

Mediha Piljug-Zahirović, MA

Dr.sc. Naida Bikić

Vehid Kurtić, MA

Dr.sc. Burgić Dževad

POVEZANOST MOTIVACIJE I USPJEŠNOSTI STUDENATA NAKON PRIMJENE OBRAZOVNOG SOFTVERA KOD OBRADJE IZOMETRIJA U RAVNI

Sažetak

Cilj rada je prikazati mogućnosti aplikativnog softvera GeoGebra kao digitalnog alata sa akcentom na kreiranju i korištenju GeoGebra grupe koja igra ulogu virtuelnog razreda u obradi izometrijskih preslikavanja u ravni. U svrhu istraživanja kreirana je GeoGebrina grupa pod nazivom "Izometrijska preslikavanja u ravni" koja je dostupna na web stranici <http://www.GeoGebra.org/group/stream/id/VDagqJxz6>, a kojoj se pristupa preko generiranog koda GPTM6 i vlastite e-mail adrese. U sklopu eksperimenta prikazan je pristup obradi osne simetrije, centralne simetrije, rotacije i translacije na uzorku studenata ($n=15$) Filozofskog fakulteta u Zenici, na odsjeku Razredna nastava u okviru silabusa predmeta Osnovi matematike II. Cilj istraživanja je bio ispitati stavove studenata o primjeni računara u nastavi, te uticaj obrazovnog softvera GeoGebra na efikasnost nastave kod učenja izometrijskih preslikavanja u ravni. Rezultati dobiveni rješavanjem zadataka u online okruženju vode do zaključka da je primjena obrazovnog softvera GeoGebra u nastavi geometrije, konkretno u obradi izometrijskih preslikavanja u ravni, odličan način za usvajanje novih znanja, čime se nastavni proces može učiniti interesantnijim od klasičnog pristupa podučavanju.

Ključne riječi: *GeoGebra, GeoGebra grupa, izometrije, osnasimetrija, centralna simetrija, rotacija, translacija*

UVOD

U vremenu u kojem živimo, a koje je prožeto sve većim napretkom informaciono-komunikacionih tehnologija, u obrazovnom procesu se pred nastavnike i učenike-studente postavljaju zahtjevi usmjereni ka njihovom osposobljavanju za korištenje savremene tehnologije u nastavi. Novo digitalno doba zahtjeva moderne nastavnike pripremljene da koriste savremene tehnologije i sposobne da ih primjene u nastavnom procesu u cilju efikasnijeg podučavanja (Kim, 2002; Ruthven, 2009).

Budući da je matematika, jedan od težih nastavnih predmeta, poželjno je primjenjivati što je moguće više interaktivnih sadržaja i metoda prilikom učenja i podučavanja. Nastava matematike, pogotovo nastava geometrije, pogodna je za upotrebu digitalnih alata, koje bi koristili i nastavnici i učenici kako bi interaktivno, istražili i vizualizirali geometrijske koncepte, te konstruisali geometrijske i znanstvene modele.

Interaktivnost sadržaja postiže se dodavanjem dinamičkih elemenata, kao što su razne animacije, zvuk, kao i računarski alati koji učenicima ili studentima dopuštaju aktivnu ulogu intervencije u sam sadržaj. U slučaju geometrijske matematike izradu interaktivnih sadržaja i Java apleta nude digitalni alati poput PowerPointa, Flasha te tzv. programi dinamične geometrije poput GeoGebre, Cinderelle, Cabri Géometre, Sketchpada, Euklidesa i drugih (Vrdoljak, Banjanin, Pikula, 2009).

Savremeno proučavanje geometrije nezamislivo je bez primjene preslikavanja ravni. Ta preslikavanja, po definiciji, svakoj tački ravni pridružuju tačno jednu tačku te iste ravni. Prema propisu po kojem se vrši to preslikavanje, razlikujemo tri vrste elementarnih geometrijskih preslikavanja i to:

- Simetrija:
 - Simetrija s obzirom na tačku (centralna simetrija).
 - Simetrija s obzirom na pravu ili pravac (osna simetrija).
- Translacija.
- Rotacija.

U ovom istraživanju, akcenat je bio na primjeni obrazovnog softvera GeoGebra u obradi izometrijskih preslikavanja u ravni, ispitivanju stavova studenata o primjeni računara u nastavi geometrije. Također, cilj je bio ispitati da li postoji povezanost stavova motivacije studenata i njihove uspješnosti na posttestu nakon primjene obrazovnog softvera kod obrade izometrijskih preslikavanja u ravni. U svrhu istraživanja kreirana je GeoGebra grupa, koja pored obrade izometrijskih preslikavanja omogućava: praćenje, provjeru i vrednovanje postignuća studenta, komunikaciju sa voditeljem nastavnog procesa, upotrebu interaktivnih multimedijalnih sadržaja, kreiranje i distribuciju digitalnih materijala, kao i samostalno učenje.

Prethodna istraživanja

Upotreba softvera u nastavi matematike je preporučljiva još kod podučavanja učenika nižih razreda osnovnih škola. Klemmer i Rapoport (2020) su osmislili eksperiment sa 88 učenika drugih razreda osnovnih škola kroz aktivnosti u Origametriji i GeoGebri o konceptima: trougla, četverougla, kvadrata, pravougaonika, pravog ugla i simetrije. Rezultati u testiranjima su pokazali značajan napredak učenika eksperimentalne grupe u svim oblastima a posebno u poznavanju pojmova trougao i kvadrat ($p < 0.001$). U istraživanju koje predstavlja Daher (2021) se navodi kako upotreba GeoGebra alata u nastavi pozitivno utiče na učenje učenika završnih razreda osnovnih škola, uključujući i motivaciju. U navedenom radu je uključeno istraživanje učenika, konkretno, zadatak je bio da se na internetu pronađe slika mitološke ptice Ruh te koristeći GeoGebru, matematičke parametre i funkcije izračuna dužina njenog krila. Rad u grupama se ovdje pokazao kao ključan, učenici su mogli diskutirati o tome kako doći do rješenja te zajednički doći do zadanog cilja. Na uzorku od 53 učenika IX razreda osnovnih Malezijskih škola Shadaan i Leong (2013) se pokazalo da su stavovi učenika po pitanju upotrebe softvera u nastavi izrazito pozitivni. Njih čak 93% smatra da su pomoću GeoGebre mnogo naučili te da se uspostavila znatno kvalitetnija interakcija na relaciji nastavnik-učenik, dok je stav čak 75% učenika da su poslije eksperimenta sposobniji za kreativno izražavanje i donošenje kritičkog mišljenja. Učenici su potvrdili da su ovim načinom učenja više uzbuđeni zbog onoga što uče, osjećaju da im raste samopouzdanje, permanentno su uključeni u proces i bolje vizualiziraju rješenja datih problema (Shadaan i Leong, 2013).

