

DOI 10.51558/2490-3647.2023.8.1.435

UDK 371.13:004

Primljeno: 02. 01. 2023.

Stručni rad
Professional paper

Duška P. Pešić, Marta D. Dedaj, Aleksandar B. Pešić

DOPRINOS RAZVOJU DIGITALNIH KOMPETENCIJA VASPITAČA – PRAKTIČNA PRIMENA GEOGEBRE

Predstavljanje osnovnih matematičkih pojmova se često posmatra kao izazov za vaspitače, ali sa unapređenjem multimedijalnih tehnologija potencijalne poteškoće mogu biti prevaziđene a kvalitet vaspitno-obrazovnih aktivnosti može biti u značajnoj meri poboljšan. U tom smislu, dostupnost nekomercijalnog, dinamičkog matematičkog softverskog paketa otvorenog koda – GeoGebre može podstaći vaspitače da kroz integrisan pristup učenju zajedno sa decom istražuju širok opseg matematičkih koncepata. U radu je opisan postupak kreiranja dinamičkog crteža u GeoGebri kao pomoćnom sredstvu u procesu razvijanja matematičkog pojma kardinalnosti skupa kod dece. Samostalno kreiranje sličnih apleta u GeoGebri od strane vaspitača doprinosi razvoju njihovih digitalnih kompetencija, što i jeste osnovni cilj rada. Anegdote beleške su pokazale da primena pažljivo osmišljenih aplikativnih igrice (aktivnosti u GeoGebri) na uzrastu od 4 do 6 godina, sa akcentom na analiziranje, zaključivanje, kreativno i kritičko razmišljanje, može predstavljati efektivan način za usvajanje novih pojmova o broju i osobinama elemenata nekog skupa, što potkrepljuje inicijalno korišćenje apleta u predškolskoj ustanovi „Svitac“ iz Sremske Kamenice.

Ključne reči: digitalne kompetencije; vaspitači; GeoGebra; integrisani pristup; osnovni matematički pojmovi

UVOD

S obzirom na to da deca pokazuju prirodno interesovanje za istraživanje matematičkih i naučnih koncepata i poseduju značajne sposobnosti u numeričkim operacijama, geometriji i prostornim odnosima, merenju, algebarskom razmišljanju i analizi, poboljšanje efektivnosti razvoja matematičkih kompetencija je potrebno posmatrati kao suštinsku komponentu svakog sveobuhvatnog, visokokvalitetnog predškolskog programa (Brenneman et al. 2009). Integrisani pristup učenju dece predškolskog uzrasta treba da se odvija kroz integrisano iskustvo koje dete stiče u procesu aktivnog delovanja na svoju okolinu. Na taj način se projektna tema može sagledati iz više uglova, deca usvajaju nove sadržaje i šire se funkcionalna znanja.

U cilju nadograđivanja neformalnih matematičkih koncepata kod dece i postavljanja osnove za razumevanje kompleksnijih matematičkih sadržaja, više autora ukazuje da je kontinuirano usvajanje matematičkih pojmova ključno tokom ranog detinjstva i da ima dugoročnu direktnu povezanost sa budućim školskim i akademskim postignućima (Carlsen et al. 2016; Lerikkanen et al. 2012; McCray, Chen 2012; Linder et al. 2011; Piasta et al. 2014; Rudd et al. 2009; Tyler et al. 2018; Yoshikawa et al. 2016).

Da bi proces usvajanja osnovnih matematičkih pojmova bio efektivan, neophodna je dobro pripremljena i osmišljena podrška vaspitača. U tom smislu naglašava se važnost povezivanja konkretnih matematičkih iskustava sa simboličkom prezentacijom, što je tranzicija koja može biti potpomognuta manipulacijom virtuelnim objektima – upotrebom računara (Highfield, Mulligan 2007). Integrisanje informacionih tehnologija u svakodnevnu praksu predškolskog vaspitanja i obrazovanja služi ne samo da pomogne deci da razviju interesovanja za matematiku kao jednu od ključnih obrazovnih kompetencija za celoživotno učenje, već i za povećanje motivisanosti vaspitača u cilju promovisanja matematičkih koncepata i istraživanja matematičkih disciplina kao što su geometrija i algebra.

„Digitalna kompetencija se razvija kroz smisleno korišćenje digitalnih tehnologija kao oruđa kojima se deci omogućava: dolaženje do informacija; izražavanje i predstavljanje u funkciji igre i istraživanja; dokumentovanje različitih aktivnosti. Digitalna kompetencija podrazumeva i razvoj adekvatnog odnosa i kulturu upotrebe digitalnih tehnologija.“ (*Osnove programa* 2018: 14).

Računar i bela tabla (pa čak i tablet) su sasvim dovoljni da se stvori kreativno okruženje koje igra značajnu ulogu u podršci usvajanja početnih matematičkih

pojmovima kod dece. Uspostavljanje kvalitetnog programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja podrazumeva da vaspitači poseduju konceptualno razumevanje matematičkog sadržaja relevantnog za kontekst predškolske matematičke edukacije u cilju iniciranja pravilnog usvajanja matematičkih pojmova i izgradnje pozitivnih stavova prema matematici kod dece (Oppermann et al. 2016). Međutim, u današnjem tehnološki orijentisanom svetu razvoj matematičkih kompetencija u predškolskim ustanovama ne uključuje samo poznavanje matematičkih sadržaja i posedovanje pedagoških znanja već i razumevanje načina kako da se predstave matematički koncepti na moderan i atraktivan način, korišćenjem tehnologije i matematičkih softvera (Furner, Marinas 2014).

