onoga što se od njih očekuje da bi trebali postići, iako svojom motivacijom uglavnom ne pokazuju poseban interes za matematiku, dok su kod učenika s nedovoljno razvijenim sposobnostima za matematiku matematička znanja, vještine i sposobnosti ispod razine njihovih vršnjaka spomenutih u prethodnim skupinama (Pavleković, 2009). Prema Čudini-Obradović (1991) matematička darovitost je povezana sa aktiviranjem užih sposobnosti, a to su: numeričke sposobnosti, sposobnosti pamćenja i planiranja, sposobnosti prostornog predočavanja i sposobnost logičkog zaključivanja. Numeričke sposobnosti zaslužne su za razumijevanje numeričkih simbola, matematičkih operacija, pojmova, sposobnosti pamćenja i planiranja za sukcesivno rješavanje koraka u problemu i zaključivanje, a sposobnosti prostornog predočavanja za shvaćanje prostornih odnosa i geometrije.

Matematička darovitost je osobina koja ne krase samo matematičare, već i fizičare, znanstvenike i filozofe, a karakteristike koje na nju ukazuju javljaju se već u najranijoj dobi. Rezultati dugogodišnjeg istraživanja koje su proveli Moss i Kagan prateći određenu skupinu djece od rođenja do zrelosti pokazali su da su djeca koja su u djetinjstvu pokazivala inhibiciju i vanjsku pasivnost u zreloj dobi postali produktivni matematičari, znanstvenici i fizičari. Kasnijim istraživanjem Bloom ukazuje da su postavljanje svrhovitih pitanja i usamljena aktivnosti i sanjarenje u djetinjstvu odlike budućih matematičara (Čudina-Obradović, 1991). Krutetskii je još 1976. matematički darovite učenike karakterizirao kao one koji koriste matematičke postavke uma i svijet oko sebe gledaju kroz matematički objektiv, što bi značilo da imaju visoko razvijenu sposobnost za generalizaciju matematičkih procesa i operacija.

Darovitost i kreativnost, kako općenito, tako i u matematici se često vide u uskoj vezi. Različiti pogledi na matematičku nadarenost i kreativnost mogu se klasificirati na sljedeće načine:

1. Matematička kreativnost je preduvjet matematičke nadarenosti
2. Matematička kreativnost je moguća sastavnica matematičke nadarenosti
3. Matematička kreativnost kao moguća posljedica matematičke nadarenosti
4. Kreativnost kao neovisno područje darovitosti.

Stav da je matematička kreativnost preduvjet za matematičku nadarenost možemo pronaći kod Leikin koji matematičku nadarenost smatra sposobnošću za rješavanje posebnih problema. On se pri tome poziva na Renzullija i matematičku kreativnost opisuje kao potrebnu komponentu koja je uz učinkovitost u rješavanju problema i posvećenost zadatku potrebna za razvoj matematičke nadarenosti. Prema nekim modelima matematička se kreativnost smatra djelom matematičke nadarenosti, dok oni koji zagovaraju stav da je matematička kreativnost moguća posljedica matematičke nadarenosti shvaćaju matematičku kreativnost kao sposobnost stvaranja kreativnih proizvoda koji doprinose napretku znanja u području matematike. Prema njima matematička kreativnost podrazumijeva matematičku nadarenost, ali ne i obratno. Posljednji je stav, koji proizlazi iz nekoliko modela, da kreativnost predstavlja neovisno područje vezano za darovitost. Jedan od onih koji zagovara tu teoriju je i Haylock (1997, prema Assmus, Fritzlar, 2016) koji je otkrio da su matematički daroviti učenici vrlo raznoliki što se tiče njihove kreativnosti. Prema autorima Assmus i Fritzlar (2016) postoji mnogo različitih perspektiva koje se odnose na matematičku nadarenost i kreativnost, no one ne moraju biti nužno kontradiktorne, već zapravo proizlaze iz različitih razumijevanja darovitosti i kreativnosti koja nisu neovisna jedna od drugih.

4. CILJEVI, ZADACI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je na uzorku ispitati matematičku kreativnost učenika razredne nastave uz pomoć testa matematičke kreativnosti. Korišteni test sastavljen je prema zadacima EPoC testa za testiranje potencijalne matematičke kreativnosti s internetske stranice Crealude gdje je moguće pristupiti rješavanju izvornog testa. Test se sastoji od po dva zadatka iz aritmetike i geometrije, koje su najistaknutije domene osnovnoškolske matematike. Od dva aritmetička zadatka jedan traži divergentni način razmišljanja, drugi konvergentni. Isto vrijedi za geometrijske zadatke. Izvorno su smišljeni za učenike starosti od 6 do 12 godina. Test je zbog lakšeg rješavanja i obrade podataka izvorno osmišljen za rješavanje na računalu. Iz praktičnih razloga i nemogućnosti da se testiranje provede digitalnim putem, zadaci su prilagođeni za rješavanje pismenim putem te su sastavljeni u test koji se sastojao od četiri zadatka.

Analizom rezultata dobit ćemo odgovor na pitanje u kojoj su mjeri povezane ocjene učenika iz matematike sa uspješnošću rješavanja EPoC testa, čime će se dobiti uvid koliko se matematička kreativnost prepoznaje u školama.

Zadaci ovog rada još su bili utvrditi odnos rezultata testa kreativnosti i spola učenika, kao i rezultata testa s procjenama učiteljica o potencijalnoj matematičkoj kreativnosti učenika. Osim toga, istražili smo povećava li se kreativnost kroz razrede te je li ona izraženija kod učenika koji su sudjelovali na matematičkom natjecanju.

Iz navedenog proizlaze sljedeće hipoteze ovog rada:

1. potencijalna kreativnost nije ovisna o spolu
2. potencijalna kreativnost raste kroz razrede
3. kreativnost je veća kod učenika koje učiteljice procjenjuju kao potencijalno kreativne ili nadarene
4. potencijalna kreativnost je veća kod učenika koji su učestvovali na matematičkom takmičenju ili više njih.

5. METODA

5.1. Ispitanici

Istraživanje je provedeno u dvjema osnovnim školama u gradu Rijeci, a to su: OŠ “Vežica” i OŠ “San Nicolò”. U istraživanju su sudjelovala četiri razreda Osnovne škole San Nicolò, po jedan prvi, drugi, treći i četvrti razred te šest razreda Osnovne škole Vežica, odnosno dva druga, dva treća i dva četvrta razreda. Rješavanju testa pristupili su svi učenici koji su toga dana bili na nastavi te čiji su roditelji potpisali suglasnost kojom su dali dopuštenje da njihovo dijete pristupi rješavanju testa. Uzorak na kojemu je provedeno istraživanje činilo je ukupno $N=142$ učenika dobi od 7 do 11 godina, od kojih je 65 (45,8%) učenica ženskog spola i 77 (54,2%) učenika muškog spola. Iz OŠ “San Nicolò” u istraživanju je sudjelovalo ukupno 40 učenika, dok su iz OŠ “Vežica” u istraživanju sudjelovala 102 učenika. Učenici koji su sudjelovali u istraživanju uglavnom su ocjenjeni ocjenama odličan (5) i vrlo dobar (4) iz Matematike, dok je manji broj učenika ocijenjen ocjenama dobar (3), dovoljan (2) te nedovoljan (1).

