

Tonća Jukić

Filozofski fakultet u Splitu, Sveučilište u Splitu

tjukic@ffst.hr

Branka Gotovac

Kemijsko-tehnološki fakultet, Sveučilište u Splitu

gotovac@ktf-split.hr

Kreativnost i interdisciplinarnost u projektnom učenju: mogućnosti ostvarivanja u nastavi matematike

Sažetak

Kreativnost i interdisciplinarnost važne su pretpostavke procesa osposobljavanja za život u stalno mijenjajućem okruženju, a projektno je učenje nastavna strategija povoljna za razvoj ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje potrebnih u suvremeno doba brzih promjena. Imajući navedeno u vidu, u radu se izdvajaju učiteljeva ponašanja povoljna za razvoj kreativnosti učenika koja se nadalje stavljaju u odnos s obilježjima projektnog učenja i interdisciplinarnosti te se upućuje na njihovu povezanost. Cilj rada je uputiti na važnost poticanja kreativnosti učenika i interdisciplinarnosti u procesu projektnog učenja te ponuditi mogućnosti njihova ostvarivanja u suvremenoj nastavi matematike.

Ključne riječi: cjeloživotno učenje, kompetencije, matematika, suvremena nastava, učiteljeva ponašanja.

1. Uvod

Gotovo da se čini zalihosnim iznova isticati važnost koju kreativnost ima za suočavanje pojedinca s neočekivanim situacijama u sadašnjosti i neizvjesnoj budućnosti kao i za poboljšanje društva u kojemu taj pojedinac kreativno djeluje i stvara. Ta je poruka, naime, posljednjih nekoliko desetljeća višestruko argumentirana u mnogim radovima o kreativnosti (npr. Cropley, 1995; Runco, 2022). Ipak, kreativnost, kao potencijal svakog pojedinca (Runco, 2003) i/ili grupe pojedinaca (Glăveanu, 2011) koji mu omogućuje stvaranje originalnih i novih ideja procijenjenih vrijednima i korisnima za pojedinca i/ili društvo (Runco i Jaeger, 2012), zaslužno zauzima značajno mjesto u obrazovnim politikama te strateškim pedagoškim dokumentima škole u Republici Hrvatskoj i svijetu. Stoga, potrebno je kontinuirano osvještivati i promovirati njezinu vrijednost, pogotovo u kontekstu suvremenog stalno mijenjajućeg okruženja koje, uz potrebu kreativnosti, pretpostavlja i potrebu interdisciplinarnosti te razvoja ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje. U ovome se radu upućuje na projektno učenje kao jednu od prikladnih strategija učenja i poučavanja za poticanje kreativnosti i interdisciplinarnosti u različitim nastavnim predmetima i područjima, a poseban je naglasak stavljen na projektno učenje u nastavi matematike i okolinu povoljnu za razvoj kreativnosti dionika odgojno-obrazovnog procesa.

2. Kreativnost, interdisciplinarnost i projektno učenje

Ulogu okoline u poticanju kreativnosti pojedinca, a time i ulogu učitelja⁷ u tom procesu sustavnije se počelo razmatrati tek društvenim razumijevanjem kreativnosti (Glăveanu, 2011) te je utvrđeno da okolina za učenje u velikoj mjeri može odrediti hoće li se kreativnost poticati

⁷ U ovome radu izraz *učitelj* odnosi se na stručno osposobljene osobe za poučavanje, odgoj i obrazovanje učenika i studenata na svim razinama odgojno-obrazovnog sustava - pripadnike muškog i ženskog spola.