Inovativni metodi zasnovani na multimedijalnim tehnologijama omogućavaju vaspitačima da predstave interesantne vaspitno-obrazovne aktivnosti u okviru svih projektnih tema, koje integrišu igru i učenje, a koje za cilj imaju i razvoj matematičkih kompetencija dece. U tom smislu, Bjorklund i saradnici (2014) naglašavaju da je razvijanje matematičkih veština kroz aktivnosti koje obuhvataju igru i učenje ključno u ranoj edukaciji dece i da matematičko obrazovanje mora podržavati dečje težnje i perspektive. Kako deca bolje uče uz slike i zvukove, aktivnosti u kojima se koristi i računar predstavljaju interesantan i efektivan metod koji olakšava usvajanje matematičkih pojmova (Vernadakis et al. 2005). Stvaranjem novog okruženja za učenje otvara se prostor za razvoj učenja na svakom mestu i u svako vreme, uvažava se individualni tempo i stil učenja dece, što ima posebnu važnost s obzirom na uzrast dece i specifičnosti njihovog razvoja (Livingstone 2012).

Ipak, potrebno je da vaspitači budu kompetentni u korišćenju informacionih tehnologija i upoznati sa matematičkim softverskim alatima kako bi bili u stanju da ih na pravi način integrišu u svakodnevne aktivnosti. Generalno, matematički softveri su u velikoj meri uticali na matematičko obrazovanje kroz omogućavanje brzih proračuna ili kroz asistiranje u apstraktnim matematičkim konceptima. Primeri takvih softvera su: Matlab, Maple V, Mathematica, Geometer's Sketchpad, Autograf, Graphic Calculator i drugi (Bakar et al. 2010). GeoGebra je nekomercijalni matematički softverski paket, jednostavan za korišćenje, a na njihovom sajtu se nude besplatni nastavni materijali čime se pruža šansa edukatorima svih nivoa obrazovanja, pa tako i vaspitačima, da podstiču iskustveno učenje kao i da razmenjuju prilagođen interaktivni materijal i na taj način utiču na podučavanje matematike i usvajanje matematičkih koncepata širom sveta (Hohenwarter, Lavicza 2007).

Osnovne osobine GeoGebre koje čine ovaj softver veoma značajnim alatom za podučavanje i učenje matematike uključuju sposobnost čuvanja projekta u više

formata i mogućnost objavljivanja rada na veb-sajtu putem Java platforme. Takođe, GeoGebra nudi jasno i lako razumevanje grafičkog korisničkog interfejsa, obimnu bazu podataka gotovih primera, multiplatformsku i tehničku dokumentaciju na većem broju jezika. Konačno, svi objekti u GeoGebri su dinamički i mogu pratiti matematičku sintaksu (Majerek 2014). Na osnovu toga GeoGebra kao nekomercijalni, dinamički matematički softver otvorenog koda koji kombinuje geometriju, algebru i analizu u okviru jednog paketa, može podstaknuti i vaspitače da istražuju širok opseg matematičkih koncepata.

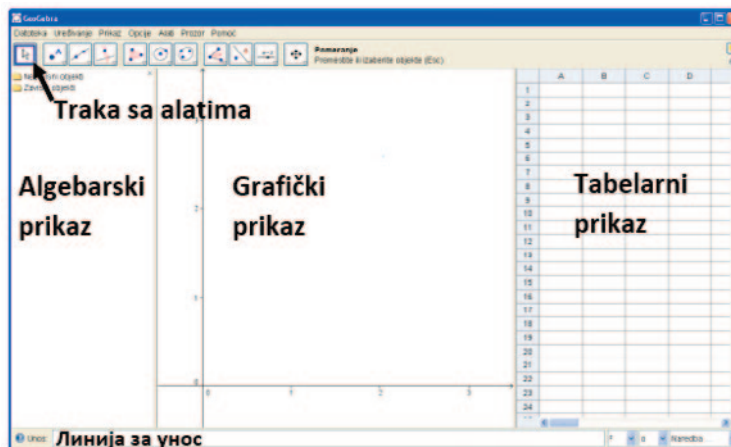
U ovom radu, prikazan je inovativan način na koji vaspitači mogu koristiti GeoGebru kako bi zainteresovali decu za matematički pojam kardinalnosti skupa, a u okviru bilo koje projektne teme. Specifičnije, u radu je opisan postupak kreiranja dinamičkog crteža (kroz projektnu temu „Vesnici proleća“) u matematičkom softveru GeoGebra kao alata u procesu razvijanja matematičkog pojma kardinalnosti skupa i pojma broja kod dece predškolskog uzrasta.