Da između učenika kontrolne i eksperimentalne grupe postoji statistički značajna razlika ($p < 0.05$) u razumijevanju i rješavanju geometrijskih problema (dužina puta pravougaonog oblika, površina ravanskih figura, površina kartonske kutije, itd.) se moglo vidjeti u istraživanju autora Chalaune i Subedi (2020). Oko 96.15% učenika ovog istraživanja govori da im se svidio način rada pomoću GeoGebre, a svih 100% učenika tvrdi da im softver pomaže da jasnije razumiju matematičke pojmove. Generacije učenika koje dolaze će znati da se prilagode i koriste tehnologije, zadatak škole je da te iste tehnologije koristi kako bi se održao dostojan nivo motivacije za traženjem znanja. U istočnom dijelu Indije je proveden program sa 50 učenika

javnih osnovnih škola, autori Bhagat i Chang (2015) su u svom radu pokušali ukazati na koji način primjena GeoGebra softvera kao alata u učenju utiče u podučavanju geometrije u predmetnoj nastavi osnovnih škola. Korišten je test gdje su rezultati eksperimentalne grupe bili značajno iznad rezultata kontrolne grupe, dokazivajući pretpostavku da učenje pomoću softvera dovodi do kvalitetnije nastave, učenja i razumijevanja. Isti autori ističu GeoGebra kao jedno od sigurnijih rješenja u ovoj oblasti, iz razloga što se upotreba ne ograničava na korisnike usluga interneta već postoji i “desktop” verzija. Bhagat i Chang (2015) daju i preporuke za integraciju GeoGebra platforme u nastavne planove i programe matematike u Indiji. Vodeći se istim principima mogli bismo reći da se primjena softvera u osnovni kurikulum matematike čini kao obaveza danas, međutim na tome se nije dovoljno radilo. Možemo reći da je krajnje vrijeme da se uradi revizija kurikuluma, te uradi dopuna primjene modernih tehnologija u nastavi matematike. Uloga nastavnika je u ovom procesu ključna, stoga je važno studente (buduće nastavnike) kvalitetno pripremiti.

U našem obrazovnom sistemu, matematika je ključni i težak predmet i u nastavi i u učenju. Uloga nastavnika je najvažnija za realizaciju nastavnog plana i programa matematike. Dok se njegova efikasnost obično mjeri kroz matematička postignuća učenika, uglavnom se smatraju odgovornim za poboljšanje ovog ključnog indikatora. Autor Bu sa sar. (2013) je u periodu od 2009-2012 godine proveo istraživanje na uzorku od 45 nastavnika matematike osnovnih škola. U navedenom se radu iznose zanimljivi stavovi o upotrebi GeoGebre u nastavi: oko 60% ispitanika smatra da je teško koristiti program u “online” okruženju, ali nakon intenzivnih radionica preovladava stav da GeoGebra može biti značajno instruktivno sredstvo (89%) i skoro svi nastavnici (98%) bi podijelili iskustva i preporučili kolegama i lokalnoj zajednici upotrebu ovog alata. Kod mnogih istraživača se pojavljuju poruke optimizma, učenici uživaju u časovima u kojima se koriste tehnologije dok nastavnici imaju više prilika za usavršavanje. Nastavnicima je potrebna obuka, oni koji su imali neki tip treninga ili obučavanja o upotrebi GeoGebre u nastavi će istu i koristiti. Autori Mwingirwa i Miheso-O'Connor (2016) su došli do rezultata da je samo 42% onih koji su prošli edukacije o tehnologijama u nastavi pa nastavili istu koristiti u svojoj nastavi. Zabrinjavajuće je i to da nastavnici ne prihvataju nove tehnologije, najviše iz razloga što ni sami nisu dovoljno pripremljeni. GeoGebra nije ograničena na jedan ili dva nivoa, ovaj softver se jednostavno može prilagoditi u raspon od predškolske nastave do univerzitetskog nivoa. Tečno znanje učenika u korištenju tehnologije je prilika za obrazovne institucije da uvedu tehnološke integrirane lekcije u praksu. Do sada se pokazalo da je GeoGebra ključni alat u nastavi/učenju matematike u srednjem i višem obrazovanju. Inteligentan izbor GeoGebrinih poboljšanih lekcija i dizajna aktivnosti ima prednosti da inspiriše učenike na učenje, a time i da poboljšaju svoja akademska postignuća (Wassie & Zergaw, 2019).

Bez ozbira na ranija iskustva, GeoGebra se može direktno primijeniti u nastavi matematike srednje škole.

U periodu od 6 sedmica i 22 časa koliko je trajalo istraživanje organizovano od strane Khalil i sar. (2017) ispitivano je na koji način dinamičke karakteristike GeoGebre utiču na uspješnost razvoja učenika u oblasti analitičke geometrije. Pokazalo se da je tretman značajno uticao na rezultate matematičkih postignuća eksperimentalne grupe, a pri tome t-test otkriva da su učesnici ekperimentalne grupe ($M=70$, $SD=13.5$) postigli bolje rezultate od onih koji su bili dio kontrolne grupe ($M=56.95$, $SD=17.5$) (Khalil et. al, 2017).

Teorijski okvir istraživanja i hipoteze

Podučavanje geometrije je pravi izazov za nastavnike jer uključuje znanje i prepoznavanje geometrijskih problema i teorema. Otežavajuća okolnost je ta što geometrija nije uvijek dobro podržana u udžbenicima. Također, činjenica je da je matematika jedan od težih nastavnih predmeta, a šta kod učenika izaziva osjećaj psihološkog pritiska prilikom usvajanja novih znanja. Sve su to razlozi zbog kojih bi nastavu geometrije trebalo organizirati na način da su zastupljene interaktivne metode učenja kao i interaktivni sadržaji, što se postiže između ostalog upotrebom računara i to korištenjem softvera dinamičke geometrije.

