

Stavovi nastavnika matematike prema korištenju aplikacije PhotoMath u rješavanju matematičkih problema

ALMA BEŠIĆ¹*

¹ SMŠ „Zijah Dizdarević“ Fojnica, Novo Naselje br.7, Bosna i Hercegovina,

e-pošta: abesic81@gmail.com; 

* Kontakt autor: abesic81@gmail.com

Sažetak Ovaj rad se bavi istraživanjem stavova nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u kontekstu rješavanja matematičkih problema, te identificira varijacije u tim stavovima prema razini nastave, obrazovnim kvalifikacijama i iskustvu. Ispitanici su bili 332 nastavnika iz četiri kantona Federacije Bosne i Hercegovine tijekom školske godine 2023/2024. Za prikupljanje podataka korišten je anketni upitnik s 27 stavki, preuzet iz rada Hamadneh i Al – Masaeed (2015), te su analizirani i sekundarni podaci iz literature.

Analiza podataka obuhvatila je izračun srednjih vrijednosti, standardnih devijacija, t-testova za procjenu razlika između grupa te jednosmjernu analizu varijance (ANOVA) za ispitivanje statistički značajnih razlika među grupama. Rezultati ukazuju na umjeren pozitivan stav nastavnika prema PhotoMath aplikaciji, s naglaskom na važnost aplikacije za pomoć u rješavanju matematičkih problema, ali i zabrinutost zbog potencijalne zamjene tradicionalne uloge nastavnika. Iako nije bilo statistički značajnih razlika u stavovima prema PhotoMathu u odnosu na razinu obrazovanja u kojoj su zaposleni, uočene su razlike prema obrazovnim kvalifikacijama i radnom iskustvu nastavnika.

Zaključak istraživanja naglašava potrebu za daljnjim istraživanjem utjecaja tehnologije na obrazovanje te prilagodbom obrazovnih politika koje podržavaju integraciju digitalnih alata u nastavu matematike.

Ključne riječi: stavovi nastavnika; PhotoMath; 3. rješavanje matematičkih problema

MATHEMATICS TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS THE USE OF THE PHOTOMATH APPLICATION IN SOLVING MATHEMATICAL PROBLEMS

ALMA BEŠIĆ¹ *

¹ SMŠ "Zijah Dizdarević" Fojnica, Novo Naselje 7, Bosnia and Herzegovina, e-mail: abesic81@gmail.com

* CORRESPONDENCE: ABESIC81@GMAIL.COM

Abstract This paper investigates mathematics teachers' attitudes towards the PhotoMath application in the context of solving mathematical problems, and identifies variations in these attitudes based on the level of instruction, educational qualifications, and experience. The respondents were 332 teachers from four cantons of the Federation of Bosnia and Herzegovina during the 2023/2024 school year. A questionnaire with 27 items, adopted from the study by Hamadneh & Al-Masaeed (2015), was used for data collection, and secondary data from the literature were also analysed.

The data analysis included calculating means, standard deviations, and t-tests to assess differences between groups, and a one-way analysis of variance (ANOVA) to examine statistically significant differences among the groups. The results indicate a moderately positive attitude among teachers towards the PhotoMath application, emphasising its importance in assisting with solving mathematical problems, but also highlighting concerns about the potential replacement of the traditional role of the teacher. Although no statistically significant differences in attitudes towards PhotoMath were found concerning the level of education in which the teachers were employed, differences were observed in relation to their educational qualifications and work experience. The conclusion of the study underscores the need for further research on the impact of technology on education and the adaptation of educational policies that support the integration of digital tools in mathematics teaching.