5.2. Mjerni instrument

Mjerni instrument u provedenom istraživanju činio je test koji se sastoji od četiri zadatka, od kojih su dva zadatka bila geometrijskog, a dva numeričkog tipa. Zadaci su svojom težinom primjereni dobi učenika. Nisu se temeljili na školskom kurikulumu, već su pretpostavljali vrlo osnovna znanja aritmetike – poznavanje četiri ili dvije računske operacije i njihovu primjenu na prirodnim brojevima do 20 ili više, kao i osnovnih manipulacija geometrijskim likovima. Time se osiguralo da su zaista dostupni svim učenicima, od onih koji završavaju prvi razred naviše. Geometrijski zadaci odnosili su se na stvaranje oblika na temelju povezivanja zadanih geometrijskih likova i uz poštivanje zadanih smjernica, dok su zadaci numeričkog tipa od učenika zahtijevali da korištenjem različitih matematičkih operacija i brojeva od 1 do 9 osmisle matematičke izraze koji će biti jednaki zadanom broju. Kod geometrijskog zadatka divergentnog tipa učenici su u vremenu od 8 minuta trebali povezivanjem zadanih geometrijskih likova napraviti što više različitih oblika takvih da se svaki oblik sastoji od četiri lika, dok su kod geometrijskog zadatka konvergentnog tipa, za čije su rješavanje također imali 8

minuta, trebali od zadanih likova složiti jedan veliki oblik sa što duljim rubom. Numerički zadatak divergentnog tipa zahtijevao je do učenika da uz pomoć različitih matematičkih operacija i najmanje četiri različita broja od 1 do 9 osmisle što više različitih izraza koji će biti jednaki broju 1, dok se kod numeričkog zadatka konvergentnog tipa od učenika zahtijevalo da se koristeći različitim matematičkim operacijama i brojevima od 1 do 9, koje su sve trebali upotrijebiti barem jednom, osmisle izraz koji će biti jednak broju 1. Za rješavanje numeričkih zadataka učenici su imali 7 minuta. Učenici su prije rješavanja dobili detaljne upute o rješavanju zadataka te je svaki ispitanik dobio test pripremljen na četiri papira A4 formata na kojima je bilo dovoljno prostora za stvaranje oblika i matematičkih izraza, što se u zadacima i tražilo od učenika.

5.3. Postupak

Istraživanje je provedeno nakon dobivene potvrde za provođenje istraživanja od Učiteljskog fakulteta u Rijeci te odobrenja mentorice. Prije provođenja istraživanja ravnatelj škola, učiteljice, roditelji i učenici upoznati su sa svrhom istraživanja te anonimnosti i povjerljivosti dobivenih podataka. Naglašeno je da istraživanje nije obavezno te da se od njega može odustati u bilo kojem trenutku. Nakon dolaska u školu učenici su dobili jasne usmene i pismene upute o rješavanju zadataka, a vrijeme za provedbu testa bilo je jedan školski sat. Sukladno Općoj uredbi o zaštiti osobnih podataka učenici su u daljnjem tekstu i tablicama označeni rednim brojevima. Po završetku testiranja učiteljice razrednih odjela u kojima je provedeno istraživanje zamoljene su da ispune pripremljene tablice o učenicima u kojima su se tražili podaci o učenicima: ocjena iz Matematike na temelju osobne procjene učiteljica, dob, sudjelovanje učenika na matematičkom takmičenju te osobna procjena učiteljica o potencijalnoj nadarenosti ili kreativnosti učenika u matematici. Pritom smo pretpostavili da učiteljice ne mogu sa sigurnošću razlikovati te pojmove. Također, zbog uzajamne veze potencijalne matematičke kreativnosti i nadarenosti takvo nerazlikovanje nije veliki propust, u smislu da bi se matematički kreativni učenici morali prepoznati u najmanju ruku kao nadareni. Nakon obrade podataka učiteljicama razrednih odjela u kojima je provedeno testiranje bit će dostavljeni podaci o našoj procjeni potencijalne

matematičke darovitosti i kreativnosti učenika koji su sudjelovali u testiranju, kao i rezultati testova.

5.4. Obrada podataka

Dobiveni rezultati i podaci o učenicima uneseni su u obliku tablica u Microsoft Office Excel programu te su potom analizirani pomoću SPSS programa.¹

¹ IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.

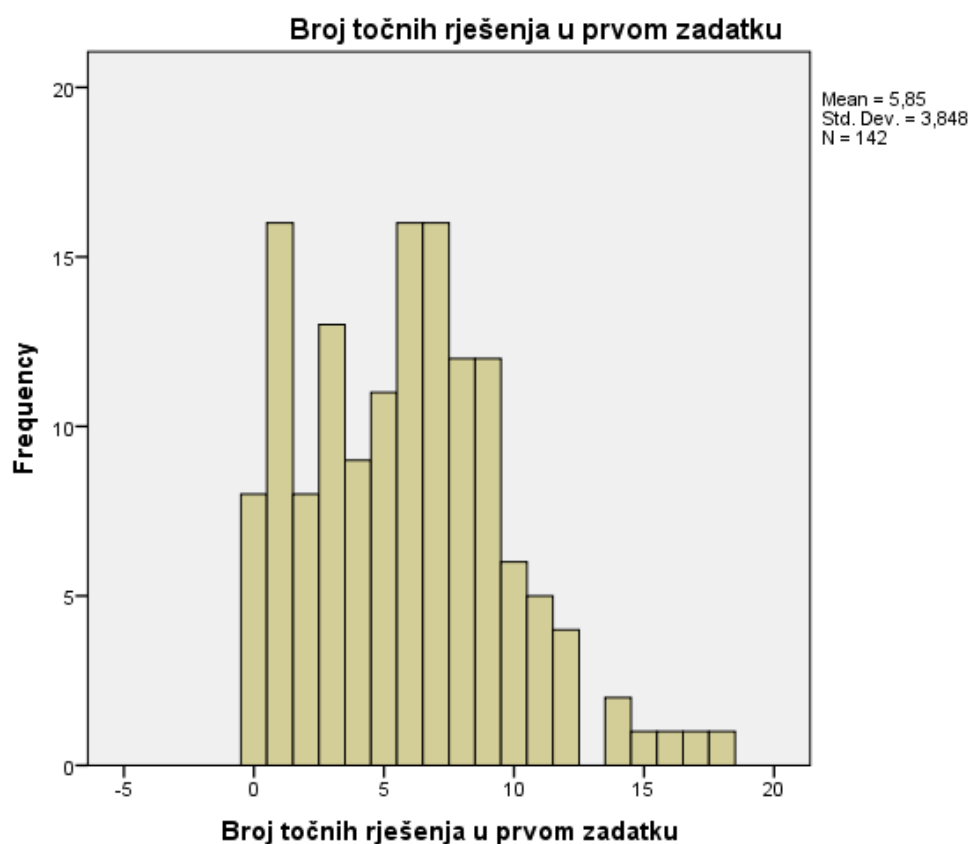
6. REZULTATI I RASPRAVA

Analiza rezultata i provjera hipoteza napravljena je pomoću dva testa u SPSS programu. Testovi koji su korišteni jesu Spearmanov test korelacije i Mann-Whitneyev test. Spearmanov koeficijent korelacije je neparametrijski test i koristi se za ispitivanje povezanosti varijabli koje su prikazane u obliku ordinalne (rang) varijable. Mann-Whitney test koristi se za usporedbu razlika dvije neovisne skupine kada je je ovisna varijabla redoslijedna ili kontinuirana, ali nije normalno raspodijeljena. Osim navedenih testova, u analizi rezultata provedenog testa korišteni su i deskriptivni statistički alati pomoću kojih su opisani statistički podaci provedenog istraživanja.