ili pak suzbijati (Beghetto i Kaufman, 2014). Da bi učenici mogli stvarati nove, originalne ideje i/ili proizvode koji će na osobnoj i/ili društvenoj razini imati vrijednost, potrebno je stvarati pedagoško okruženje povoljno za razvoj kreativnosti (Beghetto i Kaufman, 2014) i definirati objektivne karakteristike učiteljevog ponašanja poticajnog za kreativnost učenika (Soh, 2017). U tom je kontekstu, Cropley (1982, prema Cropley, 1995) izdvojio devet učiteljskih postupaka poticajnih za razvoj kreativnosti učenika za koje je Soh (2000) nadalje napravio operacionalizaciju i osmislio *Upitnik učiteljevih ponašanja koja potiču kreativnost*.⁸ Upitnik učiteljima može pomoći u samoprocjeni ostvarivanja postupaka značajnih za razvoj kreativnosti učenika, a sadrži 45 čestica koje se grupiraju u devet podljestvica od kojih svaka sadrži po pet tvrdnji. Soh (2000) podljestvicu *samostalnost* operacionalizira kroz poticanje učenika na samostalno učenje i istraživanje te samostalan dolazak do odgovora, *integraciju* kroz poticanje učenika na aktivno sudjelovanje u nastavi, suradnju te razmjenu ideja i stavova, *motivaciju* kroz poticanje učenika na stjecanje osnovnih znanja i vještina te praćenje njihovog napretka, a *prosuđivanje* kroz ohrabrivanje učenika na promišljanje i dorađivanje ideja. Nadalje, podljestvicu *fleksibilnost* Soh (2000) operacionalizira kroz osiguravanje prilika za propitivanje i divergentno razmišljanje, *vrednovanje* kroz poticanje učenika na samovrednovanje i vršnjačko vrednovanje te provjeru uradaka, *pitajna* kroz pažljivo slušanje i uvažavanje učeničkih pitanja i prijedloga, *prilike* kroz stvaranje uvjeta povoljnih za primjenu znanja na različite načine u različite svrhe te *frustracije* kroz jačanje samopouzdanja i emocionalnog osnaživanja učenika pri suočavanju s neuspjehom.

Navedeni postupci učitelja povoljni za poticanje kreativnosti učenika (Cropley, 1982, prema Cropley, 1995; Soh, 2000) mogu se prepoznati i u organizaciji projektnog učenja. Naime, organizacijom projektnog učenja olakšava se proces učenja jer projektno učenje učenike kroz dulje vremensko razdoblje angažira u istraživačkom pristupu određenom problemu ili problemskom pitanju te im omogućuje kontekstualno učenje i povezivanje koncepata iz različitih disciplina. To učenike motivira i potiče na razmišljanje o stvarnim, autentičnim problemima i na njihovo dubinsko razumijevanje (Blumenfeld i sur., 1991). Blumenfeld i suradnici (1991) izdvajaju dvije ključne odrednice projekta: prva je otvoreno postavljen problemski zadatak koji potiče na aktivnost, a druga proizvod kao rezultat njegova rješavanja (npr. modeli, izvješća i sl.). Pritom problemske zadatke i aktivnosti mogu osmišljavati učenici ili učitelji, a teži se učenju kroz djelovanje – kroz postavljanje pitanja i raspravljanje, predviđanje mogućih rješenja, prikupljanje i analiziranje podataka, zaključivanje, i u konačnici, stvaranje određenih proizvoda, odnosno artefakata⁹.

Uspješnost projektnog učenja ovisi o više čimbenika. Prema Blumenfeldu i suradnicima (1991) važno je da projektni zadatak učenicima bude zanimljiv i značajan, da su učenici usmjereni na proces učenja više nego na njegove ishode i ocjene te da se osjećaju dostatno kompetentnima upustiti se u projektni zadatak i dovršiti ga. Da bi se to postiglo, predlažu postavljanje problema koji su učenicima izazovni, ali ne prezahtjevni da bi ih istraživali, te ujedno relevantni za stjecanje znanja i razumijevanje temeljnih pojmova u određenom predmetu. Pritom je važno jasno postaviti ciljeve i pravila rada u grupi te učenicima davati poticajne povratne informacije o njihovom napretku. Važan element uspješnosti projektnog učenja je i učenicima omogućiti izbornost te osjećaj kontrole nad projektnim procesom uz zadržavanje potrebne dovoljne strukturiranosti projekta. Kako u projektnom učenju učenici trebaju primjenjivati različite strategije učenja te praćenja i vrednovanja procesa da bi uočili

⁸ eng. *Creativity Fostering Teacher Index* (CFTIndex). Autor Soh (2000) koristi se izrazom '*creativity fostering teacher behavior*' koji se odnosi na učiteljeva ponašanja, odnosno postupke poticajne za razvoj kreativnosti učenika.