Keywords: teachers' attitudes; PhotoMath; mathematical problem-solving

1 Uvod

Značaj rješavanja problema proizlazi iz integracije matematike kao apstraktne znanosti s njezinom praktičnom primjenom, što je ključna vještina za razvoj analitičkih sposobnosti, kreativnosti i pripremu za izazove stvarnog svijeta. Problem se s aspekta matematike može definirati kao matematički zadatak koji od učenika zahtijeva misaoni angažman kako bi došao do rješenja (Kos i Glasnović Gracin, 2012) koristeći analizu, sintezu i evaluaciju različitih matematičkih koncepta te primjenu naučenih principa na nove i nepoznate situacije. U matematičkom rješavanju problema, osim matematičkih kompetencija koje omogućavaju adekvatan odgovor na izazov (Niss i dr., 2016), bitna je i kreativna aktivnost koja uključuje specifične kognitivne procese i zahtijeva visok nivo intelektualnog napora kako bi se razvila strategija za rješenje problema (Bogdanović, 2013). Sposobnost rješavanja problema u stvarnom životu i logičko zaključivanje zajedno čine bitne komponente matematičke pismenosti koje pojedincu omogućavaju efikasno korištenje matematike u različitim situacijama (OECD, 2023). Rješavanje matematičkih problema zahtijeva analitičko i kritičko razmišljanje, potiče razvoj kritičkog mišljenja i vještina kreativnosti, što osobe koje su uspješne u rješavanju matematičkih problema čini spremnijima za suočavanje s novim situacijama u svakodnevnom životu. Osim toga, proces rješavanja matematičkih problema zahtijeva uporabu pamćenja i kognitivnih funkcija, što može pomoći u poboljšanju funkcije mozga i kognitivnih sposobnosti, te uspješno rješavanje ovih problema učenicima pruža osjećaj postignuća i povjerenja u vlastite sposobnosti, što može dovesti do poboljšanja samopouzdanja i motivacije u drugim područjima njihova akademskog i privatnog života. Rješavanje problema nije samo sredstvo primjene matematičkih tehnika, već i ključna aktivnost koja potiče razumijevanje matematičkih konceptata te predstavlja potencijalno snažnu vezu s matematičkom disciplinom (Cai, Hwang i Melville, 2023). Uključivanje učenika u aktivnost postavljanja problema ne samo da potiče njihovu aktivnu ulogu u učenju matematike već također jača njihovu vezu s disciplinom matematike kroz razvoj kritičkog razmišljanja, kreativnosti i primjene matematičkih vještina u autentičnim kontekstima.

Rezultat ubrzanog razvoja informacijskih tehnologija i tehnološke revolucije u nastavi matematike manifestira se kroz primjenu modernih nastavnih metoda, uključujući znanstvene kalkulatore, video materijale, elektroničke uređaje, računala, multimediju i različite softverske alate poput PhotoMath-a. Ovaj napredak u nastavi matematike pokazao je bolje rezultate u usporedbi s tradicionalnim metodama koje se oslanjaju na korištenje klasičnih nastavnih

pomagala (Hamadneh i Al-Masaeed, 2015), a povezan je s povećanim samopouzdanjem, interesom, motivacijom i postignućem učenika (Capinding, 2023; Zain i dr., 2023).

Međutim, postavlja se pitanje doprinosi li ova tehnološka podrška, kao što je PhotoMath aplikacija, zaista dubljem razumijevanju matematičkih koncepata. Iako se u literaturi često ističu prednosti korištenja PhotoMath aplikacije (Ilgasama, Ramirez i Salanap 2020; Saundarajan i dr., 2020; Amparo i dr., 2022), postoje i istraživanja koja ukazuju na smanjenje aktivne uključenosti i interakcije učenika tijekom učenja (Avanda i Putri, 2020), kao i problematiku potencijalnog varanja u domaćim zadacima i ispitima (Boling i Gray, 2021; Cox, 2021).

Još 1991. godine, Schab (1991) je istaknuo da je matematika jedan od predmeta gdje je varanje često prisutno, a u novije vrijeme, uz razvoj digitalnih tehnologija i aplikacija za pomoć u rješavanju matematičkih problema, varanje na provjerama iz matematike postalo je još lakše. Iako su aplikacije poput PhotoMath-a prvobitno razvijene kako bi poboljšale razumijevanje matematičkih procesa u rješavanju algebarskih problema, Ma, Wan i Yong (2008) naglašavaju da se ove aplikacije često zlorabe, što je zabrinutost koju dijele mnogi nastavnici. Zabrinutost nastavnika može proizlaziti i iz straha da bi korištenje aplikacije poput PhotoMath-a moglo smanjiti interes učenika za samostalnu analizu rješenja, iako rješenja koja ova aplikacija nudi nisu uvijek točna (Meldi, Yani i Suratman, 2022). S druge strane, Webel i Otten (2015) naglašavaju važnost poticanja nastavnika da PhotoMath i slične alate ne doživljavaju kao prijetnju, već kao priliku za isticanje ključnih aspekata učenja i poučavanja matematike.

Kao što su prethodna istraživanja pokazala, digitalne tehnologije poput PhotoMath-a imaju potencijal unaprijediti razumijevanje matematičkih procesa. Međutim, istovremeno postoji zabrinutost da pojedini učenici koristeći ovu aplikaciju ne razvijaju kreativnu aktivnost, čiji nedostatak može potencijalno poslužiti i kao motiv za njezinu uporabu u svrhu varanja na ispitima. Istraživanje stavova nastavnika prema korištenju aplikacije PhotoMath može pružiti smjernice za efikasniju integraciju ove tehnologije u obrazovni proces s ciljem minimiziranja negativnih utjecaja. Osim toga, razumijevanje percepcije i prakse nastavnika u korištenju PhotoMath aplikacije omogućuje dublje sagledavanje dinamike između tehnologije i obrazovanja te identifikaciju optimalnih načina njezina korištenja u obrazovne svrhe.

