

Efekti online digitalnog multimedijalnog sadržaja na učenička postignuća iz oblasti kvadratna funkcija i njen grafik

Anela Hrnjičić, Nevzudin Buzadžija, Naida Bikić

SAŽETAK: Cilj rada je ispitati efekte korištenja online digitalnog multimedijalnog sadržaja u sklopu modula Polinom drugog stepena, kod obrade dvije nastajne jedinice Kvadratna funkcija i njen grafik i Pomaci grafa kvadratne funkcije. Modul je nastao u okviru projekta e-Škola i nalazi se na internetskoj stranici za čiji sadržaj je odgovorna Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. U tom kontekstu organizovano je eksperimentalno istraživanje na uzorku učenika srednje škole (N=63) s ciljem da se ispita da li metodički pristup koncipiran na učenju korištenjem digitalnih multimedijalnih sadržaja doprinosi boljem usvajanju znanja i daje bolje efekte u učenju u odnosu na uobičajen način rada. Rezultati dobiveni u okviru eksperimenta sa paralelnim grupama upućuju na zaključak da predloženi metodički pristup ne doprinosi boljem uspjehu učenika u usvajanju znanja.

Ključne riječi: *multimedijalni materijali, online učenje, kvadratna funkcija*

The Effects of Online Digital Multimedia Content on Student Achievements in the Area of Quadratic Function and Its Graph

ABSTRACT: The aim of this paper is to examine the effects of the use of online digital multimedia content as part of the second-degree module, when processing two units Quadratic function and its equation and Moving of quadratic function. The module was created within the e-School project and is located on the web site for the content of which is the Croatian Academic and Research Network - CARNET. In this context, an experimental research on a sample of high school students (N = 63) was organized in order to examine whether a methodical approach designed to learn using digital multimedia content contributes to better knowledge acquisition gives better learning effects than the traditional way of work. The results obtained within the experiment with parallel groups suggest that the proposed methodical approach does not contribute to a better student achievement in acquiring knowledge.

Keywords: *multimedia materials, online learning, quadratic function*

UVOD

Tehnologija i digitalni multimedijalni sadržaji su sve prisutniji u svakodnevnom okruženju i obrazovnom procesu učenika 21. stoljeća. Korištenjem digitalnih multimedijalnih materijala u nastavi matematike može se izbjeći način predavanja koji je učenicima nezanimljiv i podsticati aktivno učenje kod učenika. Kombinovanjem nekoliko različitih medija matematički koncepti i procedure se mogu bolje predstaviti i objasniti. Koristeći multimediju, koja obuhvata audio i videozapise, tekst, grafiku, animacije i interakcije, nastavnici mogu nastavni sadržaj učiniti zanimljivijim i zabavnijim.

Kvadratna funkcija je veoma važna matematička oblast koja se primjenjuje u mnogim drugim matematičkim cjelinama, poput rješavanja nejednačina, sistema nejednačina, krivih drugog reda, i sl. Veoma je važno da učenici pri prvom susretu sa pojmom kvadratne funkcije usvoje njene elementarne osobine, te izgled grafika i parametre koji utječu na promjene grafika kvadratne funkcije. Vizualizacija je ključna u ovoj oblasti. Učenici vrlo često nauče mehanički crtati grafik kvadratne funkcije bez

razumijevanja kako promjena parametara mijenja izgled grafika. Taj problem se javlja zbog nekorisćenja vizuelnih sredstava poput slika, animacija, dinamičkih apleta. U nastavi matematike je neophodno kombinovati slikovnu prezentaciju sa definicijama i teorijom. Još je bolje kada se koriste interaktivni sadržaji gdje učenici mogu kroz interakciju samostalno uočavati osobine sadržaja koji se uči i na taj način usvajati nova znanja. U ovom istraživanju, učenici su korištenjem računara imali pristup online digitalnom multimedijalnom sadržaju u sklopu modula *Polinom drugog stepena i njegov graf*.

PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Tokom protekle decenije objavljeni su mnogi istraživački radovi o upotrebi digitalne tehnologije i digitalnih resursa za matematičko obrazovanje (npr. Clark- Wilson i sar., 2014, 2015; Drijvers i sar., 2016; Ruthven i sar., 2009). Ruthven (2017) tvrdi da novi mediji omogućavaju kvalitativno različite oblike interakcije između korisnika i medija. Objavljena su istraživanja o upotrebi digitalnih matematičkih alata (npr. Ruthven i sar., 2009) i mrežne učioničke tehnologije (Clark-Wilson, 2010). Digitalni resursi daju

mogućnost transformacije prostora za učenje kako bi povećali interaktivnost i prilagodljivost (Choppin i sar., 2014). Digitalni materijali mogu da transformišu prostor za učenje. Programi namijenjeni za pravljenje digitalnih materijala koriste videozapise ili animacije za uvođenje učenika u temu rada.

