

Stavovi učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

Pavlinovac, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:591558>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**

Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Teacher Education -
Digital repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Monika Pavlinovac

Stavovi učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

Diplomski rad

Zagreb, srpanj, 2023.
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Monika Pavlinovac

Stavovi učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

Diplomski rad

Mentor rada:

izv. prof. dr. sc. Predrag Oreški

Sumentor rada:

Prof. dr. sc. Predrag Vuković

Zagreb, srpanj, 2023.

Sažetak

Nastava Matematike često se povezuje sa suhoparnim rješavanjem zadataka, odlascima pred ploču i opsežnim domaćim zadaćama. Sadržaji nastave koncipirani su na način da prate razvoj djeteta, ali ne razvija se svatko dijete jednako, zbog čega se može dogoditi da su djetetu neki matematički pojmovi apstraktni te da ih ne može razumjeti. Rješenje ovog problema nazire se u primjeni digitalnih alata koji mogu, kroz djetetu najdražu aktivnost – igru, pružiti novi pogled prema apstraktnim matematičkim područjima. U ovom istraživanju ispitani su stavovi i interesi hrvatskih učiteljica i učitelja razredne nastave te učiteljica i učitelja Matematike o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. Također, ispitano je i imaju li dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u učionici. Hrvatske učitelje ($N = 107$) zanima područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike te ih koriste najčešće jednom tjedno. Učitelji najčešće koriste *Microsoft PowerPoint* i *Wordwall*. Ispitana su i mišljenja učitelja o prednostima i nedostacima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, kao najveća prednost ističe se motivacija učenika, a kao najčešći nedostatak nedovoljno opreme za rad.

Ključne riječi: digitalni alati, digitalni nastavni sadržaji, nastava matematike

Summary

Math is often associated with dry-paced task solving, going to the board, and extensive homework. The contents of mathematics classes are conceived in such a way as to monitor the child's development. But not every child develops equally, which may cause problems in understanding abstract content. The solution to this problem may be in the digital tools, which, through the child's favourite activity – the game can provide a new look at problematic mathematical areas. This research examined the attitudes and interests of Croatian teachers and teachers of class teaching, as well as teachers and teachers of mathematics, regarding the usage of digital tools in mathematics. Also, it was examined whether they had enough equipment to use digital tools in the classroom. Croatian teachers ($N = 107$) are interested in using digital tools in math teaching and use them weekly. Teachers most often use Microsoft PowerPoint and Wordwall. Teachers were asked about the advantages and disadvantages of using digital tools. The students' motivation stood out as the most common advantage. The most common disadvantage of using digital tools is the lack of sufficient equipment for work.

Keywords: digital tools, digital teaching tool, Mathematics

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Nastavni predmet Matematika	3
2.1.	Metodička načela nastave Matematike.....	5
2.2.	Primjerenost nastave Matematike dobi učenika	8
2.2.1.	Faza konkretnih operacija.....	8
2.2.2.	Faza formalnih operacija	10
3.	Digitalni alati u nastavi Matematike	11
3.1.	Arcademics	11
3.1.1.	Primjer korištenja Arcademicsa u nastavi	12
3.2.	GeoGebra.....	13
3.2.1.	Primjer korištenja GeoGebre u nastavi.....	14
3.3.	ICT AAC Matematički vrtuljak.....	17
3.3.1.	Primjer korištenja Matematičkog vrtuljka u nastavi:	18
3.4.	Mathigon.....	19
3.4.4.	Primjer korištenja Mathigona u nastavi:.....	21
3.5.	Matific	22
3.5.1.	Primjer korištenja Matifica u nastavi	23
3.6.	Microsoft PowerPoint.....	24
3.6.1.	Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi.....	25
3.7.	Nearpod	28
3.7.1.	Primjer korištenja Nearpoda u nastavi	30
3.8.	Wordwall	33
3.8.1.	Primjer korištenja Wordwalla u nastavi	34
3.9.	Kahoot!	35
3.9.1.	Primjer korištenja Kahoot!-a u nastavi.....	36

4.	Istraživanje stavova učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike	39
4.1.	Cilj istraživanja	39
4.2.	Hipoteze	39
4.3.	Uzorak istraživanja	40
4.4.	Instrument istraživanja	41
4.5.	Postupak istraživanja	41
4.6.	Rezultati istraživanja	42
4.6.1.	Deskriptivna statistika	42
4.6.2.	Inferencijalna statistika	50
4.7.	Rasprava	54
5.	Zaključak	60
6.	Popis slika	61
7.	Popis tablica	62
8.	Popis grafikona	63
9.	Prilozi	63
10.	Literatura	70

1. Uvod

Kada se učenika upita koji mu je nastavni predmet najteži, često se može čuti odgovor Matematika. U istraživanju stavova učenika 8. razreda, 2006. godine, 58,7% učenika izjavilo je da matematiku uče zbog ocjene, a nešto više od 15% matematiku uči zbog zanimljivosti matematičkih sadržaja. (Benček, Marenčić, 2006). U istraživanju provedenom 2015. godine, rezultati su pokazali da učenici razredne nastave (od prvog do četvrtog razreda osnovne škole) imaju pozitivnije stavove prema Matematici u odnosu na učenike predmetne nastave (od petog do osmog razreda osnovne škole). (Vidić, 2016). Postavlja se pitanje zašto i što se može učiniti kako bi se učenicima pomoglo u savladavanju sadržaja. Učenik u tradicionalnoj nastavi reproducira što učitelj govori, zbog čega često dolazi do površnog shvaćanja nastavnog predmeta. Naime, učenje matematike, osim pružanja znanja i kompetencija za život učenika, pomaže u razvijanju matematičkih procesa kao što su „rješavanje problema, samostalno zaključivanje, logičko mišljenje, argumentiranje, komuniciranje matematičkim jezikom, uporabu različitih prikaza, povezivanje matematike s osobnim iskustvima te učinkovitu primjenu tehnologije.“ (MZO, 2019). Fokus se, u suvremenoj nastavi prebacuje s reproduciranja znanja na rješavanje problema. Danas je organizacija nastavnog procesa usmjerena na učenika. Ključnu ulogu u poučavanju ima učitelj koji stvara okolinu koja će najbolje odgovarati učeniku. Učitelj će prilagođavati dubinu i širinu sadržaja mogućnostima učenika, a ujedno će planirati metode, strategije i oblike rada ovisno o interesima učenika. Suvremeni pristup poučavanju temelji se na iskustvenom i istraživačkom učenju, uz izmjenjivanje socijalnih oblika rada: frontalnog rada, individualnog, rada u paru i rada u skupinama (Bognar, Matijević, 1993). U suvremenom nastavnom procesu implementira se korištenje informacijsko-komunikacijske tehnologije. Postoje dvije vrste čimbenika koji utječu na primjenu informacijsko-komunikacijske tehnologije: eksterni i interni. Eksterni čimbenici uključuju dostupnost i pristup tehnologiji, školsku klimu, tehničku i administrativnu podršku te sadržaj kurikuluma nastavnog predmeta. S druge strane, interni su čimbenici stavovi i mišljenja učitelja o implementaciji tehnologije u nastavi. (Shan fu, 2013).

Prema rezultatima istraživanja provedenog 2015. godine (Pović i ostali, 2015) na uzorku od 1011 učitelja i nastavnika zaposlenih u osnovnim i srednjim školama Republike Hrvatske, učitelji ($N = 1011$) u nastavi najčešće koriste računalo, tablet ili pametni telefon (97,3% ispitanika koristi jedan od navedenih uređaja), a 97,2% nastavnika izrađuje vlastite digitalne nastavne sadržaje, najviše prezentacije ili vodiče za lakše razumijevanje nastave. U

školskoj godini 2019./2020. isporučeno je 91641 tableta (MZO, 2019a) za unaprjeđenje nastavnog procesa. Tehnologija je u međuvremenu postala dostupnija i naprednija, te se postavlja pitanje imaju li učitelji danas dostatnu opremu za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike, čime se zadovoljava eksterni čimbenik korištenja tehnologije u nastavi. Također, postavlja se pitanje koriste li učitelji digitalne alate u nastavi i koje digitalne alate koriste, te koriste li češće postojeće digitalne nastavne sadržaje ili kreiraju vlastite digitalne nastavne sadržaje.

S obzirom na rečeno, javila se potreba za istraživanjem stavova i mišljenja hrvatskih učiteljica i učitelja razredne nastave te učiteljica i učitelja Matematike. Metodom jednostavnog slučajnog uzorka učitelja, provest će se *online* anketni upitnik s ciljem ispitivanja stavova i mišljenja učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. Rezultati istraživanja bit će predstavljeni u ovom radu.

2. Nastavni predmet Matematika

Matematika je znanost kojoj su predmet poučavanja „kvantitativni odnosi i prostorni oblici“. (Markovac, 1992, 16). Osnovne matematičke discipline koje se poučavaju u osnovnoj školi su: aritmetika, algebra, geometrija, matematička analiza, matematička logika, teorija vjerojatnosti i statistika.

Prema Markovcu (1992), matematika može imati dvojaku funkciju obrazovanja, ovisno o stupnju školovanja i vrsti škole, a to su funkcije općeg obrazovanja te funkcija profesionalnog obrazovanja. Funkcija općeg obrazovanja odnosi se na učenje sadržaja matematike „koji su sastavnim dijelom obrazovanja svakog člana društvene zajednice“ (Markovac, 1992, 17). S druge strane, profesionalna funkcija nastave Matematike odnosi se na specifične sadržaje kojima se učenike „osposobljava za posve određena zanimanja“ (Markovac, 1992, 17). Prema Državnom pedagoškom standardu osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja, osnovna škola je „odgojno-obrazovna ustanova u kojoj se provodi odgoj i obrazovanje, a ima najmanje po jedan razredni odjel od 1. do 8. razreda.“ (Hrvatski sabor, 2008). Odgojno-obrazovna funkcija osnovne škole odražava se i na sadržaje nastavnog predmeta Matematika, naime, tijekom osnovnoškolskog obrazovanja učenici se ne osposobljavaju za određeno zanimanje, već dobivaju osnovna znanja kojima ih se usmjerava prema srednjoj školi, u kojoj se opredjeljuju za buduće zanimanje. Dakle, može se zaključiti da je nastava Matematike u osnovnoj školi „u funkciji općeg i za svu djecu obaveznog osnovnog obrazovanja.“ (Markovac, 1992, 17). Nastava Matematike uključuje pomno izabrane sadržaje koji se izabiru prema dobi i kognitivnim mogućnostima učenika. Prema Kurikulumu nastavnog predmeta Matematike za osnovne škole i gimnazije (NN 7/2019) „Učenje i poučavanje nastavnog predmeta Matematika ostvaruje se povezivanjem matematičkih procesa i domena“. Matematički su procesi organizirani u pet skupina: prva uključuje prikazivanje i komunikaciju, druga povezivanje, treća logičko mišljenje, argumentiranje i zaključivanje, četvrta rješavanje problema i matematičko modeliranje, te posljednja skupina primjenu tehnologije. (MZO, 2019).

Sadržaji nastavnog predmeta Matematika podijeljeni su u pet domena: domena A: Brojevi, domena B: Algebra i funkcije, domena C: Oblik i prostor, domena D: Mjerenje i domena E: Podaci, statistika i vjerojatnost. (MZO, 2019).

Domena Brojevi uključuje sadržaje koji se odnose na apstraktne pojmove kao što je broj, brojevni sustav i skup, a dijete će unutar domene razvijati vještinu izvođenja aritmetičkih

postupaka (MZO, 2019). Domena Brojevi, temeljna je domena čiji su koncepti „osnova svim ostalim matematičkim konceptima“ (MZO, 2019). Koncepte domene A učenici će, osim u daljnjem učenju, primjenjivati i u ostalim školskim predmetima, ali i svakodnevnom životu. (MZO, 2019).

Sadržaji domene Algebra i funkcije prožeti su od prvog do osmog razreda osnovne škole, a najzastupljeniji su u osmom razredu. Uključuju služenje različitim vrstama prikaza, tumačenje i rješavanje problemskih situacija te gradnjom algebarskih izraza, tablica i grafova (MZO 2019). U nižim razredima osnovne škole, učenici uče uvrstiti slovo umjesto broja te određuju vrijednost nepoznate veličine u jednakostima ili nejednakostima. U petom razredu osnovne škole učenici uče rješavati i primjenjivati linearne jednadžbe, prikazivati skupove i primjenjivati odnose među njima. U šestom razredu rješavaju i primjenjuju linearnu jednadžbu oblika $ax = b$. Učenik će u sedmom razredu osnovne škole usvojiti računanje s algebarskim izrazima u skupu racionalnih brojeva, rješavat će i primjenjivati linearne jednadžbe, primjenjivati linearnu ovisnost te proporcionalnost i obrnutu proporcionalnost. U osmom razredu, učenik će računati s algebarskim izrazima u skupu realnih brojeva, rješavat će i primjenjivati razmjer i linearnu jednadžbu. Rješavat će i primjenjivati sustav dviju linearnih jednadžbi s dvjema nepoznanicama te će usvojiti pojam kvadratne jednadžbe koju će rješavati i primjenjivati. (MZO 2019).

„Domena Oblik i prostor dio je geometrije koji se bavi proučavanjem oblika, njihovih položaja i odnosa.“ (MZO, 2019). Učenik će prije polaska u školu promatrati okolinu te prepoznati da je, na primjer, lopta okrugla. Međutim, većina djece doći će u školu s nepotpunim, nerijetko i netočnim znanjem. Zadatak je učitelja razredne nastave dijete usmjeriti u to kako promatrati okolinu, kako prepoznati funkcije predmeta te kako imenovati predmete. Učenik će najprije naučiti kako prepoznati oblike (oble i uglate), zatim će oblicima dati ime: kocka, kvadar, valjak, kugla. Tek u trećem koraku upoznat će krug, pravokutnik, kvadrat i trokut. U nastavi Matematike, veoma je važno pojmove usvajati promatrajući konkretne modele i izvornu okolinu djeteta, zato će učenje geometrije početi s usvajanjem pojma geometrijskog tijela. (Markovac, 1992).

Mjerenje je „određivanje vrijednosti neke mjerne veličine, tj. određivanje broja koji pokazuje koliko puta mjerena vrijednost neke veličine sadrži u sebi vrijednost dogovorenu kao mjernu jedinicu te veličine“ (Hrvatska enciklopedija). Pojam mjerenja se u nastavi gradi od svakodnevnih situacija, zbog čega je izvorna stvarnost polazište pri formiranju pojma. Učenici će u okviru domene Mjerenje usvojiti mjerne jedinice za duljinu, površinu, opseg,

masu i kut, kao i mjerne jedinice za novac, vrijeme, temperaturu i brzinu, čime se uočava povezivanje nastavnih sadržaja Matematike s drugim nastavnim predmetima i svakodnevnim životom. (MZO, 2019). Markovac (1992) naglašava kako se pri formiranju pojma kod učenika izgrađuje veliki broj novih spoznaja te da je važno posebnu pažnju posvetiti razumijevanju sadržaja pojma jer „bez razumijevanja sadržaja pojma mjerenja neće se izgraditi ispravno i operativno znanje mjerenja veličina“ (Markovac, 1992, 225).

Učenje vjerojatnosti i statistike relativna je novost u nastavi Matematike, a prvi put se uvodi u Nastavni plan i program iz 2006. godine, samo u sedmom razredu osnovne škole, u okvirima tema „Prikazivanje i analiza podataka“ te „Vjerojatnost slučajnog događanja“ (MZOŠ, 2006). Nacionalni okvirni kurikulum, 2011. godine, predviđa uvođenje matematičkog koncepta „Podaci“, od prvog ciklusa, odnosno, od prvog razreda osnovne škole. (MZOŠ, 2011). Loparić (2019) prepoznaje važnost uvođenja sadržaja statistike i vjerojatnosti u osnovne škole, te navodi kako se „s razvojem tehnologije mijenjanju potrebe za znanjima koje će buduće generacije trebati u životu“ (Loparić, 2019, 51) te da su „statistika i vjerojatnost među najnužnijim područjima poznavanja matematike“. (Loparić, 2019, 51). Domena Podaci, statistika i vjerojatnost bavi se „prikupljanjem, razvrstavanjem, analizom i prikazivanjem podataka u odgovarajućem obliku.“ (MZO, 2019) Osim navedenog, učenik će naučiti kako očitati, protumačiti i upotrijebiti dane podatke.

2.1. Metodička načela nastave Matematike

„Metodička načela temeljne su ideje na kojima se i uz pomoć kojih se uređuju subjektivni i objektivni uvjeti učenja u početnoj nastavi matematike“ (Markovac, 1992, 49). Važno je naglasiti da metodička načela nisu isključiva, već se međusobno nadopunjuju i simultano realiziraju. U početnoj nastavi Matematike Markovac (1992) ističe: načelo primjerenosti, načelo aktivnosti, načelo zornosti, načelo postupnosti, načelo individualizacije i načelo objektivne realnosti. Ovim načelima pridružuju se načelo znanstvenosti matematike i načelo trajnosti znanja. Iako Markovac nabrojena načela pridružuje početnoj nastavi Matematike, svaki se učitelj Matematike treba voditi ovim načelima jer „dobro organizirana i valjana izvođena nastava podjednako uvažava i ostvaruje sva metodička načela“ (Markovac, 1992, 49).

Načelo primjerenosti odnosi se na primjerenost sadržaja dobi djeteta, odnosno, kojom brzinom i lakoćom učenici savladavaju sadržaj. Markovac (1992) naglašava kako se učenike ne smije suočiti niti sa suviše zahtjevnim zadacima, niti s laganim zadacima. Naime, u oba

slučaja može doći do pada motivacije učenika: premali zahtjevi vode prema nedovoljnom isticanju sposobnosti, a preveliki zahtjevi do kočenja misaonih procesa, a ponekad i do stvaranja straha prema nastavnom predmetu. Zadaća je učitelja da optimalno optereti učenike, zbog čega načelo primjerenosti ne treba shvaćati kao olakšavanje zadataka. Naime, napor je nužan za razvitak učeničkih sposobnosti. (Markovac, 1992). U nastavi ovo se načelo primjenjuje: „osiguravanjem relevantnog predznanja, izborom i rasporedom te metodičkom interpretacijom sadržaja, metodama i oblicima nastavnog rada, metodičkim oblikovanjem nastavnog sata te odgovarajućim nastavnim sredstvima i pomagalicama.“ (Markovac, 1992, 50). Za učitelja važno je poznavati mogućnosti učenika. Učitelj razredne nastave treba biti svjestan da se dijete koje podučava nalazi (najčešće) u fazi konkretnih operacija. S druge strane, učitelj Matematike, treba biti svjestan da dijete u petom razredu postupno prelazi u fazu formalnih operacija, te svoju nastavu treba prilagoditi mogućnostima djeteta. (Markovac, 1992).

Načelo zornosti odnosi se na transponiranje apstraktnog matematičkog sadržaja u empirijski (perceptivni). (Markovac, 1992). Sadržaj nastavnog predmeta Matematika obiluje apstraktnim pojmovima, a dijete ih usvaja od prvog razreda osnovne škole. Kako bi dijete moglo usvojiti pojmove, oni se transponiraju u vizualne, akustične ili taktilne fenomene. Kada se načelo zornosti primijeni u nastavi Glazbene kulture, učitelj može na sat donijeti instrument. U nastavi Prirode i društva, u usvajanju, na primjer, pojma klijanja, učitelj može koristiti sjemenku graha i na konkretnom primjeru učenicima predložiti pojam klijanja. U nastavi Matematike treba biti oprezan, naime „sadržaji zornosti u početnoj nastavi matematike nisu konkretni objekti ili konkretna realnost, već apstrakcijom i generalizacijom iz realnosti izvedeni pojmovi o kvantitativnim odnosima i prostornim oblicima.“ (Markovac, 1992, 51). Dakle, ukoliko se na satu Matematike usvaja zbrajanje dvaju brojeva, učitelj će vjerojatno koristiti predmete iz okoline, primjerice olovke. Uzimanjem jedne olovke u jednoj, i pribrajanjem druge olovke, u ruci će imati dvije olovke. Međutim, važno je, u ovom slučaju, istaknuti da se ne zbrajaju objekti, već brojevi (količina). (Markovac, 1992).

Načelo vlastite aktivnosti veoma je važna stavka u učenju bilo kojeg nastavnog predmeta, pa tako i Matematike. Naime, ukoliko učenik ne uloži vlastiti trud u usvajanje nastavnog sadržaja, neće postići rezultat. Postoje dvije vrste učeničke aktivnosti: individualna i kolektivna. Individualna aktivnost je „vlastita, najčešće samostalna djelatnost učenika na različitim izvorima znanja“ (Markovac, 1992, 52). S druge strane, kolektivna, odnosno, zajednička aktivnost učenika i nastavnika „najčešće se ostvaruje izlaganjem novog sadržaja, vježbanjem i ponavljanjem, analizom različitih zadataka, provjeravanjem znanja i slično“

(Markovac, 1992, 52). Dakle, za razliku od individualne, kolektivnu aktivnost predvodi nastavnik koji organizira aktivnosti. Kako bi se načelo vlastite aktivnosti primjenjivalo, učiteljima je važno učenike potaknuti na individualnu aktivnost izvan učionice i na kolektivnu aktivnost u učionici, za što je potrebna priprema raznolikih materijala. (Markovac, 1992).

Da bi se objasnilo načelo individualizacije, važno je definirati pojam individualizacije. „Individualizacija je postupak kojim se učenje u nastavi prilagođuje mogućnostima svakog učenika“ (Markovac, 1992, 54). Dakle, da bi se ostvarilo načelo individualizacije, učitelj prilagođava uvjete (i/ili sadržaje) učenja individualnim mogućnostima učenika. Pri prilagođavanju nastave treba razlikovati subjektivno stanje učenika i objektivne uvjete nastave Matematike. Subjektivno stanje učenika uključuje „stanje intelektualnih sposobnosti učenika i prethodno znanje“ (Markovac, 1992, 54). Dakle, učitelj treba poznavati svoje učenike kako bi prilagodio sadržaje njihovim potrebama i mogućnostima. „Razlike u intelektualnoj razvijenosti učenika prvog razreda mogu biti čak četiri godine mentalnog razvoja, a u višim razredima i znatno više“ (Markovac, 1992, 54). Važno je nastavu Matematike prilagoditi na način da svaki učenik usvoji sadržaj. Individualizacija nastave najčešće se provodi nastavnim listićima, diferenciranom razinom nastave i diferenciranim izlaganjem nastavnog sadržaja. (Markovac, 1992).

Načelo postupnosti „uvjetovano je psihološkom činjenicom da se određeni sadržaj ne može shvatiti i učiti, a da se prethodno nisu shvatili i usvojili relevantni sadržaji.“ (Markovac, 1992, 55). Sadržaji u nastavi Matematike se nadograđuju, te učenici, ukoliko nisu naučili zbrajati i množiti, neće moći izračunati opseg ili površinu geometrijskog lika. „Prema načelu postupnosti najprije se usvajaju pojmovi, a potom termini i znakovi kojima se prikazuju“ (Markovac, 1992, 56). Kako bi učitelj bio spreman učenike suočiti s novim sadržajima, mora biti siguran da su prethodni nastavni sadržaji usvojeni s razumijevanjem. (Markovac, 1992).

Načelo objektivne realnosti je načelo „prema kojemu se osnovni matematički pojmovi izvode iz kvantitativnih odnosa objektivne realnosti“ (Markovac, 1992, 56). Postoje tri metodička pristupa formiranju osnovnih matematičkih pojmova: perceptivno-predodžbeni pristup, brojevni i skupovni pristup. (Markovac, 1992).

Načelo znanstvenosti „sastoji se u nužnom skladu nastavnih sadržaja i nastavnih metoda s jedne strane i zahtjeva i zakonitosti matematike kao znanosti s druge strane.“ (Kurnik, 2008, 319). Dakle, važno je da učitelj pomaže učenicima u formiranju znanstveno potvrđenih matematičkih pojmova.