2 Istraživačka pitanja

U istraživanju su postavljena sljedeća istraživačka pitanja:

- Koji su ključni čimbenici koji utječu na stavove nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u rješavanju matematičkih problema?
- Postoje li razlike u stavovima nastavnika prema aplikaciji PhotoMath s obzirom na razinu obrazovanja (osnovna, srednja škola)?
- Postoje li razlike u stavovima nastavnika prema aplikaciji PhotoMath s obzirom na obrazovne kvalifikacije nastavnika?
- Postoje li razlike u stavovima prema aplikaciji PhotoMath s obzirom na radno iskustvo nastavnika u obrazovnom procesu?

3 Značaj istraživanja

Značaj ovog istraživanja leži u analizi uvođenja PhotoMath-a za rješavanje matematičkih problema, što je tema debate u obrazovnim krugovima pod utjecajem Apple-ove aplikacije. PhotoMath ima različite implikacije na matematičko obrazovanje, s potencijalno pozitivnim i negativnim učincima. Razumijevanje utjecaja čimbenika na stavove nastavnika prema PhotoMath aplikaciji u kontekstu rješavanja matematičkih problema može pomoći u razvoju strategija za efikasnu integraciju tehnologije u nastavu matematike, osiguravajući da se digitalni alati koriste na način koji podržava učenje. Nalazi ovog istraživanja će poslužiti kao temeljni resurs za buduća istraživanja o PhotoMath-u u Federaciji Bosne i Hercegovine, pružajući empirijske uvide donositeljima odluka i edukatorima koji se bave metodama podučavanja matematike. Također, istraživanje će pokušati pomiriti razlike između zagovornika i kritičara integracije PhotoMath-a u obrazovno okruženje, pružajući osnovu za razvoj smjernica politika u vezi s korištenjem ove aplikacije.

4 Ograničenja istraživanja

U ovom istraživanju uzorak čine muški i ženski nastavnici matematike iz četiriju od deset kantona Federacije Bosne i Hercegovine tijekom školske godine 2023/2024. Ovaj uzorak može ograničiti općenitost nalaza na ostatak populacije nastavnika u zemlji. Također, instrument koji je korišten za istraživanje stavova bio je ograničen na specifičnu foto-matematičku skalu, čije su indikacije valjanosti i pouzdanosti ključne za generalizaciju rezultata na širu populaciju. Iz navedenih razloga, zaključci istraživanja trebaju biti tumačeni uzimajući u obzir ova ograničenja u uzorku i mjernom instrumentu.

5 Metodologija istraživanja

5.1 *Uzorak ispitanika*

U istraživanju je sudjelovao ukupno 321 ispitanik – nastavnik matematike iz četiri županije Federacije Bosne i Hercegovine: Središnja Bosna, Unsko-sanska županija, Sarajevska županija i Zeničko-dobojska županija. Od ukupnog broja ispitanika, 153 (47,7 %) je muškog spola, dok je 168 (52,3 %) ženskog spola, pri čemu je najveći broj ispitanika iz Središnje Bosne, njih 153 (47,7 %), zatim iz Unsko-sanske županije 77 ispitanika (24,0 %), iz Sarajevske županije 52 ispitanika (16,2 %), dok je najmanji broj nastavnika koji su sudjelovali u istraživanju iz Zeničko-dobojske županije, njih 39 (12,1 %). Više od polovice ispitanika zaposleno je u osnovnim školama (OŠ), njih 171 (53,3 %), dok je 150 nastavnika (46,7 %) zaposleno u srednjim školama (SŠ). Što se tiče obrazovnih kvalifikacija, gotovo jednak broj nastavnika ima visoku stručnu spremu (VSS) – 159 ispitanika (49,5 %), dok 162 nastavnika (50,5 %) ima završen poslijediplomski studij. Najveći broj ispitanika ima radni staž između 6 i 10 godina, ukupno 139 (43,3 %), nastavnika s više od 10 godina radnog staža je 117 (36,4 %), dok najmanji broj nastavnika, njih 65 (20,2 %), ima radni staž između 1 i 5 godina.

5.2 *Instrument*

U ovom istraživanju korišten je modificirani upitnik koji su razvili Hamadneh i Al-Masaeed (2015). Modifikacija upitnika odnosi se na prilagođavanje pitanja u kontekstu novih saznanja i iskustava nastavnika s obzirom na uporabu PhotoMath aplikacije u nastavi deset godina nakon što je aplikacija puštena u javnost. Upitnik je odabran zbog svojih karakteristika koje su se pokazale relevantnima za istraživanje stavova prema PhotoMath aplikaciji u kontekstu rješavanja matematičkih problema pomoću mobilne kamere. Hamadneh i Al-Masaeed (2015) su u svom istraživanju detaljno opisali postupak razvoja upitnika i dokazali da su rezultati dobijeni primjenom upitnika na njihovu uzorku valjani i pouzdani.