Wang (2015) je istražio utjecaj multimedije na rezultate učenika u online učenju matematike i učenikove stavove o korištenim multimedijalnim tehnologijama. Studenti online kursa koji su koristili multimedijalne materijale su učili aktivnije i naveli su da im je vizuelno predstavljanje omogućilo da shvate zašto koriste određene formule, jednačine i kako dođu do jednačina, te da im je bilo lakše usvojiti pravila diferenciranja. Studenti koji su koristili multimediju u online okruženju naveli su pozitivne stavove o korištenim multimedijalnim sredstvima i postigli su bolje rezultate u učenju. Mnoga istraživanja u različitim naučnim oblastima, kao i u matematici i geometriji, pokazuju da korištenje multimedije olakšava proces učenja (Hadjerrouit, 2011; Herceg & Herceg, 2009; Takači, Stojaković, Radovanović, 2008; Takači, Herceg, Stojaković, 2006; Takači, Pešić, 2004; Takači, Pešić, Tatar, 2003). Istraživanje N. V. Ogochukwu (2010) o poboljšanju učenikovih interesovanja u matematici korištenjem multimedijalnih prezentacija pokazuje da učenici mnogo više preferiraju multimedijalnu prezentaciju u odnosu na tradicionalni metod prezentovanja pomoću table. Autor zaključuje da multimedijalna prezentacija značajno povećava interesovanje učenika, uključenost, uživanje i sklonost prema matematici. Analiza podataka istraživanja autora Ogochukwu (2010) je utvrdila da učenici smatraju da je multimedijalna prezentacija bila bolja u tome što im pomaže da prate temu, suprotno tradicionalnom načinu prezentovanja.

Iako mnoge studije ističu da učenici podučavani korištenjem multimedije postižu dobre rezultate, novija istraživanja upućuju na zaključak da učenici podučavani na tradicionalan način i oni koji su podučavani korištenjem multimedije ne pokazuju statistički značajnu razliku u obrazovnom učinku. Istraživanje autora Szeto (Szeto, 2014) provedeno na uzorku 28 studenata prve godine fakulteta u okviru inženjerskog predmeta koji se odnosi na vještine crtanja pokazuje da su studenti podučavani i na tradicionalan način i online jednako uspješno usvojili potrebna znanja. Također, analiza rezultata istraživanja (Stern, 2004) koja se bavila upoređivanjem rezultata dviju grupa pokazuje da nema statistički značajne razlike u glavnim metrikama - rezultati testova, zadaci, ocjene učešća i završne ocjene, iako studenti podučavani online smatraju da je ovakav način podučavanja efikasniji.

TEORIJSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE

Činjenica je da većina učenika ima poteškoća u savladavanju sadržaja iz matematike. Učenje matematike za cilj treba imati razvijanje logičkih sposobnosti. Veoma mali broj učenika navodi matematiku kao omiljeni nastavni predmet. Kako su različite oblasti iz matematike usko povezane, to zahtijeva kontinuitet u učenju nastavnih sadržaja iz matematike. Problem u nastavi matematike je i apstraktnost matematičkih pojmova, što dodatno

otežava učenje i podučavanje matematike. Upravo zbog navedenog, potrebno je nastavne sadržaje iz matematike izlagati na jasan, precizan, kreativan i slikovit način, korištenjem multimedije, kojom možemo prikazati koncepte okupirajući nekoliko čula istovremeno. Zadatak nastave matematike je razviti matematičko mišljenje koje obuhvata složene misaone funkcije i operacije. Pod matematičkim mišljenjem podrazumijeva se i apstraktno, logičko, stvaralačko i kritičko mišljenje.

Koristeći interaktivnu multimediju učenik može da prati konstrukcije i procese korak po korak, vraćajući se na dijelove koji su mu bili nejasni. U nastavi matematike rješavanje zadataka ima važnu ulogu. Rješavajući zadatke učenici usvajaju postupke, razvijaju logičko mišljenje i primjenjuju usvojene koncepte.

Većina nastavnika matematike u zapadnim zemljama imaju pristup (preko interneta) obilju slobodno dostupnim obrazovnim resursima (e.g. Open Educational Resources), koji uključuju digitalne planove nastavnih jedinica, videoprezentacije, nastavne programe (Pepin, 2017). U projektu koji je finansirala Evropska unija („MC Squared“) nastavnici su radili zajedno kao dizajneri digitalnih nastavnih sredstava (tzv. „c-knjige“, oznaka „c“ je za kreativne, proširene tehnologije e-udžbenika koje uključuju različite dinamičke dodatke i analizu podataka) koji imaju za cilj da podstaknu kreativno matematičko mišljenje kod učenika. Slikovno prezentovanje je veoma važno u nastavi matematike.

Cilj istraživanja je ispitati efikasnost korištenja online digitalnih multimedijalnih sadržaja u podučavanju matematike kroz primjenu u nastavnoj oblasti kvadratna funkcija i njen grafik, te istražiti da li korištenje digitalnih multimedijalnih sadržaja doprinosi boljem usvajanju znanja i postizanju boljih rezultata u učenju od tradicionalnog načina podučavanja. Opravdanje istraživanja leži u činjenici da učenici imaju poteškoće u razumijevanju sadržaja iz matematike, apstraktnih pojmova, složenih procedura i postupaka. Način da se pomogne učenicima u učenju matematike jeste korištenje multimedije, interaktivnih sadržaja, animacija, slika, grafova.

Istraživanje se bavi pitanjem da li korištenje online digitalnih multimedijalnih sadržaja dovodi do formiranja funkcionalnijeg znanja o kvadratnoj funkciji i njenom grafiku.