Načelo trajnosti znanja „zahtijeva da prenošenje znanja bude takvo da se usvojena znanja u pamćenju učenika što duže zadrže“ (Kurnik, 2009, 52). Zadaća je učitelja da učenike potakne na dublje shvaćanje matematičkih sadržaja kako bi ih mogli primjenjivati. Iako se kaže da je ponavljanje „majka znanja“, učitelj je vremenski i sadržajno ograničen, stoga je poželjno izmjenjivati nastavne metode i oblike rada i poticati učenike na aktivno sudjelovanje kako bi se što bolje ostvarilo načelo trajnosti znanja. (Kurnik, 2009).

2.2. Primjerenost nastave Matematike dobi učenika

Švicarski teoretičar Jean Piaget (1896.-1980.) definirao je četiri stadija kognitivnog razvoja djeteta: senzomotoričko razdoblje, predoperacijsku fazu, fazu konkretnih operacija te fazu formalnih operacija. Senzomotoričko razdoblje traje od rođenja djeteta do djetetove druge godine života. Senzomotoričko razdoblje prati predoperacijska faza, koja traje do djetetove sedme godine života. Nakon predoperacijske, slijedi faza konkretnih operacija koja započinje oko sedme godine djetetova života te traje do jedanaeste godine. Nakon jedanaeste godine u fazi formalnih operacija formira se sposobnost apstraktnog mišljenja. (Berk, 2008). Dijete u osnovnu školu ulazi na prijelazu s predoperacijske faze u fazu konkretnih operacija, a osnovnu školu završava u fazi formalnih operacija. Odgojno-obrazovni stručnjaci trebaju prilagoditi načine i metode rada kognitivnom razvoju djeteta kako bi dijete u potpunosti moglo savladavati matematičke sadržaje.

Prema prvom stavku 19. članka Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi NN 87/2008 (NN 151/2022), u prvi razred osnovne škole, u Republici Hrvatskoj, upisuju se djeca koja su do 1. travnja tekuće godine napunila šest godina života. Dakle, učenici u najvećem broju slučajeva u školske klupe ulaze sa šest i sedam godina – na prijelazu s predoperacijske faze u fazu konkretnih operacija.

2.2.1. Faza konkretnih operacija

Faza konkretnih operacija započinje oko djetetove sedme godine života, a traje do jedanaeste godine života, odnosno, do petog razreda osnovne škole. Dakle, dijete će u periodu od prvog do četvrtog razreda osnovne škole biti u fazi konkretnih operacija zbog čega je važno da ovu fazu razumiju učitelji razredne nastave koji će u tome razdoblju podučavati dijete. „Tijekom ovog razdoblja mišljenje je daleko logičnije, fleksibilnije i organiziranije no što je bilo tijekom ranog djetinjstva.“ (Berk, 2008, 285). Važno je naglasiti nekoliko promjena koje se događaju u ovoj fazi života djeteta. Dijete u predoperacijskoj fazi nije imalo

sposobnost konzervacije, dok će je u fazi konkretnih operacija razviti. „Sposobnost rješavanja zadataka konzervacije jasan dokaz za postojanje mentalnih akcija koje se podvrgavaju pravilima logike“ (Berk, 2008, 285). Važno je ovo primijeniti tijekom formiranja pojma prirodnih brojeva. Naime, dijete često u školu ulazi da već zna brojati, ali najčešće je to „mehaničko izgovaranje brojevnih riječi, niz verbalnih asocijacija bez razumijevanja njihova značenja.“ (Markovac, 1992, 102). Zadaća učitelja jest da učenike nauči povezati brojnu riječ s količinom, a za to se koriste konkretni materijali iz učenikove okoline. Ukoliko dijete nema izraženu sposobnost konzervacije, neće moći usvojiti pojmove broja, prethodnika i sljedbenika. Također, jedan od odgojno-obrazovnih ishoda nastave Matematike u prvom razredu osnovne škole jest da dijete uspoređuje prirodne brojeve do dvadeset i nulu, a razrada ovog ishoda se ostvaruje u aktivnostima u kojima dijete određuje odnos među količinama (veće, manje, jednako) (MZO, 2019). Kako bi dijete u potpunosti moglo razumjeti pojmove, nužno je da ima razvijenu sposobnost konzervacije. Piaget je također uočio da dijete usvoji konzervaciju broja prije nego konzervaciju duljine, mase i tekućine. Nadalje, u fazi konkretnih operacija razvija se „sposobnost redanja jedinica uzduž kvantitativne dimenzije, poput dimenzije duljine ili težine“ (Berk, 2008, 285) što se naziva serijacijom. Testiranje serijacije Piaget je izvodio pomoću jednostavnog pokusa u kojem je djetetu dao nekoliko štapića različitih duljina, te ga tražio da ih poreda od najkraćeg prema najdužem. Uočio je da dijete u predoperacijskoj fazi štapiće reda u nizove po slučaju, a da će dijete u fazi konkretnih operacija svjesno uočavati duljine štapića pri stvaranju niza. „U procesu serijacije elemenata dijete postaje svjesno da je jedan element veći od prethodnog, a manji od onog koji slijedi.“ (Maričić, Stamatović, 2022, 204). Lako je zaključiti da, bez sposobnosti serijacije, dijete neće moći usvojiti pojam prirodnog broja, pojam prethodnika ili sljedbenika. Naime, Brković navodi kako dijete „uči brojeve prema redosljedu njihovog nizanja“ (Brković, 2000, 161). „Dijete koje se nalazi u stadiju konkretnih operacija ima sposobnost serijacije mentalnim putem, a ta se sposobnost naziva tranzitivno zaključivanje.“ (Berk, 2008, 285). Osim što je Piaget uočio razvijanje sposobnosti konzervacije i serijacije, uočio je i kako dijete u školskoj dobi, u odnosu na predškolsku dob, konkretnije shvaća prostor. (Berk, 2008).

Fazu konkretnih operacija karakterizira jedno važno ograničenje, koje učitelji razredne nastave ne smiju zanemariti. Naime, dijete će loše funkcionirati ukoliko se od njega traži da se bavi apstraktnim idejama. Zato se u nastavi Matematike posebno njeguje korištenje konkretna – opipljivih materijala iz djetetove okoline, poput olovki, štapića ili pikula. Također, djetetu će biti lakše riješiti zadatak u kojem treba na ilustraciji izabrati koja je od tri djevojčice viša,

no ukoliko se djetetu postavi zadatak kao što je: „Mateja je viša od Lucije, a Lucija je viša od Ane. Koja je djevojčica najviša?“ trebat će mu više vremena i vjerojatno će imati teškoće pri rješavanju. (Berk, 2008).

2.2.2. Faza formalnih operacija

Faza formalnih operacija, kao što je navedeno, započinje oko djetetove jedanaeste godine života, odnosno, gotovo se preklapa s polaskom djeteta u peti razred osnovne škole. U fazi formalnih operacija mladi „razvijaju sposobnost apstraktnog, znanstvenog mišljenja.“ (Berk, 2008, 363). Za razliku od prethodne faze, faze konkretnih operacija, djetetu više nisu nužno potrebni konkretni materijali, što se može povezati i s nastavnim procesom. Berk (2008) navodi kako su dvije glavne značajke faze formalnih operacija hipotetičko-deduktivno rasuđivanje te propozicijsko mišljenje. Adolescenti problem rješavaju „stvarajući opću teoriju o svim mogućim činiteljima koji mogu utjecati na ishod i iz nje dedukcijom dolaze do specifičnih hipoteza o tome što se može dogoditi“ (Berk, 2008, 363). Hipoteze, odnosno, pretpostavke o događajima, adolescent zatim testira kako bi uvidio koja od pretpostavki funkcionira. Dakle, put rješavanja problema kreće od mogućeg prema realnom. Dijete u fazi konkretnih operacija rješenje problema tražit će odmah u realnom, a ukoliko rješenje ne funkcionira, neće moći promisliti o alternativnim rješenjima problema. Ovaj se proces rješavanja problema od mogućeg prema realnom naziva hipotetičko-deduktivnim rasuđivanjem. (Berk, 2008). Dijete, u fazi konkretnih operacija, logiku tvrdnji procjenjuje „razmatrajući ih u odnosu na konkretne dokaze u stvarnom svijetu“ (Berk, 2008, 364). S druge strane, u fazi formalnih operacija, adolescentu nije potreban konkretan dokaz. Ova se važna karakteristika faze formalnih operacija naziva propozicijskim mišljenjem. (Berk, 2008).

Jean Piaget nije smatrao da je jezik ključan za kognitivni razvoj djeteta. Naime, „vjerovao je kako senzomotorička aktivnost dovodi do unutarnjih predodžbi iskustava.“ (Berk, 2008, 216). Međutim, za razdoblje adolescencije, vjerovao je kako je jezični razvoj važan. Naime, „apstraktno mišljenje zahtijeva na jeziku utemeljene sustave reprezentacije koji ne predstavljaju stvarne objekte, sustave poput onih u višoj matematici.“ (Berk, 2008, 364). Nastava Matematike u višim razredima osnovne i u srednjoj školi uključuje brojne apstraktne pojmove u području algebre i geometrije. Primjerice, dijete će u osmom razredu osnovne škole primjenjivati volumen i oplošje geometrijskih tijela, volumen će objasniti kao „mjeru prostora koju zauzima tijelo“ (MZO 2019), a oplošje povezati s „mrežom geometrijskog tijela“ (MZO 2019).

Za bavljenje matematikom treba imati osjećaj za broj, sposobnost brojenja, razlikovanja i uspoređivanja brožanih veličina, sposobnost računanja, sposobnost apstraktnog mišljenja, osjećaj za uzrok i posljedicu, sposobnost stvaranja i upravljanja uzročno-posljedičnim nizovima činjenica i događaja, sposobnost logičkog razmišljanja, sposobnost razmišljanja o odnosima među objektima i sposobnost snalaženja u prostoru. (Šuljić, 2009). Kao što je rečeno, proces kognitivnog sazrijevanja varira od djeteta do djeteta, a sadržaj nastavnog predmeta je jednak, zbog čega je zadaća učitelja da kombiniranjem različitih metoda i oblika rada maksimalno prilagodi usvajanje sadržaja djetetovim mogućnostima i potrebama. U matematičkim aktivnostima učenicima od velike pomoći može biti i primjena tehnologije. (MZO, 2019).

3. Digitalni alati u nastavi Matematike

Primjena tehnologije u nastavi Matematike „pomaže učenicima u matematičkim aktivnostima kojima su u središtu zanimanja matematičke ideje, pri provjeravanju pretpostavki, pri obradi i razmjeni podataka i informacija te za rješavanje problema i modeliranje.“ (MZO, 2019).

Digitalni alati omogućuju izradu vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja. Ono što treba naglasiti jest da nisu usko vezani samo uz jedan uređaj, već se mogu koristiti na više uređaja, čime postaju dostupniji za korištenje u nastavi. (Greefrath, Hertleif, Siller, 2018). Digitalne nastavne sadržaje korisnik može podijeliti s drugim korisnicima te ih učiniti javno dostupnima. Osim izrade digitalnih nastavnih sadržaja, učitelji mogu digitalne alate koristiti kako bi proces učenja i poučavanja učinili zanimljivijim, kako bi motivirali učenike te kako bi nastavu Matematike približili svakom učeniku. U nastavku će biti prezentirani neki digitalni alati koji omogućuju izradu dinamičnih sadržaja (ili prilagodbu postojećih) koji se mogu koristiti u nastavi Matematike.

3.1. Arcademics

Arcademics je aplikacija koja nudi „online edukativne videoigre koje omogućuju razvijanje jezičnih i matematičkih vještina“. (*Arcademics: About Us*, 2023, para. 1). Aplikaciju je moguće preuzeti u *App Storeu* za iOS uređaje, te u *Trgovini Play* za Android uređaje. Također, objavljene igre programirane su u HTML 5 tehnologiji, što omogućuje pokretanje na bilo kojem uređaju, koristeći mrežni preglednik. Videoigre koje nudi ova aplikacija najčešće su prilagođene na način da ih može igrati veći broj igrača u isto vrijeme, te

samim time potiču natjecateljski duh. Autori *Arcademicsa* naglašavaju tri paradigme. Prva je da učenici svoje greške ne gledaju kao neuspjeh, već kao priliku da se više potrudite i nauče nešto novo. Druga da ponavljanje sadržaja može biti zabavno. Treća glasi da trenutna povratna informacija može omogućiti bolji napredak učenika. (*Arcademics: How it works*, 2023).

Kako bi se pristupilo videoigramama, nije potreban korisnički račun. Kada korisnik pristupi aplikaciji, na početnom zaslonu dočeka ga najbolji igrača dana i pristup besplatnim igrama. Igre su podijeljene u kategorije prema razredu i prema sadržaju. Tako će korisnik moći odabrati ili razred (od prvog do šestog) ili sadržaj (geometrijske likove, brojeve, zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje, cijele brojeve, novac, vrijeme, decimalne brojeve, razlomke, omjere i proporcije, algebru). Uz navedene matematičke sadržaje, u aplikaciji su dostupne i kategorije jezičnih aktivnosti, sricanja, pisanja i geografskih aktivnosti.

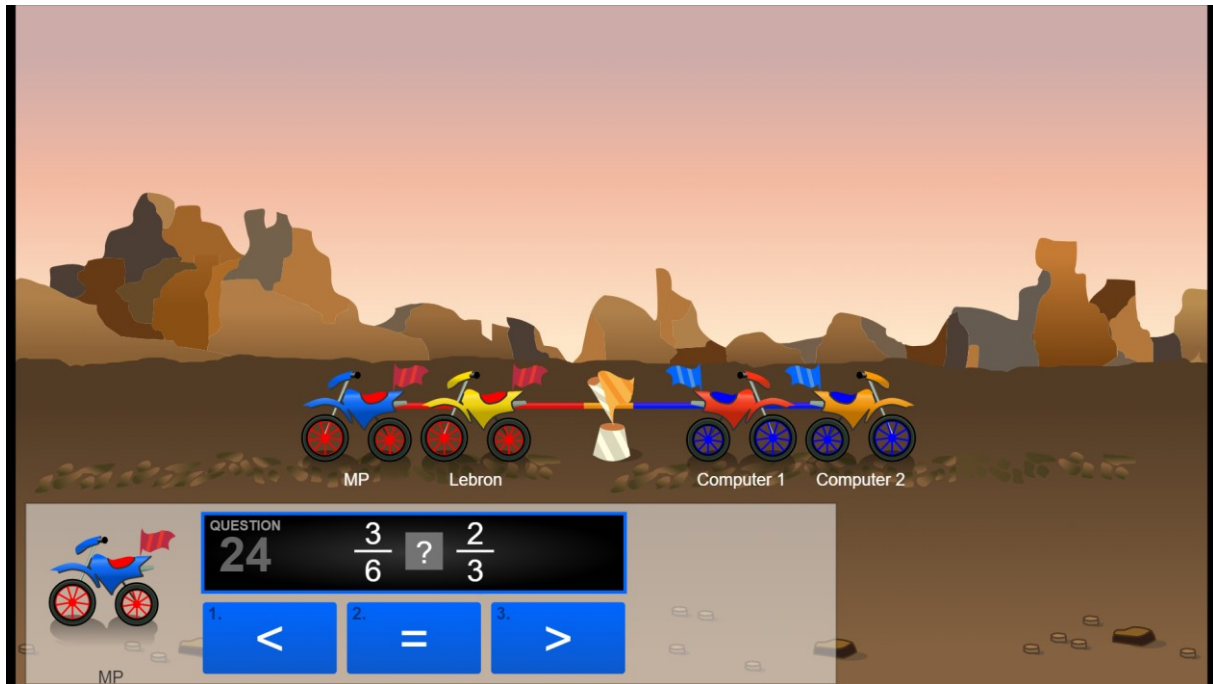
Osim besplatne verzije, postoji i verzija *Arcademics Plus*, koja omogućuje prilagodbu sadržaja igara, podatke o uspjehu učenika i video lekcije. Korisnik može besplatno isprobati ovu opciju kreirajući korisnički profil. Pri kreiranju profila, korisnik bira obiteljski profil, profil učionice ili profil škole. Ni cijena korištenja ni trajanje besplatnog isprobavanja verzije nisu javno dostupni. (*Arcademics: How it works*, 2023).

Aplikacija je dostupna isključivo na engleskom jeziku, zbog čega je za učitelje nužno poznavanja osnova jezika. Videoigre matematičkog sadržaja prilagođene su učenicima te nije nužno znanje engleskog jezika kako bi ih mogli igrati. (*Arcademics: about us*, 2023).

3.1.1. Primjer korištenja Arcademicsa u nastavi

S obzirom da je *Arcademics* aplikacija koja nudi mogućnost simultanog igranja više igrača, opciju bi bilo dobro iskoristiti s učenicima starije dobi. Aktivnost „Dirt Bike Comparing Fractions“ (slika 1) učenike dovodi pred izazov natjecanja povlačenja konopa motornim vozilima. Dvoje učenika udružuje snage protiv računala te rješavaju zadatke. Točno riješeni zadaci vode tim u pobjedu. Zadatak je uspoređivati razlomke. S obzirom da se radi o aktivnosti natjecateljskog tipa, bilo bi dobro provoditi ju na satima vježbanja i ponavljanja prije provjere znanja. Učenici ovom aktivnošću rješavaju 30 zadataka usporedbe razlomaka. Igra se može izraditi kao privatna, za čiji ulaz učenici trebaju znati lozinku, ili kao javna, gdje će igrati s drugim korisnicima. U učionici bi bilo najbolje koristiti opciju izrade

privatne igre. S obzirom da učenici surađuju u paru, aktivnost potiče stvaranje pozitivnog razrednog ozračja. Kako bi se aktivnost mogla provesti, potrebno je da svaki par ima uređaj s pristupom internetskoj vezi kako bi pristupio aplikaciji.



Slika 1: Sučelje igrolike aktivnosti „Dirt Bike Comparing Fractions“, dostupno na: <https://www.arcademics.com/games/dirt-bike-comparing-fractions>. Pristupljeno: 25. svibnja 2023.

3.2. GeoGebra

GeoGebra je dinamični matematički program razvijen na Sveučilištu u Salzburgu, a razvio ga je austrijski matematičar i nastavnik matematike Markus Hohenwarter. Hohenwarter je, naime, u diplomskom radu 2001./2002. „želio samo isprobati kako bi moglo izgledati povezivanje geometrije i algebre kroz analitičku geometriju ravnine“ (Glasnović Gracin, Šuljić, 2006, 225).

Ubrzo nakon izlaska, *GeoGebra* je privukla pažnju hrvatskih učitelja i nastavnika te se nametnula kao jedan od najčešće korištenih matematičkih programa. Jedan je od razloga činjenica da se radi o programu otvorena koda, što znači da je besplatan za nekomercijalno korištenje. Drugi razlog jest da je u potpunosti prevedena na hrvatski jezik. Osim na hrvatski, *GeoGebra* je danas prevedena na 36 svjetskih jezika. Šime Šuljić izdvaja *GeoGebra* kao profesionalno napravljen program koji povezuje algebru i geometriju, vrlo jednostavan za upotrebu. Navodi i kako, osim učitelja, s programom mogu raditi i učenici. Također, izdvaja i grafiku programa te pogodnost prijenosa crteža u druge programe. (Šuljić, 2005).

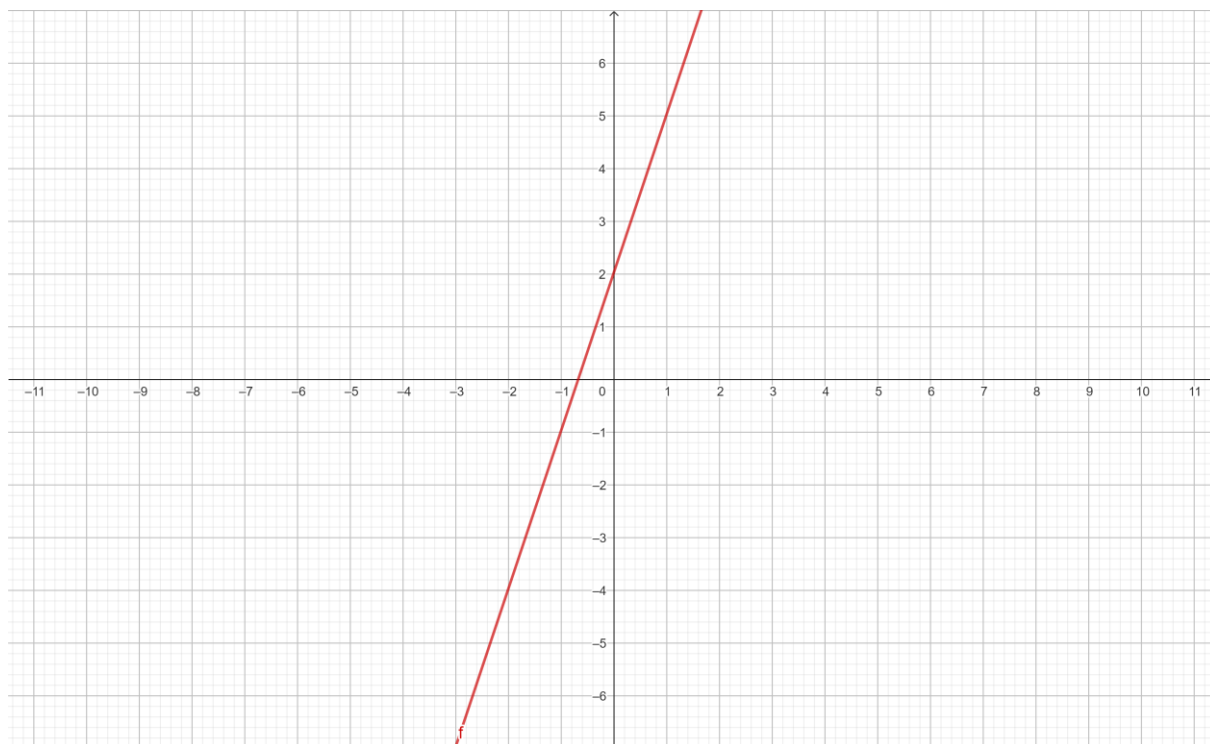
Danas je u okviru *GeoGebre* dostupno više besplatnih aplikacija, a to su: Komplet kalkulatora, Grafički kalkulator, 3D kalkulator, Geometrija, CAS kalkulator i Znanstveni kalkulator. Komplet kalkulatora korisniku nudi opcije crtanja funkcija u koordinatnom sustavu, konstruiranja likova, rješavanja jednadžbi te izrađivanje trodimenzionalnih objekata. Grafički kalkulator korisniku služi za crtanje grafova funkcija ili traženje osobitih točaka. Trodimenzionalne funkcije, plohe ili geometrijske likove korisnik može nacrtati pomoću 3D kalkulatora, dok će geometrijske likove, kutove ili transformacije korisnik izraditi u aplikaciji Geometrija. CAS kalkulator korisniku pomaže u rješavanju jednadžbi, faktoriziranju, deriviranju i integriranju, te će ga najčešće koristiti nastavnici Matematike u srednjim školama. (*GeoGebra*: preuzmi aplikacije).

Korisnik je u mogućnosti navedene aplikacije pokrenuti u mrežnom pregledniku ili ih preuzeti te pokrenuti na svom uređaju. Aplikacije su besplatno dostupne za iOS, Android, Windows, Mac, Chromebook i Linux, te se, nakon preuzimanja, mogu pokretati i koristiti bez pristupa internetskoj mreži. (*GeoGebra*: preuzmi aplikacije).

U *GeoGebri* korisnik može izraditi vlastite digitalne nastavne sadržaje u ponuđenim aplikacijama te ih podijeliti s ostalim korisnicima, a može koristiti digitalne nastavne sadržaje koje izrađuju drugi korisnici. Uradci korisnika podijeljeni su u više kategorija: aritmetika, statistika, funkcije, algebra, vjerojatnost, analiza, trigonometrija i geometrija. Svaka kategorija ima više potkategorija koje korisnicima olakšavaju pronalazak željenog sadržaja. Osim u navedene, matematičke aktivnosti podijeljene su i u kategorije prema dobi učenika: aktivnosti za dob od 6 do 10 godina, aktivnosti za dob od 11 do 14 godina, aktivnosti za dob od 15 do 18 učenika te matematičke aktivnosti za studente. Dakle, aktivnosti su primjerene učenicima od prvog do četvrtog razreda osnovne škole, od petog do osmog razreda osnovne škole, za srednju školu i fakultete, što učiteljima i nastavnicima može pomoći u pronalasku primjerenog digitalnog nastavnog sadržaja.