KREIRANJE AKTIVNOSTI U GEOGEBRI

Tema projekta koja se realizovala u predškolskoj ustanovi „Svitac“ u Sremskoj Kamenici bila je „Vesnici proleća“, a deca mešovite grupe od 4 do 6 godina (ukupno 10) su u razgovoru sa vaspitačima izdvojila sledeće pojmove koji su po njima povezani sa prolećem: cveće (visibabe i ljubičice), laste, sunce, duga, kornjača, pčela i leptir. Kao jedna od aktivnosti u toku realizacije ove projektne teme, sa decom je realizovana i matematička igra osmišljena i konstruisana u GeoGebri po prikazanim uputstvima. Prva aktivnost dece je bila da svako ili nacrtava crtež jednog od pomenutih pojmova ili da na internetu, uz pomoć vaspitača, odabere sliku željenog pojma. Nakon toga, crteži dece su uslikani a vaspitači su uspeli da, uz priloženo uputstvo, samostalno kreiraju dinamički crtež. Kroz igru na završenom dinamičkom crtežu dobijena je pozitivna reakcija dece na ovakav vid učenja kao i povratna informacija o njihovom usvajanju matematičkih pojmova skupa i broja.

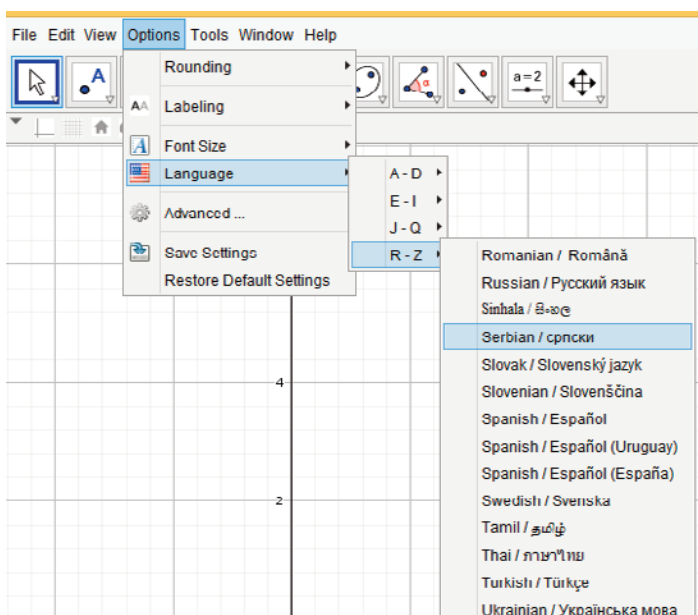
U radu se koristi verzija programa GeoGebra Classic 5, sa linka za preuzimanje: <https://www.geogebra.org/download>. GeoGebra omogućava više različitih pregleda matematičkih objekata. Najčešće se koriste sledeći prikazi (sl. 1):

- grafički prikaz u ravni ili 3D (tačke, duži, grafici funkcija...),
- numerički algebarski prikaz (koordinate tačaka, jednačine...),
- tabelarni prikaz.



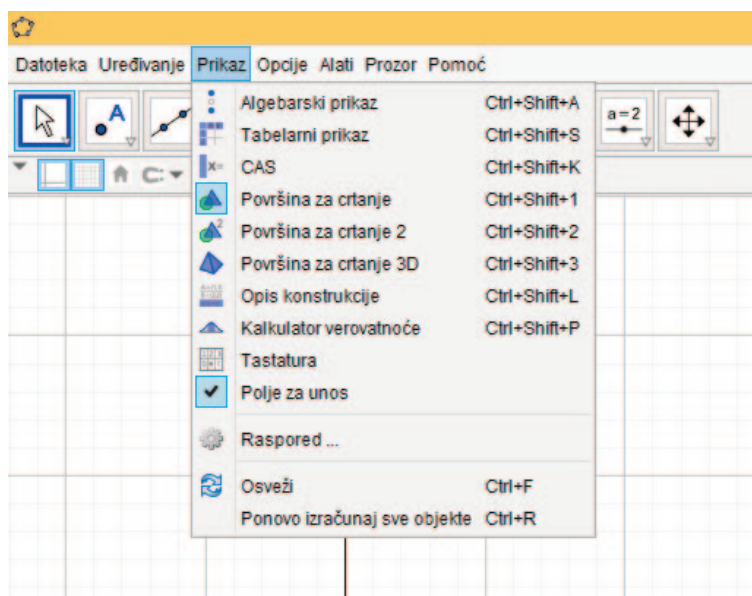
Slika 1. Radna površina u matematičkom softveru GeoGebra

Naredbe u GeoGebri mogu biti i na srpskom jeziku, dovoljno je u padajućem meniju *Options* odabrati naredbu *Language*, i pod grupom R-Z odabrati *Serbian/srpski* (sl. 2).



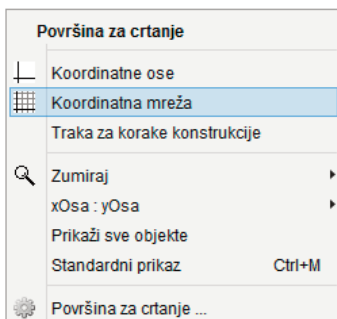
Slika 2. Promena jezika u GeoGebri

Otvaranjem sopstvenog naloga u GeoGebri dobija se mogućnost postavljanja samostalno izrađenih prezentacija (dinamičkih HTML GeoGebra prikaza), kao i korišćenja ogromnog broja aplikacija koje su postavili drugi korisnici. Kada se otvori dokument u GeoGebri za rad sa decom predškolskog uzrasta dovoljno je imati otvoren samo grafički prikaz na kome će se sakriti koordinatna mreža i koordinatne ose. Naredbama u padajućem meniju *Prikaz* sakrije se sve osim površine za crtanje (moguće je istovremeno imati otvoreno i više od jedne površine za crtanje – sl. 3).