Na osnovu prethodnih istraživanja postavljena je hipoteza da će korištenje online multimedijalnog digitalnog sadržaja u podučavanju o kvadratnoj funkciji i njenom grafiku biti efikasnije u poređenju sa nastavom u kojoj se ne koristi online digitalni multimedijalni sadržaj.

OČEKIVANI ISHODI UČENJA I PEDAGOŠKE IMPLIKACIJE

Očekivani ishodi istraživanja su da će učenici korištenjem online digitalnog multimedijalnog sadržaja postići bolje rezultate na posttestu, te da će transfer znanja biti efikasniji u odnosu na podučavanje bez korištenja online multimedijalnog sadržaja. Ovi ishodi bi mogli pomoći nastavnicima u promjeni načina podučavanja sadržaja iz matematike, a posebno iz oblasti kvadratne funkcije i njenog grafika, koji bi više odgovarao

učenicima i olakšao im praćenje nastave matematike uz veću aktivnost učenika. Važno je naglasiti da je oblast kvadratna funkcija i njen grafik zastupljena u svim godišnjim Nastavnim planovima i programima drugog razreda za sve srednje škole, te je eksperiment primjenjiv za različite tipove zanimanja trećeg i četvrtog stepena obrazovanja.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanjem je obuhvaćeno 63 učenika drugog razreda Mješovite srednje tehničke škole Travnik u školskoj 2018/19. godini. Metodom slučajnog odabira učenici su svrstani u eksperimentalnu ($n=42$) i kontrolnu ($n=21$) grupe. Tretman eksperimentalne grupe podrazumijeva korištenje online digitalnog multimedijalnog sadržaja iz oblasti kvadratna funkcija i njen grafik. Sa kontrolnom grupom organizirana je nastava koju odlikuje odsustvo online modula i printanih materijala, odnosno tradicionalna metoda izvođenja nastave.

Učenici eksperimentalne grupe su koristili online modul *Polinom drugog stepena i njegov graf* koji se sastoji od objašnjenja, definicija, teorema, primjera, zadataka koji će biti obrađeni i sa kontrolnom grupom isti broj časova. Identičan posttest su radile obje grupe u isto vrijeme i imali su isto vrijeme za izradu testa. Validnost i pouzdanost testa je provjerena. Nezavisna varijabla istraživanja je metoda podučavanja. Posttestom su izmjerena postignuća učenika, pa je test znanja iz oblasti kvadratna funkcija i njen grafik zavisna varijabla. Testom je izmjeren stepen usvojenosti znanja i transfer znanja, pa su i to zavisne varijable.

Konfundirajuće varijable koje bi mogle utjecati na istraživanje i koje će biti tretirane su predznanje učenika, sposobnost učenika, stavovi učenika prema predmetu i motivacija učenika. S obzirom da je online modul veoma jednostavan za korištenje, ne zahtijevaju se posebne sposobnosti i vještine učenika. Standardizovanim instrumentom za mjerenje motivacije izmjerena je motivacija učenika.

U sklopu ovog online modula obrađene su dvije nastavne jedinice:

1. Kvadratna funkcija i njen grafik,
2. Pomaci grafa kvadratne funkcije.

Online modul je nastao u sklopu projekta e-Škole dostupan na web-stranici: https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-quest/68015b42-a876-4b53-b0e48723181ea03d/html/4093_Kvadratna_funkcija_i_njen_graf.html.

Eduktorij je repozitorij digitalnih obrazovnih sadržaja koji omogućuje objavu, pristup, pohranu i razmjenu digitalnih obrazovnih sadržaja. Sadržaj ove internetske stranice isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže - CARNET. Projekat je sufinansirala Evropska unija iz Evropskog fonda za regionalni razvoj. Materijal je recenziran. Pilot projekat e-Škole dio je šireg programa e-Škole, koji se provodi kroz nekoliko projekata informatizacije školskog sistema, u razdoblju od 2015. do 2022. godine. Puni naziv cjelokupnog programa glasi "e-Škole: Cjelovita informatizacija procesa poslovanja škola i nastavnih procesa u svrhu stvaranja digitalno zrelih škola za 21. stoljeće". Sadržaji su izrađeni modularno tako da nekoliko modula pokriva program pojedinog razreda. Svaki se modul može preuzeti i koristiti samostalno. U nastavku je dat opis modula.

Na početku svakog dijela klikom na opciju *Šta ću naučiti*, prikazana je lista sa prikazom pojmova i procedura koje će se objasniti. Učenici eksperimentalne grupe, koji su koristili ovaj online modul, imali su mogućnost učenja kroz pokušaje i pogreške. Kada rade zadatke ili odgovaraju na pitanja, svaki put im se prikaže povratna informacija da li su dobro uradili, uz mogućnost ponovnog rađenja zadatka i odgovaranja na pitanje.

U sklopu modula nalaze se multimedijalni sadržaji iz nastavne teme u kombinaciji sa interaktivnim sadržajem, gdje se od učenika zahtijeva da pokrene interakciju i samostalno upravlja procesom praćenja sadržaja. Kroz date interakcije učenici mogu da rade svojim tempom, da pokreću animaciju više puta, da uoče promjene i prate konstrukciju parabole korak po korak.

U prvom dijelu *Kvadratna funkcija i njen grafik* ponavlja se prethodno gradivo o funkcijama (domena, kodomena, definicija funkcije), te o linearnoj funkciji. U sklopu ponavljanja učenici imaju zadatke kao na Slici 1 koji rješavaju online, koristeći miš i tastaturu.