3.2.1. Primjer korištenja *GeoGebre* u nastavi

GeoGebra je alat koji se može primjenjivati pri ostvarivanju ishoda svih domena nastave Matematike u osnovnoj školi. Mogućnost alata da se sadržaj izveze u obliku slike omogućuje i široku primjenu u kombinaciji s drugim alatima. Također, *GeoGebra* je alat koji može olakšati i izradu vlastitih radnih listića ili provjera znanja. Na primjer, korisnik može upisati željenu funkciju, a alat će ju nacrtati, te se crtež može izvesti u obliku slike. Na slici 2 prikazan je primjer izvedenog crteža grafikona jednadžbe $f(x) = 3x + 2$.



Slika 2: Primjer crtanja jednadžbe $f(x) = 3x + 2$ u GeoGebri. Osobna arhiva.

Osim predočenja matematičkih koncepata, *GeoGebra* nudi mogućnost izrade animiranih prikaza i interaktivnih aktivnosti. Slika 3 prikazuje aktivnost „Žaba i lopoč“. Zadatak je učenika izračunati koliko je žaba udaljena od lopoča. Pritiskom na zeleni gumb s trokutom, mijenjaju se pozicije žabe i lopoča. Učenik će zatim izračunati koliko je skokova potrebno žabi da dođe do lopoča. Broj skokova će upisati na predviđeno mjesto, te će točnost zadatka provjeriti pritiskom na kvadratić uz riječ provjera. Ukoliko učenici imaju teškoća s rješavanjem, dostupna je pomoć koju učenici samostalno aktiviraju pritiskom praznog kvadratića uz riječ pomoć. Pomoć učenike usmjerava da prate dvije crvene točke na brojevnoj crti.

POMOZI ŽABI DOĆI DO LOPOČA



Slika 3: Sučelje aktivnosti „Pomozi žabi doći do lopoča“. Osobna arhiva.

Aktivnost je ograničena na skup brojeva do 20, te je namijenjena učenicima prvog razreda osnovne škole s ciljem uvježbavanja zbrajanja i oduzimanja brojeva u skupu do 20 uz korištenje brojevnice.

U nastavku je opisan tijek izrade aktivnosti:

- Prvi je korak odabrati da se na prikazu pojavljuje samo x-os s jediničnim prikazom vrijednosti
- definiranje klizača „n“ kao slučajnog broja između 0 i 20
- definiranje klizača „a“ kao slučajnog broja između 0 i 20
- učitavanje ilustracija lopoča i žabe s računala
- veličina i pozicija ilustracija određena je trima točkama:
 - o žaba: točka B (a,0), točka A (B + (-1, 0)) i točka F (B+(-1, 0.71))
 - o lopoč: točka D (n + 0.5, 0), točka C (D + (-1.5, 0.5)) i točka E (D + (-1.15, 1.90))
- točke kojima je određena veličina i pozicija ilustracija su skrivene (osim točke A koja je prikazana kao crveni krug)
- na ilustraciju lopoča dodana je točka G (D + (-0.5, 0)) koja je prikazana kao crveni krug ispod ilustracije
- kada su dodani likovi, dodaje se tekst „Pomozi žabi doći do lopoča“
- dodavanje akcijskog gumba
 - o u postavkama akcijskog gumba u kartici Skriptiranje povezuje se gumb s točkama B i D
 - o u prazan prostor upisuje se sljedeće:

$B=(a,0)$

$a = \text{SlučajniBrojIzmeđu}(0,20) - \text{određuje položaj žabe}$

$D=(N+0.5,0)$

$n = \text{SlučajniBrojIzmeđu}(0,20) - \text{određuje položaj lopoča}$

$a \neq n$ – osigurava da se lopoč i žaba ne nađu na istoj poziciji

- dodavanje tekstualnog polja „Broj koraka“ te povezivanje vrijednosti s klizačem „b“
 - o klizač b nije prikazan
 - o definiranje klizača b s vrijednostima od 0 do 20 i pomakom za 1
 - o kako bi učenik samostalno mogao upisati broj, vrijednost b klizača se postavlja kao ? naredbom „PostaviVrijednost [b,?]“, naredba je upisana u skripti prethodno opisanog akcijskog gumba
- definiranje klizača „s“ kao udaljenost od točke B do točke D (klizač je definiran kao cijeli broj)
- postavljanje uvjeta točnosti riješenog zadatka upisom naredbe: ako(b=s, „Točno“, „Pokušaj ponovno“) koja znači da ukoliko je upisana vrijednost klizača b jednaka udaljenosti od točke B do točke D, onda se pojavljuje tekst Točno, a ukoliko nije jednaka, pojavljuje se tekst „Pokušaj ponovno“
- potvrdni okvir: „Provjeri“ povezan s prethodnom naredbom; označavanjem potvrdnog okvira pojavljuje se povratna informacija o točnosti riješenosti zadatka
- tekst: „Pomoć: Promotri crvene točke na brojevnom pravcu! :)“
- potvrdni okvir „Trebaš li pomoć“ povezan s prethodnim tekstom

3.3. ICT AAC Matematički vrtuljak

Projekt Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (skraćeno: ICT-AAC) provodio se u razdoblju od ožujka 2013. do ožujka 2015. godine s ciljem „prijenosa znanja koristeći informacijske i komunikacijske tehnologije“ (Negulić, 2016, para. 1). Projekt je financirao Europski fond za ulaganje u znanost i inovacije. Ovim projektom nastao je veći broj besplatnih aplikacija razvijenih za Android i iOS uređaje, a neke je moguće pokrenuti u internetskom pregledniku. (Negulić, 2016).

Jedan od vrijednih plodova projekta jest aplikacija ICT AAC Matematički vrtuljak koja u četiri različite igre korisnicima pomaže u vježbanju vještina povezivanja pojma broja i količine koju broj predstavlja te u savladavanju osnovnih matematičkih operacija.

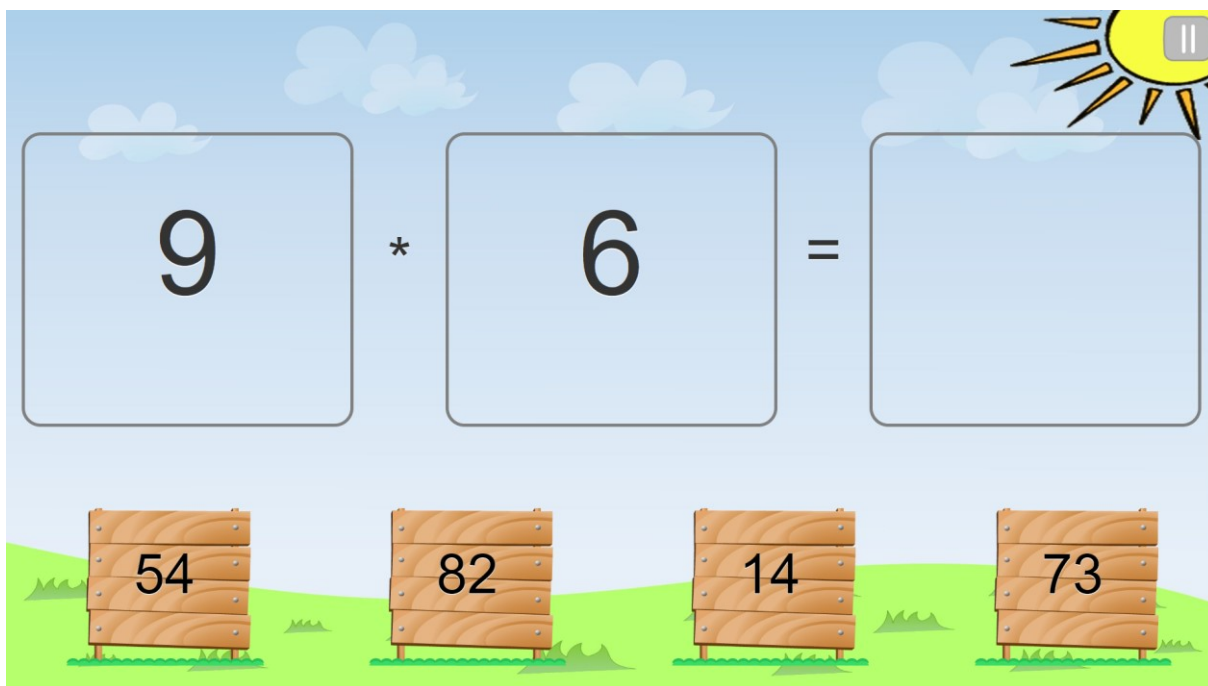
Aktivnostima „Brojevi“ i „Različiti skupovi“ korisnik će vježbati povezivanje skupa i brojke. U postavkama aktivnosti „Operacije“ se može definirati skup brojeva u kojem korisnik želi računati, a osim prilagodbe skupa brojeva, korisnik može prilagoditi i računске operacije. (ICT-AAC, 2013).

3.3.1. Primjer korištenja Matematičkog vrtuljka u nastavi:

Aplikacija je namijenjena učenicima nižih razreda osnovne škole, a s obzirom na sadržaj, najprimjerenija je prvom razredu osnovne škole. Međutim, osim zbrajanja i oduzimanja, u igri „Operacije“ mogu se naći zadaci množenja i dijeljenja (učitelj odabire koju računsku radnju želi u zadatku) zbog čega se aplikacija može koristiti i u radu s djecom starijeg uzrasta. Učitelj može igru koristiti u drugom razredu, kada se usvaja pojam množenja. U tom će slučaju igru prilagoditi na množenje, izabrat će skup brojeva u kojem će se računati te oblik u kojem će se pojaviti brojevi (brojka, simbol ili kvadratići). Postavke igre „Operacije“ prikazane su na slici 4. S obzirom na prilagodbu sadržaja, igru je najbolje izvesti na način da ju učitelj pokrene na svom uređaju, te projicira sadržaj učenicima koji će samostalno ili u skupinama rješavati zadatke. Sučelje igre (slika 5) je jednostavno te prikazuje zadatke množenja, ovisno o izabranom obliku (broj ili simbol).



Slika 4: Sučelje ICT AAC Matematičkog vrtuljka. Dostupno na: <http://usluge.ict-aac.hr/AACMatematika/>. Pristupljeno: 22. svibnja 2023.



Slika 5: Sučelje ICT AAC Matematičkog vrtuljka. Dostupno na: <http://usluge.ict-aac.hr/AACMatematika/>. Pristupljeno: 22. svibnja 2023.

3.4. Mathigon

Mathigon, u hrvatskoj verziji „Matematičko igralište“, je internetski projekt koji je stvorio programer Philipp Legner, 2012. godine. Projekt je kreiran kao e-udžbenik, a pod pojmom e-udžbenika, Šime Šuljić (2016) „podrazumijeva široki spektar raznih obrazovnih sadržaja, od nekoliko interaktivnih stranica do klasične knjige u PDF obliku“ (Šuljić, 2016, 162). Danas je *Mathigon* zadržao oblik e-udžbenika, ali i poprimio oblik virtualnog učitelja. Potreba za projektom, prema autorima, nastala je zbog jednoličnosti nastave Matematike, koja se često svodila na učitelja koji objašnjava pojam, učenika koji pojam nauči te provjere je li učenik usvojio pojam. Cilj je *Mathigona* okrenuti se k procesu učenja, koji može i treba biti zanimljiv i dinamičan. (*Mathigon: o nama*, 2022).

Današnji tim kreatora na *Mathigonu* čini velik broj informatičkih stručnjaka na čelu s autorom Phillipom Legnerom, te edukatora koji svojim znanjem, iskustvom i međusobnom suradnjom kreiraju sadržaje koji su dostupni svakom korisniku. Kada korisnik otvori aplikaciju, pred njim se nalazi traka s četiri stavke: *Polypad*-om, „Knjižnicom tečajeva“, „Aktivnostima“ i „Lekcijama“. *Polypad* je „sustav virtualnih manipulativnih sredstava“ (Breščanski, 2022, para. 3). Uz bijelu ploču *Polypada*, korisniku su dostupne pločice koje su podijeljene u više skupina: geometriju, brojeve, razlomke, algebru, vjerojatnost i podatke te igre i aplikacije. Korisnik pomoću alata može kreirati mnoštvo digitalnih nastavnih sadržaja

prvenstveno za nastavu Matematike, ali ova aplikacija može biti način za korelaciju Matematike s drugim školskim predmetima poput Prirode i društva ili Glazbene kulture. (Breščanski, 2022).

Knjižnica tečajeva nudi veliki broj *online* lekcija, namijenjenih primarno učenicima srednjih škola. Dio lekcija je preveden na hrvatski jezik, dok su neke dostupne samo na engleskom jeziku. Jedna lekcija uključuje više interaktivnih aktivnosti koje učenik samostalno rješava. Kada pristupi lekciji, učeniku je dostupan uvod u lekciju s početnom aktivnošću. Tek kada dovrši početnu aktivnost, otvara mu se sljedeći dio lekcije, te se postupak ponavlja do završetka lekcije. Na ovaj način, učenika se potiče da primijeni stečeno znanje. Tijekom rješavanja zadataka, u donjem desnom kutu ekrana dostupan je virtualni asistent Archie koji učeniku daje trenutnu povratnu informaciju. Trenutno je u funkciji beta verzija u kojoj učenik asistentu može postaviti pitanje te dobiti trenutačan odgovor. (*Mathigon: Knjižnica tečajeva*, 2022).

Korisnik može, osim *Polypad*-a i „knjižnice tečajeva“, pristupiti „aktivnostima“. „Aktivnosti“ nude interaktivne sadržaje s elementima igrifikacije. Korisniku su dostupne aktivnosti: „Vremenska crta matematike“, „Factris“, „Množenje srcem“, „Problemi i zagonetke“, „Almanah zanimljivih brojeva“, „Matematički origami“, „Eksplozirajuće točkice“, „Tangram Builder“, „Alisa u zemlji fraktala“, „Primjene matematike“, „Igra društvenog udaljavanja“ i „Lov na blago“. Važno je naglasiti kako su sve aktivnosti osim „Tangram Buildera“ i „Igre društvenog udaljavanja“ na engleskom jeziku te zahtijevaju znanje engleskog jezika kako bi se mogle koristiti u nastavi. (*Mathigon: aktivnosti*, 2022).

Posljednja stavka alatne trake su „lekcije“. „Lekcije“ uključuju aktivnosti za učenike, igre, ideje za učitelje, planove lekcija te vodiče kako koristiti *Polypad*. Lekcije snimaju i objavljuju korisnici, te su većinom na engleskom jeziku. (*Mathigon: lekcije*, 2022).

Za korištenje *Mathigona* nije nužna prijava, ali u tom slučaju korisnik ne može pratiti vlastiti napredak niti sačuvati kreiran sadržaj. Ukoliko se korisnik prijavi u aplikaciju, otvaraju mu se navedene mogućnosti. Kada se osoba želi prijaviti u aplikaciju, izabire svoju ulogu: učenik, učitelj ili roditelj. Učenički račun „omogućuje pohranjivanje napretka i personaliziranje sadržaja učenja“. (Breščanski, 2022, para. 1), roditeljski „upravljanje računima svoje djece i pregled podataka o njihovom napretku“ (Breščanski, 2022, para. 1) dok će učiteljski račun imati najviše mogućnosti. Učiteljski račun objedinjuje karakteristike roditeljskog računa (upravljanje računima učenika i pregledavanje podataka o napretku

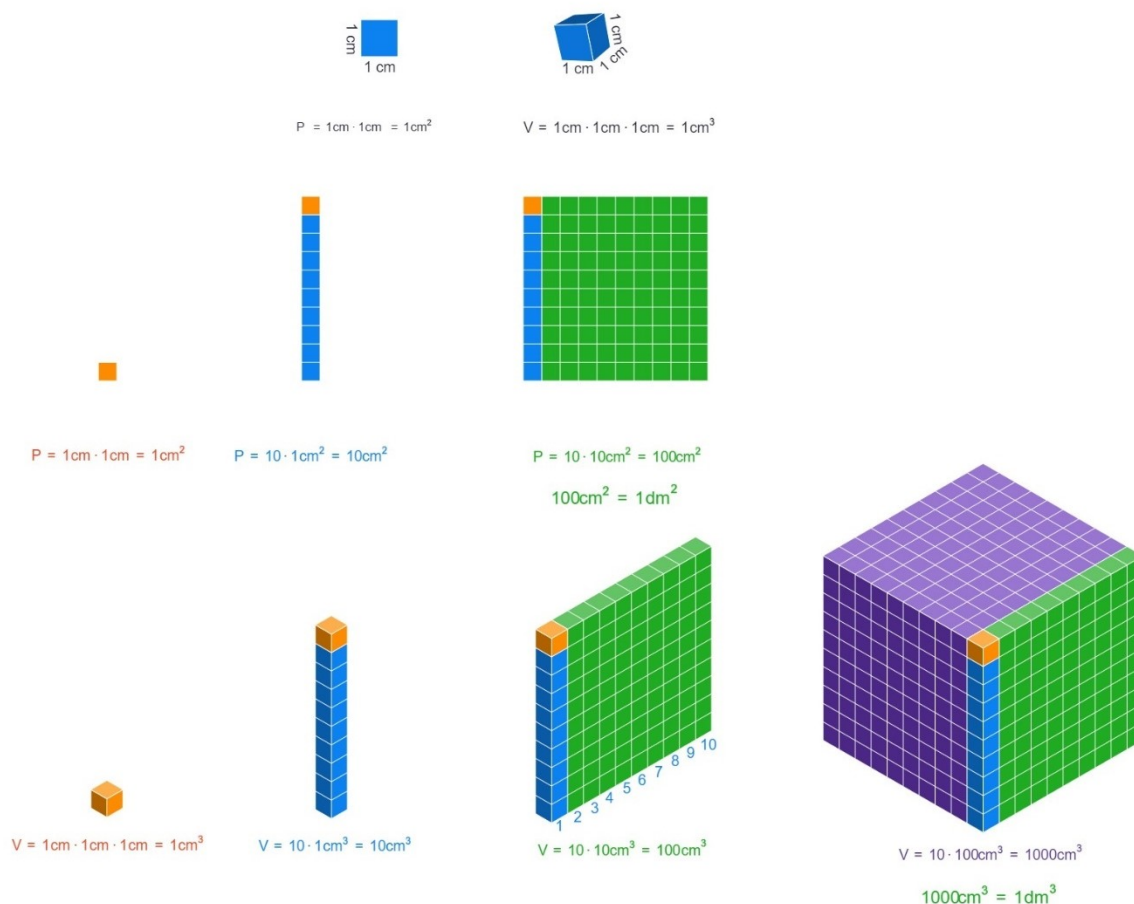
učenika) s mogućnošću povezivanja s Google učionicom. Također, učitelj može kreirati i spremite vlastite digitalne nastavne sadržaje. (Breščanski, 2022).

3.4.4. Primjer korištenja Mathigona u nastavi:

Mathigon se u nastavi, zbog širokog spektra mogućnosti koje pruža, može koristiti na različite načine u satima usvajanja novog sadržaja i u satima ponavljanja ili satima vježbanja. U nastavku je prikazan primjer korištenja *Mathigona* na satu usvajanja novog sadržaja, a sadržaj koji učenici usvajaju jest volumen kocke. U pločici brojevi nalaze se jedinični kvadrati i jedinične kocke. Učitelj može usporediti ranije naučen sadržaj o površini kvadrata, te ga povezati s novim sadržajem – volumenom kocke. Učenici tijekom usvajanja pojma površine na milimetarski papir mogu nacrtati jedinični kvadrat, zatim nacrtati različite likove te brojati koliko jediničnih kvadrata čini lik. S druge strane, kada se radi o usvajanju pojma volumena, učenici najprije volumen računaju prebrojavajući jedinične kocke. Jedinične kocke teže je nacrtati, pa je opcija ispisa sadržaja kreiranog u *Mathigonu* moguć način da učenici imaju pisani trag o usvojenom sadržaju.

Dakle, nakon što učenici promotre razliku između jediničnog kvadrata i jedinične kocke, učitelj će dodati plavi lik, a učenici će prebrojiti koliko jediničnih kockica čini lik (njih 10). Zatim će učitelj dodati zeleni lik, a učenici će prebrojati koliko plavih likova stane (njih 10) te zaključiti da se zeleni lik sastoji od 100 jediničnih kockica. Posljednja je aktivnost prebrojavanje koliko puta zeleni lik stane u ljubičastu kocku (10 puta). Učenici će množenjem izračunati da je u ljubičastoj kocki $10 \cdot 100 = 1000$ jediničnih kockica. Zatim slijedi uvođenje mjernih jedinica i ponavljanje postupka uz zapisivanje računa. Konačan izgled plana ploče kreiranog u *Mathigonu* dostupan je na slici 6.

VOLUMEN



Slika 6: Usvajanje pojma volumena kocke uz pomoć digitalnog alata "Mathigon". Osobna arhiva.

3.5. Matific

Matific je platforma za učenje matematike kroz interaktivne, pedagoški utemeljene igrolike aktivnosti i predložke nastavnih listića. Aktivnosti koje su dostupne podijeljene su u dvije skupine: po razredu (vrtićka dob, te od prvog do šestog razreda osnovne škole) te po temi (cijeli brojevi, računanje s cijelim brojevima, razlomci, decimale, postotci, omjer i proporcija, negativni brojevi, mjerenja, geometrija, podaci, statistika i vjerojatnost, algebra te dodatno znanje i radionice). Autori *Matifica* ističu kako je aplikacija pedagoški utemeljena, nudi visoku razinu interakcije, gradi konceptualno razumijevanje te nudi praktične vježbe. (*Matific: značajke proizvoda*, 2023).

Dijelu sadržaja moguće je pristupiti i bez kreiranja korisničkog računa, međutim, ukoliko korisnik želi kreirati korisnički račun, opredjeljuje se za jednu od tri moguće uloge: učitelja, vodećeg u školi ili roditelja. Učitelji imaju mogućnost praćenja napretka svakog učenika u skupini u stvarnom vremenu. Mogu dodjeljivati zadatke učenicima, a aktivnosti

moгу i prilagoditi napretku učenika. Roditelji imaju opciju upravljačke ploče za roditelje, roditeljskih izvješća i roditeljskih zadataka. (*Matific: značajke proizvoda, 2023*).

Učenici sadržajima mogu pristupiti koristeći račun roditelja. Odabirom opcije „igraj kao učenik“ otvara se novi prozor u kojemu učenik odabire razred koji pohađa te pristupa sadržaju tog razreda. Prvi korak je stvaranje vlastitog lika u kojem učenik odabire kako će njegov lik izgledati te mu daje ime. Tijekom napretka, otvaraju se i nove mogućnosti promjene izgleda lika što može motivirati učenike na rad. Upute za izradu lika koje učenik dobiva dostupne su u pisanom obliku i u govorenom obliku, na hrvatskom jeziku. Međutim, s obzirom da se radi o prijevodu, moguće su pravopisne i gramatičke pogreške. Nakon kreiranja vlastitog lika, pred učenikom se pojavljuje interaktivna karta s otočićima. Svaki otočić nudi drugi sadržaj: „Otok pustolovina“, „Dodijeljeni zadaci“ i „Zona treniranja“ otvoreni su za sve učenike, dok je za otok „Arena“ ograničen pristup. „Otok pustolovina“ nudi 50 razina s jednostavnim igrolikim aktivnostima primjerenim dobi učenika. Učenik nakon svake razine skuplja bodove ovisno o točnosti riješenih zadataka. „Dodijeljeni zadaci“ su zadaci koje učitelj ili roditelj dodjeljuje. U „zoni treniranja“ učenici samostalno biraju sadržaj koji žele vježbati. (*Matific: značajke proizvoda, 2023*).

Matific nudi besplatnu probnu verziju s dostupnim pristupom svim sadržajima, a cijena pristupa sadržaju nije javno dostupna. Aplikaciju je moguće besplatno preuzeti na računala s operacijskim sustavom Windows ili ju pokrenuti u internetskom pregledniku. Sadržaj prati „više od 200 kurikuluma i udžbenika diljem svijeta“ (*Matific: značajke proizvoda, 2023*), a preveden je na 40 jezika, uključujući i hrvatski jezik. (*Matific: značajke proizvoda, 2023*).