5.3 *Postupak*

Nastavnici matematike u četiri županije (Županija Sarajevo, Zeničko-dobojska županija, Županija Središnja Bosna i Unsko-sanska županija) Federacije Bosne i

Hercegovine za drugo polugodište školske 2023/2024. godine su kontaktirani putem telefonskog poziva ili putem posrednika (drugih prosvjetnih radnika i upravnih organa škola). Nakon inicijalnog kontakta, nastavnicima je dostavljen anketni upitnik putem *Google Forms* obrasca radi prikupljanja njihovih odgovora na 27 stavki, koje su strukturirane prema Likertovoj skali (od 'potpuno se slažem' do 'uopće se ne slažem'). Podaci od ukupno 321 nastavnika prikupljeni su u periodu od 15. do 28. veljače 2024. godine.

5.4 Statistička analiza

Prikupljeni podaci podvrgnuti su statističkoj analizi pomoću Statističkog paketa za društvene znanosti (SPSS – *Statistical Package for Social Sciences*), pri čemu su izračunate srednje vrijednosti i standardne devijacije. Za odgovor na drugo i treće istraživačko pitanje primijenjena je t-test analiza za procjenu razlika između skupina, dok je za četvrto istraživačko pitanje provedena jednosmjerna analiza varijance (ANOVA) kako bi se istražile statistički značajne razlike između skupina.

6 Rezultati i rasprava

Analiza stavova nastavnika matematike prema uporabi PhotoMath-a prikazani su u sljedećoj tablici:

Tablica 1: Analiza stavova nastavnika prema PhotoMath aplikaciji

Tvrdnja	Potpuno se slažem	Djelomično se slažem	Niti se slažem niti ne slažem	Djelomično se ne slažem	Apsolutno se ne slažem
Aplikacija PhotoMath smanjuje pažnju učenika prema mojim različitim pristupima u rješavanju matematičkih problema.	13,7 %	21,5 %	26,8 %	23,7 %	14,3 %
Vjerujem da postoji logično prihvaćeno objašnjenje za aplikaciju PhotoMath.	28 %	21,8 %	17,4 %	14,0 %	16,5 %

I. Bešić: Stavovi nastavnika matematike prema korištenju aplikacije PhotoMath u rješavanju matematičkih problema

Volim učestvovati u raspravama i debatama o tehnologiji vezanoj za rješavanje matematičkih problema.	23,1 %	17,4 %	23,1 %	19,6 %	16,8%
Volim inteligentne stvari	15,3 %	13,1 %	21,5 %	24,9 %	24,3%
Mislim da PhotoMath pomaže učenicima da prevaziđu poteškoće s kojima se suočavaju prilikom rješavanja matematičkih problema.	12,8 %	18,4 %	23,4 %	23,1 %	22,4%
Sa zadovoljstvom pratim ovaj sistem u podučavanju rješavanja matematičkih problema.	21,8 %	17,1 %	21,8 %	18,1 %	21,2%
Kada budem imao povjerenja u rezultate PhotoMath-a, posvetit ću mu većinu svog interesa.	27,4 %	19,3 %	25,9 %	13,1 %	14,3%
PhotoMath mi pomaže da uspješno obavljam matematičke zadatke.	18,4 %	26,5 %	22,1 %	19,9 %	13,1 %
Prisutnost PhotoMath-a u mojoj učionici me čini boljim/boljom u radu.	22,1 %	21,5 %	27,1 %	19,0 %	10,3 %
Naučio/la sam do sada sve što sam	21,5 %	14,3 %	20,9 %	21,8 %	21,5 %

imao/la o					
PhotoMath-u.					
Volim koristiti različite tehnološke aplikacije u svojoj nastavnoj praksi.	11,2 %	14,0 %	22,7 %	21,2 %	30,8 %
Pokušavam sudjelovati s idejama koje bi mogle unaprijediti aplikaciju PhotoMath.	15,0 %	18,1 %	23,4 %	22,4 %	21,2 %
Mislim da je tradicionalni stil rješavanja matematičkih problema najbolji	12,8 %	15,3 %	20,9 %	24,3 %	26,8 %
Smatram da poučavanje rješavanja matematičkih problema korištenjem PhotoMath aplikacije poboljšava postignuća učenika.	6,9 %	15,3 %	14,3 %	23,7 %	39,9 %
Fokusiram se na sve novo u poučavanju i učenju matematike.	20,9 %	21,5 %	28,7 %	15,9 %	13,1 %
Razmjenjujem svoja mišljenja s kolegama o aplikaciji PhotoMath.	10,9 %	11,2 %	16,2 %	19,3 %	42,4 %
PhotoMath ima alternativnu ulogu u odnosu na nastavnike matematike.	27,1 %	15,0 %	23,1 %	17,4 %	17,4 %
Uživam u svojoj ulozi vodiča učenika prema rješavanju matematičkih problema.	26,2 %	15,3 %	18,7 %	15,6 %	24,3 %