⁹ Autori napominju da upotrebljavaju izraz artefakt kao sinonim za produkt/proizvod/rezultat želeći time naglasiti kako je kognitivna aktivnost učenika višestapna i podložna stalnim poboljšanjima.

moguće pogreške i prilike za učenje, tako Blumenfeld i suradnici (1991) važnim izdvajaju i znanje o sadržajima projekta. Naime, nedostatak znanja u učenika može izazvati frustracije pa učenici mogu pogreške percipirati kao neuspjeh u učenju. Međutim, razumijevanje pogrešaka kao prilika za učenje te poboljšanje znanja i vještina, može pridonijeti uspješnosti projekta, ističu Blumenfeld i suradnici (1991), kao što pridonosi kreativnosti učenika (Soh, 2000).

U projektnom učenju i u poticanju kreativnosti neupitno važnu ulogu imaju učitelji koji trebaju umjeti voditi učenike kroz proces projektnog učenja (Kokotsaki i sur., 2016) te i sami trebaju iskazivati motiviranost za tako organiziran nastavni proces. Učitelji pritom trebaju imati relevantno znanje o sadržajima projekta, metodičku osposobljenost za primjenu različitih strategija učenja i poučavanja te implicitnu pedagogiju koja podržava konstruktivistički pristup učenju i poučavanju na kojemu se projektno učenje temelji (Blumenfeld i sur., 1991). Kada je riječ o poticanju kreativnosti učenika, učitelji trebaju iskazivati znatiželju i nekonvencionalnost, zatim motivaciju i entuzijazam u nastavnom procesu, pozitivne stavove prema kreativnosti te razumijevanje da je svrha kreativnosti u nastavnom procesu poboljšati proces učenja i poučavanja (Chan i Yuen, 2013). U tom kontekstu i Beghetto i Kaufman (2013) ističu koliko je funkcionalna povezanost kreativnih zadataka s predmetnim kurikulumom važna za uspješno učenje. Burnard (2012) zaključuje da svi učitelji imaju potencijal biti kreativni u nastavi uzmemo li u obzir da je kreativnost sposobnost stvaranja originalnih i vrijednih ideja te da je nastava jedna vrsta refleksivnog i kreativnog istraživačkog procesa u kojemu je neophodno učiteljevo razumijevanje kreativnosti.

Usporede li se prethodno navedena obilježja projektnog učenja s postupcima učitelja koji su značajni za razvoj kreativnosti učenika (Soh, 2000), može se zaključiti da projektno učenje svojom strukturom omogućuje razvoj kreativnosti učenika. Naime, rad na projektu učenike potiče na istraživanje i propitivanje, divergentno razmišljanje i doradu ideja, aktivno sudjelovanje u nastavi, suradnju, stjecanje relevantnih znanja i vještina, (samo)vrednovanje i praćenje napretka te jačanje samopouzdanja i suočavanje s neuspjehom. Projektno se učenje, stoga, može izdvojiti među suvremenim nastavnim strategijama povoljnima za razvoj kreativnosti učenika. Osim za razvoj kreativnosti, projektno je učenje povoljno i za razvoj komunikacije, suradnje, kritičkoga mišljenja te rješavanja problema, tzv. kompetencija 21. stoljeća (Akcanca, 2020). Ujedno, povoljno je i za razvoj ključnih kompetencija za cjeloživotno učenje istaknutih u *Nacionalnom okvirnom kurikulumu za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje* (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2011)¹⁰ potrebnih u suvremeno doba brzih promjena, kao što su socijalna i građanska kompetencija, kompetencija učiti kako učiti, matematička kompetencija i osnovne kompetencije u prirodoslovlju i tehnologiji.