3.5.1. Primjer korištenja Matifica u nastavi

Matific se u može koristiti u učionici, a učenici ga mogu koristiti i samostalno, kod kuće. S obzirom da se potpuni pristup aplikaciji plaća, u daljnjem tekstu bit će opisan primjer besplatnog korištenja aplikacije u učionici.

Kao što je rečeno, *Matific* nudi igrolike aktivnosti iz brojnih matematičkih područja. Jedna od njih jest „Skakanje po brojevnom pravcu“ (slika 7). Aktivnost je namijenjena za ponavljanje ili uvježbavanje sadržaja oduzimanja prirodnih brojeva u skupu do 10. Cilj je igre da učenici pomoću brojevne crte izračunaju koliko puta kolačić treba odskočiti da bi stigao u usta lika Brooga. Učenicima su ponuđeni odgovori, a oni izabiru onaj za koji smatraju da je

točan. Igra se u učionici može izvesti na način da učitelj frontalno upravlja igrom, da učenici u skupinama imaju uređaj putem kojeg bi mogli pristupiti aplikaciji ili da svaki učenik ima svoj uređaj.



Slika 7: Sučelje aktivnosti "Skakanje po brojevnom pravcu". Dostupno na: <https://www.matific.com/share-episode/?slug=HoppingOnTheNumberLineAdditionUpTo20>.
Pristupljeno: 27. svibnja 2023.

3.6. Microsoft PowerPoint

Microsoft *PowerPoint* alat je koji omogućuje izradu prezentacija. Prezentacije se „sastoje od niza „slajdova“ koji mogu sadržavati tekst, slike, grafičke prikaze, tablice, video isječke i tonske zapise“ (Gal, 2007, 117). Danas, osim nabrojanih, dodane su i nove mogućnosti poput implementacije trodimenzionalnih oblika. Korisnik pri izradi prezentacije može izabrati u potpunosti prazan predložak ili tematske predloške koje nudi alat. Izrađivanje prezentacija pomoću alata je jednostavno i brzo, a opcija dodavanja animacija ili prijelaza sadržaj prezentacije čini dinamičnim i ugodnim oku. Alat nudi i opciju prijedloga dizajna, koja se osvježava sa svakim dodanim elementom, što ubrzava proces izrade nastavnih sadržaja. Osim izrade informativnih prezentacija, korisnik može izraditi i interaktivne prezentacije poput otkrivanja slike, igre memorije ili igre asocijacija. Kada korisnik izrađuje prezentaciju, mora paziti na veličinu i boju teksta, naime, tekst bi trebao biti u kontrastu s pozadinom kako bi se mogao čitati. Također, na prezentacijama se ne postavlja puno teksta, optimalno je postaviti do 5 natuknica. Natuknice nisu i ne smiju biti rečenice. Također, iako

su animacije i prijelazi zahvalan način da sadržaj bude ugodan oku, treba biti oprezan s količinom animacija i prijelaza kako se pažnja ne bi preusmjerila s govornika. Govorniku, odnosno u učionici učitelju, prezentacija služi kao podsjetnik ili vizualna potpora, stoga bi učitelj trebao biti oprezan da sadržaj prezentacije ne ometa pažnju učenicima. (Gal, 2007).

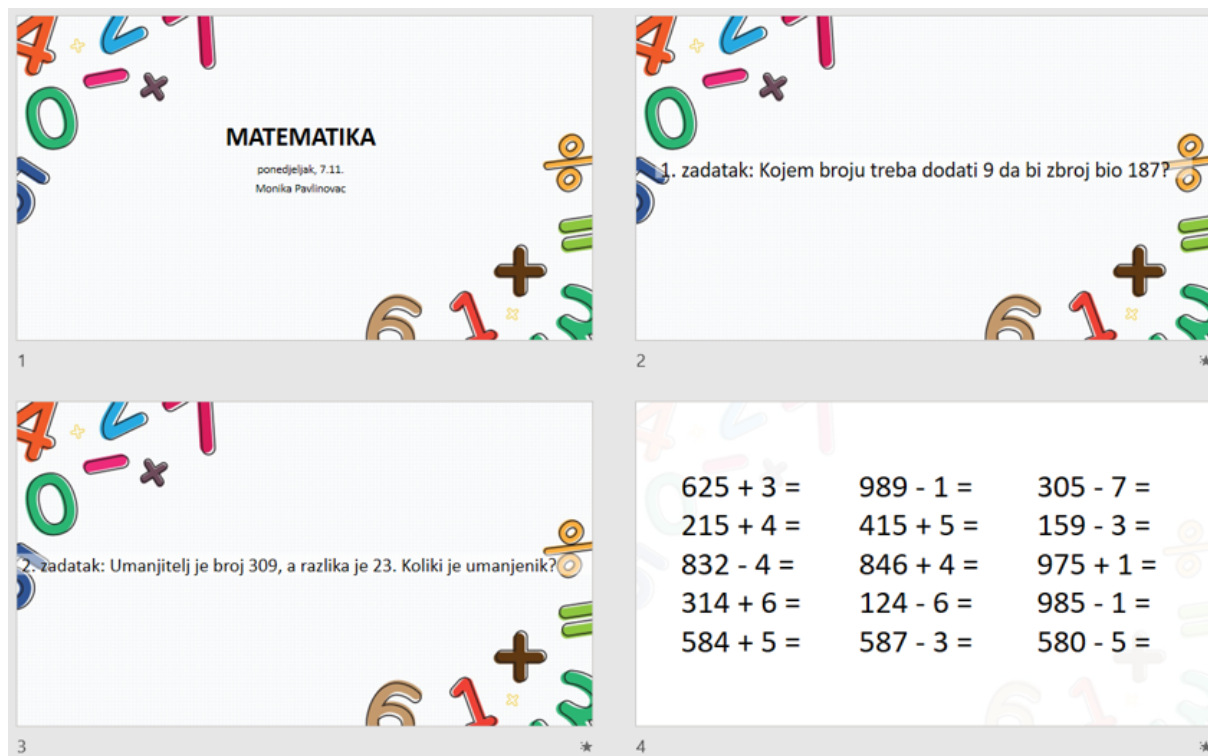
Microsoftov *PowerPoint* jedan je od najčešće korištenih alata u nastavi, a među najčešće izdvajanim prednostima alata su: ušteda vremena, mogućnost ponovnog korištenja, mijenjanje sadržaja na licu mjesta, multimedijalnost, dostupnost gotovih prezentacija na internetu te mogućnost ispisa prezentacije (Gal, 2007).

Microsoft Office 365 za škole usluga je koja nudi besplatan pristup Microsoftovim alatima za zaposlenike obrazovnih ustanova, ali i učenike. Potrebno je imati AAI@EduHr korisnički račun na domeni škole.hr kako bi se besplatno mogli koristiti alati. Među alatima je i *PowerPoint*. (Carnet: Office 365 za škole, 2023).

3.6.1. Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi

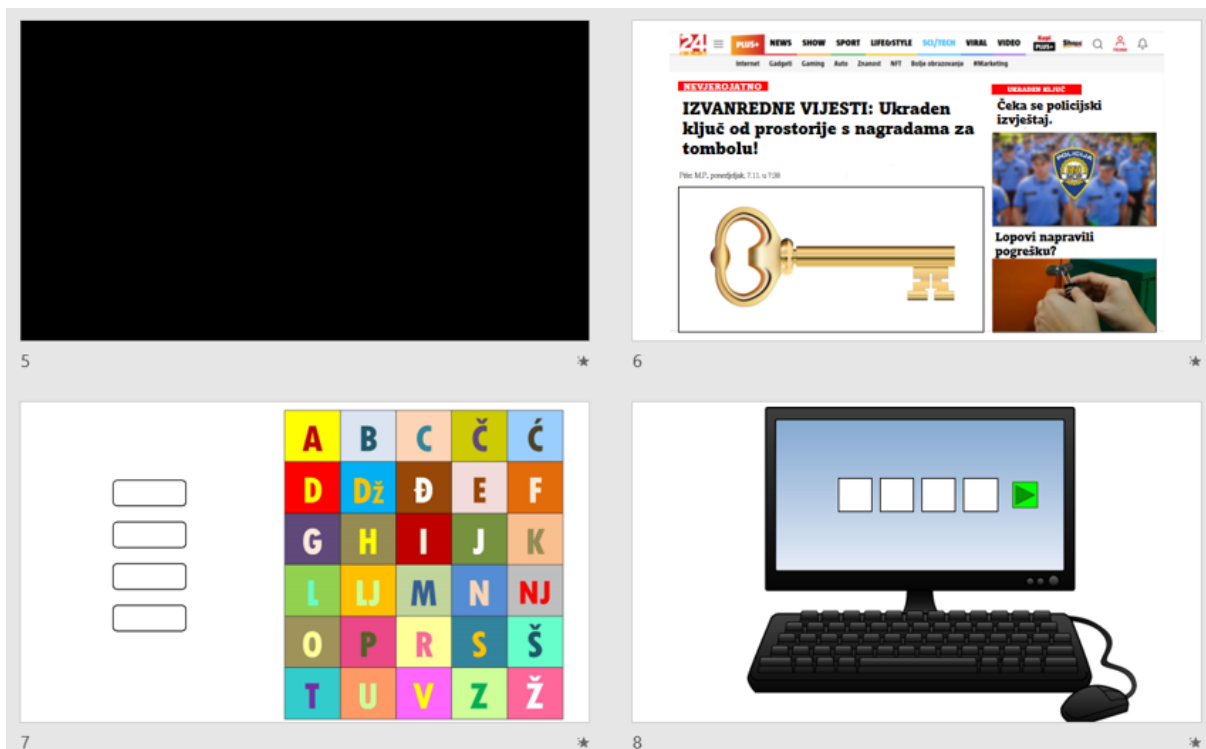
PowerPoint prezentacija može se koristiti na svakom nastavnom satu na više načina: kao pomoć u usvajanju novog nastavnog sadržaja, kao podsjetnik na satima vježbanja i ponavljanja ili, na primjer, kao odbrojavanje vremena za izvođenje aktivnosti.

U nastavku slijedi prikaz prezentacije korištene na satu vježbanja i ponavljanja 7. studenog 2022. godine. Sat je bio zamišljen kao *escape room*, a učenici su rješavajući zadatke napredovali u pronalasku ključa. Prezentacija je na ovom satu bila vizualna potpora u motiviranju učenika za rješavanje zadataka. Sat je tekao na način da je u uvodnoj aktivnosti (slika 8) studentica započela sat kao suhoparno rješavanje zadataka riječima koji su napisani na prezentaciji, a zatim je pokazala *slide* s velikim brojem zadataka.



Slika 8: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.

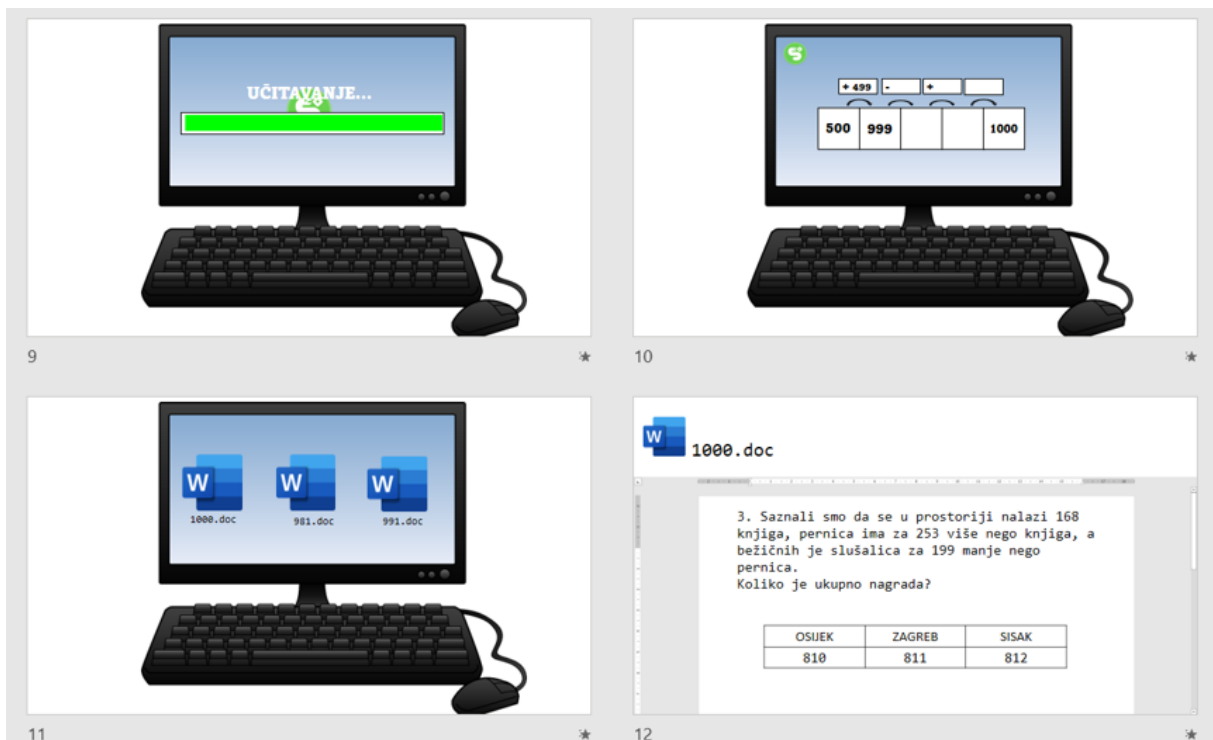
U tom trenu, studentica glumi da se nešto događa s računalom te prijelazom *slideova* postiže efekt gašenja računala. Slijedi velika vijest kako je nestao ključ od prostorije u kojoj se čuvaju nagrade tombole, te ga učenici trebaju naći. Učenici će rješavanjem zadataka u skupinama, dobiti četiri različita rješenja na nastavnom listiću. Ta rješenja predstavljaju po jedno slovo abecede, koju će promatrati na prezentaciji (slika 9).



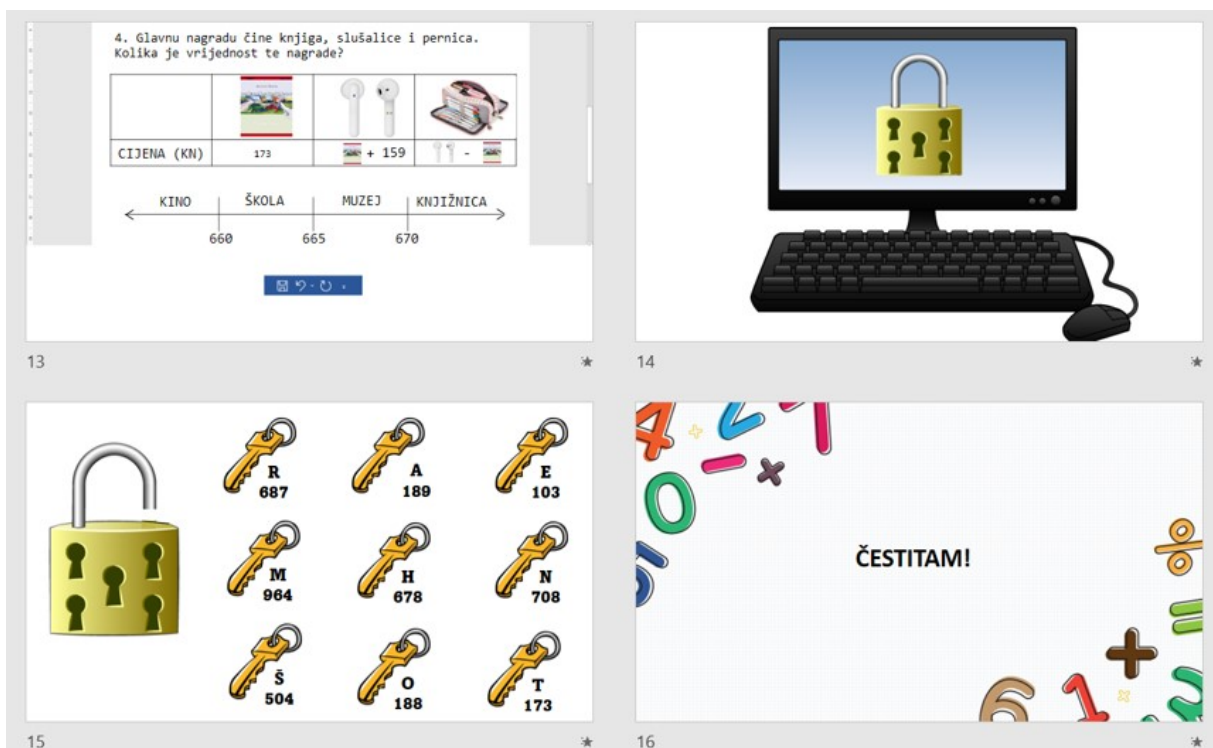
Slika 9: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.

Otkrivanjem slova, učenici pristupaju računalu i kreću u rješavanje sljedećeg zadatka. Zadatak je otvorenog tipa, studentica je na satu koristila bijelu ploču (na kojoj je projicirana prezentacija) te markerom ispunjavala prazne kvadratiće. Kada su učenici uspješno ispunili zadatak otvorenog tipa (slide 10) našli su se pred tri dokumenta različitih naziva, koje su povezali s prethodnim rješenjem i otvorili dokument naziva „1000.doc“ U tom „dokumentu“ nalaze se dva zadatka riječima koje su učenici rješavali samostalno u bilježnice (slika 10).

Nakon riješenih tekstualnih zadataka, učenici su saznali da se ključ nalazi u školi, međutim, kako bi otkrili ime škole, trebali su u parovima riješiti 5 zadataka računanja (slika 11). Rješenja zadataka pomogla su učenicima otkriti koje ključeve koristiti za otvaranje lokota, a riječ nastala kombinacijom slova uz ključ dala je podatak da je ključ u njihovoj školi.



Slika 10: Primjer korištenja Microsoft Powerpointa u nastavi. Osobna arhiva.



Slika 11: Primjer korištenja Microsoft Powerpointa u nastavi. Osobna arhiva.

3.7. Nearpod

Nearpod je „digitalni alat koji nastavnicima omogućuje upravljanje sadržajem na učeničkim mobilnim uređajima, formativnu provjeru i izradu interaktivnog sadržaja“ (Valčić,

2017, para. 1). *Nearpodu* korisnik može pristupiti preuzimanjem aplikacije koja je dostupna za Android i iOS uređaje ili putem mrežnog preglednika na računalu (ili nekom drugom uređaju). Misija je *Nearpoda* „podučavanje učiniti jednostavnijim uz interaktivne alate, resurse i sadržaj na jednome mjestu“. (*Nearpod*, 2023). Učitelju ovaj digitalni alat omogućuje kreiranje lekcija, videozapisa i aktivnosti, a povezan je i s Google prezentacijama, što mu omogućuje da postojeću prezentaciju pretvori u interaktivan sadržaj, a učenika iz pasivnog promatrača „pretvori“ u aktivnog sudionika. Postavlja se pitanje kako učenika potaknuti da bude aktivan sudionik? Alat pruža mogućnost dodavanja interaktivnih elemenata, na primjer, pitanje otvorenog tipa, anketa, kviz ili rukom pisan odgovor, a ono što se može koristiti u nastavi Matematike jest i mogućnost dodavanja crteža. (Kelava, 2015). Ovaj sinkroni digitalni alat pogodan je za korištenje u učionici, ali i za izvođenje nastave na daljinu. Za kreiranje sadržaja potrebno je napraviti korisnički profil, dok učenicima za pristup sadržajima nije potreban korisnički profil, već samo jedinstveni kod lekcije. Korištenje *Nearpoda* besplatno je u takozvanoj *silver* verziji, te korisniku nudi sve osnovne funkcije alata, 100 megabajta prostora i pristup za 40 učenika po lekciji. Za učitelja razredne nastave koji radi samo u jednom razredu to je dovoljan broj učenika za uključivanje cijelog razreda. Postoje dvije opcije nadogradnje koju učitelj može samostalno kupiti, to su *gold* i *platinum* verzija. Gold verzija omogućuje učitelju 1 gigabajt prostora, veći broj učenika – njih 75 te, uz osnovne funkcije i nekoliko dodatnih kao što su e-mail i mobilna potpora, opcija povlačenja i ispuštanja objekata, dodavanja Google slajdova te kreiranje planova. Cijena zlatne verzije iznosi 159 američkih dolara godišnje. Platinum verzija, uz funkcije zlatne verzije uključuje 5 gigabajta prostora i 90 studenata po lekciji. Cijena *platinum* verzije iznosi 397 američkih dolara godišnje. Osim nadogradnji koje učitelj može samostalno plaćati, postoji i *Premium Plus* opcija za školske ustanove. Cijena opcije nije javno dostupna. Učitelj digitalne nastavne sadržaje pomoću ovog alata može izrađivati samostalno, a može koristiti i tuđe javno dostupne radove. Međutim, većina javno dostupnih sadržaja je na engleskom jeziku. (*Nearpod*, 2023).

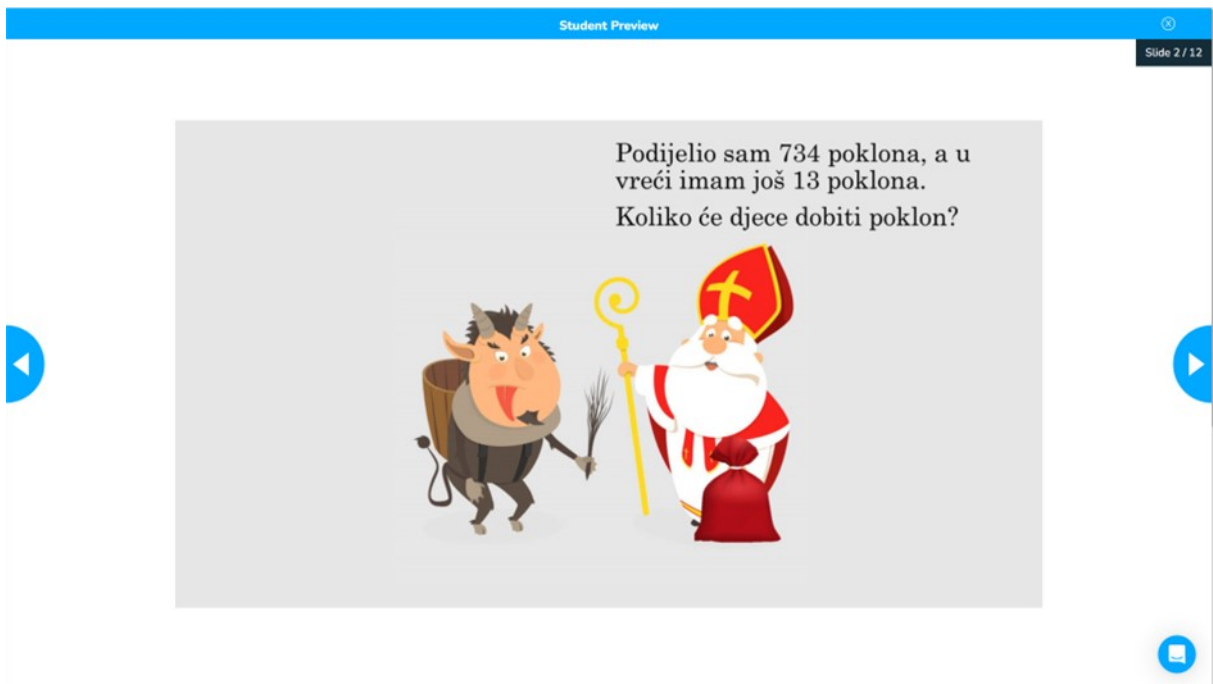
Profesorica matematike i informatike, Mihaela Kelava, *Nearpod* je koristila za izradu digitalnih nastavnih sadržaja učenicima nižeg razreda osnovne škole, te opisala svoje iskustvo. Za izradu prezentacije trebalo joj je pola sata. U učionici, unatoč sporom sustavu, prezentacija je funkcionirala. Sporost sustava uzrokovala je probleme s funkcijom crtanja. „Rezultat završnog kviza nije pokazao puno veći intelektualno-koncentracijski angažman sudionika“ (Kelava, 2015, para. 4). Na drugom nastavnom satu s primjenom *Nearpoda*

učenici su postigli znatno bolje rezultate. Kao najveću prepreku navela je nedostatak opreme, jer bi svaki učenik trebao imati vlastiti uređaj. (Kelava, 2015).