Slika 3. Određivanje vrste prikaza u GeoGebri

Desnim klikom miša bilo gde na radnoj površini određuje se koji elementi će se videti, a koji ne. Klikom na naredbe *Koordinatne ose* i *Koordinatna mreža*, ostaće samo bela površina za crtanje (sl. 4).



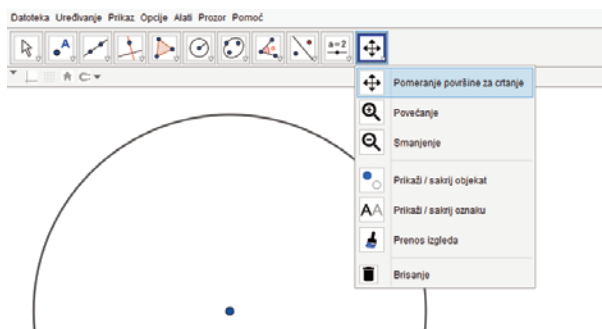
Slika 4. Uklanjanje koordinatnih osa i koordinatne mreže sa radne površine

Konstruiše se krug sa centrom u koordinatnom početku [tački sa koordinatama $(0,0)$] datog poluprečnika (recimo 5) sa naredbom *Kružnica* $[(0,0), 5]$ koja se unese u polje za unos (sl. 5). Naredba se aktivira pritiskom na *Enter*.



Slika 5. Naredba za konstrukciju kružnice u GeoGebri određene centrom i poluprečnikom

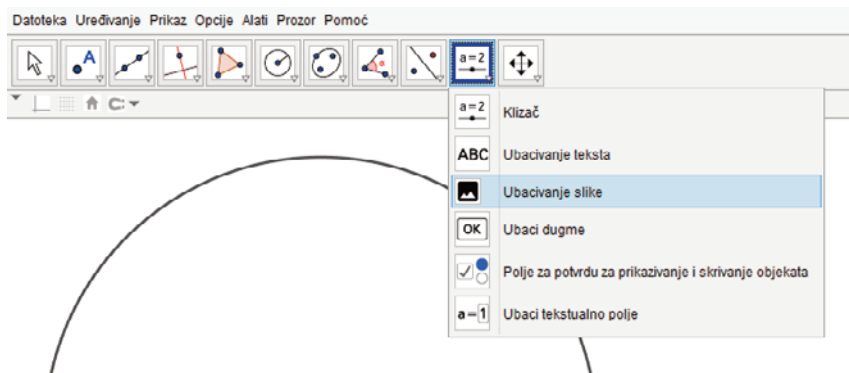
Na taj način se na radnoj površini iscrta krug koji, u prikazanom slučaju, predstavlja Veneov dijagram skupa. Ukoliko se krug ne vidi ceo, moguće je pomerati ili zumirati površinu za crtanje sa odgovarajućim naredbama u padajućem meniju ili direktnim pomeranjem sa „mišem“ (sl. 6).



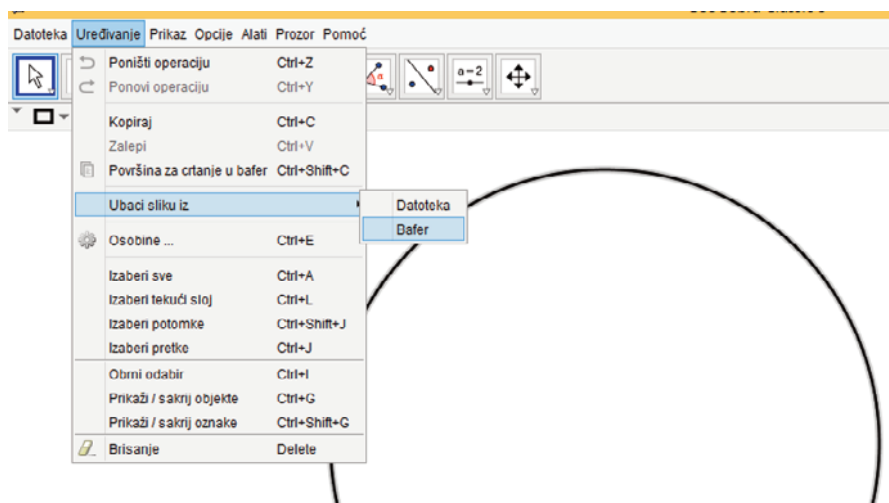
Slika 6. Podešavanje radne površine

Dalje se na radnu površinu unose slike koje se žele predstaviti kao elementi tog skupa (to mogu biti slike bilo kojih objekata iz živog i neživog sveta u zavisnosti od projektne teme).

U ovom primeru su unesene slike 10 objekata (na analogan način se broj objekata može smanjiti ili proširiti). Objekti se unose naredbom *Ubacivanje slike* u padajućem meniju ikonice *Klizač* (sl. 7) ili ubacivanjem slike aktiviranjem opcije u kartici *Uređivanje*, *Ubaci sliku iz*, *Datoteka* (ukoliko se slika nalazi u nekoj datoteci) ili *Bafer* (ako je slika kopirana) (sl. 8).