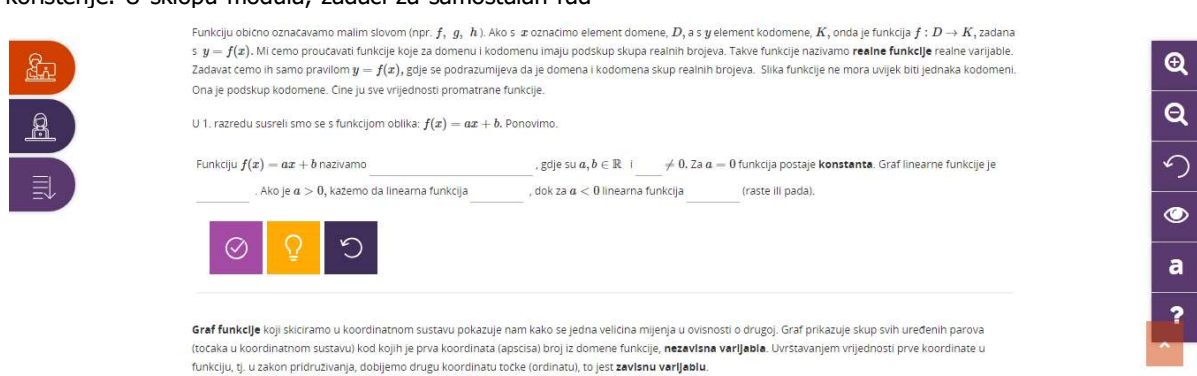
Uparite istovjetne pojmove.

područje vrijednosti funkcije	kodomena
pravilo prema kojem djeluje funkcija	zakon pridruživanja
područje definicije funkcije	domena

Slika 1. Zadatak za ponavljanje (upariti pojmove)

Za svaki zadatak je data mogućnost provjere rješenja zadatka klikom na znak ✓, te mogućnost ponovnog rađanja zadatka klikom na znak za *undo*. Klikom na znak ? sa desne strane prikazuju se upute za korištenje. U sklopu modula, zadaci za samostalan rad

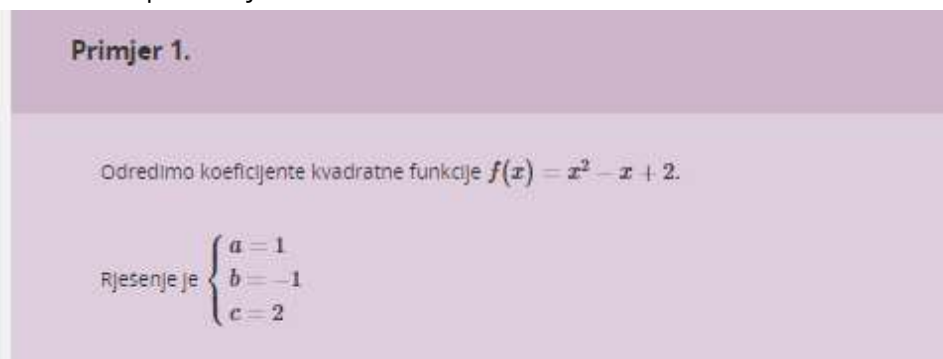
su zadati u raznim formama, poput: dopuni, izaberi ponuđeni odgovor, spoji pitanje i ponuđeni odgovor, upari itd. Klikom na znak sijalice prikazuje se pomoć (Slika 2).



Slika 2. Zadatak tipa dopuni

U nastavku je za pojam polinoma n -tog stepena dato teorijsko objašnjenje i zadatak tipa spoji odgovarajući polinom sa nazivom funkcije. Nakon toga prikazuje se definicija kvadratne funkcije i zadatak o koeficijentima kvadratne funkcije, gdje treba povezati koeficijente sa njihovim nazivima. Nakon upoznavanja učenika sa

koeficijentima kvadratne funkcije, prelazi se na zadatke u kojima je potrebno prepoznati kvadratne funkcije, odrediti njene koeficijente i računati vrijednost kvadratne funkcije za razne vrijednosti varijable x .



Slika 3. Primjer određivanja koeficijenata kvadratne funkcije

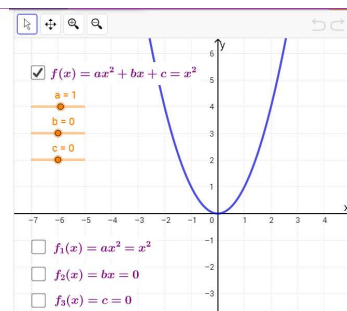
Nakon upoznavanja učenika sa koeficijentima kvadratne funkcije, prelazi se na zadatke u kojima je potrebno prepoznati kvadratne funkcije, odrediti njene koeficijente i računati vrijednost kvadratne funkcije za razne vrijednosti varijable x . Objašnjenje pojma grafika kvadratne funkcije prati interakcija gdje učenici imaju

mogućnost mijenjanja vrijednosti koeficijenata a, b, c . U zadatku se traži da posmatraju promjene na grafiku funkcije prilikom mijenjanja koeficijenata a, b, c , i da nakon toga urade zadatke. Izgled ekrana prije i nakon pokretanja interakcije prikazan je na Slikama 4 i 5.