I. Bešić: Stavovi nastavnika matematike prema korištenju aplikacije PhotoMath u rješavanju matematičkih problema

Prošao sam kurs za korištenje PhotoMath aplikacije u rješavanju matematičkih problema	14,0 %	12,5 %	14,3 %	19,6 %	39,6 %
Moji stavovi imaju utjecaj na izvršavanje ove aplikacije, od odustajanja od nje do pokretanja izvršenja.	18,1 %	12,8 %	14,6 %	16,8 %	37,7 %
Poznajem mnoge tehnološke aplikacije za rješavanje matematičkih problema.	14,6 %	9,0 %	16,2 %	21,2 %	38,9 %
Vjerujem da će tehnologija zamijeniti ulogu nastavnika.	27,4 %	15,0 %	19,9 %	9,0 %	28,7 %
Za mene je važno dati svoje mišljenje i sudjelovati u PhotoMath aplikaciji.	13,7 %	12,1 %	12,8 %	15,3 %	46,1 %
Vjerujem da individualne razlike među učenicima nestaju kada se PhotoMath aplikacija koristi u učionici.	20,2 %	15,6 %	17,1 %	17,1 %	29,9 %
Zanimaju me tehnološke aplikacije jer smatram da su javno dobro.	20,2 %	12,8 %	19,6 %	18,7 %	28,7 %
Uživam u gledanju koraka rješavanja	16,5 %	9,7 %	15,6 %	12,8 %	45,5 %

matematičkih problema putem PhotoMath-a.						
Smatram da PhotoMath aplikacija čini da moji učenici budu manje poštovani u razredu.	da	16,5 %	15,6 %	18,4 %	16,8 %	32,7 %

Izvor: autor.

Analiza stavova nastavnika prema uporabi PhotoMath-a (tablica 1) ukazuje na složenu sliku o percepciji tehnologije u obrazovanju. Naime, podaci sugeriraju da stavovi nastavnika prema PhotoMath aplikaciji variraju i oblikovani su različitim čimbenicima, uključujući zabrinutost za pažnju učenika, otvorenost prema tehnologiji, povjerenje u postignuća učenika i percepciju uloge nastavnika.

6.1 Razlike u stavovima nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u rješavanju matematičkih problema u zavisnosti od nastavnog nivoa

Za odgovor na istraživačko pitanje koje se odnosi na utvrđivanje razlika u stavovima nastavnika o uporabi PhotoMath aplikacije u zavisnosti od nastavnog nivoa (osnovna, srednja škola) korišten je t-test, a rezultati su prikazani u tablici 2. Na temelju rezultata t-testa kojim je analiziran utjecaj nastavnog nivoa na stavove nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath, zaključeno je da razlike u stavovima između nastavnika osnovne i srednje škole nisu statistički značajne. Prosječan brojčani rezultat ispitivanja stavova nastavnika u osnovnoj školi iznosio je 87,46, dok su nastavnici u srednjoj školi postigli prosječan rezultat od 84,59 prema PhotoMath aplikaciji. T-vrijednost od 1.407 nije dosegla statističku značajnost na konvencionalnoj razini ($p = 0,161 > 0,05$), što ukazuje na slične stavove između tih dvaju nastavnih nivoa.

Tablica 2: Rezultati t-testa o utjecaju nastavnog nivoa na stavove nastavnika prema aplikaciji PhotoMath

Nastavni nivo	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	df	t	Značajnost (p)
Osnovna škola	167	87,46	18,11	313	1,407	0,161
Srednja škola	148	84,59	17,91			

Izvor: autor.

Nedostatak statistički značajnih razlika u stavovima može sugerirati slične potrebe i percepcije oba obrazovna nivoa u vezi s uporabom aplikacije PhotoMath. Iako su srednjoškolci obično napredniji u matematičkim vještinama, potreba za podrškom i prilagodbom u učenju može biti slična kao i u osnovnim školama, što može rezultirati sličnim stavovima nastavnika prema aplikaciji. Osim toga, brza evolucija tehnologije i mogućnost integracije u nastavne planove omogućuju nastavnicima na obama nivoima da steknu slična iskustva u korištenju tehnoloških alata, što dalje podržava slične stavove. Ovi nalazi su u skladu s prethodnim istraživanjem (Hamadneh i Al-Masaeed, 2015), koje je također istraživalo stavove prema istoj temi, iako je provedeno devet godina ranije u drugom geografskom kontekstu (Jordan).

6.2 Razlike u stavovima nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u rješavanju matematičkih problema u zavisnosti od obrazovne kvalifikacije nastavnika

Kako bi se dao odgovor na istraživačko pitanje koje se odnosi na ispitivanje razlika u stavovima prema PhotoMath aplikaciji zbog obrazovnih kvalifikacija nastavnika, korišten je t-test, a rezultati su prikazani u tablici 3.