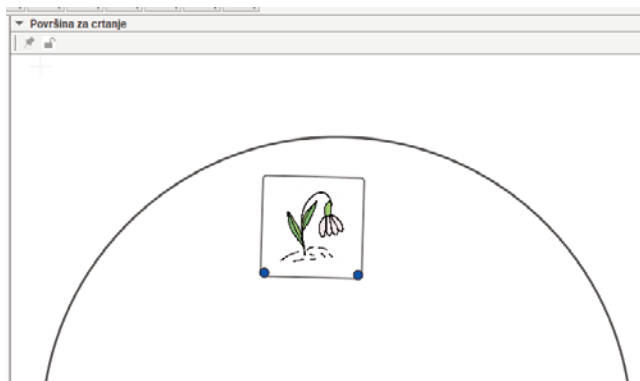


Slika 7. Ubacivanje slike na radnu površinu – način 1



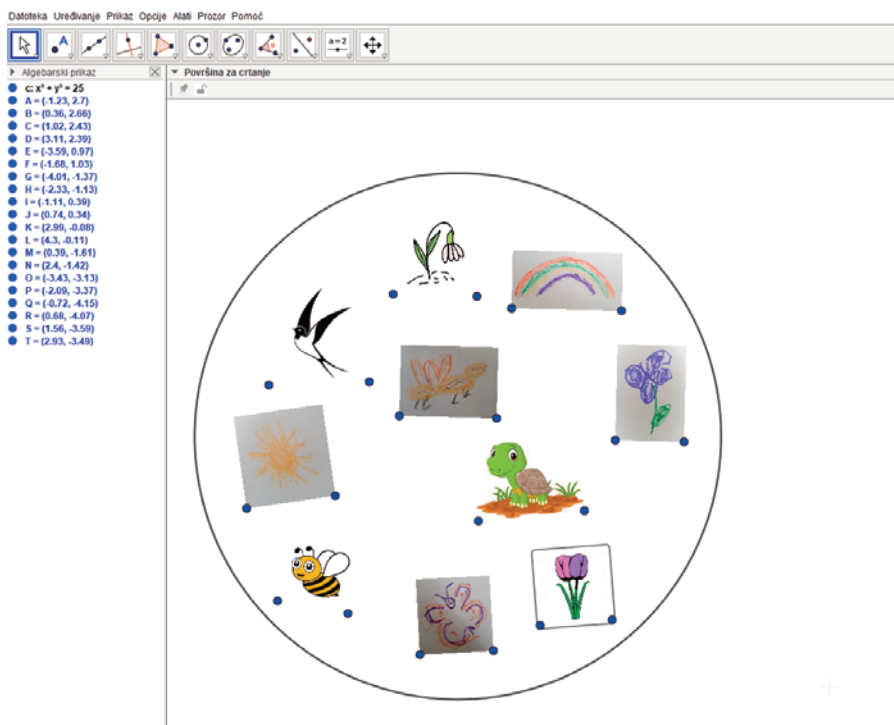
Slika 8. Ubacivanje slike na radnu površinu – način 2

Pomeranjem tačke u desnom ili levom donjem uglu ubačene slike veličina slike se smanjuje ili povećava (sl. 9).



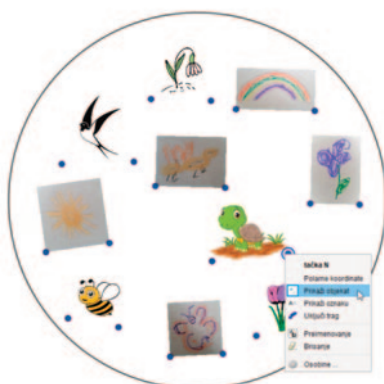
Slika 9. Menjanje veličine ubačenog objekta

Potrebno je smanjiti veličinu slika toliko da svi ubačeni objekti mogu da stanu u krug (sl. 10).



Slika 10. Izgled skupa sa 10 elemenata

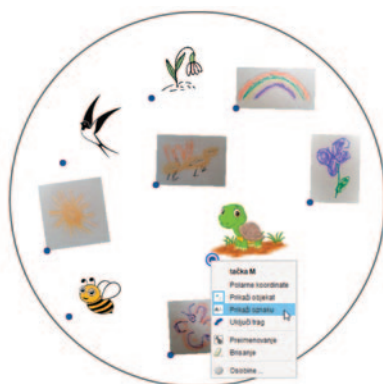
Radi lepšeg vizuelnog izgleda potrebno je sa slike ukloniti nepotrebne elemente, tj. vidljivost svih desnih plavih tačaka i tačke koja predstavlja centar kruga. To se radi pomoću desnog klika miša na odabranu tačku, deaktiviranjem opcije *Prikaži objekat* (sl. 11). Leve tačke se za sada ostavljaju.



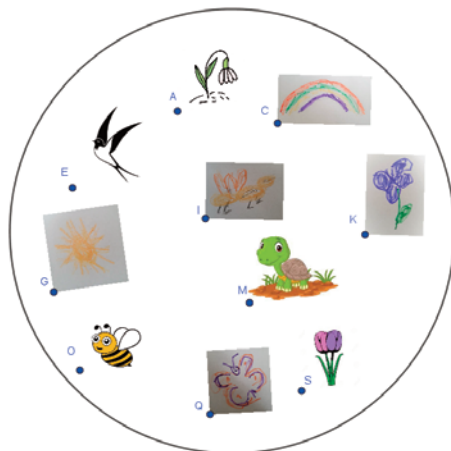
Slika 11. Sakrivanje suvišnih objekata u GeoGebri

Da bi se objekti pomerali po radnoj površini dovoljno je „uzeti ih u ruku“ mišem vodeći računa da je aktivirana prva ikonica (sa slikom strelice) na traci sa alatima *Pomeranje*.