Neka dosadašnja istraživanja projektnog učenja u nastavi matematike pokazala su da projektno učenje, koje uključuje rješavanje stvarnih i učenicima značajnih problema, ima višestruke dobrobiti. Ono pridonosi suradnji učenika (Rehman i sur., 2025), razvoju njihovih komunikacijskih vještina (Owens i Hite, 2022), intrinzičnoj motivaciji (Holmes i Hwang, 2016) te pozitivnijim stavovima prema učenju matematike (Rehman i sur., 2025). Ujedno, pridonosi kvalitetnijem stjecanju (Boaler, 2002) i zadržavanju (Karaçalli i Korur, 2014) matematičkih znanja, boljem razumijevanju matematičkih koncepata (Cruz i sur., 2022), razvoju vještine kritičkog mišljenja (Holmes i Hwang, 2016), matematičkih vještina (Boaler, 2002) te vještina rješavanja problema (Rehman i sur., 2025). Iako je utvrđeno da projektno učenje pridonosi i većem postignuću učenika u nastavi matematike (Karaçalli i Korur, 2014), Jaques (2017), na temelju analize više radova o projektnom učenju u nastavi matematike, zaključuje kako je samo dio radova mjerio stvarni učinak projektnog učenja na akademska postignuća učenika u

¹⁰ Razrađeni prema: Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December for lifelong learning (2006/962/EC) (MZOŠ, 2011, str. 17).

matematici pri čemu su rezultati podijeljeni. Stoga, ne bismo trebali donositi opći zaključak o njegovoj učinkovitosti za postizanje boljeg akademskog uspjeha, nego su potrebna i daljnja istraživanja dobiti projektnog učenja u nastavi ovog predmeta.

Relevantna istraživanja poticanja kreativnosti u projektnom učenju u nastavi matematike upućuju na važnost ostvarivanja projektnog učenja koje uključuje zadatke otvorenog tipa povoljne za razvoj kreativnosti učenika te zadatke koji potiču razvoj tzv. interdisciplinarnih kompetencije¹¹. Razlog tomu je što takav rad na projektu često povezuje različite discipline na način da se kroz njihovu interakciju uočavaju poveznice između različitih teorija, pristupa i koncepata. Navedeno omogućuju dublje razumijevanje sadržaja te se stvaraju nove, originalne interpretacije i perspektive primjenjive u rješavanju problema u svakodnevnom životu (Ivanitskaya i sur., 2002), što je važno za suočavanje s neočekivanim situacijama u stalno mijenjajućoj okolini.

Primjeri uspješnih interdisciplinarnih projekata mogu se naći u STEM¹² (npr. Capraro i Jones, 2013; Hanif i sur., 2019) i STEAM¹³ (npr. Ikhlās i sur., 2025; Timotheou i Ioannou, 2021) području. Ali, unatoč višestrukim dobrobitima koje kreativno i interdisciplinarno projektno učenje ima u odgojno-obrazovnom procesu, njegova primjena još uvijek u STEAM području ima mnoga ograničenja, među kojima je i nedovoljna osposobljenost učitelja za primjenu takve strategije učenja u praksi (Sanchez Milara i Cortés Orduña, 2024). Stoga se u nastavku ovoga rada prikazuju projekti autorice Gotovac (Gotovac 2013, 2016, 2020, 2023, 2025; Jukić i Gotovac, 2024, 2025) kao mogući poticaj praktičarima na kreiranje vlastitih projekata s učenicima/studentima u nastavi matematike. Projekti su odabrani zato što predstavljaju primjere interdisciplinarnih projekata u nastavi matematike u kojima su ostvareni učiteljevi postupci povoljni za razvoj kreativnosti učenika i/ili studenata na koje upućuje Soh (2000), a koji ujedno predstavljaju primjer kreativnosti učitelja te daju sugestije i smjernice praktičarima za njihovu kreativnu prilagodbu i primjenu.