Slika 4. Izgled ekrana prije pokretanja interakcije

Ispod interakcije data su pitanja na koja učenici treba da daju odgovor uz prethodno korištenje ponuđene interakcije. Pitanja navode učenike da uoče: promjene na grafiku nastale prilikom mijenjanja

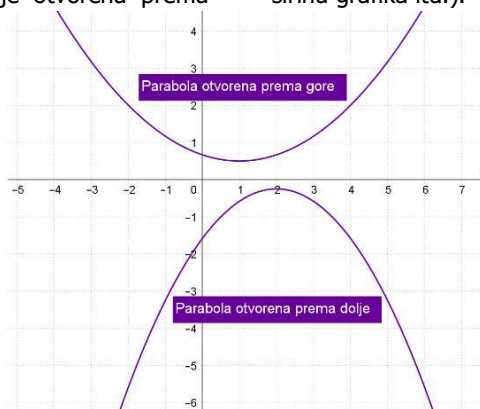


Slika 5. Izgled ekrana poslije pokretanja interakcije

vrijednosti koeficijenata, šta uvjetuje otvor parabole (Slika, kada se parabola širi, a kada sužava, simetričnost parabole, tačku u kojoj kvadratna funkcija dostiže najveću/najmanju vrijednost. Nakon interakcije

slijede zadaci o izgledu grafika u zavisnosti o vrijednostima koeficijenta (kada je otvorena prema

gore/dolje, koji koeficijent uslovljava takav izgled, širinu grafika itd.).



Slika 6. Grafički prikaz parabole otvorene prema gore i otvorene prema dolje

Nakon toga obrađuje se grafik funkcije $y = ax^2$, uz interakciju.

Nakon upoznavanja sa pojmom i osobinama kvadratne funkcije i njenog grafika, prelazi se na nastavnu jedinicu *Pomaci grafa kvadratne funkcije*. Koristeći interaktivne sadržaje učenici dolaze do samostalnih zaključaka pomjeranjem klizača koji označavaju koeficijente kvadratne funkcije.

Kroz teorijsko objašnjenje, interakciju i zadatke objašnjeni su grafici funkcija $y = a(x - x_0)^2$, $y = ax^2 + y_0$, $y = a(x - x_0)^2 + y_0$. Na kraju ovog dijela predstavljena je povezanost ove nastavne jedinice sa ranije rađenim gradivom, uz teorijsko objašnjenje praćeno vizuelnim prikazom. Dati su zadaci koji prikazuju primjenu rađenog, te kolekcija zadataka o traženju jednačina parabole na osnovu njenog grafika.

U kontrolnoj grupi koja će koristiti printani materijal, objašnjenja, definicije, teoreme, primjere nastavnik obrazlaže usmeno.

U istraživanju se koristi nacrt sa jednom eksperimentalnom i jednom kontrolnom grupom. Obje grupe su radile posttest u isto vrijeme, kako bi se izbjegla moguća komunikacija ispitanika. Eksperiment se realizovao u prvom polugodištu nastavne 2018/19. godine u decembru. Trajao je dvije sedmice (8 školskih časova). Jedan nastavnik je sa eksperimentalnom grupom radio u informatičkom kabinetu kroz online multimedijalni modul, dok je sa kontrolnom grupom nastavu izvodio u učionici. Kako bi dodatno motivisali učenike, učenicima je naglašeno da će na osnovu posttesta dobiti ocjenu. Ta ocjena se nije evidentirala u dnevniku rada, ali to nije saopćeno učenicima.

U obje grupe podučavanje je išlo istim tokom. U eksperimentalnoj grupi učenici su radili samostalno kroz online modul. Nastavnik je pratio rad učenika. U

kontrolnoj grupi nastavnik je nastavu izvodio tradicionalnom metodom, sa istim teorijskim objašnjenjima, primjerima i zadacima kao i u drugoj grupi, ali prilagođenim ovoj vrsti nastave.

Učenicima je prije početka eksperimenta objašnjen način rada i objašnjen eksperiment. Učenici eksperimentalne grupe su mogli u svakom trenutku pitati nastavnika kako pristupiti pojedinim dijelovima modula, kako pokrenuti interakciju, iako im je nastavnik objasnio način korištenja online modula. Sadržaj multimedijalnog modula je pripremljen kroz metodički pristup i kognitivnu teoriju multimedijalnog učenja. Rukovodstvo škole i roditelji su upoznati sa eksperimentom i trebali su da potpišu saglasnost. Zaštita podataka i anonimnost učesnika je sačuvana.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Na osnovu dobivenih podataka ispitalo se da li postoji značajna razlika u napredovanju i motivaciji učenika koji koriste online modul, kao i kod rezultata dobivenih posttestom.

Iz Tabele 1 može se očitati da je Kolmogorov-Smirnov test pokazao da distribucija učeničkih ocjena iz matematike podliježe kriterijumu normalnosti (Sig.=0,000), što potvrđuje i drugi test (Shapiro-Wilk=0,000) koji pokazuje da ova distribucija može zadovoljiti kriterije normalnosti. Može se zaključiti da su kontrolna i eksperimentalna grupa učenika izjednačene po pitanju ocjena koje su imali iz matematike prije eksperimenta bez obzira što nisu izjednačene po broju učenika jer eksperimentalna grupa učenika broji 42, a kontrolna grupa ima 21 učenika. Prosječna ocjena eksperimentalne grupe iznosi 2,24 dok prosječna ocjena kontrolne grupe iznosi 2,67.