Da bi znali tačne nazive preostalih tačaka privremeno se pokrene opcija *Prikaži oznaku* koja se dobija u padajućem meniju sa desnim klikom miša na tačke. (sl. 12 i sl. 13)



Slika 12. Prikazivanje naziva tačaka



Slika 13. Izgled crteža sa nazivima tačaka

Nazivi tačaka ne moraju uvek biti isti kao na slici 13, to zavisi od ukupnog broja tačaka i od redosleda konstruisanja.

Nakon toga je potrebno u polju za unos napisati naredbe kojom se prebrojava koliko objekata se nalazi u skupu, a koliko objekata je izvan njega. Naredba za prebrojavanje je:

PrebrojUslovno[<Uslov>,<Promenljiva>,<Lista>]

U datom primeru, uslov će biti da se tačka nalazi u krugu, tj. da je udaljenost tačke manja od veličine poluprečnika kruga koji u ovom primeru iznosi 5. To se postiže sledećom naredbom:

PrebrojUslovno($x(A)^2 + y(A)^2 < 25$, A, {A,C,K,I,E,G,O,M,Q,S}).

Ako je poluprečnik kruga veći ili manji od 5, umesto 25 napisati kvadrat vrednosti poluprečnika kruga, a ukoliko su nazivi tačaka drugačiji, u skupu napisati odgovarajuće nazive tačaka. Na isti način se prebrojava broj objekata izvan skupa, samo se promeni znak nejednakosti iz „<“ u „>“:

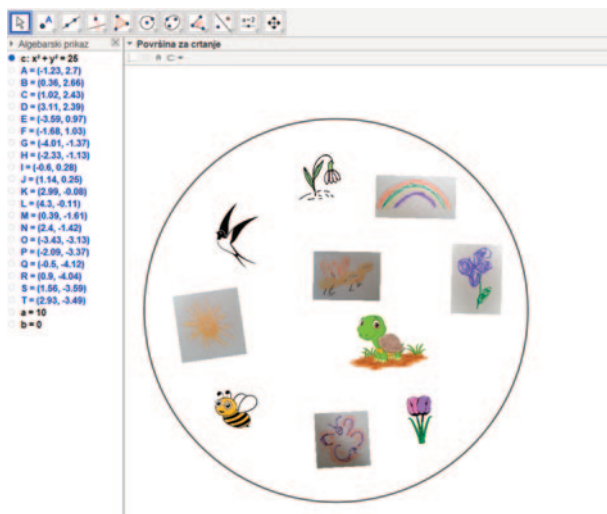
PrebrojUslovno($x(A)^2 + y(A)^2 > 25$, A, {A,E,C,K,G,M,I,O})

Dalje se sa radne površine na opisani način sakriju i preostale tačke.

Ako se tokom ovog postupka u nekom sličaju desi da se sakrije objekat koji nije trebalo sakrivati, privremeno otvarajući algebarski prikaz mogu se videti nazivi svih objekata na slici, bez obzira da li su oni sakriveni ili ne. Klikom na kružić pored

naziva objekta u algebarskom prikazu greškom sakriveni objekat se može ponovo prikazati na radnoj površini.

U algebarskom prikazu su se pojavila i dva broja koji predstavljaju broj elemenata u skupu i izvan njega. U ovom slučaju, to su brojevi a i b . (sl. 14)



Slika 14. Provera naziva objekata u algebarskom prikazu

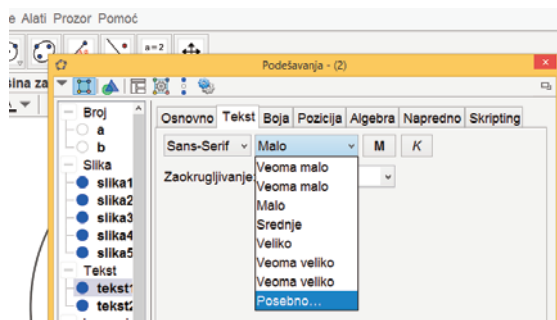
Ako se neki od objekata pomeri izvan kruga, brojevi a i b menjaju svoju vrednost (sl. 15).



Slika 15. Pomeranjem elemenata, menjaju se i brojevi a i b

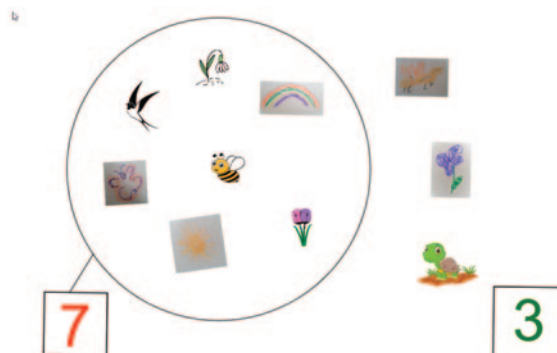
Na kraju je još samo potrebno ubaciti vrednost brojeva a i b na radnu površinu. Naredbe za to su: Tekst(a) i Tekst(b).

Na radnoj površini sada se vide i brojevi. Potrebno ih je povećati i rasporediti tako da se broj a nalazi u kvadratu spojenim sa krugom, a broj b desno od svih slika. Njihova veličina se menja desnim klikom miša na odgovarajući broj, aktiviranjem opcije *Osobine* na kartici *Tekst* (sl. 16).