6.1. Deskriptivna analiza rezultata

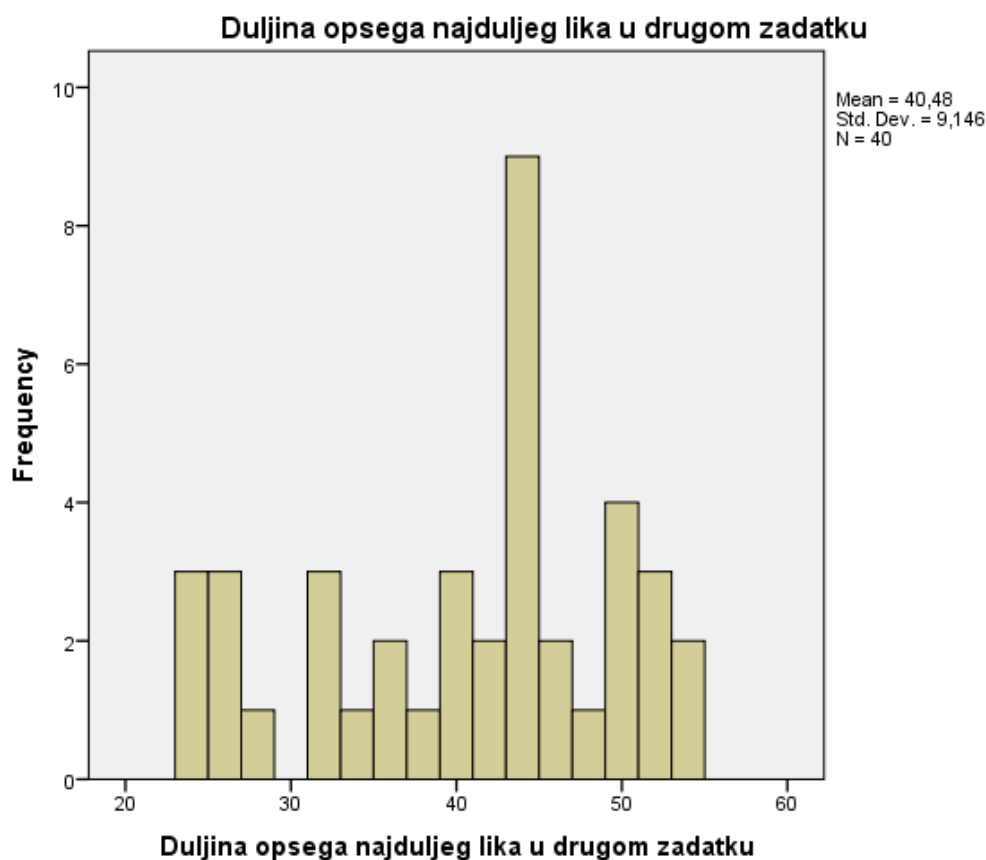
U prvom smo zadatku, u kojem se od učenika tražilo da koristeći zadane geometrijske likove naprave što više različitih oblika koji se sastoje od 4 lika, pratili broj točnih rješenja koje je učenik ponudio, broj netočnih rješenja, broj rješenja koje nitko drugi nije ponudio i broj rješenja koje je uz nekog učenika ponudio samo još jedan učenik. Prema analizi testova, najveći broj točnih rješenja u prvom zadatku bio je 18, što je postigao samo jedan učenik (0,7%), dok 8 (5,6%) učenika nije ponudilo niti jedno točno rješenje. Šesnaest učenika (11,3%) imalo je jedno točno rješenje u prvom, dok ih je također po 16 bilo sa od šest i sedam točnih rješenja (grafikon 1.). Niti jedno točno rješenje u prvom zadatku imalo je 34 učenika (23,9%), dok je samo jedan učenik (0,7%) imao čak dvanaest netočnih rješenja. Rezultati testa pokazuju da 64 učenika (45,1%) nije imalo niti jedno rješenje koje su ponudili samo oni, 29 učenika (20,4%) ponudilo je jedno, a samo 2 (1,4%) učenika ponudila su sedam točnih rješenja koje nije imao nitko drugi. Samo jedno točno rješenje koje je imao još jedan učenik, ponudilo je 39 učenika (27,5%) te je samo jedan učenik (0,7%) ponudio čak šest točnih rješenja koje je imao još samo jedan učenik.

Grafikon 1: Prikaz točnih rješenja u prvom zadatku



U drugom zadatku se je od učenika tražilo da od zadanih likova (10 kvadratića i 10 pravokutnika) slože jedan veliki oblik sa što duljim rubom te smo tu promatrali koliko je učenika točno riješilo drugi zadatak, koliki je broj točnih rješenja, koji su razlozi netočnih rješenja te koliko iznosi duljina najduljeg lika kojeg je učenik prikazao. Analiza testova pokazuje da čak 102 učenika (71,8%) nisu točno riješila drugi zadatak, dok ih je samo 40 (28,2%) ponudilo točno rješenje. Najmanji dobiveni opseg iznosio je 24 cm te su njega dobila tri učenika (2,1%). Najveći dobiveni opseg bio je 54 cm te su to rješenje dobila svega 2 učenika (1,4%), a 9 učenika (6,3%) dobilo je opseg od 44 cm (grafikon 2). Od ukupnog broja točnih rješenja u drugom zadatku 36 učenika (25,4%) ponudilo je jedno točno rješenje, dok su svega 4 učenika (2,8%) ponudila dva točna rješenja. Niti jedno netočno rješenje u drugom zadatku imalo je 34,5% učenika, dok su razlozi netočnih rješenja bili: krivo dodirivanje geometrijskih likova u obliku (46,5%), previše upotrjebljenih geometrijskih likova u obliku (11,3%) i premalo upotrjebljenih geometrijskih likova u obliku (7,7%).

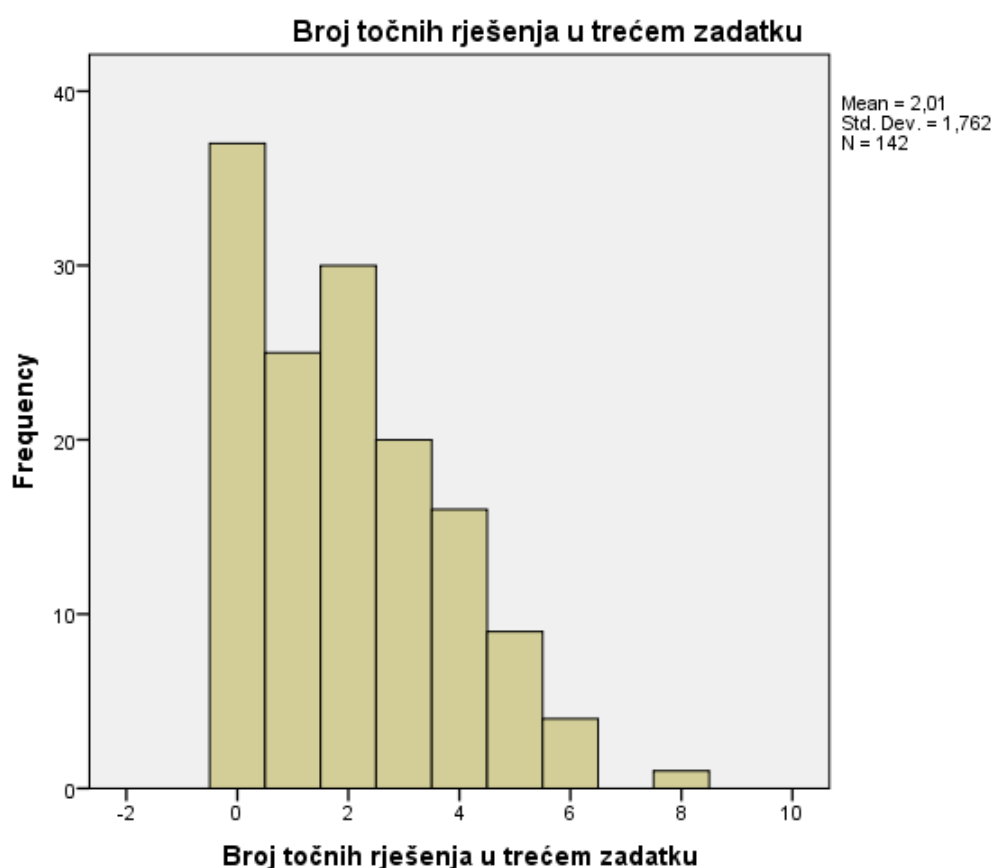
Grafikon 2: Prikaz duljine opsega u drugom zadatku