3. Mogućnosti poticanja kreativnosti i interdisciplinarnosti u projektnom učenju u nastavi matematike

Prikazi projekata

Kao primjer povezivanja matematike i književnosti može se uzeti stvaranje matematičkog rječnika pod nazivom *Rječnik matematičkih pojmova u kontekstu književnosti* (kraće *Matematički rječnik u kontekstu književnosti*) (Gotovac, 2025). Gotovac je (2025) *Matematički rječnik u kontekstu književnosti* strukturalno osmislila kao zbir kartica od kojih svaka sadrži četiri elementa. To su: 1. definicija matematičkog pojma, 2. ilustracija iz književnosti, 3. poveznica i 4. matematički zadatak. Autorica sugerira da se, baš kao i u „pravom“ rječniku, u okviru definicije matematičkog pojma, doda i neka zanimljivost vezana za njega, npr. njegov latinski naziv, povijesna pozadina i sl. Rečenica ili kratak odlomak književnog teksta u drugom dijelu kartice ilustrirali bi matematički pojam, odnosno povezanost s njim. S obzirom na to da ta veza i ne mora biti učenicima očita, niti jasna, ona bi se izrijeком objasnila u trećem dijelu. U ovom dijelu sugerira se otvoriti svojevrsan prostor za razmišljanje, budućem čitatelju i korisniku rječnika, o nekoj drugoj mogućoj povezanosti izvatka književnog

¹¹ eng. *interdisciplinary competence*, odnosi se na razumijevanje znanja i metoda iz različitih disciplina, sposobnost uočavanja njihovih perspektiva i ograničenja te njihovoj sintezi i integriranoj primjeni u rješavanju interdisciplinarnih problema uz reflektivno preispitivanje vlastitih razmišljanja i pristupa u rješavanju problema (Lattuca i sur., 2013)

¹² STEM (eng. *Science, Technology, Engineering and Mathematics*)

¹³ STEAM (eng. *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*)

teksta i matematike¹⁴. Poželjno je da matematički zadatak u četvrtom dijelu kartice koji se odnosi na taj matematički pojam bude i u kontekstu danog književnog teksta. Sva rješenja, uključivo i postupak rješavanja, bila bi navedena na kraju rječnika.

Gotovac (2025) je izradila i primjer matematičkog rječnika u kontekstu književnosti pod nazivom *Matematički rječnik u kontekstu klasika Mali kraljević* koji predlaže kao temelj za kreiranje, ali i sastavni dio, većeg rječnika. *Matematički rječnik u kontekstu klasika Mali kraljević* inspiriran je znamenitom knjigom Saint-Exupérya (1998) i prati prethodno opisanu strukturu *Matematičkog rječnika u kontekstu književnosti*. Sadrži pet kartica s pet matematičkih pojmova poredanih abecedno: aritmetički niz, egzistencijalni kvantifikator, logičke operacije (negacija, konjunkcija, disjunkcija), razmjernost (proporcionalnost) i rotacija¹⁵. Pojmovi su ilustrirani izvadcima iz knjige *Mali kraljević*, a zadaci osmišljeni u kontekstu dijela književnog teksta izdvojenog za ilustraciju pojma. Rješenja zadataka priložena su na kraju.