Tablica 3: Rezultati t-testa o utjecaju obrazovnih kvalifikacija na stavove nastavnika prema aplikaciji PhotoMath

Obrazovne kvalifikacije	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	df	t	Značajnost (p)
Visoka stručna sprema	156	88,12	17,06	313	1,968	0,50
Magisterij ili viši stupanj obrazovanja	159	84,14	18,80			

Izvor: autor.

Na temelju rezultata t-testa kojim je analiziran utjecaj obrazovnih kvalifikacija nastavnika na njihove stavove prema aplikaciji PhotoMath, primjećuje se statistički značajna razlika između nastavnika s visokom stručnom spremom³ (VSS) i onih s magisterijem ili višim stupnjem obrazovanja. T-vrijednost od 1.968 ukazuje na to da je razlika statistički značajna na razini značajnosti $p=0.05$. Nastavnici s visokom stručnom spremom imali su prosječan brojčani rezultat

³ Pod terminom „nastavnici s visokom stručnom spremom“ misli se na nastavnike koji su završili studij od tri godine (180 ECTS) ili četiri godine (240 ECTS).

ispitivanja stavova od 88.12 prema aplikaciji PhotoMath, dok su nastavnici s magisterijem ili višim stupnjem obrazovanja pokazali prosječan brojčani rezultat ispitivanja stavova od 84.14, što sugerira da su nastavnici s visokom stručnom spremom (VSS) u prosjeku pokazali pozitivniji stav prema aplikaciji PhotoMath u usporedbi s onima koji imaju magisterij ili viši stupanj obrazovanja.

Ovi rezultati naglašavaju postojanje razlike u stavovima između ovih dvaju obrazovna nivoa. Mogući razlog za ovo može biti da nastavnici s visokom stručnom spremom imaju specifične obrazovne perspektive ili više iskustva u korištenju tehnologija kao što je PhotoMath, što bi moglo utjecati na njihov stav prema aplikaciji. Važno je napomenuti da su ovi nalazi djelomično u suprotnosti s nalazima Hamadneha i Al-Masaeeda (2015), koji su istraživali kategorije Bachelor i Viša stručna sprema, te su pronašli statistički značajne razlike koje su išle u prilog onima s višom obrazovnom spremom.

6.3 Razlike u stavovima nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u rješavanju matematičkih problema u zavisnosti od njihovog iskustva u nastavi

Kako bi se odgovorilo na istraživačko pitanje koje se odnosi na razlike u stavovima nastavnika o korištenju aplikacije PhotoMath u odnosu na njihov radni staž, primijenjena je jednosmjerna analiza varijance (ANOVA). U analizi su razmatrane tri skupine nastavnika, klasificirane prema godinama radnog staža: 1–5 godina, 6–10 godina i više od 10 godina radnog iskustva. Ove kategorije omogućuju usporedbu stavova nastavnika s različitim razinama profesionalnog iskustva prema korištenju aplikacije PhotoMath. Rezultati ove analize su prikazani u tablici 4.

Tablica 4: Razlike u stavovima nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u rješavanju matematičkih problema u zavisnosti od njihovog iskustva u nastavi

Izvor varijance	Suma kvadrata	df	Srednji kvadrat	F	Značajnost (p)
Između grupa	13273,318	2	6636,659	23,282	,000
Unutar grupa	88937,793	312	285,057		
Ukupno	102211,111	314			

Izvor: autor.

Rezultati jednosmjerne analize varijance (ANOVA) pokazuju statistički značajnu razliku u stavovima nastavnika o aplikaciji PhotoMath u odnosu na njihov radni staž. Suma kvadrata između grupa iznosi 13273.318, srednji kvadrat je 6636.659, a F-vrijednost je 23.282, što je statistički značajno na razini $p < 0.001$. Ovo ukazuje na to da postoji razlika u stavovima među grupama nastavnika različitog

radnog staža u vezi s primjenom aplikacije PhotoMath, pri čemu nastavnici s kraćim radnim stažem pozitivnije gledaju na aplikaciju PhotoMath u usporedbi s onima koji imaju duži radni staž.

Tablica 5: Višestruka usporedba stavova nastavnika prema PhotoMath aplikaciji na osnovu godina nastavnog iskustva

Zavisna varijabla: Stavovi nastavnika o PhotoMath aplikaciji Tukey HSD						
(I) Radni staž	(J) Radni staž	Srednja razlika (I-J)	Standardna greška	Značajnost (p)	95% interval povjerenja	
					Donja	Gornja
1-5 godina	6-10 godina	-11,2260**	2,56717	,000	-17,27	-5,18
	Više od 10 godina	-18,0773**	2,65051	,000	-24,32	-11,84
	1-5 godina	11,2260**	2,56717	,000	5,18	17,27
6-10 godina	Više od 10 godina	-6,8513*	2,13685	,004	-11,88	-1,82
	1-5 godina	18,0773**	2,65051	,000	11,84	24,32
	Više od 10 godina	6,85126*	2,13685	,004	1,82	11,88

*. Srednja razlika je značajna na nivou od 0,05.