U trećem zadatku učenici su korištenjem različitih računskih operacija i uz pomoć najmanje četiri različita broja od 1 do 9 trebali osmisliti što više izraza koji će biti jednaki broju 1. U tom smo zadatku pratili broj točnih i netočnih rješenja, duljinu najduljeg izraza, ukupnu duljinu svih točnih izraza i najveći broj korištenih izraza u točnom zadatku. Prema analizi rezultata, od ukupnog broja ispitanika, 37 (26,1%) ih nije ponudilo niti jedno točno rješenje, 25 (17,6%) ih je ponudilo jedno, a 30 (21,1%) ih je ponudilo dva točna rješenja. Najveći broj točnih rješenja u ovom zadatku bio je osam, a to je rješenje ponudio samo jedan učenik (0,7%) (grafikon 3). Jedan učenik (0,7%) također je ponudio čak 17 netočnih rješenja, a 18 učenika (12,7%) nije imalo niti jedno netočno rješenje u ovom zadatku. Najveću duljinu izraza dobio je jedan ispitanik (0,7%), a ona je iznosila 12, dok je najmanja duljina iznosila 6 koju je dobilo 25,4% učenika. Najmanja ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku bila je 6 i tu je duljinu ponudilo 14 učenika (9,9%), 10 učenika (7%) ponudilo je duljinu 12, dok je

samo jedan učenik (0,7%) ostvario najveću ukupnu duljinu točnih izraza koja je iznosila 42. Jedan od uvjeta koji je trebalo zadovoljiti kako bi ovaj zadatak bio točan bio je da se upotrijebe najmanje dvije različite računске operacije. Dvije operacije u točnim izrazima koristilo je 66 ispitanika (46,55), tri različite računске operacije koristilo je 36 ispitanika (25,4%), dok je najveći broj korištenih operacija bio četiri i taj su broj operacija koristila svega 4 u ispitanika (2,8%).

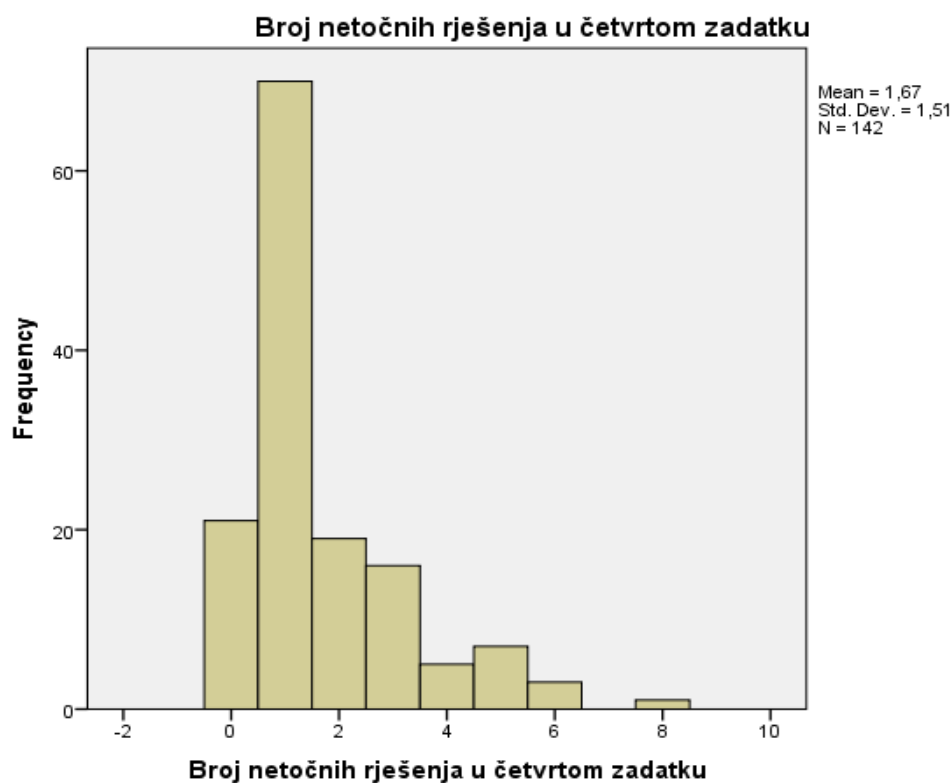
Grafikon 3: prikaz točnih rješenja u trećem zadatku



U četvrtom zadatku učenici su korištenjem različitih računskih operacija i uz korištenje svih brojeva od 1 do 9 trebali osmisliti izraz/e jednak/e broju 1. U ovom smo zadatku kod učenika pratili broj točnih i netočnih rješenja, duljinu najduljeg točnog izraza, ukupnu duljinu svih točnih izraza u zadatku i ukupan broj korištenih operacija u točnom izrazu. Četvrti zadatak ujedno je bio i najzahtjevniji te je njega točno riješilo samo 20 učenika (14,1%) od čega je njih 12 (8,5%) ponudilo jedno točno rješenje, 4 (2,8%) dva i 3 (2,1%) tri točna rješenja. Jedno netočno rješenje imalo je 49,3% učenika, a samo je jedan učenik (0,7%) imao čak osam netočnih rješenja (grafikon 4). Najveća duljina

točnog izraza u četvrtom zadatku iznosila je 23 i tu je duljinu ponudio samo jedan učenik (0,7%), dok je najmanja duljina iznosila 11 te je tu duljinu također ponudio samo jedan učenik. Po šest je učenika (4,2%) ponudilo izraze duljina 13 i 14, dok su po jedan učenik (0,7%) ponudili izraze 15, 17 i 19, što je također dobar rezultat. Nekolicina učenika ponudila je više točnih izraza u tom zadatku. Od njih je najveću ukupnu duljinu ostvario jedan učenik i ona je iznosila 36 (0,7%), zatim su tri učenika osmislila izraze ukupne duljine 34 (2,1%), dvoje učenika izraze ukupne duljine 24 (1,4%) te troje izraze ukupne duljine 23 (2,1%). Kod ovog je zadatka, kao i kod trećeg, jedan od uvjeta za točan izraz bio korištenje najmanje dvije računске operacije. Dvjema operacijama u točnim izrazima koristilo se 10 ispitanika (7%), tri različite računске operacije koristilo je 7 ispitanika (4,9%), a najveći mogući broj korištenih operacija, koji je iznosio četiri, koristila su svega 3 ispitanika (2,1%).

Grafikon 4: Prikaz netočnih rješenja u četvrtom zadatku



6.2. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti s obzirom na spol učenika

U istraživanju kreativnosti i spola učenika koristili smo Mann-Whitneyev test. Analiza rezultata testa (tablica 1) pokazala je da ne postoje razlike u kreativnosti s obzirom na spol učenika te su rezultati zadataka približno isti kod oba spola. U ovom testu ispitali smo povezanost varijable *Spol* sa reprezentativnim varijablama za pojedini zadatak (*Broj točnih rješenja u prvom zadatku*, *Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku*, *Broj točnih rješenja u trećem zadatku*, *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku*) te dodatnim varijablama (*Broj točnih rješenja koje nitko drugi nije ponudio*, *Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku*, *Duljina najduljeg izraza u četvrtom zadatku*, *Kreativnost_osnovna*, *Kreativnost_profinjena*). Varijable *Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku* (@2_opseg Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku) i *Duljina najduljeg izraza u četvrtom zadatku* (@4_naj Duljina najduljeg izraza) odnose se samo na one učenike koji su točno riješili drugi i četvrti zadatak. Nedostatak tih varijabli je što za velik broj ispitanika (koji zadatak nisu riješili) njihova vrijednost nije definirana.