Korištenjem programa dinamične geometrije, kao što je GeoGebra, korisniku se stvara mogućnost konstrukcije geometrijskih objekata kao što su tačke, duži, prave, kružnice i uglovi. Nad tako konstruisanim objektima moguće je virtualnim linijarom i šestarom konstruisati nove geometrijske objekte kao što su: središte duži, simetrale duži i uglova, normale, paralele, mnogouglovi i drugi, koji zavise od osnovnih. Konstruisani objekti, mogu se preslikati osnom simetrijom, rotirati ili rastezati. Pomicanjem objekata po zaslonu računara može doći do promjena nekih veličina konstruisanog objekta, ali svojstva na osnovu kojih je taj objekt definisan ostaju sačuvana.

Cilj istraživanja jeste ispitati stavove i mišljenja studenata o primjeni računara u nastavi, kao i to da li primjena obrazovnog softvera dinamičke geometrije GeoGebra pozitivno utiče na efikasnost nastave i online učenja na obrazovna postignuća studenata iz izometrijskih preslikavanja ravni.

Očekivani ishodi učenja i pedagoške implikacije

Očekivani ishodi istraživanja su da će studenti korištenjem obrazovnog softvera GeoGebra postići bolje rezultate na posttestu u odnosu na pre-test. Također je za očekivati da će studenti imati pozitivne stavove o primjeni obrazovnog softvera u nastavi prije i poslije eksperimentalnog rada. Kao što je poznato zadatak škole nije samo sticanje znanja, nego i podsticanje znatiželje, razvijanje želje za stalnim učenjem. Zbog toga pristup obradi izometrijskih preslikavanja u ravni primjenom obrazovnog softvera GeoGebra, učenici, odnosno studenti, mogu procijeniti svoje afinitete, otkriti svoje talente koje će razvijati tokom i nakon školovanja.

Ovakav pristup obradi geometrijskih sadržaja može pomoći nastavnicima u načinu podučavanja, omogućiti veću aktivnost kod učenika, a što im može olakšati praćenje nastave. Budući da su izometrijska preslikavanja u ravni u Nastavnim planovima i programima za prve razrede gimnazije i prve razrede tehničkih škola, ovaj eksperiment je primjenljiv i u srednjim školama.

Metodologija istraživanja

Istraživanjem su obuhvaćeni studenti druge godine ($n=15$) Filozofskog fakulteta u Zenici, na Odsjeku razredna nastava u okviru silabusa predmeta Osnovi matematike II, a koji se školuju za zvanje profesora razredne nastave. Od ukupnog broja ispitanika u istraživanju njih 13,33% ($n=2$) čine muški, a 86,67% ($n=13$) čine ženski ispitanici.

Za potrebe istraživanja kreirana su dva anketna upitnika za studente, prvi anketni upitnik se odnosio na ispitivanje stavova studenata o korištenju računara u nastavi geometrije, dok se drugi anketni upitnik odnosio na ispitivanje stavova studenata nakon eksperimentalnog rada. Pored anketnih upitnika, studenti su radili pre-test čiji rezultati su se poredili sa rezultatima posttesta rađenim nakon eksperimenta. Bitno je naglasiti da su i pre-test i posttest bodovani sa

po 25 bodova. Zadaci na pre-testu su različitog tipa, te obuhvataju gradivo koje su studenti trebali usvojiti o izometrijskim preslikavanjima u ravni do fakultetskog obrazovanja.

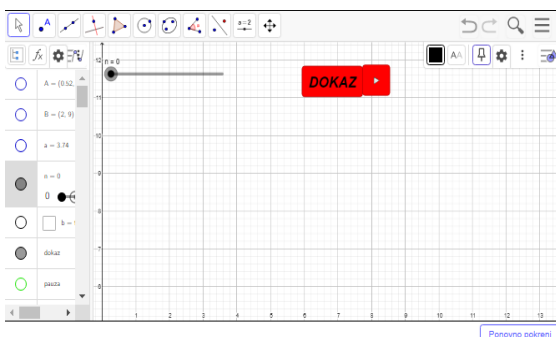
U svrhu istraživanja, a zahvaljujući mogućnosti organiziranja korisnika u GeoGebra grupe, odnosno virtualne razrede kreirana je grupa pod nazivom *Izometrijska preslikavanja u ravni* u koje je prikazan pristup obradi osne simetrije, centralne simetrije, translacije i rotacije. Navedenoj GeoGebra grupi se pristupa pomoću generiranog koda *GPTM6* i vlastite e-mail adrese. Ulaskom na grupu prikazuje se GeoGebrino sučelje preko kojeg studenti pristupaju izradi postavljenih materijala.

Digitalni materijali na portalu GeoGebra se mogu pregledno organizirati u takozvane elektronske udžbenike ili knjige. Jedna knjiga može sadržavati više poglavlja u kojoj se osim vlastitih radova, mogu dodavati i radovi drugih autora, organizirati vama omiljene radove po razredima, cjelinama i slično unutar jedne ili više knjiga.

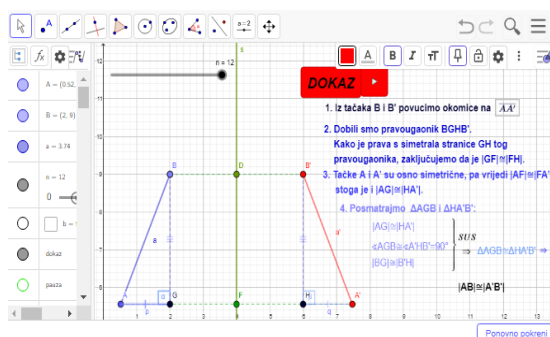


Slika1. Izvod sadržaja iz elektronske knjige *Izometrijska preslikavanja u ravni*

Cjelokupni eksperimentalni rad se odvijao kroz niz aktivnosti. Prva aktivnost je namjenjena za usvajanje osnovnih pojmova i teorema izometrijskih preslikavanja u ravni. Da bi studenti što lakše i uspješnije usvojili osnovne pojmove te razumjeli neophodne teoreme za svaku izometriju pored definicija, uputa, opisanih koraka konstrukcije, postavljen je i interaktivni sadržaj, gdje se od studenta zahtjeva da pokrene interakciju i samostalno upravlja procesom praćenja sadržaja. Ovakav pristup obradi novog gradiva studentima pruža mogućnost da rade svojim tempom, da pokreću animaciju više puta, da uoče promjene i prate dokaze teorema korak po korak.