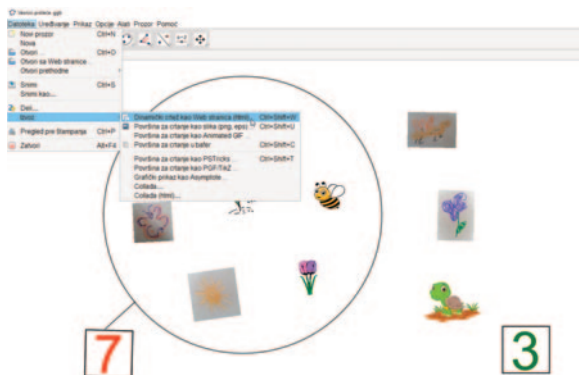
Slika 16. Podešavanje veličine i izgleda brojevi a i b

Objekti se jednostavno pomeraju po radnoj površini tako što se „uhvate u ruku“ mišem (sl. 17).



Slika 17. Učenje kroz igru može da počne

Da bi se dokument sačuvao u vidu dinamičkog crteža kao veb stranica (html), nakon ulogovanja u svoj nalog, u kartici *Datoteka* pod naredbom *Izvoz* odabere se opcija *Dinamički crtež kao Web stranica (html)* (sl. 18). Svaki materijal ima svoj link koji se može proslediti i deliti sa drugima.



Slika 18. Čuvanje dokumenta u vidu dinamičkog crteža kao veb stranice (html)

Izvor: <https://www.geogebra.org/m/vgjhhpvp>

Vaspitači su u toku igre posmatrali reakcije dece. Analiza anegdotske beleške ukazuje na to da su aktivnosti koje su realizovali vaspitači sa decom bile zabavne i interaktivne. Deca su zainteresovano istraživala: crtala, slušala, prebrojavala, gledala, analizirala, zaključivala, kreativno i kritički razmišljala. Grupisali su objekte po raznim osobinama i bili su zadovoljni što su aktivni učesnici u celokupnom procesu.

Zaključeno je da primena pažljivo osmišljenih aplikativnih igrica (aktivnosti u GeoGebri), na uzrastu dece od 4 godine do polaska u školu sa akcentom na analiziranje, zaključivanje, kreativno i kritičko razmišljanje, proširivanje znanja kao i na međusobnu saradnju i razmenu ideja, može predstavljati efektivan način za usvajanje novih pojmova o broju i osobinama elemenata nekog skupa, što potkrepljuje inicijalno korišćenje opisanog apleta u vrtiću „Svitac“ iz Sremske Kamenice.

ZAKLJUČAK

Kako su digitalne kompetencije postale sastavni deo Novih osnova predškolskog vaspitanja i obrazovanja, moguće ih je efikasno upotrebiti za veliki broj različitih aktivnosti koje se realizuju u predškolskim ustanovama. Jedan od matematičkih softvera koji omogućava interaktivnu manipulaciju virtuelnim objektima je dinamički matematički softver – GeoGebra koji se prvenstveno primenjuje u nastavi matematike. Iako se najčešće se koristi u osnovnoj i srednjoj školi, zbog lakog rukovanja alatima može se koristiti i u predškolskom vaspitanju i obrazovanju kao pomoćni alat

vaspitača, bez obzira na to da li vaspitači koriste već gotove aplikacije ili sami prave i osmišljavaju zanimljive interaktivne aktivnosti.

Vaspitači koji vrednuju ideje dece i podržavaju dečju igru i matematička istraživanja kroz kolaborativni dijalog i dobro pripremljene aktivnosti, pomažu da se “usmeri” dečje razmišljanje, obogati njihovo razumevanje i obezbedi sveobuhvatan pogled na razvijanje matematičkih pojmova. Studija slučaja predstavljena u radu je pokazala kako vaspitači mogu samostalno (uz dogovor sa decom u zavisnosti od teme projekta koji se trenutno realizuje) da pripreme sopstvene interaktivne crteže, što ih može dodatno motivisati i zainteresovati za dečje ideje i razmišljanja, dok deca na taj način mogu spoznati da vaspitači poštuju njihove ideje i prepoznaju njihova osećanja.

Upotreba matematičkog softvera GeoGebra je u predškolskoj ustanovi „Svitac“ omogućila interaktivan način učenja dece, pružajući podsticajni kontekst za zajedničko učenje. Na taj način je ostvaren i osnovni cilj rada koji se ogleda u pružanju doprinosa razvoju postojećih digitalnih kompetencija vaspitača kroz samostalno kreiranje interaktivnih crteža i prilagođavanje pažljivo osmišljenih aktivnosti postojećem kurikulumu, radi podsticanja dečjih interesovanja kao moćnih katalizatora matematičkog istraživanja i snažne polazne tačke za usvajanje osnovnih matematičkih pojmova.