Varijable *Kreativnost_osnovna* i *Kreativnost_profinjena* su varijable koje bi trebale mjeriti potencijalnu matematičku kreativnost s obzirom na zadatke i rješenja koja su učenici ponudili. *Kreativnost_osnovna* mjeri osnovnu uspješnost rješavanja testa te smo nju dobili zbrajanjem reprezentativnih varijabli za pojedine zadatke (*Broj točnih rješenja u prvom zadatku*, *Broj točnih rješenja u drugom zadatku*, *Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku*, *Broj točnih rješenja u trećem zadatku*, *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku*) u njihovom standardiziranom obliku. *Kreativnost_profinjena* je preciznija mjera prethodno navedene varijable i ona je dobivena zbrajanjem i oduzimanjem relevantnih i dodatnih standardiziranih varijabli za svaki zadatak.

Tablica 1: Povezanost spola i rezultata pisanja testa u smislu procjene potencijalne kreativnosti učenika (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a					
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
Kreativnost_osnovna	2413.000	5416.000	-.366	.714	
Kreativnost_profinjena	26.000	71.000	-.582	.560	.606 ^b
@1_bt Broj točnih rješenja u prvom zadatku	2364.000	5367.000	-.569	.569	
@1_obt Broj točnih rješenja koje nitko drugi nije ponudio	2337.000	4482.000	-.716	.474	
@2_opseg Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku	190.000	380.000	-.259	.796	.810 ^b
@3_bt Broj točnih rješenja u trećem zadatku	2496.500	4641.500	-.025	.980	
@4_bt Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku	2350.000	5353.000	-1.056	.291	
@4_naj Duljina najduljeg izraza	45.500	81.500	-.198	.843	.851 ^b
@3_ud Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku	1315.000	2590.000	-.689	.491	
a. Grouping Variable: Spol Spol učenika					
b. Not corrected for ties.					

Promatrajući tablicu zaključujemo da ne postoji korelacija između varijable *Spol* i varijabli: *Broj točnih rješenja u prvom zadatku*, *Duljina opsega najduljeg lika u drugom*

zadatku, Broj točnih rješenja u trećem zadatku, Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku, Broj točnih rješenja u prvom zadatku koje nitko drugi nije ponudio, Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku, Kreativnost_osnovna, Kreativnost_profinjena i Duljina najduljeg izraza u četvrtom zadatku).

Analizirajući spol sa varijablama divergentne i konvergentne kreativnosti (divergent_osnovno, konvergent_osnovno, divergent_profinjeno, konvergent_profinjeno) (tablica 2), također možemo zaključiti da nema nikakvih razlika između spola te divergentne i konvergentne kreativnosti kod učenika. Varijable *divergent_osnovno* i *divergent_profinjeno* odnose se na prvi i treći zadatak u testu i tako su definirane, budući da ti zadaci mjere divergentno mišljenje učenika, dok se varijable *konvergent_osnovno* i *konvergent_profinjeno* odnose na drugi i četvrti zadatak u testu koji mjere konvergentno mišljenje učenika. Varijabla *divergent_osnovno* obuhvaća relevantne varijable za prvi i treći zadatak (*Broj točnih rješenja u prvom zadatku, Broj točnih rješenja u trećem zadatku*), a varijabla *konvergent_osnovno* relevantne varijable za drugi i četvrti zadatak (*Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku, Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku*). Varijable *divergent_profinjeno* i *konvergent_profinjeno*, osim relevantnih varijabli za pojedini zadatak obuhvaćaju i sve ostale varijable koje se odnose na divergentne, odnosno konvergentne zadatke.

Tablica 2: Povezanost spola i rezultata testa u smislu potencijalne divergentne i konvergentne matematičke kreativnosti (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a				
	divergent_osnovno	divergent_profinjeno	konvergent_osnovno	konvergent_profinjeno
Mann-Whitney U	2448.000	1294.000	2404.500	32.000
Wilcoxon W	5451.000	2890.000	5407.500	87.000
Z	-.223	-.671	-.470	-.711
Asymp. Sig. (2-tailed)	.823	.502	.638	.477
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]				.515 ^b
a. Grouping Variable: Spol Spol učenika				
b. Not corrected for ties.				

Promatrajući tablicu možemo uočiti da nema nikakve naznake da bi kreativnost bila spolno specifična, bilo opća matematička kreativnost, bilo zasebno divergentna ili konvergentna matematička kreativnost.

6.3. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti učenika s obzirom na osobnu procjenu učiteljica

S obzirom na osobnu procjenu učiteljica proveden je Mann-Whitney test koji je dao odgovor na pitanje postoji li povezanost između osobnih procjena učiteljica o kreativnosti učenika i njihovih rezultata na provedenom testu kreativnosti. Očekivano je da će postojati povezanost između učenika koje su učiteljice procijenile potencijalno kreativnima i rezultatima koje su učenici postigli na provedenom testu matematičke kreativnosti. Učiteljice su relativno velik broj učenika procijenile potencijalno matematički nadarenim/kreativnima te je u tom svjetlu očekivana manja korelacija no što bi bila da je manji broj učenika tako ocijenjen. Analizirajući rezultate testa (tablica 3) vidljivo je da postoji korelacija između pojedinih varijabli u testu i osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika.

Tablica 3: Povezanost osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika s obzirom na postignute rezultate učenika na testu kreativnosti (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a					
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
Kreativnost_osnovna	892,500	3448,500	-1,735	,083	
Kreativnost_profinjena	13,000	49,000	-,510	,610	,683 ^b
Broj točnih rješenja u prvom zadatku	872,500	3428,500	-1,885	,059	
Broj točnih rješenja koje nitko drugi nije ponudio	908,000	3464,000	-1,707	,088	
Je li točno riješio 2. zadatak	1119,500	1647,500	-,149	,881	
Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku	91,500	322,500	-,137	,891	,894 ^b
Broj točnih rješenja u trećem zadatku	1012,000	3568,000	-,902	,367	
Je li točno riješio 4. zadatak	896,500	3452,500	-2,875	,004	
Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku	925,000	3481,000	-2,608	,009	
Duljina najduljeg izraza	19,000	64,000	-,483	,629	,699 ^b
Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku	404,500	1889,500	-1,926	,054	

a. Grouping Variable: Potencijalno nadaren/kreativan učenik?

b. Not corrected for ties.

Analiza pokazuje da postoji korelacija između osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika i varijabli *Broj točnih rješenja u prvom zadatku*, *Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku*, *Je li točno riješio 4. zadatak* i *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku*. Rezultati navedeni u tablici (tablica 3) ukazuju da postoji korelacija između navedenih varijabli i osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika. Kod učenika koji su procijenjeni potencijalno kreativnima, za varijablu *Broj točnih rješenja u prvom zadatku* prosječna vrijednost ("mean") iznosi 7.34 (standardna devijacija je 4.262), za varijablu *Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku*

iznosi 18.05 (standardna devijacija je 8.393), dok za varijablu *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku* prosječna vrijednost iznosi 0,47 (standardna devijacija je 0,915). Varijable *Broj točnih rješenja u prvom zadatku* te *Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku* odnose se na divergentnu vrstu zadataka, odnosno ispituju divergentno mišljenje kod učenika, dok se varijabla *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku* odnosi na konvergentnu vrstu zadatka, odnosno ispituje konvergentno mišljenje učenika.