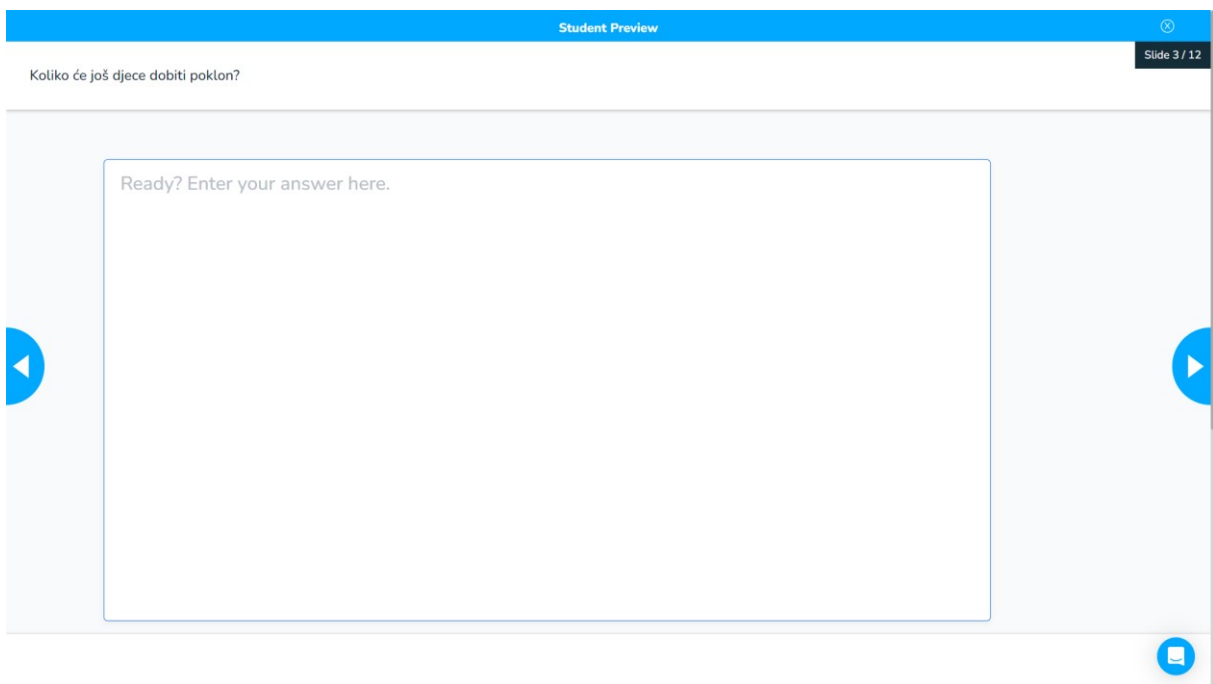
3.7.1. Primjer korištenja Nearpoda u nastavi

Kako bi se opisala mogućnost korištenja alata u nastavi, u *Nearpodu* je prilagođena *PowerPoint* prezentacija korištena na nastavnom satu Matematike u trećem razredu osnovne škole. Kad se prezentacija učita, mogu se uključivati *Nearpod* elementi, ali ne može se mijenjati učitani sadržaj. Prezentacija je korištena na satu vježbanja i ponavljanja naučenog sadržaja kao vizualno uporište zadataka za ponavljanje te kao motivacija učenicima za rješavanje zadataka. Prezentacija je u alatu prilagođena na način da učenici samostalno, u paru ili u skupini rješavaju zadatke, te svoje odgovore upisuju u za to predviđena mjesta. Učitelj/ica će u realnom vremenu pratiti napredak učenika i točnost rješavanja zadataka. Ovisno o obliku rada, za provedbu ovakvog nastavnog sata potreban je jedan uređaj po osobi, paru ili skupini.

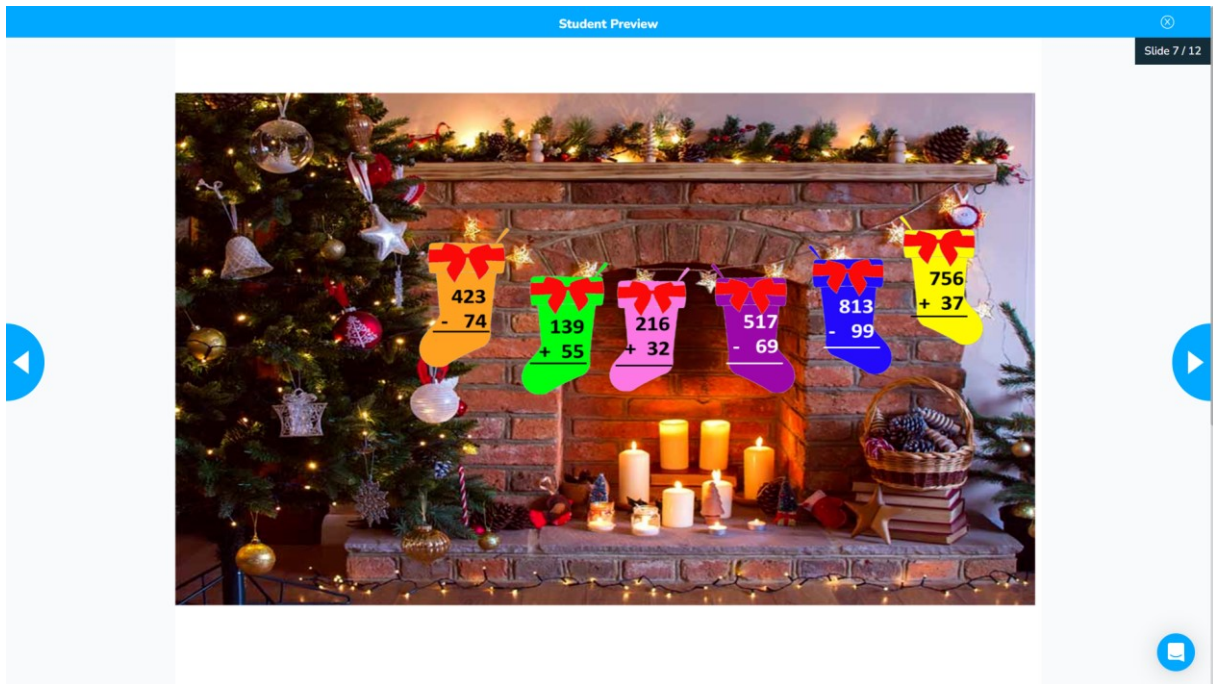
Nastavni sat započeo je rješavanjem dvaju problemskih zadataka u bilježnice i frontalnom provjerom točnosti riješenih zadataka. Na slici 12 prikazan je primjer jednog zadatka. Korištenjem *Nearpoda* učitelj može u realnom vremenu primiti povratnu informaciju te provjeriti točnost riješenih zadataka. Korištenjem opcije „open ended question“ (pitanje otvorenog tipa) kreiran je *slide* (slika 13) u kojemu učenici unose svoj odgovor kao rješenje problemskog zadatka. Nakon dva riješena problemska zadatka, slijedi kviz kreiran pomoću opcije „quiz“ pomoću kojeg će učenici ponoviti nazive za operande u oduzimanju. Slijedi rješavanje zadatka u kojem će pomoći Svetom Nikoli pronaći drugu čarapu oduzimajući u bilježnici zadane brojeve (slika 14). Zatim će na uređaju, pomoću opcije pronalaska parova spojiti parove razlika i boje čarape koja predstavlja račun (slika 15). Kada uspješno spoje čarape, saznaju da je krampus Svetom Nikoli pomiješao čarapice s kućnim brojem kuće u kojoj živi dijete kojemu pripadaju. Zadatak je učenika pisano oduzimajući u bilježnice pomoći Svetom Nikoli u pronalasku prave kuće. Pomoću opcije „Draw it“ (slika 16) spojiti će čizmice na kojima je napisana razlika sa zadatkom iznad pojedine kuće te će tako smjestiti čizmice u pravu kuću. Za kraj sata namijenjena je aktivnost „Time to climb“ kojom se učenicima zadaje tekstualan zadatak u obliku kviza za kojeg imaju određeno vremensko razdoblje za rješavanje. (slika 17). Aktivnost je dostupna na sljedećoj poveznici: https://app.nearpod.com/?pin=E3B778A5B1A70EE71B4B3FF1F212BA83-1&&utm_source=link.



Slika 12: Primjer izgleda slide-a sa zadatkom. Osobna arhiva.



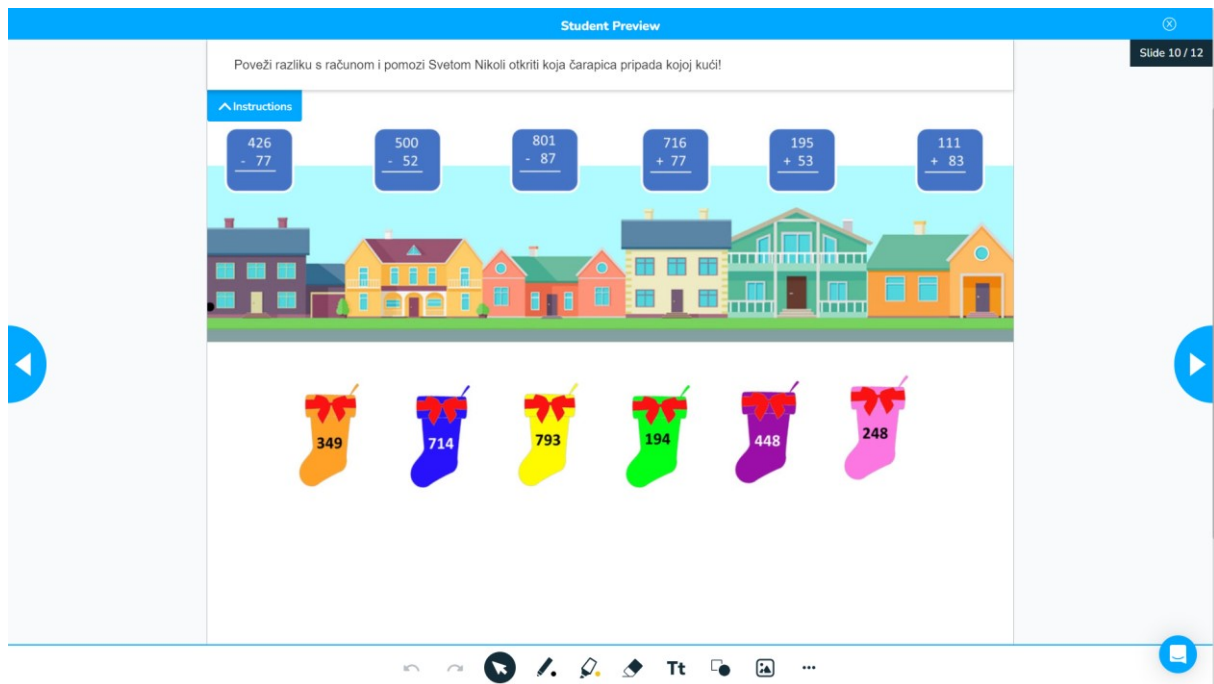
Slika 13: Primjer korištenja funkcije kratkog odgovora. Osobna arhiva.



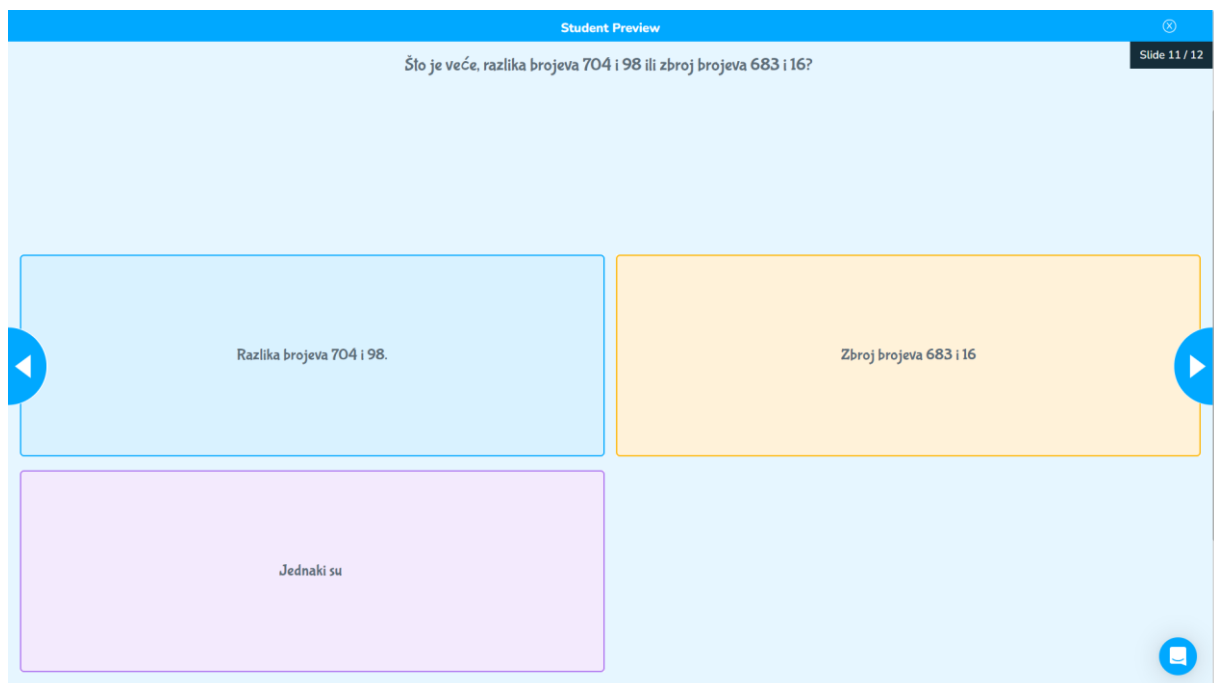
Slika 14: Primjer izgleda slide-a sa zadacima. Osobna arhiva.



Slika 15: Primjer korištenja opcije pronalaska para. Osobna arhiva.



Slika 16: Primjer korištenja opcije crtanja. Osobna arhiva.



Slika 17: Primjer korištenja opcije „Time to climb“. Osobna arhiva.

3.8. Wordwall

Wordwall je „online alat za izradu interaktivnih igara u kojima je cilj doći do rješenja kroz razne zadatka u obliku popularnih igara, kao što je kviz, labirint, anagram i drugi“ (Režić, 2021, para. 1). Alatu se može pristupiti putem mrežnog preglednika ili preuzimanjem na računalo. Pomoću ovog alata moguće je izraditi različite interaktivne aktivnosti koje se

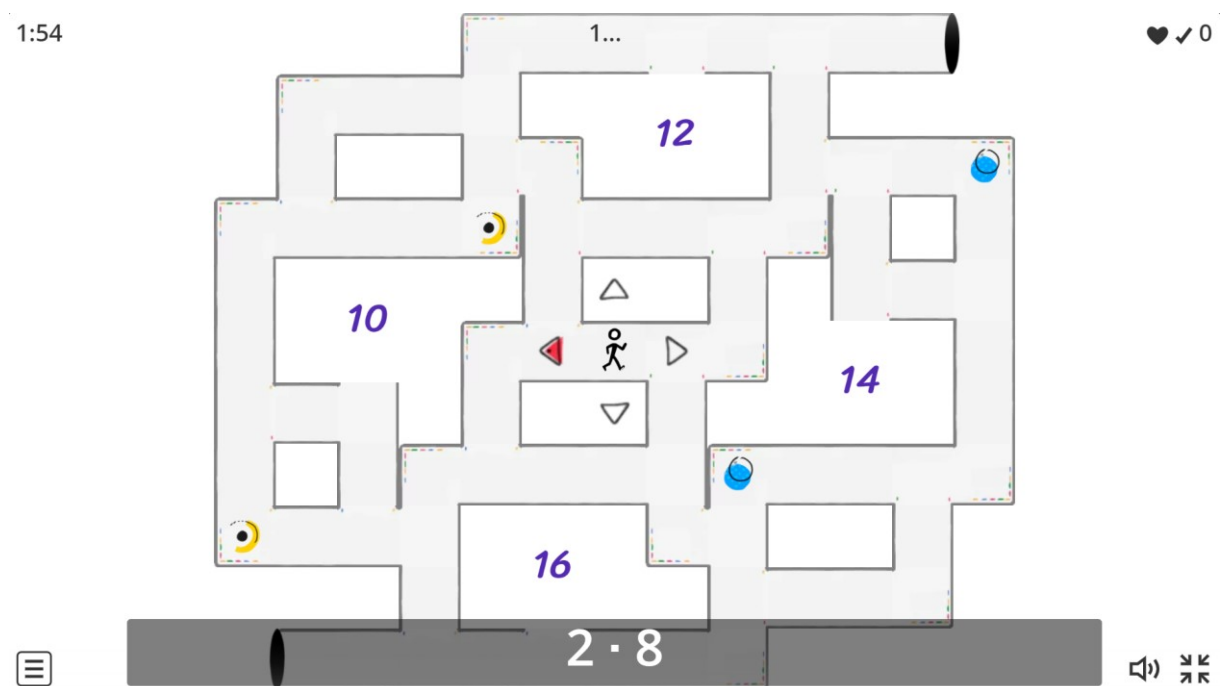
moгу rješavati na bilo kojem uređaju, te nastavne listiće koji se mogu odmah ispisati ili preuzeti u PDF formatu. Kako bi korisnik kreirao sadržaj, mora se prijaviti u sustav. Prijavom u sustav upisuje svoju e-mail adresu, te je na jednu adresu moguće kreirati jedan korisnički profil koji ima limit za izradu 5 besplatnih aktivnosti. Korisniku je besplatno dostupno 18 predložaka za izradu aktivnosti: „Kviz“, „Spoji“ (povlačenje riječi uz odgovarajući opis), „Čudnovati kotač“, „Vrsta grupe“ (grupiranje stavaka), „Dijagram s okvirima“ (povlačenje oznake na odgovarajuće mjesto na slici/ilustraciji/fotografiji), „Riječi koje nedostaju“ (nadopunjavanje rečenica), „Točno ili netočno“, „Pronađi par“, „Pronađi podudarnost“ (odabir odgovora koji se podudaraju), „Anagram“ (premetaljka), „Udari krticu“ (krtice s odgovorima nasumično se pojavljuju, cilj je udariti krticu s točnim odgovorom), „Otvaranje okvira“ (dodirom na okvir otvara se polje s pitanjem), „Pronađi riječ“ (osmosmjerka sa sakrivenim pojmovima), „Gameshow kviz“ (kviz sa elementima televizijske emisije), „Vrati raspored“ (povlačenje i ispuštanje riječi s ciljem formiranja točnih rečenica), „Labirint“ (kretanjem po polju do točnog odgovora izbjegava se nalet na neprijatelja), „Slučajne kartice“ (nasumično dijeljenje kartica sa zadatkom) te „Pločice na okretanje“ (uključuju niz dvostranih pločica koje se dodirom povećavaju i okreću). (Režić, 2021).

Ukoliko osoba želi kreirati više digitalnih sadržaja, mora platiti standardnu ili „pro“ članarinu. Standardna članarina iznosi 3,50 eura mjesečno (26,37 kuna) i uključuje 18 predložaka aktivnosti i 16 predložaka nastavnih listića, a osoba može izraditi neograničen broj sadržaja. Pro verzija uključuje 33 predložaka aktivnosti, 16 predložaka nastavnih listića te, kao i standardna verzija, mogućnost izrade neograničenog broja sadržaja. Cijena iznosi 5,25 eura (39,56 kuna) mjesečno. Korisnici mogu podijeliti sadržaj koji izrade, te ga učiniti javno dostupnim. Javno dostupni nastavni sadržaji mogu se neograničeno koristiti, a mogu se i uređivati, no uređene aktivnosti ulaze u limitirani broj. *Wordwall* je dostupan na brojnim svjetskim jezicima, uključujući i hrvatski jezik, na koji je u cijelosti preveden. (*Wordwall: Mogućnosti*) Prema istraživanju Monike Dragun, provedenom u svibnju i lipnju 2021. godine nad uzorkom od 115 učitelja predmetne nastave, *Wordwall* je drugi najčešće korišten digitalni alat, nakon *Microsoft PowerPointa*. (Dragun, 2021).

3.8.1. Primjer korištenja *Wordwalla* u nastavi

Wordwall nudi široki izbor igrolikih aktivnosti koje se mogu primijeniti u etapama vježbanja ili ponavljanja naučenog sadržaja. Aktivnosti poput Matematičkog vrtuljka ili različitih vrsta kvizova mogu se primjenjivati u frontalnom radu s učenicima, ali postoje i

aktivnosti koje učenici mogu samostalno izvoditi. Jedna je od takvih aktivnosti jest *maze chase*, odnosno, potjera unutar labirinta. Učenicima se postavlja pitanje i nude odgovori (slika 18). Može se ponuditi od 2 do 6 odgovora, a veći broj odgovora može biti točan. Da bi zadatak bio izazovniji (samim time i primjereniji dobi i sposobnosti učenika) učitelj može postaviti vremensko ograničenje, broj „života“ i razinu težine. Ono na što treba obratiti pozornost pri postavljanju vremenskog ograničenja jest činjenica da su i popratne animacije unutar vremenskog ograničenja. Učitelj može postaviti i različite situacije u kojima se učenici nalaze, pa tako postoji labirint u svemiru, na bijeloj ploči ili u napuštenoj kući. Ovu aktivnost moguće je koristiti pri uvježbavanju množenja u okviru tablice množenja. Učenicima se zadaje jednostavan zadatak, a cilj je u što kraćem vremenskom roku stići do točnog odgovora, izbjegavajući neprijatelje. Aktivnost se može izvoditi na satima Matematike kao uvodna ili završna aktivnost sata, a može se izvoditi i u produženom boravku ili kod kuće. Učenici mogu samostalno pristupiti igri te ju igrati u slobodno vrijeme. Ovom se igrom aktivnošću potiče automatiziranje tablice množenja.



Slika 18: Primjer izgleda aktivnosti na bijeloj ploči. Osobna arhiva.

3.9. Kahoot!

Kahoot! je „interaktivni digitalni alat namijenjen za izradu kvizova, diskusija i upitnika“ (Negulić, 2015, para. 1). Učenici kvizovima mogu sudjelovati bez kreiranja korisničkog profila, dok učitelj mora kreirati korisnički profil kako bi izradio sadržaje.

Također, ukoliko učitelj traži od učenika da izrade vlastite kvizove, i oni će morati kreirati vlastite korisničke račune. Važno je naglasiti da je minimalna dob učenika koji se mogu registrirati 16 godina. Alat je zamišljen na način da se na velikom ekranu (prezentacijskom platnu ili bijeloj ploči) prezentiraju pitanja i odgovori označeni simbolima i bojama, a učenici na vlastitim uređajima odabiru simbol koji predstavlja točan odgovor. Nakon svakog odgovora učenici dobivaju trenutnu povratnu informaciju o točnosti odgovora. Naglašava se i natjecateljski duh, a učenici koji najbrže i točno odgovore dobivaju najveći broj bodova. (Negulić, 2015).