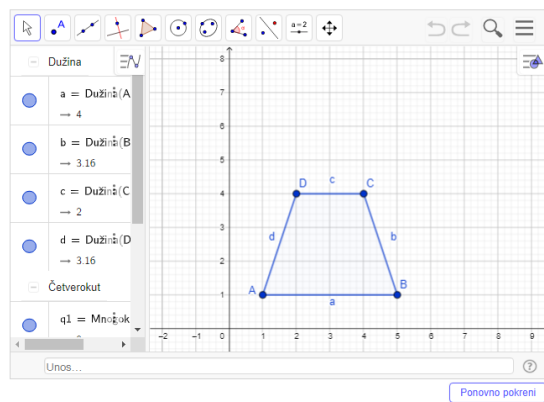
Slika 2. Izgled ekrana prije pokretanja interakcije



Slika 3. Izgled ekrana poslije pokretanja interakcije

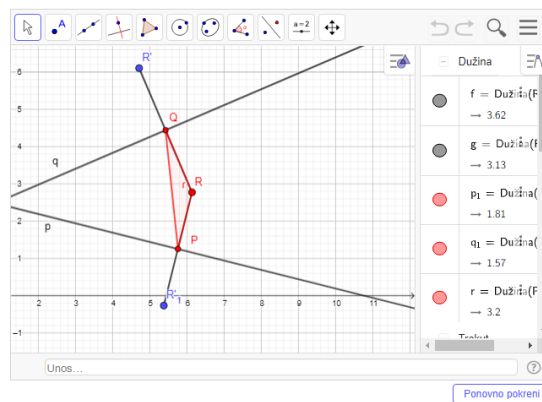
U sklopu druge aktivnosti studenti su rješavali primjere u unaprijed kreiranim apletima, dostupnim u elektronskoj knjizi, u svrhu analiziranja alata u GeoGebri neophodnih za osnovne konstrukcije, te bolje razumijevanje izometrijskih preslikavanja. Pored tih osnovnih konstrukcija nakon obrađene svake od izometrija urađen je po jedan primjer primjene. U slučaju da student pogriješi odabirom dugmeta *Ponovo pokreni* vratit će se na prvobitni aplet. Klikom na znak > pokrenute aktivnosti prelazimo na narednu aktivnost, a klikom na znak < prelazimo na prethodnu aktivnost.

Poluprave kojima pripadaju kraci datog trapeza ABCD sijeku se u tački S. Konstruisati trapez $A'B'C'D' = S_0(ABCD)$ gdje je centar simetrije $O = S$.



Slika 4. Izgled apleta jedne konstrukcije centralnom simetrijom

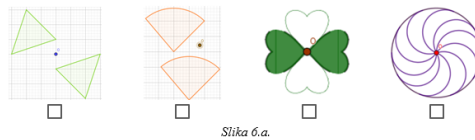
Dat je oštri ugao $\angle YOQ$ i u unutrašnjosti tog ugla tačka R. Konstruisati tačke P i Q, gdje $P \in p$ i $Q \in q$ tako da trougao RPQ ima najmanji obim.



Slika 5. Izgled apleta primjene osne simetrije

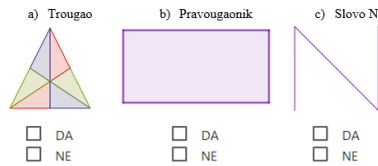
U sklopu treće aktivnosti, studenti rješavaju zadatke samostalnim radom u raznim formama. Za rješavanje zadataka studenti imaju određen vremenski rok. Da bi se provjerilo da li studenti mogu prepoznati o kojem izometrijskom preslikavanju je riječ, prvi tip zadataka je prepoznavanje.

1. Odaberi slike na kojima su likovi centralno simetrični u odnosu na centar simetrije O (Slika 6.a.).



Slika 6.a.

2. Da li su nacrtani likovi centralno simetrični (Slika 6.b.)?

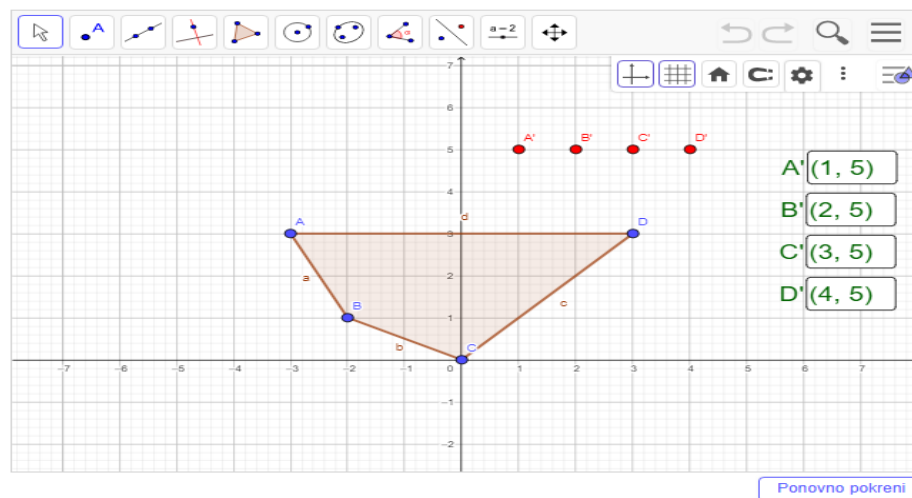


Slika 6.b

Slika 6. *Primjer zadataka tipa prepoznavanja*

Prilikom pripremanja sadržaja za jedan nastavni čas ili istraživanje od velike važnosti je predvidjeti i uvrstiti u isti zadatak povezivanja novog gradiva sa već urađenim gradivom. U svrhu povezivanja gradiva prilikom obrade svakog od izometrijskih preslikavanja u ravni studenti su iskoristili svoja već stečena znanja o pravouglom koordinatnom sistemu za rješavanje određenih zadataka.

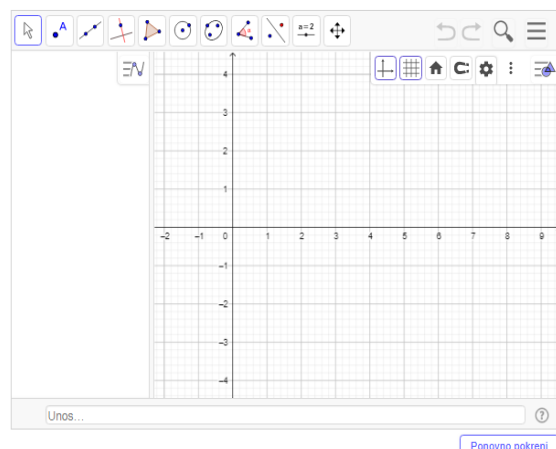
Dat je četverougao ABCD, kao i tačke A' , B' , C' , D' . Pozicioniraj tačke A' , B' , C' , i D' tako da one predstavljaju vrhove četverougla $A'B'C'D'$ dobijenog translacijom četverougla ABCD za dvije jedinice desno i jednu jedinicu gore



Slika 7. *Pravougli koordinatni sistem i translacija*

Nakon urađenih, predviđenih izometrijskih preslikavanja: osne i centralne simetrije, rotacije i translacije studenti su rješavali kompozicije navedenih preslikavanja. Pored toga što su konstruisali na ponuđenom apletu tražene konstrukcije studenti su odgovarali na postavljena pitanja, birali tačan odgovor od niza ponuđenih. Za zadatke tipa izaberi ponuđeni odgovor je moguće provjeriti tačnost rješenja.