Tabela 1. Test ispitivanja normalnosti ocjena učenika iz matematike za kontrolnu i eksperimentalnu grupu učenika prije sprovođenja eksperimenta

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
ocjena_matem	.263	42	.000	.860	42	.000

Posttest je sadržavao 10 zadataka vezanih za kvadratnu funkciju i njen grafik. Ocjena kompleksnosti zadataka je je utvrđena na osnovu bodovanja istih od

strane 10 profesora matematike koji rade u srednjim školama i na fakultetima. Zadatke Z1, Z2 i Z10 su svih deset profesora bodovali identično, dok su ostale

zadatke vrednovali različito. Statistički značajna razlika u vrednovanju zadataka Z4, Z5 i Z6 od strane različitih profesora je ostvarena, što pokazuje i Hi kvadrat test (Tabela 2) jer je asimptotičnost Sig.= 0,02 (<0,05). Kod ostalih zadataka nije ostvarena statistički značajna razlika u vrednovanju od strane svih 10 profesora koji

su vrednovali test. Ukupan zbir bodova koji su učenici mogli ostvariti vrednovan od svih 10 profesora pokazuje da nije ostvarena statistički značajna razlika.

Tabela 1. Hi kvadrat test za ocjenu kompleksnosti pojedinih zadataka od strane 10 profesora

	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Chi-Square	.111 ^a	5.444 ^a	5.444 ^a	5.444 ^a	.111 ^a	4.667 ^b	1.000 ^a
df	1	1	1	1	1	2	1
Asymp. Sig.	.739	.020	.020	.020	.739	.097	.317

Pirsonov hi-kvadrat (Pearson Chi-Square) iznosi $Hi^2=18,820$ i nije značajan jer je asimptotičnost Sig.= 0,712 mnogo veća od granične (0,05). Dakle, na ajtemu rezultata ostvarenih od strane kontrolne i eksperimentalne grupe nisu ostvarene značajne razlike, što se vidi iz Tabele 3. To se može objasniti time što

učenici koji su testirani online nisu u dovoljnoj mjeri pripremljeni za rad u platformi za online testiranje, tačnije prvi put se susreću sa ovakvim načinom rada. Također, učenici su na samo dvije nastavne jedinice podvrgnute ovakvom načinu učenja.

Tabela 2. Hi kvadrat test značajnosti ostvarenih rezultata između kontrolne i eksperimentalne grupe učenika

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18.820 ^a	23	.712
Likelihood Ratio	23.672	23	.422
Linear-by-Linear Association	.044	1	.834
N of Valid Cases	63		

Tabela 4 pokazuje da je $R = 0,500$, što znači da prediktorska varijabla (*ocjena_polugodište, grupa*) utiče na zavisnu (SUMA). To potvrđuje i R^2 (R Square),

koji iznosi $R^2 = 0,250$, što znači da nezavisna varijabla svojim djelovanjem objašnjava 25% varijanse.

Tabela 3. Regresiona analiza uticaja grupe i ocjene_polugodište na zbirne rezultate dobivene na testiranju učenika

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.500 ^a	.250	.225	3.7342

a. Predictors: (Constant), ocjena_polugodište, grupa

Rezultati iz Tabele 5, ANOVA daje nam F-koeficijent, koji predstavlja količnik prosječnog kvadrata za regresiju i prosječnog kvadrata za rezidue (grešku). Značajnost F-statistika Sig je vjerovatnoća da se na

slučajnom uzorku ove veličine dobije toliki F ($F=10,007$) ili još veći, što znači da prediktorske varijable grupe i ocjena_polugodište imaju statistički značajan utjecaj ($p<0,05$).

Tabela 4. F koeficijenti za odnos pripadnosti grupe i ocjene_polugodište na zbirne rezultate testa

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	279.074	2	139.537	10.007	.000 ^b
	Residual	836.640	60	13.944		
	Total	1115.714	62			

a. Dependent Variable: SUMA

b. Predictors: (Constant), ocjena_polugodište, grupa

U Tabeli 6 data je vrijednost Beta-koeficijenta, koji predstavlja regresioni koeficijent, a govori koji od nezavisnih parametara značajnije determiniše zavisnu varijablu. U suštini, ovaj koeficijent govori koliko standardnih devijacija u zavisnoj varijabli treba promijeniti da bi se promijenila jedna standardna devijacija u nezavisnoj varijabli. Vidi se da je beta (-0,070) za varijablu grupa i da ne pokazuje značajnost

($p>0,05$), te da je manji od standardizovanog beta koeficijenta za varijablu ocjena_polugodište (0,501). Vidi se da t-vrijednosti za koeficijente ocjena_polugodište pokazuje značajnost Sig ($p<0,05$). U Tabeli 7 prikazane su frekvencije odgovora učenika na postavljenu anketu.