Alat nudi mogućnost izrade kvizova, upitnika i diskusija. Kviz nudi opciju kreiranja pitanja (do 90 znakova) s kratkim odgovorima (do 60 znakova). Osoba koja izrađuje kviz mora označiti koji je odgovor (ili više njih) točan. Nakon kreiranja pitanja i odgovora, korisnik će ograničiti vrijeme potrebno za čitanje i odgovaranje na pitanja. U kviz je moguće dodati i vizualne i audiovizualne sadržaje. Kada korisnik izradi kviz, može ga pokrenuti opcijom pretpregleda, te prije spremanja aktivnosti pregledati je li sve napravljeno onako kako je zamišljeno. Upitnik se također sastoji od pitanja (ograničenih na 95 znakova) i kratkih odgovora (60 znakova). Maksimalan je broj odgovora četiri. Temeljna razlika između upitnika i kviza jest nemogućnost da se u upitniku definiraju točni i netočni odgovori te bodovanje pitanja. Diskusija je značajka koja jedina ne sadrži odgovaranje na pitanja, odnosno, ima mogućnost dodavanja vlastitog odgovora. Ukoliko korisnik izrađuje diskusiju, unijet će temu (ili pitanje) diskusije te će se dodavati odgovori. Kao i kod upitnika, ne postoji mogućnost vrednovanja odgovora. U diskusiji je moguće postaviti jedno pitanje. Također, ukoliko učitelj želi pokrenuti diskusiju s učenicima, može ograničiti vrijeme u kojima učenici moraju odgovoriti ili dodati sadržaj poput slika ili videozapisa. Rezultati kvizova, upitnika i diskusija mogu se pohraniti na računalo ili na Google Disk. (Negulić, 2015).

3.9.1. Primjer korištenja Kahoot!-a u nastavi

Kahoot! se najčešće koristi za izradu interaktivnih kvizova s ciljem ponavljanja sadržaja. S obzirom da su kvizovi natjecateljskog tipa, a uključuju sve učenike u učionici (ili parove/skupine učenika), očekuje se da učenici imaju digitalni uređaj. Prednost je što nije potrebno preuzimanje aplikacija ili kreiranje računa kako bi se pristupilo sadržaju. S obzirom da su učenici samostalni u pristupanju i sudjelovanju u kvizovima, poželjno bi bilo *Kahoot!* koristiti s učenicima starije dobi. *Kahoot!* se može koristiti pri ponavljanju pojmova o koordinatnom sustavu, usvojenih u sedmom razredu osnovne škole. Kviz je zamišljen kao

uvodna aktivnost za ponavljanje sadržaja ili kao završna aktivnost sata za utvrđivanje naučenog. Slijedi prikaz triju pitanja izrađenih u besplatnoj inačici alata. Prvo pitanje (slika 19) primjer je pitanja s ponuđena četiri odgovora od kojih je jedan točan. Na slici 20 primjer je tvrdnje za koju učenici određuju je li točna ili netočna. Treće je pitanje (slika 21) primjer pitanja koje je povezano sa slikom koju korisnik, pri kreiranju pitanja, može samostalno učitati ili preuzeti s interneta (međutim, broj besplatnih fotografija ili ilustracija koje se preuzimaju s interneta je ograničen). Pri kreiranju pitanja učitelj može ograničiti vrijeme za odgovor učenika, a učenici koji najbrže točno odgovore, dobit će veći broj bodova.



Slika 19: Primjer pitanja s jednim točnim odgovorom. Osobna arhiva.



Slika 20: Primjer tvrdnje za koju učenici određuju je li točna ili netočna. Osobna arhiva.



Slika 21: Primjer pitanja koje se veže na postavljenu ilustraciju. Osobna arhiva.

4. Istraživanje stavova učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

4.1. Cilj istraživanja

Cilj je istraživanja ispitati stavove i mišljenja učiteljica i učitelja razredne nastave te učiteljica i učitelja Matematike u osnovnim školama o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike.

4.2. Hipoteze

Sukladno ranije navedenom cilju istraživanja, formirane su sljedeće hipoteze:

H1: Svi učitelji u Hrvatskoj imaju pristup internetskoj vezi.

S obzirom da na teritoriju Republike Hrvatske trenutno postoje 1152 mjesta pristupa eduroam-u, usluzi usmjerenoj k pružanju bežičnog i žičanog (kroz LAN) pristupa internetskoj vezi (eduroam.hr), pretpostavlja se da će svi učitelji često ili uvijek imati pristup internetskoj vezi.

H2: Učitelji mlađih dobnih skupina češće će koristiti digitalne alate u nastavi Matematike.

Naime, stadiji psihosocijalnog razvoja odraslih razvojno razdoblje dijele u tri kategorije: ranu odraslu dob (20 – 40 godina), srednju odraslu dob (40 – 65 godina) te kasnu odraslu dob (od 65. godine do smrti). Vaillant je razdoblje rane odrasle dobi opisao kao razdoblje u kojoj osoba traži prisnost partnera te u kojemu dolazi i do konsolidacije karijere – razdoblja u kojem osoba radi i traži ostvarenje u svom zanimanju. (Berg, 2008). Samim time, pretpostavlja se da će osobe rane odrasle dobi ulagati više vremena u ostvarenje u karijeri, što uključuje proučavanje mogućnosti koje nude digitalni alati. Također, pretpostavlja se i da su učitelji mlađih dobnih skupina vještiji u radu s računalima.

H3: Postoji statistički značajna razlika između učitelja mlađih dobnih skupina i učitelja starijih dobnih skupina u zanimanju za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

Sukladno prethodnoj pretpostavci, očekuje se da će učitelji mlađih dobnih skupina pokazati veće zanimanje za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

H4: Učitelji Matematike pokazuju veće zanimanje za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, nego učitelji razredne nastave.

S obzirom da učitelji Matematike učenicima predaju samo sadržaje jednog područja – matematike, očekuje se da će pokazati veće zanimanje prema digitalnim alatima koji se mogu koristiti u području matematike, a samim time i primijeniti u nastavi Matematike.

H5: Postoji statistički značajna razlika između učitelja razredne nastave te učitelja Matematike u korištenju matematičkih digitalnih alata.

Učiteljice i učitelji razredne nastave rade s učenicima mlađe dobi, od 7 ili 8 do 10 ili 11 godina. Pretpostavlja se da učenici još nemaju mnogo iskustva u korištenju digitalnih uređaja. Također, učenici su u fazi konkretnih operacija te brojne matematičke sadržaje najbolje usvajaju uz korištenje konkretnih materijala u nastavi. Matematički sadržaj nižih razreda osnovne škole, a posebno prvog i drugog razreda omogućuje korištenje konkretnih materijala u usvajanju sadržaja. S druge strane, matematički sadržaj od petog do osmog razreda postaje kompleksniji te se mogućnosti korištenja konkretnih materijala smanjuju. Također, učenici su stariji te imaju više iskustva u korištenju digitalnih uređaja, te ih mogu u potpunosti samostalno koristiti.

H6: Postoji statistički značajna razlika između učitelja razredne nastave i učitelja Matematike u korištenju vlastito izrađenih digitalnih nastavnih sadržaja.

Očekuje se da će učitelji Matematike češće izrađivati vlastite digitalne nastavne sadržaje, s obzirom da je predmet njihova podučavanja isključivo matematika.

4.3. Uzorak istraživanja

Istraživanju se podvrgnulo 108 ispitanika s područja Republike Hrvatske, međutim, jedan je ispitanik isključen zbog nelogičnosti odgovora (osoba se izjasnila da ima 30 godina te 30 godina radnog staža). Dakle, konačan uzorak čini 107 ispitanika, od čega je 87,9 % ($N = 94$) žena, te 12,1 % ($N = 13$) muškaraca. 63 ispitanika zaposleno je na radnom mjestu učiteljice/učitelja razredne nastave, što čini 58,9 % uzorka, dok su 44 ispitanika (41,1 %) učiteljice i učitelji Matematike u osnovnim školama. Najveći broj ispitanika zaposlen je u osnovnim školama u Gradu Zagrebu, njih 28, odnosno, 26,2 %. Slijede Zagrebačka županija sa 17 (15,9 %) te Splitsko-dalmatinska s 9 (8,4 %) ispitanika. Raspon dobi ispitanika jest od 24 do 61 godine, dok prosječna iznosi 41,91 godinu ($SD = 11.15$). Prosječni radni staž uzorka u području obrazovanja iznosi 16,35 godina ($SD = 11.60$), a najviše je ispitanika s radnim stažem od 30 godina, njih 10 (9.3 %). Detaljni sociodemografski podaci uzorka dostupni su u tablici 1.

4.4. Instrument istraživanja

Za potrebe istraživanja kreiran je online anketni upitnik dostupan u prilogu (prilog 1). Prije pristupanja rješavanju anketnog upitnika, sudionicima su opisani cilj i svrha istraživanja s naglaskom na činjenicu da je sudjelovanje anonimno i dobrovoljno. Također, ispitanici su obaviješteni kako se prikupljeni podaci koriste u svrhu znanstvenog istraživanja te da će se obrađivati na grupnoj razini. Sudionicima je ustupljena adresa e-pošte na koju su mogli poslati eventualne primjedbe na postupak istraživanja.

Anketni upitnik (prilog 1) kreiran je pomoću alata *Google Forms* te je sadržavao 19 čestica. Prvih 5 pitanja odnosilo se na sociodemografske podatke o ispitaniku. Slijede četiri čestice koje su ispitale mišljenje ispitanika o digitalnim alatima u nastavi Matematike te imaju li ispitanici dovoljno opreme za korištenje istih u nastavi. Čestice su oblikovane kao tvrdnje koje se vrednuju prema skali Likertova tipa (1: „Uopće se ne slažem.“ – 5: „U potpunosti se slažem.“) Slijede dvije čestice kojima se ispitalo koje digitalne uređaje učitelji posjeduju te koliko ih često (na skali od 1 – „Nikada.“ do 5 – „Svakodnevno.“) koriste u nastavi. Zatim se u četiri čestice ispitalo koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi Matematike (od 1 – „Uopće ne koristim.“ do 5 – „Na svakom nastavnom satu.“) te koriste li postojeće ili vlastite digitalne nastavne sadržaje kreirane u pojedinom digitalnom alatu. Sedamnaesta i osamnaesta čestica služile su za ispitivanje stavova učitelja o prednostima i nedostacima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Posljednja čestica je otvoreno mjesto za komentar ili primjedbe, te jedina nije bila obvezujuća.

4.5. Postupak istraživanja

Prikupljanje podataka je provedeno u periodu od 9. do 31. svibnja 2023. godine. Poveznica na *online* anketni upitnik postavljena je u *Facebook* grupe namijenjene učiteljima (*Školska zbornica, 1. razred 2022./23., DRUGI RAZRED 2022./2023., 3. razred 2022./23., 4. razred 2022./2023., Nastavnici matematike, Webučionica, UČITELJSKI FAKULTET (Sveučilište u Zagrebu), STEM odgajatelji i učitelji, Sat razrednika – razmjena ideja i materijala, Učitelji informatike u razrednoj nastavi*). Uz poveznicu anketnog upitnika, objavljen je poziv učiteljima na sudjelovanje s opisanom svrhom istraživanja i naglaskom kako se podaci prikupljaju dobrovoljno i anonimno.

4.6. Rezultati istraživanja

U nastavku su prezentirani rezultati istraživanja stavova i mišljenja učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. Rezultati su obrađeni u statističkom softveru *IBM SPSS Statistics*, verzija 29.0.1.0. (IBM Corporation, 2023).

4.6.1. Deskriptivna statistika

Kao što je opisano, upitnik se sastojao od 19 čestica, a prvih pet ispitalo je sociodemografske podatke kako bi se mogao opisati uzorak. Detaljni sociodemografski podaci uzorka dostupni su u tablici 1.

Tablica 1: Prikaz sociodemografskih karakteristika uzorka ($N = 107$)

Varijabla i oblik varijable		Broj ispitanika	% ispitanika
Spol:	Ženski	94	87,9 %
	Muški	13	12,1 %
	Ne želim se izjasniti	0	0 %
Dob:	21 – 30	23	21,5 %
	31 – 40	31	29 %
	41 – 50	22	20,6 %
	51 – 60	29	27,1 %
	61 i više	2	1,9 %
Radni staž:*	<1	4	3,7 %
	1 – 10	38	35,5 %
	11 – 20	29	27,1 %
	21 – 30	26	24,3 %
	31 – 40	10	9,3 %
	41 i više	0	0 %
Radno mjesto:	Učitelj/učiteljica razredne nastave u osnovnoj školi	63	58,9 %
	Učitelj/učiteljica Matematike u osnovnoj školi	44	41,1 %

	1. Bjelovarsko-bilogorska	2	1,9 %
	2. Brodsko-posavska	5	4,7 %
	3. Dubrovačko-neretvanska	1	0,9 %
	4. Istarska	2	1,9 %
	5. Karlovačka	2	1,9 %
	6. Koprivničko-križevačka	3	2,8 %
	7. Krapinsko-zagorska	2	1,9 %
	8. Ličko-senjska	1	0,9 %
	9. Međimurska	2	1,9 %
	10. Osječko-baranjska	2	1,9 %
Županija:	11. Požeško-slavonska	2	1,9 %
	12. Primorsko-goranska	3	2,8 %
	13. Sisačko-moslavačka	6	5,6 %
	14. Splitsko-dalmatinska	9	8,4 %
	15. Šibensko-kninska	4	3,7 %
	16. Varaždinska	2	1,9 %
	17. Virovitičko-podravska	7	6,5 %
	18. Vukovarsko-srijemska	4	3,7 %
	19. Zadarska	2	1,9 %
	20. Zagrebačka	17	15,9 %
	21. Grad Zagreb	28	26,2 %
	Grad Zagreb i Zagrebačka županija	1	0,9 %

*Godine staža u području obrazovanja

Slijede čestice kojima se ispituju stavovi i mišljenja učitelja o digitalnim alatima u nastavi Matematike. Čestice su oblikovane u obliku tvrdnji vrednovanih prema skali Likertovog tipa, a u tablici 2 dostupni su detaljni deskriptivni pokazatelji odgovora ispitanika.

Tablica 2: Deskriptivni podaci o česticama kojima se ispituju stavovi i mišljenja ispitanika o području digitalnih alata u nastavi Matematike (od 1: "Uopće se ne slažem" do 5: "U potpunosti se slažem").

Čestica	<i>N</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
1. Zanima me područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.	107	3	5	4,34	,75	18,39	<,001
2. Upoznat/a sam s digitalnim alatima koji se koriste u nastavi Matematike.	107	2	5	4,02	,82	12,79	<,001
3. Kada bih bio/la više educiran/a o mogućnostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, onda bih ih koristio/la u većoj mjeri.	107	1	5	3,61	1,07	5,87	<,001
4. Smatram da imam dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike.	107	1	5	3,37	1,16	3,33	,001

Legenda: *N* – broj ispitanika; min – najmanji rezultat; max – najveći rezultat; *M* – aritmetička sredina; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *p* – statistička značajnost

Iz tablice 2 je moguće zaključiti da se najveći broj ispitanika složio s prvom tvrdnjom, odnosno, da najveći broj ispitanika dijeli mišljenje o zanimanju područja korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike ($M = 4,34$). S druge strane, najmanji se broj ispitanika složio s četvrtom tvrdnjom, što ujedno znači i da se najmanji postotak učitelja slaže s tvrdnjom da imaju dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike. ($M = 3,37$). Četvrta je čestica ujedno i čestica s najvećim varijabilitetom odgovora ($SD = 1,16$).

Nakon ispitanih stavova učitelja o zanimanju područja korištenja digitalnih alata, poznavanju digitalnih alata, edukacijama i opremi, slijede čestice kojima se utvrđuje koliko često učitelji koriste pojedini uređaj u nastavi. Čestice su vrednovane na skali od pet stupnjeva (1 – Nikada; 2 – Ponekad; 3 – Jednom mjesečno, 4 – Jednom tjedno; 5 – Svakodnevno).

Tablica 3: Deskriptivni podaci o česticama kojima se utvrđuje koliko često ispitanici koriste pojedini digitalni uređaj tijekom nastavnog procesa (od 1: "Nikada" do 5: "Svakodnevno").

Čestica	<i>N</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. Stolno računalo	87	1	5	3,17	1,79
2. Prijenosno računalo (laptop)	102	1	5	3,64	1,54
3. Projektor	99	1	5	4,23	1,17
4. Interaktivna („pametna“) ploča	80	1	5	3,15	1,80

5. Tablet	76	1	5	1,96	1,27
6. Mobilni telefon	99	1	5	2,52	1,63

Legenda: N – broj ispitanika; min – najmanji rezultat; max – najveći rezultat; M – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; p – statistička značajnost

Iz tablice 3 vidljivo je da najveći broj učitelja posjeduje prijenosno računalo ($N = 102$) i projektor ($N = 99$), međutim učitelji najčešće u nastavi koriste projektor ($M = 4,23$) i prijenosno računalo ($M = 3,64$). Najrjeđe učitelji koriste tablet ($M = 1,96$). Najmanji varijabilitet je na čestici koja ispituje koliko često učitelji koriste projektor u radu ($SD = 1,17$) što ukazuje na činjenicu da uzorak ispitanih učitelja projektor najčešće koristi jednom tjedno. Najveće oscilacije u mišljenjima ispitanika su oko interaktivne („pametne“) ploče ($SD = 1,80$).

Nakon ispitanih navika o korištenju digitalnih uređaja u nastavi, učitelji su procijenili koliko često koriste digitalne alate u nastavi Matematike, a zatim i odgovorili na pitanje o tome u kojim alatima najčešće izrađuju vlastite digitalne nastavne sadržaje, odnosno, koje postojeće digitalne nastavne sadržaje izrađene u ponuđenim digitalnim alatima koriste. Detaljni podaci dostupni su u tablici 4 i tablici 5.

Tablica 4: Deskriptivni podaci o čestici koja ispituje koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi. (od 1: "Uopće ne koristim" do 5 "Na svakom nastavnom satu").

Čestica	N	Min	Max	M	SD
1. Koliko često koristite digitalne alate u nastavi Matematike?	107	1	5	3,64	1,07

Legenda: N – broj ispitanika; min – najmanji rezultat; max – najveći rezultat; M – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija

Učitelji su na pitanje koliko često koriste digitalne alate u nastavi Matematike odgovarali na skali s 5 stupnjeva: 1 – Uopće ne koristim; 2 – Nekoliko puta godišnje; 3 – Nekoliko puta mjesečno; 4 – Jednom tjedno; 5 – Na svakom nastavnom satu. Iz tablice 4 vidljivo je da najveći broj učitelja digitalne alate u nastavi koristi jednom mjesečno ili jednom tjedno ($M = 3,64$), također, nizak varijabilitet ($SD = 1,07$) ukazuje na činjenicu da su ispitanici sličnih stavova.

Tablica 5: Deskriptivni prikaz korištenja postojećih ili izrade vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja.

	<i>N</i>	%
Postojeći digitalni nastavni sadržaji	42	39,3 %
Vlastiti digitalni nastavni sadržaji	11	10,3 %
I postojeći i vlastiti digitalni nastavni sadržaji	51	47,7 %
Uopće ne koristim digitalne alate	3	2,8 %
Ukupno:	107	100 %

Legenda: *N* – broj ispitanika; % – postotak uzorka

Iz tablice 5 uočava se da učitelji češće koriste postojeće digitalne sadržaje, naime, 39,3 % ispitanika koristi postojeće digitalne sadržaje ($N = 42$), dok 10,3 % ispitanika izrađuje vlastite digitalne nastavne sadržaje ($N = 11$). Tri učitelja ne koriste digitalne alate. Najveći je postotak učitelja koji koriste i postojeće digitalne nastavne sadržaje i izrađuju vlastite digitalne nastavne sadržaje, njih 51 (47,7 %).

Tablica 6: Deskriptivni prikaz podataka o korištenju postojećih digitalnih nastavnih sadržaja kreiranih u navedenim digitalnim alatima.

	<i>N</i>	%	Postotak slučajeva
Arcademics	3	0,8 %	2,8 %
GeoGebra	55	15,0 %	51,4 %
ICT AAC Matematički vrtuljak	9	2,5 %	8,4 %
Mathigon	8	2,2 %	7,5 %
Matific	44	12,0 %	41,1 %
Microsoft PowerPoint	94	25,6 %	87,9 %
Nearpod	8	2,2 %	7,5 %
Wordwall	88	24,0 %	82,2 %
YouTube	57	15,5 %	53,3 %
Ne koristim digitalne alate	1	0,3 %	0,9 %

Legenda: *N* – broj ispitanika; % – postotak uzorka

Najveći broj ispitanika koristi postojeće digitalne sadržaje koji su kreirani u *Microsoft PowerPointu* ($N = 99$). Slijede *Wordwall* ($N = 88$) te *GeoGebra* ($N = 55$). Najmanji broj

ispitanika u svom radu koristi digitalne nastavne sadržaje kreirane u *Nearpodu* i *Mathigonu* ($N = 8$). Također, jedan ispitanik uopće ne koristi digitalne alate. Detaljan prikaz podataka dostupan je u tablici 6. Osim navedenih, učitelji koriste i postojeće digitalne sadržaje izrađene u sljedećim alatima: *OneNote*, *MS Forms*, *Kahoot*, *Whiteboard*, *Genial.ly*, *Bookwidgets*, *Plickers*, *H5P*, *Kakuro Puzzles*, *Visnos*, *Wizer.me*, *mathplayground.com*.

Tablica 7: Deskriptivni prikaz podataka o korištenju navedenih digitalnih alata za izradu vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja.

	<i>N</i>	%	Postotak slučajeva
Arcademics	2	0,8 %	1,9 %
GeoGebra	30	11,7 %	28,3 %
Kahoot	48	18,7 %	45,3 %
Mathigon	5	1,9 %	4,7 %
Microsoft PowerPoint	76	29,6 %	71,7 %
Nearpod	5	1,9 %	4,7 %
Wordwall	63	24,5 %	59,4 %
YouTube	18	7,0 %	17,0 %
Ne koristim digitalne alate	10	3,9 %	9,4 %

Legenda: *N* – broj ispitanika; % – postotak ispitanika

Kada se govori o izradi vlastitih sadržaja u digitalnim alatima, najveći broj ispitanika izrađuje digitalne nastavne sadržaje u *Microsoft PowerPointu* ($N = 76$) i *Wordwallu* ($N = 63$) te se može uočiti da su to najpopularniji alati u kojima učitelji izrađuju vlastite digitalne nastavne sadržaje, ali i pomoću kojih su kreirani postojeći digitalni nastavni sadržaji koje učitelji koriste. 3,9 % ispitanika ne koristi digitalne alate za izradu vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja. ($N = 10$). Detaljni podaci o korištenju digitalnih alata za izradu vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja dostupni su u tablici 7. Učitelji, osim navedenih, navode i sljedeće alate koje koriste pri izradi vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja: *MS Forms*, *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, *Genial.ly*, *Bookwidgets*, *Plickers*, *Classdojo*, *Bookwidgets*, *Quizizz*, *Canva*, *Sketchpad*, *Socrative Learninapps*, *Wizer.me*, *matchthememory*.

Tablica 8: Deskriptivni prikaz podataka o prednostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

	<i>N</i>	%
Bolje razumijevanje matematičkih koncepata (grafikoni, tekst, slike...).	78	72,9 %
Razvijanje matematičkih modela kroz istraživanje, interpretaciju i objašnjavanje podataka.	46	43,0 %
Motiviranje učenika.	84	78,5 %
Trenutna povratna informacija.	61	57,0 %
Širok raspon besplatno dostupnih alata.	44	41,1 %
Ne smatram kako digitalni alati u nastavi Matematike imaju prednosti.	6	5,6 %

Legenda: *N* – broj ispitanika; % – postotak slučajeva

Najveći postotak ispitanika smatra kako su motiviranje učenika (78,5 %) i bolje razumijevanje matematičkih koncepata (72,9 %) prednosti korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Najmanji broj ispitanika ($N = 44$) navodi širok raspon besplatno dostupnih alata. Također, 5,6 % ($N = 6$) ispitanika ne smatra da korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike ima prednosti.