U pravouglom koordinatnom sistemu predstavi tačke A(1,3), B(4,1), C(5,4).
 1. Nacrtaj trougao čiji su vrhovi A, B, C.
 2. Nacrtaj $A'B'C' = T_{\vec{v}}(ABC)$, gdje je početna tačka vektora translacije $\vec{v}$ sa koordinatama D(-1,3) i E(0,1).
 3. Nacrtaj $A''B''C'' = R_{A', -90^\circ}(A'B'C')$.



1. Koordinate tačaka A', B', C' su:

A Upišite svoj odgovor ovdje ...
 f_x

2. Za tačku A'' vrijedi:

- ☐ $A'' = R_{A', -90^\circ}(A')$, $A'' \equiv A'$
☐ $A'' = R_{A', -90^\circ}(A')$, $A'' \neq A'$

3. Za trougao A''B''C'' vrijedi:

- ☐ $A''B''C'' = T_{\vec{v}}(R_{A', -90^\circ}(ABC))$
☐ $A''B''C'' = R_{A', -90^\circ}(T_{\vec{v}}(ABC))$

✓ Provjeri odgovor

Slika 8. Primjer kompozicija preslikavanja

Jedna od mogućnosti GeoGebra grupe jeste ta što je voditelju nastavnog procesa pružena mogućnost praćenja rada učenika, odnosno studenata, dinamiku odgovora, tempo rada, te ponašanje sudionika nastavnog procesa. Za svakog studenta u odgovarajućoj ćeliji je prikazana ikona koja označava: nije započeto, u toku, izrađeno i završeno na osnovu čega voditelj nastavnog procesa prati njihov rad. Ukoliko student pošalje nastavniku poruku ona se ističe bojom tako da nastavnik može odmah reagirati odgovorom.

GeoGebra Medija + 🔍

← Izometrijska preslikavanja u r. ①

📄 Posts 🧑 Members 📁 Resources ✓ Feedback

Filters:	Izometrijska preslikavanja			Rotacija, zadatak			Centralna simetrija, zadatak			Osnovna simetrija, zadatak		
	Izometrijska p...	Izometrijska p...	Izometrijska p...	Rotacija_Zada...	Rotacija_Zada...	Rotacija_Zada...	CS_Zadatak1	CS_Zadatak2	CS_Zadatak3	OS_Zadatak1	OS_Zadatak2	OS_Zadatak3
Aida Grabus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	📄	📄	📄
Ajdina	📄	📄	✓	📄	✓	✓	✓	✓	✓	📄	📄	✓
Aldina	✓	✓	✓	✓	✓	✓	📄	✓	✓	📄	📄	✓
Badnjar Ajla	✓	📄	✓	✓	✓	✓	📄	📄	📄	✓	✓	✓
Belmin Ahmić	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
cidreminele	📄	📄	✓	✓	✓	✓	📄	📄	✓	📄	✓	✓

Slika 9. Prikaz pristupa vrednovanju studentovim zadacima

Kao što se može uočiti, u toku ekperimentalnog programa, zadaci za izradu su različitog tipa: prepoznavanje, konstruktivni zadaci, dopuni, izaberi ponuđeni odgovor. Na ovaj način studenti individualno, svojim tempom u skladu sa svojim mogućnostima usvajaju nova znanja, rješavaju postavljene zadatke, a ovakav način rada im omogućava da bolje razumiju koncepte izometrijskih preslikavanja. Eksperiment se realizovao u zimskom semestru akademske 2018/2019., sa ukupnim trajanjem od 9 školskih časova.

Rezultati istraživanja i diskusija

Za ispitivanje i obradu podataka koristili su se osnovni deskriptivni parametri i to: minimalne i maksimalne vrijednosti rezultata, standardna devijacija i aritmetička sredina. Analize podataka su rađene u statističkom program SPSS.

Prije i nakon provedenog eksperimentalnog programa studenti su anketirani s ciljem utvrđivanja stavova o upotrebi računara u nastavi geometrije po istoj skali od ukupno pet pitanja.

U svrhu ispitivanja rezultata stavova studenata o upotrebi računara u nastavi geometrije prije i poslije eksperimentalnog programa korišten je Wilcoxon-ov test ranga.

Test (Tabela 1) je otkrio da nema statistički značajne razlike prije i poslije učestvovanja u eksperimentalnom programu, $Z = -1,824$, $p = 0,068 > 0,05$.

Tabela 1. Statistička značajnosti kod stavova studenata o upotrebi računara u nastavi prije i poslije eksperimentalnog program

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Anketa_poslije Anketa_prije	Negative Ranks	5 ^a	5.60	28.00
	Positive Ranks	10 ^b	9.20	92.00
	Ties	0 ^c		
	Total	15		

a. Anketa_poslije < Anketa_prije

b. Anketa_poslije > Anketa_prije

c. Anketa_poslije = Anketa_prije

Test Statistics ^a	
	anketa_posli je - anketa_prije
Z	-1.824 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.068
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Iako nema statistički značajne razlike kod stavova studenata prije i nakon eksperimentalnog programa, vrijednost nivoa značajnosti je jako blizu graničnoj. Daljom analizom utvrdilo se koji su to stavovi u kojima je došlo do statistički značajne promjene, ukoliko ih ima.

Nakon ponovo primijenjenog Wilcoxon -og testa utvrđeno je da se kod item-a „Softver na računar mi ne može objasniti geometriju, nastavnik mi mora objasniti koncepte iz geometrije“ rezultat promijenio statistički značajno $Z = -2,124$, $p = 0,034 < 0,05$, u smislu da su se studenti slagali sa ovim stavom prije ankete, da bi nakon provedenog eksperimenta više bili usmjereni ka odgovoru ne slažem se. Za ostale stavke iz skale nije utvrđena statistički značajna razlika, odnosno studenti su afirmativno odgovarali na ostale stavke, te nakon provedenog eksperimentalnog programa nisu značajno promijenili stavove.