Tabela 5. Frekvencija odgovora na anketu sprovedenu među učenicima eksperimentalne grupe poslije završetka eksperimenta

	u potpunosti se slažem		slažem se		neodlučan sam		ne slažem se		u potpunosti se ne slažem	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Korištenje online digitalnih multimedijalnih sadržaja na časovima matematike mi se dopalo	13	31	7	16,7	10	23,8	9	21,4	3	7,1
Više volim raditi matematiku korištenjem pribora i sveske nego korištenjem računara	10	23,8	5	11,9	4	9,5	12	28,6	11	26,2
Način na koji smo koristili digitalne sadržaje motivišu me da istražujem i druge teme u matematici na isti način	7	16,7	9	21,4	9	21,4	11	26,2	6	14,3
Volio/voljela bih da smo i druge teme iz matematike učili pomoću online digitalnih multimedijalnih materijala	10	23,8	10	23,8	7	16,7	9	21,4	6	14,3
Osjećao/la sam se zabrinuto kada je rečeno da ćemo kvadratnu funkciju istraživati i učiti pomoću online digitalnih sadržaja	3	7,1	10	23,8	12	28,6	10	23,8	7	16,7
Učenje pomoću online digitalnih multimedijalnih sadržaja mi nije pomoglo da bolje razumijem pojam kvadratne funkcije	7	16,7	12	28,6	10	23,8	9	21,4	4	9,5
Učenje pomoću online digitalnih sadržaja mi nije pomoglo da razumijem pojam grafika kvadratne funkcije i transformacije grafika	6	14,3	13	31,0	8	19,0	9	21,4	6	14,3
Digitalni materijali su mi pomogli da razumijem značenje koeficijenta a kvadratne funkcije	6	14,3	14	33,3	13	31,0	3	7,1	6	14,3
Interakcije koje smo koristili nisu mi pomogle da bolje razumijem podučavano gradivo	5	11,9	11	26,2	8	19,0	8	19,0	10	23,8
Nije bilo teško učiti kvadratnu funkciju korištenjem online digitalnih multimedijalnih sadržaja	10	23,8	12	28,6	13	31,0	7	16,7	0	0,0

Frekvencija odgovora na anketu sprovedenu među učenicima eksperimentalne grupe poslije završetka eksperimenta pokazuje da učenici nisu statistički značajnu razliku iskazali između online testiranja i klasičnog načina testiranja. Naime, to se može objasniti nedovoljnom pripremom učenika za online testiranje ili nedovoljnom motivacijom učenika za predmet matematika. Da bi se sa sigurnošću utvrdio razlog koji je pokazao da učenici koji su testirani online nisu postigli bolje rezultate u odnosu na učenike koji su testirani klasičnom metodom, potrebno je da se nastavi istraživanje gdje bi se dao akcenat na vremenu koje je potrebno da se učenici naviknu na online platformu u

kojoj su testirani i da se uključe još neke nezavisne varijable koje mogu poboljšati motivaciju kod učenika prema predmetu matematika.

Iz Tabele 8 se vidi da Pirsonov hi-kvadrat iznosi $H_i^2=11,467$ i da je značajan pošto je asimptotičnost Sig.= 0,022 (<0,05). Dakle, na ajtemu od SPOL značajno se razlikuje odgovor muških i ženskih učenika na pitanje „Način na koji smo učili nije mi pomogao da bolje razumijem matematičke koncepte koje smo učili“. Može se zaključiti da su muški učenici više opredijeljeni za online testiranje, bez obzira što i jedni i drugi smatraju da im online pristup nije pomogao da bolje razumiju matematički koncepte kvadratne funkcije.

Tabela 6. Hi kvadrat test za uticaj SPOLA na opredjeljenje na pitanje „Način na koji smo učili nije mi pomogao da bolje razumijem matematičke koncepte koje smo učili“

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11.467 ^a	4	.022
Likelihood Ratio	13.396	4	.009
Linear-by-Linear Association	3.185	1	.074
N of Valid Cases	42		

Na osnovu dobivenih rezultata hipoteza da će korištenje online multimedijalnog digitalnog sadržaja u podučavanju o kvadratnoj funkciji i njenom grafiku biti efikasnije u poređenju sa nastavom u kojoj se ne koristi online digitalni multimedijalni sadržaj, nije dokazana. To se može objasniti prvenstveno nedovoljnom motivacijom učenika za predmet matematika, a s druge strane nedovoljnim vremenom za privikavanje učenika na online platformu u kojoj su se online testirali.

ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme sve je više online kurseva i online testova koji se u obrazovnim ustanovama koriste na svim nivoima obrazovanja. Mnogi autori su došli do saznanja da je efekat primjene online materijala i online testova puno veći u odnosu na tradicionalne oblike podučavanja. S druge strane imamo autore koji se s tim tvrdnjama ne slažu. U ovom radu efekat online multimedijalnog digitalnog materijala i online testiranja ne razlikuje se u odnosu na tradicionalno podučavanje. Rezultati koje su učenici postigli u ekperimentalnoj i kontrolnoj grupi u ovom istraživanju nisu statistički značajni. Može se zaključiti da bez sistemskog pristupa i planske strategije pripremanja i motivacije učenika željeni efekti u pogledu ishoda učenja iz matematike se ne mogu očekivati, a to se potvrđuje i u svijetu gdje preko 70% online kurseva se smatra neuspješnim. Za postizanje značajnih rezultata u online okruženju kod učenika, neophodno je iste motivisati i ostvariti interakciju u realnom vremenu između svih učesnika podučavanja i duža priprema učenika u pogledu razvijanja systemske podrške izgrađivanja logičkog razmišljanja i prosuđivanja odgovarajućeg online multimedijalnog materijala i uvođenja "in application" modula u online podučavanju. Istraživanje se može nastaviti kako bi se vidjeli efekti uvođenja "in application" modula kod učenika sekundarnog obrazovanja za predmet matematika.