LITERATURA

1. Abu Bakar, Kamariah, Kamariah Abu Bakar, Ahmad Fauzi, Ahmad fauzi Mohd Ayub, Rohani Ahmad Tarmizi (2010), “Exploring the effectiveness of using GeoGebra and e-transformation in teaching and learning Mathematics”, *Advanced Educational Technologies*, 19-23. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/228986613_Exploring_the_effectiveness_of_using_GeoGebra_and_e-transformation_in_teaching_and_learning_Mathematics
2. Björklund, Camilla (2014), “Powerful teaching in preschool – a study of goal-oriented activities for conceptual learning”, *International Journal of Early Years Education*, 22(4), 380-394.
3. Brenneman, Kimberly, Judi Stevenson-Boyd, Ellen C. Frede (2009), “Mathematics and science in preschool: Policy and practice”, National Institute for Early Education Research, New Brunswick, NJ; dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED534142>

4. Carlsen, Martin, Ingvald Erfjord, Per Sigurd Hundeland, John Monaghan (2016), "Kindergarten teachers' orchestration of mathematical activities afforded by technology: Agency and mediation", *Educational Studies in Mathematics*, 93(1), 1-17.
5. Furner, Joseph M., Carol A. Marinas (2014), "Addressing math anxiety in teaching mathematics using photography and GeoGebra", *The International Conference on Technology in Collegiate Mathematics Twenty-sixth Annual Conference*, 134-143.
6. Highfield, Kate, Joanne Mulligan (2007), "The Role of dynamic interactive technological tools in preschoolers' mathematical patterning", *Mathematics Education Research Group of Australasia Conference, MERGA*, 372-381.
7. Hohenwarter, Markus, Zsolst Lavicza (2007), "Mathematics teacher development with ICT: Towards an international GeoGebra institute", in: D. Kuchemann (ed.), *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27 (3), 49-54.
8. Lerkkanen, Marja-Kristiina Noona Kiuru, Eija Pakarinen, Jaana Viljaranta, Anna-Maija Poikkeus, Helena Rasku-Puttonen, Martti Siekkinen, Jari-Erik Nurmi (2012), "The role of teaching practices in the development of children's interest in reading and mathematics in kindergarten", *Contemporary Educational Psychology*, 37, 266-279.
9. Linder, Sandra M., Beth Powers-Costello, Dolores A. Stegelin (2011), "Mathematics in Early Childhood: Research-Based Rationale and Practical Strategies", *Early Childhood Education Journal*, 39, 29-37.
10. Livingstone, Sonia (2012), "Critical reflections on the benefits of ICT in education", *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24.
11. Majerek, Dariusz (2014), "Application of GeoGebra for teaching Mathematics", *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51-54.
12. McCray, Jennifer S., Jie-Qi Chen (2012), "Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Construct Validity of a New Teacher Interview", *Journal of Research in Childhood Education*, 26, 291-307
13. Oppermann, Elisa, Yvonne Anders, Axinja Hachfeld (2016), "The influence of preschool teachers' content knowledge and mathematical ability beliefs on their sensitivity to mathematics in children's play", *Teaching and Teacher Education*, 58, 174-184.
14. *Osnove programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja – Godine uzleta* (2018), Službeni glasnik Republike Srbije – Prosvetni pregled, br. 16.

15. Piasta, Shayne B., Christina Yeager Pelatti, Heather Lynnine Miller (2014), "Mathematics and Science Learning Opportunities in Preschool Classrooms", *Early education and development*, 25(4), 445–468.
16. Rudd, Loretta C., Matthew C. Lambert, Macy Satterwhite, Cinda H. Smith (2009), "Professional Development + Coaching = Enhanced Teaching: Increasing Usage of Math Mediated Language in Preschool Classrooms", *Early Childhood Education Journal*, 37. 63-69.
17. Vernadakis, Nikolaos A., Avgerinos Andreas, Efi Tsitskari, Evridiki Zachopoulou (2005), "The Use of Computer Assisted Instruction in Preschool Education: Making Teaching Meaningful", *Early Childhood Education Journal*, 33(2), 99-104.
18. Watts, Tyler W., Greg J. Duncan, Douglas H. Clements, Julie Sarama (2017), "What Is the Long-Run Impact of Learning Mathematics During Preschool?", *Child Development*, 89(2), 539–555.
19. Yoshikawa, Hirokazu, Christina Weiland, Jeanne Brooks-Gunn (2016), "When does preschool matter?" *The Future of Children*, 26(2), 21-36.

INTEGRATED APPROACH TO LEARNING OF PRESCHOOL CHILDREN – PRACTICAL APPLICATION OF GEOGEBRA

Summary:

Introducing basic mathematical concepts is often seen as a challenge for preschool teachers but with the improvement of multimedia technologies, potential difficulties can be overcome and the quality of educational activities can be significantly improved. In that sense, the availability of a non-commercial, dynamic, open-source mathematical software package – GeoGebra can encourage preschool teachers to explore a wide range of mathematical concepts with children through an integrated approach to learning. This paper presents the procedure of creating a dynamic illustration in GeoGebra as a tool in the process of developing the mathematical concept of the cardinality of a set in children. The case study was conducted in the preschool institution “Svitac” in Sremska Kamenica. Anecdotal records showed that introducing carefully designed application games (activities in GeoGebra), with an emphasis on analyzing, concluding, creative and critical thinking, to 4-6 year-olds represents an effective way to learn new concepts about the number and properties of the elements of a set.

Keywords: Integrated approach; GeoGebra; preschool teachers; dynamic illustration; basic mathematical concepts

Adrese autora
Authors' address

Duška P. Pešić
Marta D. Dedaj
VŠSSVPI Sirmijum, Sremska Mitrovica
vs.duska.pesic@gmail.com
vs.marta.dedaj@gmail.com

Aleksandar B. Pešić
MB Univerzitet Beograd
Poslovni i pravni fakultet
andpesic@gmail.com