Učitelji su kao prednosti korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike naveli i sljedeće:

- *Dostupnost u svakom trenutku.*
- *Geometrijski zor.*
- *Zanimljivije uvježbavanje, automatizacija.*
- *Razbijanje monotonosti klasične nastave.*
- *Mogućnost pauziranja i ponovnog korištenja (beskonačno mnogo puta).*

Tablica 9: Deskriptivni prikaz podataka o nedostacima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

	<i>N</i>	%
Jezična barijera.	18	16,8 %
Izolacija od ljudske interakcije.	34	31,8 %
Odmicanje od izvorne stvarnosti.	33	30,8 %

Nedovoljno opreme za rad.	46	43,0 %
Neusklađenost s Kurikulumom za nastavni predmet Matematika za osnovne škole i gimnazije u RH.	23	21,5 %
Manjak edukacija o mogućnostima korištenja digitalnih alata.	37	34,6 %

Legenda: *N* – broj ispitanika; % – postotak slučajeva

Nedovoljno opreme za rad ističe se kao najčešći ($N = 46$) nedostatak korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Najmanji postotak učitelja (16,8 %) ističe jezičnu barijeru kao nedostatak. Osim ponuđenih, ispitanici su naveli i sljedeće nedostatke korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike:

- *Vrijeme potrebno za izradu materijala.*
- *Manjak gotovih digitalnih sadržaja te nezadovoljstvo postojećim digitalnim nastavnim sadržajima.*
- *Prečesto korištenje i pretjerivanje u upotrebi.*
- *Slabije ostvarivanje ishoda nego u drugim oblicima rada.*
- *Niska razina kompetencije učenika pri korištenju tehnologije.*
- *Zaigranost učenika i „klikanje“ odgovora bez računanja.*
- *Manjak kreativnosti u pronalasku drugačijih rješenja kroz vlastite sposobnosti i znanja.*
- *Ograničenje besplatno dostupnog broja aktivnosti.*

Posljednja čestica je otvoreno pitanje u kojemu su učitelji mogli napisati komentar ili poruku istraživačici. U nastavku se donose dodatni komentari ispitanika:

- *Opremljenost učenika u školi uvjetuje rad u alatima, eTwinning projekti su korisni za suradnju i upoznavanje novih alata.*
- *Iako nam nekad pomažu digitalije, i dalje su najvažniji konkretni modeli.*
- *Online nastava nas je prisiljavala koristiti razne digitalne alate, i doista sam ih svakodnevno koristila. Kod učenika se nije pokazalo uspješnijim u odnosu na klasičnu nastavu. Nakon povratka u normalan svijet tj. učionicu, prestala sam s korištenjem digitalnih alata, te osobno ne vidim neku veliku dobrobit istih. Dobar predavač tj. učitelj će i bez digitalnih alata djecu znati motivirati na rad, zna pridobiti njihovu pažnju i bez korištenja ekrana.*
- *Ne treba pretjerivati u korištenju digitalnih alata.*

- *Problem je nedostatak vremena za unaprjeđenje vlastite nastave s tim alatima. Bila sam na nekoliko predavanja vezana uz neke digitalne alate, ali zbog ostalih školskih obveza nisam mogla dovoljno istražiti i pripremiti materijale.*
- *Mobilni telefon koji koristim u nastavi svakodnevno je privatn i koristim ga isključivo za pristup e-Dnevniku.*
- *Smatram da su digitalni alati velika pomoć u radu nastavnika. Kada je u pitanju i manjak edukacija o pojedinom alatu, Internet je pun video uputa, treba samo malo dobre volje i to je to!*
- *Ako se odgovorno koriste digitalni alati mogu biti korisni u razvijanju matematičke pismenosti učenika.*

4.6.2. Inferencijalna statistika

Prvom hipotezom pretpostavlja se da svi učitelji u Republici Hrvatskoj imaju pristup internetskoj vezi. Pri ispitivanju prve hipoteze korišten je t-test za jedan uzorak (cijeli uzorak ispitanika) koji testira je li aritmetička sredina uzorka različita od srednje vrijednosti (3) skale od pet stupnjeva (1 – Nikada; 2 – Rijetko; 3 – Ponekad ; 4 – Često; 5 – Uvijek). Rezultat t-testa dostupan je u tablici 10.

Tablica 10: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji u učionici imaju stalan pristup internetskoj vezi. (od 1 – „Nikada“ do 5 – „Uvijek“) N = 107

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Cijeli uzorak:	107	4,55	,68	23,73	<,001

Legenda: *N* – broj ispitanika; *M* (*mean*) – aritmetička sredina; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *p* – statistička značajnost

T-testom (tablica 10) utvrđuje se statistički značajna razlika u rezultatima na čestici koja mjeri koliko često učitelji imaju stalan pristup internetu u učionici ($t = 23,73$; $df = 106$; $p < 0,05$). Dakle, s 95 % sigurnosti može se reći da učitelji u učionicama imaju stabilnu internetsku vezu češće nego ponekad, odnosno, da stabilnu internetsku vezu učitelji imaju često ili uvijek.

H2: Učitelji mlađih dobnih skupina češće će koristiti digitalne alate u nastavi Matematike.

Sljedeća je pretpostavka da će učitelji mlađih dobnih skupina češće koristiti digitalne alate u nastavi Matematike. Mlađe dobne skupine uključuju učitelje dobi između 24 i 40 godina.

Tablica 11: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi Matematike. (od 1 – „Uopće ne koristim“ do – „Na svakom nastavnom satu“) $N = 107$

Godine:	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
24 – 40	58	3,84	1,01		
41 – 61	49	3,39	1,10		
Ukupno:	107			2,25	,027

Legenda: *N* – broj ispitanika; *M* (*mean*) – aritmetička sredina; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *p* – statistička značajnost

Za ispitivanje hipoteze korišten je t-test velikih nezavisnih uzoraka (tablica 11). Ispituje se stav dviju skupina – učiteljica i učitelja dobi od 24 (najmlađi ispitanik) do 40 godina te od 41 do 61 (najstariji ispitanik) godina o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. T-testom utvrđuje se da postoji statistički značajna razlika među skupinama ($t = 2,25$; $df = 105$; $p < 0,05$), odnosno, da se s 95 % sigurnosti može reći da postoji razlika među skupinama u stopi korištenja digitalnih alata nastave Matematike, to jest, da će učitelji mlađih dobnih skupina češće koristiti digitalne alate, čime se hipoteza potvrđuje.

H3: Postoji statistički značajna razlika između učitelja mlađih dobnih skupina i učitelja starijih dobnih skupina u zanimanju za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

Za testiranje hipoteze koristi se metoda t-testa velikih nezavisnih uzoraka. Uzorak je podijeljen na dvije skupine kao i pri testiranju prethodne hipoteze (tablica 11).

Tablica 12: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko učitelje zanima područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. $N = 107$

Godine:	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
24 – 40	58	4,33	0,80		
41 – 61	49	4,35	0,69		
Ukupno:	107			-,13	,895

Legenda: *N* – broj ispitanika; *M* (*mean*) – aritmetička sredina; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *p* – statistička značajnost

T-testom velikih nezavisnih uzoraka, na uzorku od 107 ispitanika utvrđeno je ($t = -1,13$; $df = 105$; $p > 0,05$) da ne postoji statistički značajna razlika među dvije skupine (tablica 12). Sa sigurnošću od 95 % može se reći da ne postoji razlika u zanimanju učiteljica i učitelja starije dobi i učiteljica i učitelja starije dobi o području korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

H4: Učitelji Matematike pokazuju veće zanimanje za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, nego učitelji razredne nastave.

Tablica 13: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko učitelja pokazuje zanimanje za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. (od 1: „Uopće se ne slažem“ do 5: „U potpunosti se slažem“). $N = 107$

Radno mjesto	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Učiteljica/učitelj razredne nastave	63	4,25	,78		
Učiteljica/učitelj Matematike	44	4,45	,70		
Ukupno:	107			-1,36	,176

Legenda: *N* – broj ispitanika; *M* (*mean*) – aritmetička sredina; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *p* – statistička značajnost

Za testiranje hipoteze korišten je t-test velikih nezavisnih uzoraka (tablica 13) kojim se ispitala razlika aritmetičkih sredina dviju skupina na čestici o zanimanju za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Statističkom obradom utvrđuje se da ne postoji statistički značajna razlika među skupinama ($t = -1,36$; $df = 105$; $p > 0,05$), odnosno, da ne postoji statistički značajna razlika u zanimanju učitelja i učiteljica za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Samim time, četvrta se hipoteza odbacuje.

H5: Postoji statistički značajna razlika između učitelja razredne nastave te učitelja Matematike u korištenju matematičkih digitalnih alata.

Za testiranje hipoteze potrebno je testirati razliku između aritmetičkih sredina dviju nezavisnih grupa – učiteljica i učitelja razredne nastave i učiteljica i učitelja Matematike. Za to je izabrana metoda t-testa. Detaljan prikaz rezultata dostupan je u tablici 14.

Tablica 14: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi Matematike. (od 1: "Uopće ne koristim" do 5: "Na svakom nastavnom satu"). $N = 107$

Radno mjesto	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Učiteljica/učitelj razredne nastave	63	3,67	1,09		

Učiteljica/učitelj Matematike	44	3,59	1,04
Ukupno:	107		,36 ,720

Legenda: N – broj ispitanika; M (*mean*) – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; t – t-test; p – statistička značajnost

T-testom za velike nezavisne uzorke (tablica 14) nije utvrđena statistički značajna razlika na čestici koja je mjerila koliko često učitelji i učiteljice razredne nastave, odnosno, učitelji i učiteljice Matematike u Republici Hrvatskoj koriste digitalne alate u nastavi Matematike ($t = ,36$; $df = 105$; $p > 0,05$). Dakle, na uzorku od 107 ispitanika ($N = 107$) s 95 % sigurnosti može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u korištenju digitalnih alata među učiteljicama i učiteljima razredne nastave te učiteljicama i učiteljima Matematike, čime se hipoteza odbacuje.

H6: Postoji statistički značajna razlika između učitelja razredne nastave i učitelja Matematike u korištenju vlastito izrađenih digitalnih nastavnih sadržaja.

Za provjeru hipoteze koristit će se analiza varijanci. Detaljni rezultati analize varijanci dostupni su u tablici 15.

Tablica 15: Analiza varijanci čestice koja ispituje koriste li učitelji postojeće ili izrađuju vlastite digitalne nastavne sadržaje.

		SS	df	MS	F	Sig.
Koristim postojeće digitalne nastavne sadržaje.	Među grupama	,19	1	,19	1,71	,195
	Unutar grupa	11,97	105	,11		
	Ukupno	12,17	106			
Izrađujem vlastite digitalne nastavne sadržaje.	Među grupama	2,17	1	2,17	9,55	,003
	Unutar grupa	23,90	105	,23		
	Ukupno	26,08	106			
Uopće ne koristim digitalne alate.	Među grupama	,00	1	,00	,08	,783
	Unutar grupa	2,91	105	,03		
	Ukupno:	2,92	106			

Legenda: SS – suma kvadrata odstupanja; df – stupnjevi slobode; MS – sredine kvadrata; F – empirijski F omjer; $Sig.$ – p vrijednost

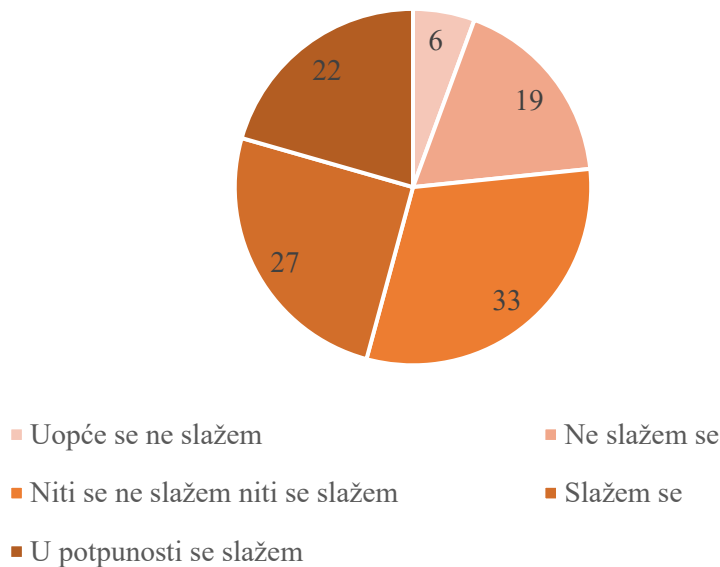
Analizom varijanci ispitivalo se postoji li statistički značajna razlika u stavovima među grupa ili unutar grupa. Grupe su formirane prema radnom mjestu ispitanika: učitelj/učiteljica razredne nastave ($N = 63$) i učitelj/učiteljica Matematike ($N = 44$). U tablici 15, može se uočiti da postoji statistički značajna razlika ($df = 1$; p vrijednost $< 0,05$) među grupama u korištenju vlastito izrađenih digitalnih nastavnih sadržaja. Dakle, hipoteza se potvrđuje.

4.7. Rasprava

Cilj istraživanja bio je ispitati stavove i mišljenja učiteljica i učitelja razredne nastave te učiteljica i učitelja Matematike u osnovnim školama o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. Na temelju iskustava i mišljenja 107 ispitanika diljem Republike Hrvatske donose se sljedeći zaključci: potvrđene su prva, druga i šesta hipoteza, dok su treća, četvrta i peta odbačene.

Prva potvrđena hipoteza glasila je da svi učitelji imaju pristup internetu, što je važno za primjenu digitalnih alata u nastavi Matematike, s obzirom da je pristup nekim digitalnim alatima, odnosno, digitalnim nastavnim sadržajima kreiranim pomoću digitalnih alata moguć samo uz pristup internetskoj vezi. Međutim, osim internetske veze, potrebna je i oprema za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike. 22 ispitanika (20,6 %) u potpunosti se slaže da ima dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike, a čak 23,4 % ispitanika izjasnilo se da se u potpunosti ne slaže ili da se ne slaže. Detaljan prikaz podataka dostupan je u grafikonu 1.

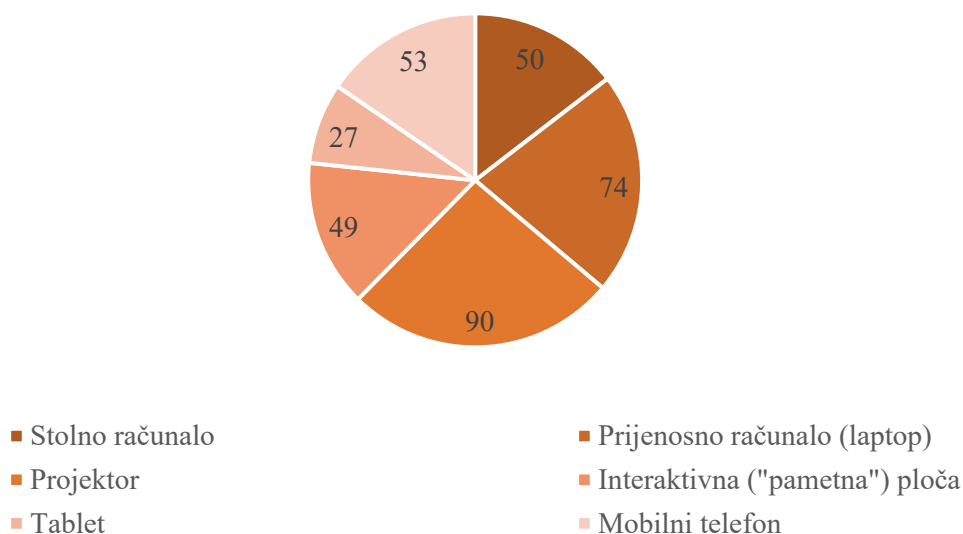
"Smatram da imam dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike." ($N = 107$)



Grafikon 1: Detaljan prikaz odgovora ispitanika na čestici "Smatram da imam dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike."

Iznenadujuće je da veći postotak ispitanika ne smatra da ima dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike. Naime, na čestici koja ispituje koje uređaje ispitanici imaju na raspolaganju, 74 ispitanika (69,16 %) izjasnilo se da ima tri ili više dostupna uređaja, dok jedan ispitanik nije naveo niti jedan uređaj. Također, ne postoji ispitanik koji ima jedan uređaj, već je minimalan broj uređaja po ispitaniku 2. Gotovo svaki učitelj u učionici ima ili interaktivnu ploču ili projektor u kombinaciji s digitalnim uređajem (stolno računalo, prijenosno računalo, mobilni uređaj ili tablet) pomoću kojeg mogu reproducirati sadržaje. Kao što je vidljivo u grafikonu 2, najveći broj ispitanika ima projektor ($N = 90$). Slijede prijenosno računalo i mobilni telefon. Najmanji broj ispitanika u učionici ima tablet ($N = 27$). Iz tablice 3 vidljivo je koliko često ispitanici koriste pojedini uređaj tijekom rada. Očekivano, najčešće se koriste projektor ($M = 4,23$) prijenosno računalo ($M = 3,64$) te stolno računalo ($M = 3,17$). S druge strane, iznenaduje podatak da je tablet jedan od najrjeđe korištenih uređaja ($M = 1,96$). Uočava se i polariziran stav učitelja o korištenju interaktivne („pametne“) ploče. Od 80 ispitanika, 28 ju ne koristi nikada, a 32 ju koristi uvijek. Kumulativni je to postotak od 75 %, odnosno, tri četvrtine uzorka.

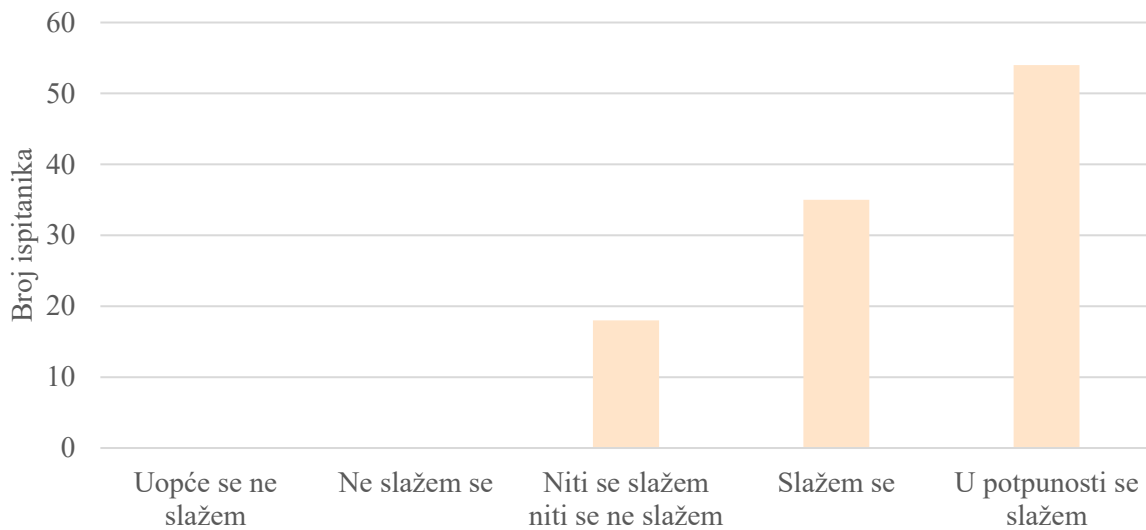
Posjedovanje digitalnih uređaja u učionici ($N = 106$)



Grafikon 2: Detaljan prikaz podataka na čestici koja ispituje koje digitalne uređaje posjeduju ispitanici.

Ispitanici su pokazali interes za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. T-testom velikih nezavisnih uzoraka (tablica 13) utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između učitelja razredne nastave i učitelja matematike u interesu prema korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike. Sada će se predstaviti rezultat cjelokupnog uzorka: više od 50 % ($N = 54$) ispitanika u potpunosti se slaže s tvrdnjom da ih zanima područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, a 32,7 % se slaže s tvrdnjom ($N = 35$). Detaljni podaci prikazani su u grafikonu 3. Rezultat je očekivan s obzirom da je pristup istraživanju dobrovoljan, te se očekivalo da će istraživanju pristupiti osobe koje zanimaju tema i predstavljen cilj istraživanja.

"Zanima me područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike."



Grafikon 3: Detaljan prikaz odgovora na čestici: "Zanima me područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike."

Sukladno postojanju interesa za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike (grafikon 3), većina ispitanika ($N = 82$; kumulativni postotak: 76,6 %) slaže se ili se u potpunosti slaže s tvrdnjom da je upoznat/a s digitalnim alatima koji se koriste u nastavi Matematike. Trećom hipotezom pretpostavila se statistički značajna razlika između učitelja mlađih dobnih skupina i učitelja starijih dobnih skupina u zanimanju za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike. T-testom (tablica 12) utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika među skupinama. Dakle, i mlađi i stariji učitelji podjednaki su stavova. Drugom hipotezom pretpostavljeno je da će mlađi učitelji češće koristiti digitalne alate u nastavi Matematike. Hipoteza je t-testom (tablica 11) potvrđena s 95 postotnom sigurnošću. Međutim, s obzirom na manji uzorak u odnosu na stvaran broj učitelja, postavlja se pitanje bi li s većim brojem ispitanika došlo do promjene u rezultatu.

Od 104 ispitanika koji koriste digitalne alate, 42 ispitanika koristi postojeće digitalne nastavne sadržaje, a 11 izrađuje vlastite. Očekivano, najveći broj ispitanika ($N = 51$) kombinira korištenje postojećih te izrađivanje vlastitih digitalnih sadržaja (tablica 5). Najveći broj učitelja koristi *Microsoft PowerPoint* i *Wordwall*, što je vidljivo u tablici 6 i tablici 7. Uočeno je i da je veći broj učitelja koji koriste postojeće digitalne nastavne sadržaje, u odnosu na učitelje koji izrađuju vlastite (tablica 5). U nastavi se najčešće koriste digitalni alati kojima se može izraditi sadržaj za više nastavnih predmeta, dok se alati namijenjeni isključivo za izradu matematičkih sadržaja nešto rjeđe koriste. Najčešće se koristi *GeoGebra*, alat koji je u

potpunosti besplatan i preveden na hrvatski jezik, što je mogući razlog popularnosti alata među učiteljima. Osim *GeoGebre*, velik postotak uzorka učitelja koristi i dostupne digitalne nastavne sadržaje s platforme *Matific*. Najveća oscilacija između stope korištenja dostupnih materijala i kreiranja vlastitih sadržaja uočena je kod *YouTube*-a. 53,3 % učitelja u nastavi koristi postojeće digitalne sadržaje na *YouTube*-u, dok vlastite sadržaje kreira 16,8 %.

Učitelji su upitani i o prednostima i nedostacima koje su uočili pri radu s digitalnim alatima. Kao prednosti korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike očekivano su se izdvojile motiviranje učenika te bolje razumijevanje matematičkih sadržaja (tablica 8). Pokazatelj je to da je učenik subjekt nastavnog procesa, te da je učiteljima u interesu sadržaje Matematike prilagoditi mogućnostima i sposobnostima učenika. Trenutna povratna informacija učitelju pomaže u vrednovanju učeničkog rada te u praćenju napretka, stoga ne iznenađuje da ju je 57,01 % učitelja izdvojilo kao prednost digitalnih alata. Slijede bolje razumijevanje matematičkih modela kroz istraživanje, interpretaciju i objašnjavanje podataka te širok raspon besplatno dostupnih alata. Manji postotak uzorka (5,6 %) ne smatra kako korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike ima prednosti. Neki učitelji svoj stav su objasnili u komentaru, rekavši kako smatraju da učenici nisu pokazali značajniji napredak u odnosu na nastavu u kojoj se ne koriste digitalni alati. Također, neki učitelji smatraju kako učenici tijekom korištenja digitalnih alata ne promišljaju o odgovoru, već automatski pritišću na ponuđene odgovore, čime se ne ostvaruju odgojno-obrazovni ishodi.

S obzirom na činjenicu da je gotovo trećina uzorka (30,84 %) na tvrdnju da smatraju da imaju dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike odgovorila „niti se slažem niti se ne slažem“, a 25 ispitanika (23,36 %) se nije složilo ($N = 19$) ili nije uopće složilo ($N = 6$) s tvrdnjom, ne iznenađuje podatak da je najveći broj ispitanika kao nedostatak korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike naveo nedovoljno opreme za rad (tablica 9). Učitelji smatraju i da ne postoji dovoljno edukacija o mogućnostima korištenja digitalnih alata. 56 učitelja složilo se ($N = 31$) ili u potpunosti složilo ($N = 26$) s tvrdnjom da kada bi bili više educirani o mogućnostima korištenja digitalnih alata da bi ih češće koristili, stoga ovaj podatak nije iznenađujući. S obzirom da bi, za optimalnu primjenu mogućnosti digitalnih alata, svaki učenik trebao imati vlastiti uređaj, postoji veliki rizik za izolaciju od ljudske interakcije, a kao nedostatak korištenja digitalnih alata to vidi 31,78 % učitelja. Među nedostacima koje su učitelji sami naveli izdvaja se vrijeme potrebno za kreiranje digitalnih nastavnih sadržaja te činjenica da su neki digitalni alati dostupni u probnoj inačici, a ukoliko ih korisnik želi nastaviti koristiti, treba plaćati mjesečnu ili godišnju pretplatu. Stoga ne

iznenađuje da su alati koji su besplatni poput *Microsoft PowerPointa* (kojeg učitelji i učenici pomoću AAI@EduHr identiteta mogu besplatno koristiti) i *GeoGebre* među najčešće korištenim alatima.