Prije provjere rezultata povezanosti stavova motivacije studenata i njihove uspješnosti na posttestu nakon primjene obrazovnog softvera GeoGebra kod obrade izometrijskih preslikavanja ravni provjereno je kako su ti rezultati distribuirani. Na osnovu Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk testa (Tabela 2) vidimo da pojedinačne čestice skale statistički značajno $p < 0,05$ odstupaju od normalne distribucije, dok ukupne vrijednosti motivacije i uspješnosti, dobijene zbirom pojedinih čestica iz skale, ne odstupaju od normalne distribucije rezultata.

Tabela 2. Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	P	Statistic	df	p
Korištenje Geogebre na časovima geometrije mi se dopalo.	.403	15	.000	.667	15	.00
Više volim raditi geometriju korištenjem pribora i sveske nego korištenjem komputera.	.233	15	.027	.862	15	.02
Učenje pomoću Geogebre mi je pomoglo da bolje razumijem geometrijske koncepte koje smo učili.	.295	15	.001	.761	15	.00
Način na koji smo koristili GeoGebu motivirao me da istražujem i druge teme u matematici na isti način.	.202	15	.100	.880	15	.04
Volio/ljela bih da smo i druge teme iz geometrije učili pomoću GeoGebre.	.300	15	.001	.806	15	.00
Osjećao/la sam se zabrinuto kada je rečeno da ćemo izometrijska preslikavanja ravni istraživati i učiti pomoću obrazovnog softvera.	.332	15	.000	.827	15	.00
Bilo je korisno vidjeti kako se u GeoGebri različiti geometrijski oblici rotiraju, trasliraju i simetrično preslikavaju.	.372	15	.000	.616	15	.00
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da bolje razumijem osnovne koncepte i osobine izometrijskih preslikavanja ravni.	.352	15	.000	.708	15	.00
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da razumijem pojam "izometrije".	.300	15	.001	.785	15	.00
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da razumijem kompoziciju preslikavanja.	.300	15	.001	.785	15	.00
Apleti koji smo koristili nisu mi pomogli da bolje razumijem podučavano gradivo.	.275	15	.003	.790	15	.00
Primjeri koji smo u GeoGebri radili tokom časa bili su teški.	.234	15	.027	.840	15	.01
Zadaci koje smo u GeoGebri morali raditi samostalno bili su teški.	.234	15	.027	.891	15	.07
Nije bilo teško naučiti koristiti alate u Geogebri.	.385	15	.000	.630	15	.00
Motivacija	.199	15	.112	.928	15	.25
Uspješnost	.155	15	.200	.934	15	.31

Podaci dobiveni Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk testa pogodni su za parametrijsku statistiku za izračun korelacije, obzirom da ukupna motivacija i uspješnost, na kojima se vrši analiza korelacije ne odstupaju statistički značajno od normalne distribucije.

U Tabeli 3 su prikazane deskriptivne vrijednosti skale za motivaciju, tj. pojedinačnih pitanja i ukupne vrijednosti. Ispitanici su na skali Likertovog tipa od 1 do 5, gdje je odgovor 1 predstavljao u potpunosti se slažem, a odgovor 5 u potpunosti se ne slažem, ocjenjivali u kojoj mjeri se slažu sa navedenim tvrdnjama, a ukupna motivacija prikazana je zbirom svih 7 čestica. Dakle, na osnovu tih podataka niže vrijednosti aritmetičkih sredina ukazuju na veći nivo slaganja, odnosno na veći stepen motivacije.

Tabela 3. Deskriptivne vrijednosti skale za motivaciju

	M	SD	Min	Max
Korištenje GeoGebre na časovima geometrije mi se dopalo.	1.4	.6	1	3
Više volim raditi geometriju korištenjem pribora i sveske nego korištenjem komputera.	4.0	.9	2	5
Učenje pomoću GeoGebre mi je pomoglo da bolje razumijem geometrijske koncepte koje smo učili.	1.6	.6	1	3
Način na koji smo koristili GeoGebru motivirao me da istražujem i druge teme u matematici na isti način.	2.2	.9	1	4
Volio/ljela bih da smo i druge teme iz geometrije učili pomoću GeoGebre.	2.0	1.0	1	4
Osjećao/la sam se zabrinuto kada je rečeno da ćemo izometrijska preslikavanja ravni istraživati i učiti pomoću obrazovnog softvera.	2.6	1.4	1	5
Bilo je korisno vidjeti kako se u GeoGebri različiti geometrijski oblici rotiraju, traslatiraju i simetrično preslikavaju.	1.7	1.2	1	5
Motivacija	15.5	3.5	10	24

Uspješnost je također mjerena skalom Likertovog tipa od 1 do 5 sa 7 čestica, s tim da je skala uspješnosti imala 5 negativnih čestica koje su rekodirane. U Tabeli 4 su prikazane deskriptivne vrijednosti pojedinačnih čestica kao i ukupan nivo uspješnosti koji smo dobili zbirom vrijednosti na 7 čestica.

Tabela 4. Deksriptivne vrijednosti skale za uspješnosti

	M	SD	Min	Max
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da bolje razumijem osnovne koncepte i osobine izometrijskih preslikavanja ravni.	3.8	1.5	1	5
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da razumijem pojam "izometrije".	2.0	1.2	1	5
Učenje pomoću GeoGebre mi nije pomoglo da razumijem kompoziciju preslikavanja.	2.0	1.2	1	5
Apleti koji smo koristili nisu mi pomogli da bolje razumijem podučavano gradivo.	1.8	.9	1	4
Primjeri koji smo u GeoGebri radili tokom časa bili su teški.	2.1	1.1	1	4
Zadaci koje smo u GeoGebri morali raditi samostalno bili su teški.	2.3	1.0	1	4
Nije bilo teško naučiti koristiti alate u GeoGebri.	1.4	.5	1	2
Uspješnost	15,4	4,2	0,9	24

Nadalje su provjerena valjanost skale za motivaciju i skale uspješnosti pomoću Alpha Cronbachov-og koeficijenta (Tabela 5.a), gdje se vidi da Alpha nije zadovoljavajuća za skalu motivacije i iznosi 0,513.