LITERATURA

- Atkinson, R. (2005.). Multimedia Learning of Mathematics in *The Cambridge handbook of Multimedia Learning*, Mayer, R. pp. 393-408., Cambridge University Press, ISBN 0-521-54751-2, United States of America
- Butler JB, Mautz Jr. DR (1996). Multimedia presentations and learning: a laboratory experiment. *Issues in Accounting Educ.*, 11, 259-281.
- Beerman KA (1996). Multimedia presentation-based multimedia: new directions in teaching and learning. *J Math. Educ.*, 28, 15-18.
- Choppin, J., Carson, C., Borys, Z., Cerosaletti, C., & Gillis, R. (2014). A typology for analyzing digital curricula in mathematics education. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 2(1), 11-25.

- Clark-Wilson, A. (2010). Emergent pedagogies an the changing role of the teacher in the TI-Nspire Navigator-networked mathematics classroom. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 42(7), 747-761.
- David H. Jonassen (1995). Computers as Cognitive Tools: Learning with Technology, Not from Technology. *Journal of Computing in Higher Education*, Vol. 6 (2), 40-73
- Hadjerrouit, S., (2011). Using the interactive learning environment Aplusix for teaching and learning school algebra: a research experiment in a middle school. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. Volume 10 Issue 4, 384-389.
- Herceg, D., & Herceg, Đ., (2009). The definite integral and computer. *The teaching of mathematics*, Vol. XII,1, pp.33-44.
- Hrnjičić, A., & Bikić, N., (2018). Korištenje multimedije u podučavanju matematike. *IMO – Istraživanja matematičkog obrazovanja*, Vol. X, broj 19, pp.17-30.
- J. Wishart (2000). Students' and teachers' perceptions of motivation and learning through the use in schools of multimedia encyclopaedias on CD-ROM. *J. Educ. Multimedia Hypermedia* 9(4), pp. 331-345.
- Johnson, L., Levine, A., & Smith, R. (2009). The 2009 Horizon Report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). The 2010 Horizon Report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*.
- Mayer E. Richard (2002). Multimedia learning. *The psychology of learning and motivation*, vol. 41, *Elsevier Science (USA)*
- Mayer E. Richard (2005). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. *Cambridge University Press, Chapter 25 /Robert K. Atkinson, Arizona State University*, 393-408.
- Milovanović M., Takači Đ., Milajić A (2011). Multimedia approach in teaching mathematics – example of lesson about the definite integral application for determining an area. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 42, No. 2, 175-187
- Milovanović M., Obradović J., Milajić A. (2013). Application of interactive multimedia tools in teaching mathematics – examples of lessons from geometry. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, volume 12. Issue 1., 19-31.
- Ogochukwu N. V. (2010). Enhancing students interest in mathematics via multimedia presentation. *African Journal of Mathematics and Computer Science Research* Vol. 3(7), 107-113.
- Pepin B., Choppin J., Ruthven K., Sinclair N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM Mathematics Education* 49: 645-661
- Popović, R., Cvetković, D., Marković, D., (2010): Multimedia, Beograd

- Ruthven, K. (2017). Instructional activity and student interaction with digital resources. *Proceedings of 13th International Congress on Mathematics Education, Hamburg, July 2016*.
- Ruthven, K., Deaney, R., & Hennessy, S. (2009). Using graphing software to teach about algebraic forms: A study of technology supported practice in secondary-school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 279–297.
- Stern, B.S. (2004). A comparison of online and face-to-face instruction in an undergraduate foundations of American education course. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 4(2), 196-213.
- Szeto, E. (2014). A comparison of online/face-to-face students' and instructor's experiences: Examining blended synchronous learning effects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116 (2014) 4250 – 4254.
- Takači, Dj, Stojković, R., Radovanovic, J., (2008). The influence of computer on examining trigonometric functions. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 6/1, 111-123, Debrecen, Hungary.
- Takači, Đ., Herceg D., Stojković, R., (2006). Possibilities and limitations of Scientific Workplace in studying trigonometric functions. *The Teaching of Mathematics*, VIII_2 / 2006, 61-72, Belgrade.
- Takači, Dj., Pešić, D., (2004). The Continuity of Functions in Mathematical Education-Visualization method. *Nastava matematike (The Teaching of Mathematics)*, 49, 3-4, Beograd.
- Takači, Dj., Pešić, D., Tatar, J., (2003). An introduction to the Continuity of functions using Scientific Workplace. *The Teaching of Mathematics*, Vol. VI, 2, Belgrade, 105-112.
- Wang, H. (2015). Open Educational Resource in Online Mathematics Learning. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 1501-1503.

INFORMACIJE O AUTORIMA**Anela Hrnjičić**

Univerzitet u Zenici, Filozofski fakultet
anela_muran@hotmail.com

Nevzudin Buzadžija

Univerzitet u Zenici, Filozofski fakultet
nevzudinb@bih.net.ba

Naida Bikić

Univerzitet u Zenici, Filozofski fakultet
naida.bikic@ff.unze.ba