**. Srednja razlika je značajna na nivou od 0,001.

Izvor: autor.

Dodatno, rezultati Tukeyjevog testa za višestruku usporedbu između različitih kategorija radnog staža nastavnika u njihovim stavovima prema aplikaciji PhotoMath (tablica 5) ukazuju na statistički značajne razlike među grupama radnog staža. Nastavnici s manje od 5 godina radnog staža pokazali su značajno različite stavove u usporedbi s onima koji imaju 6–10 godina radnog staža (*srednja razlika* = -11.23; $p < 0.001$) i s onima koji imaju više od 10 godina radnog staža (*srednja razlika* = -18.08; $p < 0.001$). Također, uočene su statistički značajne razlike između grupa s 6–10 godina i više od 10 godina radnog staža (*srednja razlika* = -6.85; $p = 0.004 < 0.05$).

Ovi rezultati ukazuju na to da dugoročno radno iskustvo može značajno utjecati na stavove nastavnika prema primjeni tehnoloških alata kao što je PhotoMath u obrazovnom kontekstu. Konkretno, nastavnici s više od 10 godina radnog staža

imaju značajno negativnije stavove prema korištenju PhotoMath aplikacije u usporedbi s nastavnicima s kraćim radnim stažem (1–5 godina i 6–10 godina). Važno je napomenuti da su ovi rezultati u suprotnosti s nalazima Hamadneh i Al-Masaeed (2015), koji su istraživali utjecaj višegodišnjeg iskustva i nisu pronašli statistički značajne razlike u stavovima nastavnika.

7 Zaključak

Rezultati istraživanja stavova nastavnika matematike prema aplikaciji PhotoMath u kontekstu rješavanja matematičkih problema identificirali su varijacije u tim stavovima prema razini nastave, obrazovnim kvalifikacijama i iskustvu. Rezultati ukazuju na umjeren pozitivan stav prema PhotoMath aplikaciji, s naglaskom na važnost aplikacije u pomoći pri rješavanju matematičkih problema, ali i zabrinutost zbog potencijalne zamjene tradicionalne uloge nastavnika. Iako nije bilo statistički značajnih razlika u stavovima prema PhotoMathu prema nastavnom nivou, uočene su razlike prema obrazovnim kvalifikacijama i radnom iskustvu nastavnika.

Ovi nalazi naglašavaju potrebu za daljnjim istraživanjem utjecaja tehnologije na obrazovanje te prilagodbu obrazovnih politika koje podržavaju integraciju digitalnih alata u nastavu matematike. Na temelju rezultata istraživanja, mogu se preporučiti sljedeće smjernice:

- *Dodatna edukacija za nastavnike s višim obrazovnim kvalifikacijama:* Nastavnicima s višim obrazovnim kvalifikacijama treba pružiti dodatnu edukaciju o praktičnoj primjeni tehnoloških alata poput aplikacije PhotoMath. To bi moglo pomoći u smanjenju zabrinutosti oko zamjene tradicionalne uloge nastavnika te ih potaknuti na aktivniju uporabu tehnologije u nastavi, što će dugoročno imati koristi za učenike i njihovu pripremu za suvremeni svijet.
- *Kontinuirana podrška za nastavnike s višegodišnjim radnim stažem:* Potrebno je osigurati kontinuiranu podršku nastavnicima s višegodišnjim radnim stažem kako bi se poboljšao njihov pozitivan stav prema novim tehnološkim alatima. Programi profesionalnog razvoja mogu ih osnažiti za uspješniju integraciju aplikacija poput PhotoMath-a u nastavne procese.
- *Istraživanje uporabe aplikacije od strane učenika:* Provesti istraživanja koja će ispitati kako učenici koriste aplikaciju poput PhotoMath-a, što može pružiti vrijedan uvid u njihovu stvarnu primjenu i koristi. Istraživanje bi moglo ispitati pokazuju li učenici koji koriste aplikaciju za rješavanje matematičkih problema veću ili manju motivaciju za učenje matematike te njihov angažman u nastavi.

Ovi koraci mogu pomoći u boljoj integraciji tehnoloških alata u obrazovni sustav, pružajući nastavnicima potrebne resurse i podršku za uspješno korištenje aplikacija poput PhotoMath-a u nastavi.