Analiza rezultata (tablica 4) također pokazuje da postoji povezanost i između osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika (*Potencijalno nadaren/kreativan učenik*) te divergentne kreativnosti (*divergent_osnovno*, *divergent_profinjeno*), odnosno divergentnog mišljenja kod učenika, dok s varijablama konvergentne kreativnosti (*konvergent_osnovno*, *konvergent_profinjeno*), odnosno mišljenja, nema korelacije.

Tablica 4: Povezanost procjene potencijalne matematičke divergentne i konvergentne kreativnosti sa osobnom procjenom učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a				
	divergent_osnovno	divergent_profinjeno	konvergent_osnovno	konvergent_profinjeno
Mann-Whitney U	826.500	340.000	985.500	13.000
Wilcoxon W	3382.500	1771.000	3541.500	58.000
Z	-2.206	-2.596	-1.258	-.772
Asymp. Sig. (2-tailed)	.027	.009	.208	.440
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]				.503 ^b
a. Grouping Variable: Pnk Potencijalno nadaren/kreativan učenik?				
b. Not corrected for ties.				

6.4. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti učenika kroz razrede

Uz pomoć Spearmanovog testa korelacije ispitana je povezanost potencijalne matematičke kreativnosti s uzrastom po razredima. Očekivana pretpostavka je bila da se kreativnost povećava kroz razrede, odnosno da će ona rasti, budući da se povećavaju one matematičke sposobnosti koje su ključne za kreativnost. Rezultati provedenog testa (tablica 5) pokazuju da postoji djelomična povezanost između kreativnosti učenika i razreda. Korelacija se je pojavila kod varijabli *Broj točnih rješenja u prvom zadatku* i *Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku*. Te se varijable odnose na geometrijski tip zadataka provedenog testa kreativnosti, dok provedeni Spearmanov test pokazuje da između varijabli koje se odnose na numerički tip zadataka, a to su *Broj točnih rješenja u trećem zadatku* i *Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku*, ne postoji nikakva korelacija sa povećanjem kreativnosti po razredima.

Tablica 5: Povezanost rezultata testa u smislu procjene potencijalne matematičke kreativnosti učenika po razredima (Spearmanov test)

Correlations			
			Razred_broj Razred
Spearman's rho	@1_bt Broj točnih rješenja u prvom zadatku	Correlation Coefficient	.171*
		Sig. (2-tailed)	.042
		N	142
	@2_opseg Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku	Correlation Coefficient	.509**
		Sig. (2-tailed)	.001
		N	40
	@3_bt Broj točnih rješenja u trećem zadatku	Correlation Coefficient	.149
		Sig. (2-tailed)	.078
		N	142
	@4_bt Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku	Correlation Coefficient	-.056
		Sig. (2-tailed)	.505
		N	142
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

Uspoređujući povezanost divergentnog i konvergentnog mišljenja po razredima, vidljivo je da postoji korelacija između razreda (*Razred*) i divergentnog mišljenja učenika (*divergent_osnovno*), dok korelacije s konvergentnim mišljenjem nema.

Tablica 6: Povezanost procjene potencijalnog matematičkog divergentnog i konvergentnog mišljenja s obzirom na razrede (Spearmanov test)

Correlations				
		Ocjena	Razred	
Spearman's rho		Correlation Coefficient	,341**	,191*
	divergent_osnovno	Sig. (2-tailed)	,000	,023
		N	103	142
		Correlation Coefficient	,316**	-,009
	divergent_profinjeno	Sig. (2-tailed)	,006	,929
		N	74	106
		Correlation Coefficient	,081	-,052
	konvergent_osnovno	Sig. (2-tailed)	,414	,538
		N	103	142
	Correlation Coefficient	-,399	,155	
konvergent_profinjeno	Sig. (2-tailed)	,177	,540	
	N	13	18	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

6.5. Procjena potencijalne matematičke kreativnosti kod učenika koji su sudjelovali na takmičenju

S obzirom na sudjelovanje učenika na matematičkom takmičenju, pretpostavka je bila da će oni učenici koji su sudjelovali na takmičenju pokazati i veću kreativnost u odnosu na učenike koji nisu sudjelovali ni na jednom matematičkom takmičenju. Provedbom Mann-Whitney testa (tablica 7) utvrđeno je da ne postoji korelacija između sudjelovanja učenika na matematičkom takmičenju s potencijalnom matematičkom kreativnošću učenika.

Tablica 7: Povezanost procjene potencijalne matematičke kreativnosti učenika s obzirom na sudjelovanje na takmičenju (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a					
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
Kreativnost_osnovna	589.000	4594.000	-.327	.744	
Kreativnost_profinjena	12.000	18.000	-.277	.782	.864 ^b
@1_bt Broj točnih rješenja u prvom zadatku	482.000	4487.000	1.362	.173	
@1_obt Broj točnih rješenja koje nitko drugi nije ponudio	605.000	4610.000	-.182	.856	
@2_opseg Duljina opsega najduljeg lika u drugom zadatku	19.000	425.000	-.756	.449	.506 ^b
@3_bt Broj točnih rješenja u trećem zadatku	598.500	703.500	-.241	.810	
@4_bt Broj točnih rješenja u četvrtom zadatku	555.500	4560.500	1.126	.260	
@4_naj Duljina najduljeg izraza	12.000	18.000	-.726	.468	.555 ^b
@3_ud Ukupna duljina svih točnih izraza u trećem zadatku	252.500	2530.500	-.267	.789	
a. Grouping Variable: Takmičenje Je li učenik bio na matematičkom takmičenju?					
b. Not corrected for ties.					

Sudjelovanje učenika na matematičkom takmičenju (*Je li učenik bio na matematičkom takmičenju*) nije povezano sa divergentnim ili konvergentnim razmišljanjem učenika (*divergent_osnovno*, *divergent_profinjeno*, *konvergent_osnovno*, *konvergent_profinjeno*) (tablica 8), budući da među varijablama nema pozitivne korelacije. Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti da na sudjelovanje djece

na matematičkim takmičenjima u velikoj mjeri utječe motivacija, vlastita i ona od strane okoline, ali na nju predznanje, interes za materiju i dotadašnji matematički uspjesi i nemaju presudni utjecaj.

Tablica 8: Povezanost procjene potencijalnog matematičkog divergentnog i konvergentnog mišljenja s obzirom na sudjelovanje učenika na matematičkom takmičenju (Mann-Whitneyev test)

Test Statistics ^a				
	divergent_osnovno	divergent_profinjeno	konvergent_osnovno	konvergent_profinjeno
Mann-Whitney U	510.000	172.000	619.500	13.000
Wilcoxon W	4515.000	2383.000	724.500	19.000
Z	-1.088	-1.602	-.039	-.338
Asymp. Sig. (2-tailed)	.277	.109	.968	.735
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]				.811 ^b
a. Grouping Variable: Takmičenje Je li učenik bio na matematičkom takmičenju?				
b. Not corrected for ties.				

6.6. Završna analiza rezultata pisanja testa i ispitanih korelacija

Test potencijalne matematičke kreativnosti, inspiriran EPoC testom potencijalne kreativnosti za matematičku domenu ponuđenom u digitalnom obliku, dali smo na rješavanje učenicima razredne nastave, od čega je 10 učenika prvih razreda, 38 učenika drugih razreda, 46 učenika trećih razreda i 48 učenika četvrtih razreda. Pritom je među njima 65 djevojčica i 77 dječaka.