5. Zaključak

Rezultati provedenog istraživanja pokazuju da je velik postotak hrvatskih učitelja koje zanima područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. Znak je to da je informacijsko-komunikacijska tehnologija i primjena iste implementirana u hrvatsko školstvo. Utvrđeno je i da svi učitelji imaju pristup internetskoj vezi te da su digitalni uređaji dostupniji. Naime, visoki postotak učitelja posjeduje dva ili više digitalna uređaja što olakšava primjenu digitalnih alata u nastavi. Digitalne alate u nastavi Matematike koristi 97,2 % ispitanika, a najčešće učitelji koriste *Microsoft PowerPoint* i *Wordwall*. Oba alata mogu se primijeniti u nastavi više nastavnih predmeta. Najčešće korišten digitalni alat namijenjen za isključivo nastavu Matematike jest *GeoGebra*. Učitelji i učiteljice razredne nastave te učitelji i učiteljice Matematike najčešće kao prednost izdvajaju motiviranje učenika i bolje razumijevanje matematičkih koncepata, dok je najčešće izdvajan nedostatak nedovoljno opreme za rad. Može se zaključiti da učitelji, sukladno paradigmama suvremenog školstva, učenika postavljaju kao subjekt odgojno-obrazovnog procesa te digitalne alate najviše primjenjuju kako bi mu približili nastavne sadržaje Matematike. Učitelji digitalne nastavne sadržaje koriste u prosjeku jednom tjedno, te se slažu kako ne treba pretjerivati, te da su konkretni materijali važni za usvajanje matematičkih pojmova. Utvrđeno je i da bi dodatne edukacije u o mogućnostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike potaknuo dio učitelja na učestalije korištenje digitalnih nastavnih sadržaja. U budućim istraživanjima bilo bi poželjno obuhvatiti područje edukacija o mogućnostima primjene digitalnih alata u nastavi, ali i o implementaciji sadržaja edukacija u nastavni problem i Kurikulum nastavnog predmeta.

6. Popis slika

Slika 1: Sučelje igrolike aktivnosti „Dirt Bike Comparing Fractions“, dostupno na: https://www.arcademics.com/games/dirt-bike-comparing-fractions . Pristupljeno: 25. svibnja 2023.....	13
Slika 2: Primjer crtanja jednadžbe ($f(x) = 3x+2$) u GeoGebri. Osobna arhiva.	15
Slika 3: Izgled sučelja aktivnosti „Pomozi žabi doći do lopoča“. Osobna arhiva.	16
Slika 4: Sučelje ICT AAC Matematičkog vrtuljka. Dostupno na: http://usluge.ict-aac.hr/AACMatematika/ . Pristupljeno: 22. svibnja 2023.	18
Slika 5: Sučelje ICT AAC Matematičkog vrtuljka. Dostupno na: http://usluge.ict-aac.hr/AACMatematika/ . Pristupljeno: 22. svibnja 2023.	19
Slika 6: Usvajanje pojma volumena kocke uz pomoć digitalnog alata "Mathigon". Osobna arhiva.....	22
Slika 7: Sučelje aktivnosti "Skakanje po brojevnom pravcu". Dostupno na: https://www.matific.com/share-episode/?slug=HoppingOnTheNumberLineAdditionUpTo20 . Pristupljeno: 27. svibnja 2023.....	24
Slika 8: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.	26
Slika 9: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.	27
Slika 10: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.	28
Slika 11: Primjer korištenja Microsoft PowerPointa u nastavi. Osobna arhiva.	28
Slika 12: Primjer izgleda slide-a sa zadatkom. Osobna arhiva.	31
Slika 13: Primjer korištenja funkcije kratkog odgovora. Osobna arhiva.	31
Slika 14: Primjer izgleda slide-a sa zadacima. Osobna arhiva.....	32
Slika 15: Primjer korištenja opcije pronalaska para. Osobna arhiva.....	32
Slika 16: Primjer korištenja opcije crtanja. Osobna arhiva.....	33
Slika 17: Primjer korištenja opcije „Time to climb“. Osobna arhiva.....	33
Slika 18: Primjer izgleda aktivnosti na bijeloj ploči. Osobna arhiva.	35
Slika 19: Primjer pitanja s jednim točnim odgovorom. Osobna arhiva.	37

Slika 20: Primjer tvrdnje za koju učenici određuju je li točna ili netočna. Osobna arhiva.	38
Slika 21: Primjer pitanja koje se veže na postavljenu ilustraciju. Osobna arhiva.....	38

7. Popis tablica

Tablica 1: Prikaz sociodemografskih karakteristika uzorka ($N = 107$).....	42
Tablica 2: Deskriptivni podaci o česticama kojima se ispituju stavovi i mišljenja ispitanika o području digitalnih alata u nastavi Matematike (od 1: "Uopće se ne slažem" do 5: "U potpunosti se slažem").....	44
Tablica 3: Deskriptivni podaci o česticama kojima se utvrđuje koliko često ispitanici koriste pojedini digitalni uređaj tijekom nastavnog procesa (od 1: "Nikada" do 5:"Svakodnevno")..	44
Tablica 4: Deskriptivni podaci o čestici koja ispituje koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi. (od 1: "Uopće ne koristim" do 5 "Na svakom nastavnom satu").	45
Tablica 5: Deskriptivni prikaz korištenja postojećih ili izrade vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja.....	46
Tablica 6: Deskriptivni prikaz podataka o korištenju postojećih digitalnih nastavnih sadržaja kreiranih u navedenim digitalnim alatima.....	46
Tablica 7: Deskriptivni prikaz podataka o korištenju navedenih digitalnih alata za izradu vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja.	47
Tablica 8: Deskriptivni prikaz podataka o prednostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.....	48
Tablica 9: Deskriptivni prikaz podataka o nedostacima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.....	48
Tablica 10: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji u učionici imaju stalan pristup internetskoj vezi. (od 1 – „Nikada“ do 5 – „Uvijek“) $N = 107$	50
Tablica 11: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi Matematike. (od 1 – „Uopće ne koristim“ do – „Na svakom nastavnom satu“) $N = 107$	51
Tablica 12: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko učitelje zanima područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. $N = 107$	51

Tablica 13: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko učitelja pokazuje zanimanje za područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike. (od 1: „Uopće se ne slažem“ do 5: „U potpunosti se slažem“). $N = 107$	52
Tablica 14: Prikaz statističkih rezultata na čestici koja mjeri koliko često učitelji koriste digitalne alate u nastavi Matematike. (od 1: "Uopće ne koristim" do 5: "Na svakom nastavnom satu"). $N = 107$	52
Tablica 15: Analiza varijanci čestice koja ispituje koriste li učitelji postojeće ili izrađuju vlastite digitalne nastavne sadržaje.	53

8. Popis grafikona

Grafikon 1: Detaljan prikaz odgovora ispitanika na čestici "Smatram da imam dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike."	55
Grafikon 2: Detaljan prikaz podataka na čestici koja ispituje koje digitalne uređaje posjeduju ispitanici.	56
Grafikon 3: Detaljan prikaz odgovora na čestici: "Zanima me područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike."	57

9. Prilozi

Prilog 1: Anketni upitnik: „Stavovi i mišljenja učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

Stavovi učitelja o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike

Poštovani/poštovana,

molim Vas da izdvojite nekoliko minuta svoga vremena i odgovorite na pitanja u ovom anketnom upitniku namijenjenom učiteljicama i učiteljima razredne nastave te učiteljicama i učiteljima Matematike.

Ovim istraživanjem žele se ispitati Vaši stavovi o korištenju digitalnih alata u nastavi Matematike za potrebe izrade diplomskog rada studentice Monike Pavlinovac na Učiteljskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Predraga Oreškog i sumentorstvom prof. dr. sc. Predraga Vukovića.

Sudjelovanje u istraživanju je anonimno i dobrovoljno. Popunjavanjem ovog anketnog upitnika ispitanici pristaju sudjelovati u istraživanju i na obradu prikupljenih podataka u svrhu znanstvenog istraživanja. Prikupljeni podaci će se obrađivati na grupnoj razini, a pristup će im imati isključivo istraživači. Ako nalazi ovog istraživanja budu javno objavljeni, objavit će se samo za čitavu grupu ispitanika, a ne individualno. Stoga Vas molimo da odgovarate što iskrenije i spontanije.

Razina rizika i neugode u ovom istraživanju nije veća od one koju doživljavate u svakodnevnim situacijama. U svakom se trenutku može odustati od sudjelovanja te zatražiti povlačenje vlastitih podataka u svim fazama istraživanja.

Prikupljanje, obrada i pohrana podataka provodi se isključivo u istraživačke svrhe te se pri tome primjenjuje najbolja praksa zaštite podataka u skladu s Općom uredbom o zaštiti podataka (EU, 2016/679) i Zakonom o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka (NN, 42/2018).

Ukoliko imate pritužbe na postupak istraživanja možete se obratiti Etičkom povjerenstvu Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu putem e-mail adrese: eticko.povjerenstvo@ufzg.hr.

Hvala Vam na izdvojenom vremenu,

Monika Pavlinovac, studentica pete godine Učiteljskog studija u Zagrebu

1. Spol:

- Ženski
- Muški
- Ne želim se izjasniti

2. Koliko godina imate?

3. Navedite svoj radni staž u području obrazovanja (u godinama):

4. Radno mjesto:

- Učitelj/učiteljica razredne nastave u osnovnoj školi

- Učitelj/učiteljica Matematike u osnovnoj školi

5. Županija u kojoj radite:

- Bjelovarsko-bilogorska
- Brodsko-posavska
- Dubrovačko-neretvanska
- Istarska
- Karlovačka
- Koprivničko-križevačka
- Krapinsko-zagorska
- Ličko-senjska
- Međimurska
- Osječko-baranjska
- Požeško-slavonska
- Primorsko-goranska
- Sisačko-moslavačka
- Splitsko-dalmatinska
- Šibensko-kninska
- Varaždinska
- Virovitičko-podravska
- Vukovarsko-srijemska
- Zadarska
- Zagrebačka
- Grad Zagreb

6. Zanima me područje korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike.

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Uopće se ne slažem. 2 - Ne slažem se. 3 - Niti se slažem niti se ne slažem. 4 - Slažem se. 5 - U potpunosti se slažem.

Uopće se ne slažem ○ ○ ○ ○ ○ U potpunosti se slažem.

7. Upoznat/a sam s digitalnim alatima koji se koriste u nastavi Matematike.

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Uopće se ne slažem. 2 - Ne slažem se. 3 - Niti se slažem niti se ne slažem. 4 - Slažem se. 5 - U potpunosti se slažem.

Uopće se ne slažem o o o o o U potpunosti se slažem.

8. Kada bih bio/la više educiran/a o mogućnostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike, onda bih ih koristio/la u većoj mjeri.

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Uopće se ne slažem. 2 - Ne slažem se. 3 - Niti se slažem niti se ne slažem. 4 - Slažem se. 5 - U potpunosti se slažem.

Uopće se ne slažem o o o o o U potpunosti se slažem.

9. Smatram da imam dovoljno opreme za korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike.

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Uopće se ne slažem. 2 - Ne slažem se. 3 - Niti se slažem niti se ne slažem. 4 - Slažem se. 5 - U potpunosti se slažem.

Uopće se ne slažem o o o o o U potpunosti se slažem.

10. U učionici imam stalan pristup internetskoj vezi.

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Nikada. 2 - Rijetko. 3 - Ponekad. 4 - Često. 5 - Uvijek.

Nikada o o o o o Uvijek.

11. Označite koje uređaje imate dostupne u učionici:

- Stolno računalo
- Prijenosno računalo (laptop)
- Projektor
- Interaktivna („pametna“) ploča
- Tablet
- Mobilni telefon
- Ništa od navedenoga
- Ostalo: _____

12. Označite koliko često koristite pojedini uređaj u izvođenju nastave Matematike.

	Nikada	Ponekad	Jednom mjesечно	Jednom tjedno	Svakodnevno	Ne posjedujem uređaj
Stolno računalo	o	o	o	o	o	o

Prijenosno računalo (laptop)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interaktivna („pametna“) ploča	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mobilni telefon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Digitalni alati omogućuju kreiranje raznolikih digitalnih nastavnih sadržaja. Brojni korisnici dijele takve sadržaje i time ih čine javno dostupnima.

U sljedećem pitanju korištenje digitalnih alata u nastavi Matematike odnosi se na korištenje i javno dostupnih digitalnih nastavnih sadržaja i vlastito kreiranih digitalnih nastavnih sadržaja uz pomoć digitalnih alata.

13. Koliko često koristite digitalne alate u nastavi Matematike?

Odaberite odgovor na sljedećoj skali: 1 - Uopće ne koristim. 2 - Nekoliko puta godišnje. 3 - jednom mjesečno. 4 - Jednom tjedno. 5 - Na svakom nastavnom satu.

Uopće ne koristim Na svakom nastavnom satu.

14. Ukoliko koristite digitalne alate u nastavi Matematike, koristite li postojeće digitalne nastavne sadržaje ili izrađujete vlastite?

- Koristim postojeće digitalne nastavne sadržaje.
- Izrađujem vlastite digitalne nastavne sadržaje.
- Uopće ne koristim digitalne alate.

15. Označite koje ste digitalne alate koristili u nastavi Matematike:

Ovo pitanje se odnosi na korištenje postojećih digitalnih nastavnih sadržaja kreiranih pomoću navedenih digitalnih alata.

- Arcademics
- GeoGebra
- ICT AAC Matematički vrtuljak

- Mathigon
- Matific
- Microsoft PowerPoint
- Nearpod
- Wordwall
- YouTube
- Ne koristim digitalne alate
- Ostalo: _____

16. Označite koje ste digitalne alate koristili u nastavi Matematike:

Ovo pitanje se odnosi na stvaranje vlastitih digitalnih nastavnih sadržaja uz pomoć navedenih digitalnih alata.

- Arcademics
- GeoGebra
- Kahoot
- Mathigon
- Microsoft PowerPoint
- Nearpod
- Wordwall
- YouTube
- Ne koristim digitalne alate
- Ostalo: _____

17. Što smatrate prednostima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike?

- Ne smatram kako digitalni alati u nastavi Matematike imaju prednosti.
- Bolje razumijevanje matematičkih koncepata (grafikoni, tekst, slike).
- Razvijanje matematičkih modela kroz istraživanje, interpretaciju i objašnjavanje podataka.
- Motiviranje učenika.
- Trenutna povratna informacija.
- Širok raspon besplatno dostupnih alata.
- Ostalo: _____

18. Što smatrate nedostacima korištenja digitalnih alata u nastavi Matematike?

- Jezična barijera.
- Izolacija od ljudske interakcije.*
- Odmicanje od izvorne stvarnosti.
- Nedovoljno opreme za rad.
- Neusklađenost s kurikulumom za nastavni predmet Matematika za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj
- Manjak edukacija o mogućnostima korištenja digitalnih alata.
- Ostalo: _____

19. Vaš komentar ili poruka istraživačici:

Hvala Vam na sudjelovanju!

U slučaju da imate pitanja i nejasnoća ili želite biti upoznati s rezultatima istraživanja, javite se na monipavlinovac@gmail.com

Ukoliko imate pritužbe na postupak istraživanja možete se obratiti Etičkom povjerenstvu Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu putem e-mail adrese: eticko.povjerenstvo@ufzg.hr.

Molimo da pritisnete tipku "Podnesi".

* (Utješinović, 2019, 30).

10. Literatura

1. „mjerenje“. U: Hrvatska enciklopedija (on-line). Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“. Pristupljeno: 23. svibnja 2023.
2. Arcademics (2023). About us <https://www.arcademics.com/about>). Pristupljeno 25. svibnja 2023.
3. Arcademics (2023). *How it works* <https://www.arcademics.com/how-it-works>. Pristupljeno: 25. svibnja 2023.
4. Benček, A., Marenčić, M. (2006). Motivacija učenika osnovne škole u nastavi matematike, *Metodički obzori 1* (1), 104 – 117. <https://hrcak.srce.hr/11516>.
5. Berk, L.E. (2008). *Psihologija cjeloživotnog razvoja*. prijevod 3. izdanja. Zagreb: Naklada Slap
6. Bognar, L., Matijević, M. (1993). *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
7. Breščanski, T. (2022). *Mathigon/Polypad* <https://e-laboratorij.carnet.hr/mathigon-polypad/>, pristupljeno: 26. svibnja 2023.
8. CARNET (2023). *Office 365 za škole*. <https://www.carnet.hr/usluga/office-365-za-skole/>. Pristupljeno 13. lipnja 2023.
9. Dragun, M. (2021). *Uporaba digitalnih alata u nastavi na daljinu* (diplomski rad) Split: Sveučilište u Splitu. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ffst:3427/datastream/PDF/view>.
10. Državni zavod za statistiku [DZS]. (2023). Osnovne škole, kraj šk. g. 2021./2022. i početak šk. g. 2022./2023. Pristupljeno: 26. svibnja 2023. na <https://podaci.dzs.hr/2023/hr/58233>.
11. Eduroam.hr: *Što je eduroam?* <https://www.eduroam.hr/index.php#>. Pristupljeno: 31. svibnja 2023.
12. Gal, K. (2007). Uporaba PowerPoint prezentacija za postizanje bolje motivacije na satu Engleskoga jezika s učenicima 2. razreda gimnazije. *Život i škola 17* (I), 117-126. <https://hrcak.srce.hr/file/32924>.
13. GeoGebra: Preuzmi aplikacije <https://www.geogebra.org/download>. Pristupljeno: 22. svibnja 2023.
14. Glasnović Gracin, D. (2010). Računalo u nastavi matematike: Teorijska podloga i matematičke smjernice, *Matematika i škola 46* (X), 10-15.
15. Glasnović Gracin D. i Šuljić, Š. (2006). Razgovor s dr. Markusom Hohenwarterom, autorom GeoGebre, *Matematika i škola 35* (VII), 224-227.

16. Greefrath, G., Hertleif, C., Siller, H.-S. (2018) Mathematical modelling with digital tools – a quantitative study on mathematising with dynamic geometry software. *ZDM 1-2* (50), 233 – 244. doi: 10.1007/s11858-018-0924-6
17. Hrvatski sabor (2008). *Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja*, NN 63/08.
18. IBM Corporation (2023). *IBM SPSS Statistics* (verzija 29.0.1.0.). Preuzeto s: <https://www.ibm.com/spss>.
19. ICT-AAC (2013). *Matematički vrtuljak* (web aplikacija). Pristupljeno: 22. svibnja 2023. <http://usluge.ict-aac.hr/AACMatematika/>.
20. Kurnik, Z. (2008). Znanstvenost u nastavi matematike. *Metodika 17* (9), 2, 318-327. <https://hrcak.srce.hr/file/55085>.
21. Kurnik, Z. (2009) Načelo trajnosti znanja, *Matematika i škola 11* (52), 52-56. <https://mis.element.hr/fajli/923/52-03.pdf>.
22. Kelava, M. (2015). Nearpod – alat za „aktiviranje“ učenika. *Pogled kroz prozor – digitalni časopis za obrazovne stručnjake*. <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2015/03/31/nearpod-alat-za-aktiviranje-ucenika/>.
23. Loparić, S. (2019). VJEROJATNOST I STATISTIKA – ZAŠTO, KADA, KAKO?. *Poučak, 20* (80), 45-51.
24. Maričić, S. M., Stamatović, J. (2022) Predškolsko matematičko obrazovanje: osnova za školsko učenje matematike. U Rutar, I., Felda, D., Rodela, M., Krnac, N., Marović, M., Drljić, K. (Ur.) *Prehodi v različnih socialnih in izobraževalnih okoljih* (str. 195-208), Koper: Knjižnica Ludus. <https://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-293-136-0.pdf>.
25. Markovac, J. (1992). *Metodika početne nastave matematike*. 2. izdanje. Zagreb: Školska knjiga.
26. Mathigon (2022). Aktivnosti <https://hr.mathigon.org/activities>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
27. Mathigon (2022). Lekcije <https://hr.mathigon.org/tasks>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
28. Mathigon (2022). Knjižnica tečajeva <https://hr.mathigon.org/courses>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
29. Mathigon (2022). O nama <https://hr.mathigon.org/about>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
30. Matific (2023). Product features <https://www.matific.com/hr/hr/home/product-features/>. Pristupljeno: 27. svibnja 2023.

31. Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO] (2019) *Kurikulum za nastavni predmet Matematike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*, Narodne novine 7/2019.
32. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa [MZOŠ] (2006) *Nastavni plan i program za osnovnu školu*, Narodne novine 102/2006.
33. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa [MZOŠ] (2011) *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje*, Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH. (http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf)
34. Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO] (2019a) *Školama u Hrvatskoj 91 tisuća tableta za izvođenje nastave u sklopu reforme*. <https://mzo.gov.hr/vijesti/skolama-u-hrvatskoj-91-tisuca-tableta-za-izvodjenje-nastave-u-sklopu-reforme/3206>. Pristupljeno 31. svibnja 2023.
35. Nearpod, 2023. <https://nearpod.com/>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
36. Negulić, T. (2015). *Kahoot – sustav za odgovaranje i kvizove temeljen na igri* <https://e-laboratorij.carnet.hr/kahoot-game-based-sustav-za-odgovaranje-i-kvizove/>. Pristupljeno: 27. svibnja 2023.
37. Negulić, T. (2015). *ICT-AAC aplikacije*. <https://e-laboratorij.carnet.hr/ict-aac/>. Pristupljeno: 22. svibnja 2023.
38. Pović, T., Veleglavac, K., Čarapina, M., Jaguš, T., Botički, I. (2015). *Primjena informacijsko-komunikacijske tehnologije u osnovnim i srednjim školama u Republici Hrvatskoj*. Zagreb: Carnet. <https://www.bib.irb.hr/809522>.
39. Režić, M. (2021). *Wordwall – učimo igranjem* <https://e-laboratorij.carnet.hr/wordwall-ucimo-igranjem/>. Pristupljeno: 27. svibnja 2023.
40. Shan Fu, J. (2013) ICT in Education: A Critical Literature Review and Its Implications. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 9, 1, 112-125. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1182651.pdf>.
41. Šuljić, Š. (2005). GeoGebra Prvi softver dinamične geometrije na hrvatskom jeziku, *Matematika i škola* 28 (VI), 123-130.
42. Šuljić, Š. (2009). Zašto je matematika mnogima bauk? *Matematika i škola* 51 (XI), 21-28.
43. Šuljić, Š. (2016). *Mathigon – fantastičan e-udžbenik*. *Matematika i škola* 84 (XVII), 162-165.

44. Utješinović, B. (2019). Primjena IKT-a u nastavi matematike u osnovnoj školi. (diplomski rad). Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:366211>.
45. Valčić, J. (2017). *Nearpod – BYOD na učinkovit i interaktivan način* <https://e-laboratorij.carnet.hr/nearpod-byod-na-ucinkovit-i-zabavan-nacin/>. Pristupljeno: 26. svibnja 2023.
46. Vidić, T. (2016). Stavovi učenika osnovne škole prema matematici. *Napredak 157* (1-2), 11-32. <https://hrcak.srce.hr/clanak/261237>.
47. Wordwall: Mogućnosti <https://wordwall.net/hr/account/upgrade?ref=shell>. Pristupljeno: 27. svibnja 2023.
48. Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi NN 87/08 (NN 15/22) Preuzeto: 20. svibnja 2023. s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_11_126_2705.html.

Izjava o izvornosti diplomskog rada

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

(vlastoručni potpis studenta)