Zahvala

Želim izraziti zahvalnost svim sudionicima koji su sudjelovali u ovom istraživanju, kao i školama koje su doprinijele njegovoj provedbi. Također, zahvaljujem svojim kolegama na podršci tijekom istraživačkog procesa, kao i lektoru Hadžić Zilhi na dragocjenim ispravkama i savjetima koji su doprinijeli poboljšanju kvalitete ovog rada.

Izjava o sukobu interesa

Ja, Alma Bešić, kao autor ovog rada, izjavljujem da nemam potencijalne sukobe interesa u vezi s istraživanjem, autorstvom i/ili objavljivanjem ovog rada.

Literatura

- Amparo, L.P., Dacup, R.V., Sales, K.R.O., Tocbo, H.K.D. i Rondina, J.Q. (2022). Using photomath mobile application as a learning tool in teaching algebra during distant learning. *The Science International (Lahore)*, 34(3), 331-334.
- Avanda, A.Y. i Putri, S.A.W. (2020). Eksistensi Aplikasi Photomath dalam Pembelajaran Matematika pada Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA). *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 2(2721), 1–8.
<https://doi.org/10.21831/PSPMM.V2I0.106>
- Bogdanović, Z. (2013). Rješavanje problemskih matematičkih zadataka – alat za kognitivni razvoj. *Istraživanje matematičkog obrazovanja*, 5(9), 53-57.
- Boling, E. i Gray, C.M. (2021). Instructional Design and User Experience Design: Values and Perspectives Examined Through Artifact Analysis. U B. Hokanson, M. Exter, A. Grincewicz, M. Schmidt i A.A. Tawfik (Ur.), *Intersections Across Disciplines: Educational Communications and Technology* (str.93-107). Cham: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-53875-0_8
- Cai, J., Hwang, S. i Melville, M. (2023). Mathematical Problem-Posing Research: Thirty Years of Advances Building on the Publication of “On Mathematical Problem Posing”. U J. Cai, G.J. Stylianides i P.A. Kenney (Ur.) *Research Studies on Learning and Teaching of Mathematics: Research in Mathematics Education* (str. 1-25). Cham: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-35459-5_1
- Capinding, A.T. (2023). Revolutionizing pre-calculus education: Photomath's ai-powered mathematics tutorship. *Problems of education in the 21st century*, 81(6), 758-775.
<https://doi.org/10.33225/pec%2F23.81.758>
- Cox, N. (2020). Using online tools for learning, not copying. *KUCC -- Kutztown University Composition Conference*. 21, 1-5.
- Hamadneh, I.M. i Al-Masaeed, A. (2015). Math teachers' attitudes towards photo math application in solving mathematical problem using mobile camera. *Educational Research Review*, 10(14), 1930-1936. <https://doi.org/10.5897/ERR2015.2181>
- Igcasama, R. M., Ramirez D. T. i Salanap N. P. (2020). Evaluation of Photo Math in Teaching Elementary Algebra, *Journal of Educational Research and Evaluation*, 4(4), 408-413.
<https://doi.org/10.23887/JERE.V4I4.29749>
- Kos, D. i Glasnović Gracin, D. (2012). Problematika tekstualnih zadataka. *Matematika i škola*, 14(66), 5-8.
- Ma, H. J., Wan, G. i Yong, E. Y. (2008). Digital cheating and plagiarism in schools. *Theory Into Practice*, 47(3), 197–203. <https://doi.org/10.1080/00405840802153809>
- Meldi, N.F., Yani T., A. i Suratman, D. (2022). Penyelesaian Persamaan Bentuk Kuadrat Berbantuan Aplikasi Photomath Berdasarkan Sistem Bilangan Real. *Variabel*, 5(2), 83-98. <https://doi.org/10.26737/var.v5i2.3224>

- Niss, M., Bruder, R., Planas, N., Turner, R. i Villa-Ochoa, J. A. (2016). Conceptualisation of the role of competencies, knowing and knowledge in mathematics education research. *ZMD*, 48(5), 611–632. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0799-3>
- OECD (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.
- Saundarajan, K., Osman, S., Kumar, J. A., Daud, M. F., Abu, M. S. i Pairan, M. R. (2020). Learning Algebra using Augmented Reality: A Preliminary Investigation on the Application of Photomath for Lower Secondary Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(16), pp. 123–133. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.10540>
- Schab, F. (1991). Schooling without learning: Thirty years of cheating in high school. *Adolescence*, 26(104), 839–847.
- Webel, C. i Otten, S. (2015). Teaching in a world with PhotoMath. *Mathematics Teacher*, 109(5), 368-373, <https://doi.org/10.5951/mathteacher.109.5.0368>
- Zain, I.N.M., Setambah, M.A.B., Othman, M.S., Hanapi, M.H.M. i Yusuf, A.B. (2023). Use of Photomath Applications in Helping Improving Students' Mathematical (Algebra) Achievement. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 85-87. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.601>