Kako bismo procijenili potencijalnu matematičku kreativnost kod ispitanika za svaki zadatak s testa uzeli smo u obzir nekoliko parametara. Sam test i nije koncipiran na način „zadatak je točno riješen ili nije točno riješen“. Zadaci su jednostavni te je

potrebno ponuditi točna rješenja, ali isto tako se traži što više točnih rješenja, odnosno točno rješenje sa što većom određenom karakteristikom. Na osnovu tih parametara kojima smo za svakog učenika pridodali vrijednost ovisno kako je učenik riješio zadatak kreirali smo nove varijable koje su nam trebale biti najvažnije u procjeni je li učenik potencijalno matematički kreativan, odnosno je li učenik potencijalno matematički divergentno odnosno konvergentno kreativan.

Uz pomoć statističkih testova analizirali smo rezultate rješavanja testa od strane učenika. Pokazalo se, očekivano, da spol ne utječe na rezultate testa. Manje je očekivan rezultat da učenici s iskustvom matematičkih takmičenja nemaju značajno bolje rezultate od onih koji na istima ne sudjeluju. Za razliku od toga, učenici koje su učiteljice identificirale kao matematički potencijalno kreativne ili nadarene ipak su u nekim segmentima postigli značajno bolje rezultate. Iako su učiteljice velik broj učenika ocijenile potencijalno kreativnima ili nadarenima, u postotku gledano prevelik broj, može se zaključiti da se takmičari ne regrutiraju nužno među takvim učenicima, već se na takmičenja odvažuje pod utjecajem nekih drugih osobina i faktora.

Analiza rezultata je pokazala povezanost osobne procjene učiteljica o potencijalnoj kreativnosti učenika i naše mjere divergentne kreativnosti kod učenika, dok s varijablama konvergentne kreativnosti nema korelacije. Ovaj rezultat je bio neočekivan. Pretpostavili bismo da će, kako je nastava matematike donekle usmjerena na razvoj konvergentnog načina mišljenja (donekle, jer je njen naglasak nažalost na točnom rezultatu i eventualno brzini dolaska do rezultata, a ne samom procesu, istraživanju, propitivanju, uočavanju uzoraka i slično), učenici koje učiteljice identificiraju kao potencijalno matematički nadarene odnosno kreativne biti bolji u konvergentnom segmentu.

Općenito, zadatke s konvergentnim predznakom učenici su rješavali neočekivano loše. Možda je zbog toga i dobiveno da postoji korelacija između razreda i mjere divergentnog mišljenja učenika, dok korelacije s mjerom konvergentnog mišljenja nije bilo. Očekivali bismo da s većim matematičkim znanjem koje se dobije kroz razrede značajno raste sposobnost konvergentnog načina mišljenja, a ne posebno divergentnog. Ovakav rezultat navodi nas na sljedeća promišljanja. Moguće je da bismo većim

uzorkom dobili preciznije rezultate, s obzirom da je zadatke u kojima se traži konvergentno promišljanje riješio premali broj učenika. Također, uzrok ovakvih rezultata može ležati u nezgodno odabranim varijablama koje mjere uspješnost rješavanja tih zadataka. Dio uzroka može biti i nastava iz Matematike koja ne dovodi do poboljšanja konvergentnog načina razmišljanja, jer ne sagledava proces niti finalni rezultat procesa promišljanja u cjelini.

Još je jedan rezultat bio neočekivan, onaj kod kojeg se dobilo da djeca nižih razreda pariraju u rješavanju aritmetičkih zadataka, a da se s višim razredom bolje rješavaju zadaci geometrijskog tipa. Rezultat je neočekivan obzirom da djeca u nižim razredima pokazuju veće slobode i spretnost u rješavanju zadataka vezanih za oblike u ravnini. S druge strane, kroz razrede napreduju u vještinama računanja. Moguće je da je na naš rezultat utjecalo to što se u prva dva zadatka treba crtati dosta likova pa su učenici manjih razreda bili uvjetovani vlastitim motoričkim sposobnostima, odnosno sporošću u crtanju.

7. ZAKLJUČAK

U radu su prezentirana objašnjenja pojmova kreativnosti, darovitosti i talenta, kako općenito, tako i u matematici. Navedene su najprihvaćenije definicije i pristupi u objašnjenju tih pojmova te je objašnjena njihova povezanost, ali i različitost.

Naš prilagođeni test korišten u istraživanju potencijalne matematičke kreativnosti učenika razredne nastave pokazao se kao adekvatan mjerni instrument, iako postoji mogućnost da su motoričke sposobnosti mogle ograničavati učenike nižih razreda u odnosu na one viših. Tu mogućnost moći ćemo odbaciti jedino nakon usporedbe dobivenih rezultata s onima postignutim na budućem digitalnom testu, ili drugačijim rezultatima na većem uzorku.

Rezultati testa pokazali su da postoji moguća povezanost između povećanja matematičke kreativnosti učenika i razreda koji učenici pohađaju, no ta se odnosi samo na zadatke geometrijskog tipa, dok sa zadacima aritmetičkog tipa nema povezanosti. Osobna procjena učiteljica o kreativnosti učenika također se pokazala djelomično opravdanom, budući da su učenici koji su procijenjeni kreativnima ostvarili bolje rezultate na pojedinim pokazateljima, od kojih se dva pokazatelja odnose na zadatke divergentnog tipa, dok se jedan pokazatelj odnosi na zadatak konvergentnog tipa. Analiza rezultata također je pokazala da je vjerojatno da se divergentno mišljenje povećava po razredima, odnosno da viši razredi pokazuju razvijenije divergentno mišljenje, što se pokazalo i kod onih učenika koje su učiteljice procijenile potencijalno matematički kreativnima. Na temelju rezultata testova utvrđeno je da potencijalna matematička kreativnost nije veća s obzirom na spol učenika i da ne ovisi o sudjelovanju učenika na matematičkom takmičenju. Osim toga, spol i sudjelovanje na takmičenju također nisu pokazali povezanost sa divergentnim i konvergentnim mišljenjem učenika.

Na temelju svega navedenog možemo zaključiti da se potencijalna matematička kreativnost ipak donekle prepoznaje u školama te da se u nekoj mjeri razvija s obzirom na rast matematičkih sposobnosti učenika kroz razrede. Usprkos tome, rezultati koje su učenici ostvarili na zadacima koji propituju konvergentni način razmišljanja zabrinjavajući su.

Dalje bi trebalo tražiti odgovore na pitanja potiče li naš školski sustav i kurikulum nedovoljno razvoj potencijalnog matematičkog konvergentnog mišljenja, jesu li učitelji dovoljno usmjeravani da to svojstvo prepoznaju i razvijaju kod učenika, je li možda na loše rezultate utjecalo nešto drugo, kao primjerice nedovoljan razvoj jezičnih sposobnosti i konkretno razumijevanja teksta kroz razrede.

8. LITERATURA

1. Adžić, D. (2011). *Darovitost i rad s darovitim učenicima, Kako teoriju prenijeti u praksu*. Život i škola, br. 25 (1/2011.), god. 57., str. 171. – 184. Pribavljeno 20. 04.2019., sa <https://hrcak.srce.hr/file/106725>
2. Arar, Lj., Rački, Ž. (2015). *Priroda kreativnosti*. Pribavljeno 25. 08. 2019. sa https://www.researchgate.net/publication/27197408_Priroda_kreativnosti
3. Assmus, D., Fritzlar, T. (2016). Mathematical Giftedness and Creativity in Primary Grades U Singer, F. M. (ur.) *Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (str. 55-81). Hamburg: Springer International Publishing
4. Cherry, K. (2019). *Alfred Binet and the History of IQ Testing. History and Biographies*. Pribavljeno 15. 05. 2019. sa <https://www.verywellmind.com/history-of-intelligence-testing-2795581>
5. Cvetković Lay, J., Sekulić Majurec, A. (2008). *Darovito je, što ću s njim?*. Zagreb: Alinea.
6. Cvetković Lay, J., Sekulić Majurec, A. (1998). *Darovito je, što ću s njim?*, Zagreb, Alinea.
7. Čudina-Obradović, M. (1991). *Nadarenost: razumijevanje, prepoznavanje, razvijanje*. Zagreb: Školska knjiga
8. Grégoire, J. (2016). *Understanding Creativity in Mathematics for Improving Mathematical Education*. Journal of Cognitive Education and Psychology, 15, 24-36
9. Hong, E., Milgram, R. M. (2010). *Creative Thinking Ability: Domain Generality and Specificity*, Creativity Research Journal, 22: 3, 272 — 287
10. Huzjak, M. (2006). *Darovitost, talent i kreativnost u odgojnom procesu. Odgojne znanost*. Pribavljeno 18.04.2019., sa <https://hrcak.srce.hr/26205>
11. Kattou, M., Pitta – Pantazi, D., Kontoyianni K., Christou, C. (2014). *Predicting mathematical creativity*. Pribavljeno 20.8.2019., sa