S druge strane ako pogledamo rezultate Alpha Cronbachovog koeficijenta za uspješnost (Tabela 5.b), vidimo da iznosi 0,617 što ukazuje da valjanost skale nije adekvatna.

Tabela 5.a. Alpha Cronbachov koeficijent za motivaciju

Cronbach's Alpha	N of Items
.513	7

Tabela 5.b. Alpha Cronbachov koeficijent za uspješnost

Cronbach's Alpha	N of Items
.617	7

Budući da rezultati ne odstupaju statistički značajno od normalne distribucije, koristili smo Pearsonov koeficijent za izračun korelacije. Rezultati su pokazali da ne postoji statistički značajna korelacija ili povezanost između motivacije i uspješnosti (Tabela 6).

Tabela 6. Pearsonov koeficijent korelacije

	Motivacija	Uspješnost
Motivacija	1	0.073
Uspješnost		1

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

U tabeli 7 su prikazani rezultati regresijske analize, gdje smo regresijski model provjerili sa zavisnom varijablom ukupni nivo motivacije i 7 komponenata motivacije kao nezavisnim varijablama. Na osnovu prikazanih rezultata vidimo da je 82,9% modela objašnjeno. Dakle, motivacija ispitanika mjerene kroz 7 komponenti objašnjava 82,9% varijance motivacije ispitanika.

Tabela 7. Regresijska analiza

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.911	.829	.659	2.458	1.080

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
1	Regression	205.324	7	29.332	4.857	.027
	Residual	42.276	7	6.039		
	Total	247.600	14			

Rezultati ANOVA-e potvrđuju da je model statistički značajan, gdje je $p < 0,05$. Iako nije dobivena statistički značajna korelacija između ukupnog nivoa motivacije i uspješnosti, posmatrajući regresijski model sa pojedinim komponentama motivacije i njihovog utjecaja na uspješnost zaključujemo da su statistički značajni.

U Tabeli 8 su prikazani pojedini koeficijenti svakog pitanja kojem smo mjerili motivaciju i njihov utjecaj na uspješnost. Tako vidimo da je najveći koeficijent kod item-a "Više volim raditi geometriju korištenjem pribora i sveske nego korištenjem kompjutera", dok je najmanji koeficijent dobiven kod item-a „Način na koji smo koristili GeoGebru motiviše me da istražujem i druge teme u matematici na isti način“.

Tabela 8. Koeficijenti pitanja kojem se mjerila motivacija i njihov utjecaj na uspješnost

Coefficients ^a							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	25.382	8.387		3.026	.019	5.550	45.213
Korištenje GeoGebre na časovima geometrije mi se dopalo.	1.841	1.574	.277	1.170	.280	-1.881	5.563
Više volim raditi geometriju korištenjem pribora i sveske nego korištenjem kompjutera.	-2.941	1.358	-.648	-2.167	.067	-6.152	.269
Učenje pomoću GeoGebre mi je pomoglo da bolje razumijem geometrijske koncepte koje smo učili.	.849	1.753	.128	.485	.643	-3.295	4.994
Način na koji smo koristili GeoGebreu motiviše me da istražujem i druge teme u matematici na isti način.	-.006	1.199	-.001	-.005	.996	-2.841	2.828
Volio/ljela bih da smo i druge teme izgeometrije učili pomoću GeoGebre.	-1.214	1.592	-.289	-.762	.471	-4.979	2.551
Osjećao/la sam se zabrinuto kada je rečeno da ćemo izometrijska preslikavanja ravni istraživati i učiti pomoću obrazovnog softvera.	-.936	.628	-.312	-1.489	.180	-2.421	.550
Bilo je korisno vidjeti kako se u GeoGebri različiti geometrijski oblici rotiraju, traslatiraju i simetrično preslikavaju.	1.633	1.101	.479	1.483	.182	-.970	4.236

Za utvrđivanje statistički značajne razlike u rezultatima dobivenih na pre-testu i posttestu korišten je Wilcoxon-ov Signed Ranks Test. Ovaj test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u rezultatima postignutim prije i poslije eksperimentalnog programa, te da je eksperimentalni program imao pozitivne efekte na postignuće studenata $Z = -2,726$, $p = 0,006 < 0,05$.

Tabela 9. Statistička značajnost u rezultatima postignuta na pre-testu i posttestu

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Pretest-Post test	Negative Ranks	1 ^a	12.00	12.00
	Positive Ranks	14 ^b	7.71	108.00
	Ties	0 ^c		
	Total	15		
a. Post test < Pretest b. Post test > Pretest c. Post test = Pretest				

Test Statistics^a	
Post test - Pretest	
Z	-2.726 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.006

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
 b. Based on negative ranks.

Pored Wilcoxon-ovog testa analizirane su i srednje vrijednosti postignute rješavanjem pre-testa i posttesta. Srednje vrijednosti su pokazale da su studenti ostvarili bolje rezultate na posttestu $M=19,800$, dok je srednja vrijednost na pre-testu bila $M=14,233$.

Tabela 10. Rezultati pre-testa i post testa **Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Pre-test	15	14.233	4.8948	2.5	20.5
Post test	15	19.800	4.3169	7.5	25.0

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da je primjena obrazovnog softvera GeoGebra imala pozitivne efekte kod obrade izometrijskih preslikavanja u ravni. Također, rezultati su pokazali da su studenti imali pozitivne stavove o upotrebi računara u nastavi geometrije prije eksperimentalnog programa te da nije došlo do značajne razlike u stavovima poslije eksperimentalnog programa. Prije eksperimentalnog programa pretpostavilo se da će biti statistički značajne razlike u rezultatima prije i poslije eksperimentalnog programa što su rezultati i pokazali.

Zaključak

Glavni cilj ovog istraživanja je bio da se otkrije uticajni efekat GeoGebrinih aktivnosti uz pomoć instrukcija eksperimentalne grupe prije i poslije eksperimenta. Rezultati studije zasnovane na pre-testu i post-testu pokazuju da su GeoGebra uputstva značajno uticala na matematičko postignuće eksperimentalne grupe. Srednja razlika između rezultata prije i poslije bila je statistički značajna na nivou od $p < 0.05$.

Brzi razvoj tehnologija zahtijeva da se obrazovanje uvijek prilagođava kako bi se poboljšao kvalitet obrazovanja. Ovi zahtjevi utiču na oblast obrazovanja, uključuje inovativnost i kreativnost nastavnika u implementaciji učenja kroz razvoj sistema učenja zasnovanog na tehnologiji, orijentisanog na učenike, i olakšavanje potreba učenika.