- https://www.researchgate.net/publication/261286808_Predicting_mathematical_creativity
12. Kaufman, C. James, Beghetto, A R., (2009). *Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity*. *Review of General Psychology*. Pribavljeno 22.05.2019., sa https://www.researchgate.net/publication/228345133_Beyond_Big_and_Little_The_Four_C_Model_of_Creativity
 13. Koren, I. (1989). *Kako prepoznati i identificirati nadarenog učenika*. Zagreb: Školske novine.
 14. Mann, E.L. (2006). *Creativity: The Essence of Mathematics*. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260
 15. Ministarstvo prosvjete i kulture. (1990). Pravilnik o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika. *Narodne novine*, 59
 16. Nadjafikhah, M., Yaftian, N., & Bakhshalizadeh, S. (2012). Mathematical creativity: Some definitions
 17. Pavleković, M. (2009). *Matematika i nadareni učenici – Razvoj kurikula na učiteljskim studijima za prepoznavanje, izobrazbu i podršku darovitih učenika*. Zagreb: Element.
and characteristics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 285–291.
 18. Sriraman, B. (2005). *Are Giftedness and Creativity Synonyms in Mathematics?*. *The Journal of Secondary Gifted Education*. Pribavljeno 27. 04. 2019., sa <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ746043.pdf>
 19. Lubart, T. (2018). *Creative giftedness: How to find it and how to develop it*. Pribavljeno 28.8.2019., sa <http://www.apcg2018.org/images/document/ptt/5-Todd-Lubart.pdf>
 20. Vlahović – Štetić, V. (2008). *Daroviti učenici: teorijski pristup i primjena u školi*. Zagreb: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
 21. Winner, E. (2005). *Darovita djeca: Mitovi i stvarnost*. Lekenik: Ostvarenje d.o.o.

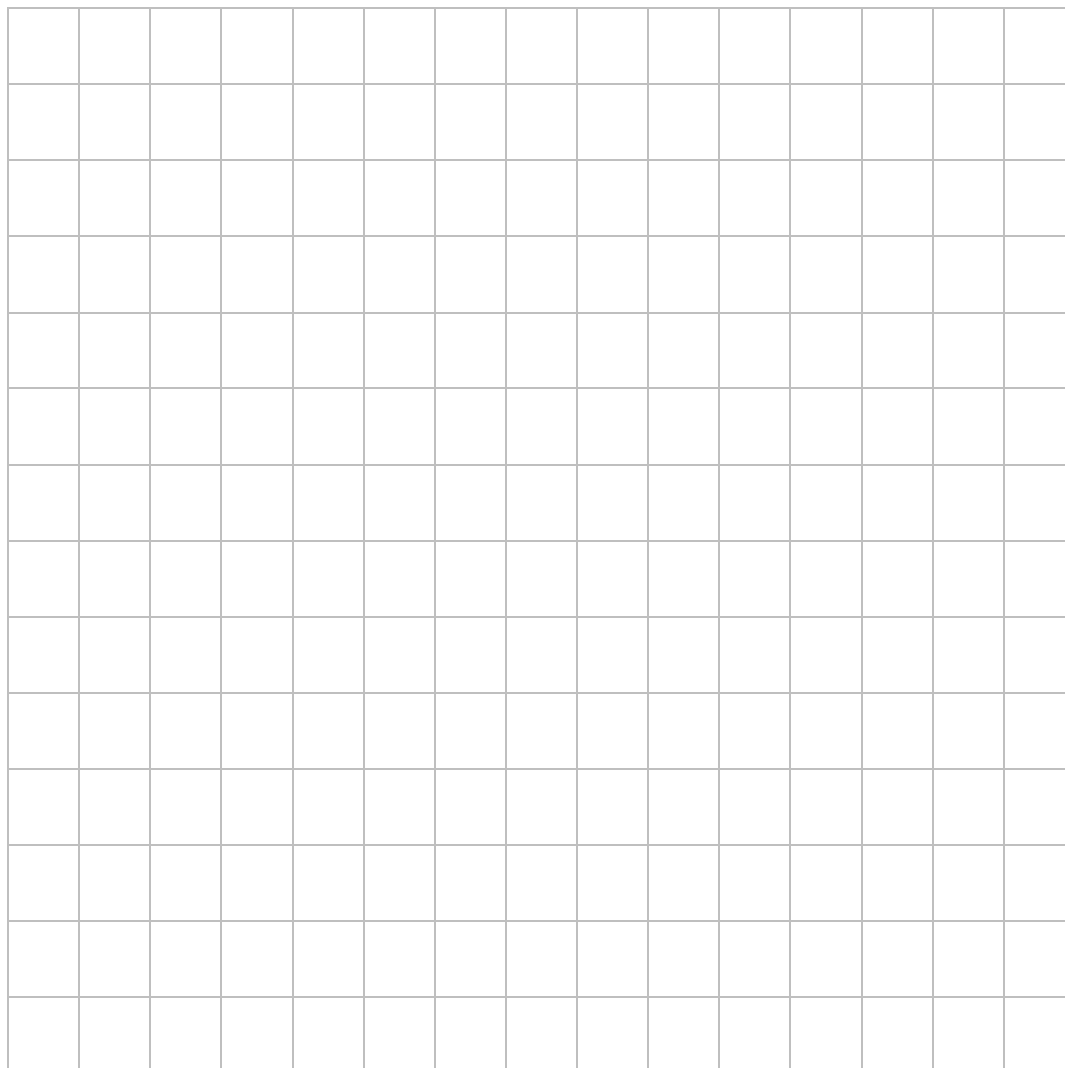
9. PRILOZI

Prilog 1

Test matematičke kreativnosti za razrednu nastavu

1. Koristi geometrijske likove nacrtane ispod i napravi što više oblika koji se sastoje **od 4 lika:**

- likovi se moraju **međusobno dodirivati bar jednom stranicom**
- svaki smjesti u njegov kvadratić i pritom ga nemoj okretati



2. Od zadanih likova (kvadratić i pravokutnik veličine 2 kvadratića) složi jedan veliki oblik. Cilj je dobiti lik sa **što duljim rubom**:

- likove smjesti unutar nacrtanih kvadratića iz mreže
- svaki lik upotrijebi 10 puta
- **svaki lik mora dodirivati stranicama barem dva druga**



3. **Različitim računskim operacijama** i koristeći **najmanje četiri različita broja** od 1 do 9 pokušaj dobiti broj 7. Rješenja u obliku cijelih izraza zabilježi ispod!

PROSTOR ZA RJEŠENJA
RAČUN

PROSTOR ZA POMOĆNI

4. Koristeći se **različitim računskim operacijama** zbrajanja i oduzimanja pokušaj dobiti broj 1. Iskoristi **sve brojeve od 1 do 9 barem jednom**. Svoj postupak upiši na papir.

PROSTOR ZA RJEŠENJE