Kroz istraživanje se došlo do značajnih rezultata u ispitivanjima mišljenja i stavova studenata, tako su naveli da im se podučavanje pomoću GeoGebre svidjelo, da su dublje razumjeli pojmove preslikavanja u ravni, da su vizualno bolje odredili i shvatili rješenja zadataka, da su potaknuti da istražuju druge teme u matematici na sličan način itd.

Konačno, ova studija je pokazala da softver GeoGebra ima pozitivan uticaj na postignuća učenika u oblasti *Izometrijskih preslikavanja u ravni*. Učenici imaju pozitivne percepcije o softveru GeoGebra u smislu entuzijazma, samopouzdanja i motivacije. Ovaj softver trebaju upoznati nastavnici matematike kako bi učenici mogli da istraže svijet matematike u širem smislu i omogućili učenicima da razmišljaju kritički i kreativno. Preporuka za buduće istraživače bi bila da se za uzorak odabere veći broj učenika, na taj način bi se dobili i pouzdaniji rezultati.

Literatura:

1. 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
2. Bikić, N., Maričić, S. M., & Pikula, M. (2016). The effects of differentiation of content in problem-solving in learning geometry in secondary school. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(11). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02304a>
3. Bhagat, K. K., & Chang, C.-Y.(2015).Incorporating GeoGebra into Geometry Learning-A lesson from India.*Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*,11(1),77-86. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1307a>
4. Bu, L., Frackson, M., Henson, H., Wright, M. (2013). GeoGebra in Professional Development: *The Experience of Rural Inservice Elementary*

- School (K-8) Teachers (Invited Article). Mevlana International Journal of Education*. 3. 64-76. 10.13054/mije.si.2013.07.
5. Butler JB, Mautz Jr. DR (1996). Multimedia presentations and learning: a laboratory experiment. *Issues in Accounting Educ.*, 11, 259-281.
 6. Beerman KA (1996). Multimedia presentation-based multimedia: new directions in teaching and learning. *J Math. Educ.*, 28, 15-18.
 7. Chalaune, B.B. and Subedi, A. (2020). Effectiveness of GeoGebra in teaching school mathematics. *Contemporary Research: An Interdisciplinary Academic Journal*, vol. 4(1)
 8. 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.
 9. Clark-Wilson, A. (2010). Emergent pedagogies and 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.
 10. Daher, W. (2021). Middle School Students' Motivation in Solving Modelling Activities With Technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), em1999. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11127>
 11. 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
 12. Hadjerrouit, S., (2011). Using the interactive learning environment Aplux 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.
 13. Herceg, D., & Herceg, Đ., (2009). The definite integral and computer. *The teaching of mathematics*, Vol. XII,1, pp.33-44.
 14. Hrnjičić, A., Bikić, N., (2018). Korištenje multimedije u podučavanju matematike. *IMO – Istraživanja matematičkog obrazovanja*, Vol. X, broj 19, pp.17-30.
 15. 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.
 16. Johnson, L., Levine, A., & Smith, R. (2009). The 2009 Horizon Report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*.
 17. Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). The 2010 Horizon Report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*.
 18. Khalil, M., Farooq, R. A., Çakıroğlu, E., Khalil, U., & Khan, D. M. (2018). The Development of Mathematical Achievement in Analytic Geometry of Grade-12 Students through GeoGebra Activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1453-1463. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83681>
 19. Klemer, A., & Rapoport, S. (2020). Origami and GeoGebra Activities Contribute to Geometric Thinking in Second Graders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(11), em1894. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8537>
 20. Mayer E. Richard (2002). Multimedia learning. *The psychology of learning and motivation*, vol. 41, ElSevier Science (USA)

21. Mayer E. Richard (2005). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. *Cambridge University Press, Chapter 25 /Robert K. Atkinson, Arizona State University*, 393-408.
22. 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
23. 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.
24. Mwingirwa, I.M. & Miheso-O'Connor, M.K. (2016). Status of teachers' technology uptake and use of GeoGebra in teaching secondary school mathematics in Kenya. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 286-294.
25. 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.
26. Pepin B., Choppin J., Ruthven K., Sinclair N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM Mathematics Education* 49: 645-661
27. Popović, R., Cvetković, D., Marković, D., (2010): Multimedija, Beograd
28. Ruthven, K. (2017). Instructional activity and student interaction with digital resources. *Proceedings of 13th International Congress on Mathematics Education, Hamburg, July 2016*.
29. Ruthven, K., Deane, 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.
30. Shadaan, P., & Leong, K.E. (2013). Effectiveness of Using GeoGebra on Students' Understanding in Learning Circles. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1, 1-11.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. Takači, Dj., Pešić, D., (2004). The Continuity of Functions in Mathematical Education-Visualization method. *Nastava matematike (The Teaching of Mathematics)*, 49, 3-4, Beograd.

36. 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.
37. Wassie, Y. A., & Zergaw, G. A. (2019). Some of the Potential Affordances, Challenges and Limitations of Using GeoGebra in Mathematics Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8), em1734. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>
38. Wang, H.(2015). Open Educational Resource in Online Mathematics Learning. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 1501-1503.

CORRELATION BETWEEN STUDENT MOTIVATION AND SUCCESS AFTER THE APPLICATION OF EDUCATIONAL SOFTWARE IN TEACHING PLANE ISOMETRY

Abstract

The goal of this paper is to present the possibilities of the GeoGebra software as a digital tool with the accent on creating and using GeoGebra group which plays the role of a virtual classroom in the processing of isometric transformation at the plain. A GeoGebra group called „Isometric transformation at the plain“ was created for research purposes, which is available on the website <http://www.GeoGebra.org/group/stream/id/VDagqJxz6>, and which is accessed via the generated GPTM6 code and its own e-mail address. As part of the experiment the approach to the processing of the axial symmetry, central symmetry, rotation and translation has been shown on the student sample (n=15) of Class Teaching Department of Faculty of Philosophy as a part of Maths Basics II syllabus. The goal of the research was to examine the attitudes of students towards the application of computers in teaching, and the impact of educational software GeoGebra on the effectiveness of teaching in learning isometric transformation at the plain. The results obtained by solving tasks in the online environment lead to the conclusion that the application of educational software GeoGebra in teaching geometry, specifically in the processing of isometric transformation at the plain, is a great way to acquire new knowledge, which makes the teaching process more interesting than the classical approach to teaching.

Keywords: *GeoGebra, GeoGebra group, isometrics, axial symmetry, central symmetry, rotation, translation*