Autorica ističe da su poveznice između matematičkih pojmova i književnog teksta, koje se mogu razabrati iz samih zadatka, napisane u formi uputa za učenike pa se kartice također mogu iskoristiti za pripravu učenika za ovaj projektni zadatak. Stoga bismo mogli reći da ovaj rječnik, odnosno kartice od kojih je sabran, ima i svoju dodatnu vrijednost. Potvrđuje to i sljedeće: na kraju rješenja zadataka koja prilaže, autorica, povezujući dva pojma, razmjernost i rotaciju, navodi kratak odlomak iz knjige *Mali kraljević* sugerirajući čitateljima da isti upotrijebe za ilustraciju pojma *razmjernosti* koji je i sama razmatrala. Osim što ovo može poslužiti za stvaranje nove kartice u *Matematičkom rječniku u kontekstu klasika Mali kraljević*, navedeno upućuje na otvorenu prirodu i održivost, te neograničene mogućnosti razvoja *Matematičkog rječnika u kontekstu književnosti*. U nastavku se nalazi ilustracija kartice i rješenja jednog zadatka.

Iz Matematičkog rječnika u kontekstu klasika Mali kraljević: Ilustracija kartice i rješenja zadatka (Gotovac, 2025, str. 56 i 61)

ARITMETIČKI NIZ – „niz brojeva kod kojeg je razlika dvaju susjednih članova stalna. Na primjer, u nizu neparnih brojeva 1, 3, 5, 7, 9, ... razlika je 2. Općenito, ako je početni član niza jednak a_1 , a razlika d , onda se radi o nizu: $a_1, a_1 + d, a_1 + 2d, \dots, a_1 + (n - 1)d, \dots$ Ako se s a_n označi n -ti član niza, a sa S_n zbroj prvih n članova niza, onda je $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot d$ i $S_n = \left(a_1 + \frac{(n-1)d}{2}\right)n$.“ (Gusić, 1995, str. 14).

ILUSTRACIJA IZ KNJIŽEVNOSTI: „Poslovni čovjek odiže glavu: Već pedeset i četiri godine živim na ovome planetu i samo su me tri puta omeli u poslu. Jedanput, prije dvadeset i dvije godine, pao je, sam Bog zna otkud, hrušt. Toliko je strašno zujao da sam se četiri puta zabunio u računu. Drugi put me, prije jedanaest godina, zgrabila kostobolja. Premalo se krećem. Nemam vremena šetati. Ja sam, bome, ozbiljan čovjek. Treći put... e, sad je treći put!“ (Saint-Exupéry, 1998, str. 42).

POVEZNICA: Objasni definiciju aritmetičkog niza u kontekstu danog teksta.

ZADATAK: Budući je ova predivna knjiga sjevremenska, pretpostavimo da s njom živi i poslovni čovjek kojega i dalje periodično ometaju. Neka se treće ometanje poslovnog čovjeka zbilo 1943. godine (tada je Mali princ¹⁶ napisan). Koristeći izraz $a_n = a_1 + (n - 1) \cdot d$ pokaži da je do danas (2024.) poslovni čovjek ometen u poslu 10 puta.

¹⁴ Naravno, ovo bi se moglo proširiti i izvan matematike, na druga područja.

¹⁵ Pojam rotacije se ovdje razmatra i s aspekta fizike.

¹⁶ neka izdanja knjige su tako naslovljena (op. a.)

*Aritmetički niz**Rješenje:*

Napišimo prva tri člana aritmetičkog niza godina ometanja poslovnog čovjeka. Prvo se ometanje dogodilo 22 godine prije trećeg ometanja, a drugo ometanje 11 godina prije trećeg ometanja. Dakle redom, 1921., 1932., 1943. godine. Vidimo da se ometanje poslovnog čovjeka događa svakih 11 godina. Znači, $a_1 = 1921$, $d = 11$, a za $n = 10$ dobivamo da je

$$a_{10} = 1921 + (10 - 1) \cdot 11 = 2020.$$

Prema tome, 10. ometanje dogodilo se prije 4 godine.

Gotovac (2025) je u svom radu nadalje dala i prijedlog pripreme učenika za stvaranje *Matematičkog rječnika* iznijevši neke moguće pristupe. Za pripremu učenika za ovaj projektni zadatak predlaže se upravo izrada kartica poput onih u rječniku pri čemu su aktivnosti učenika različitog opsega i složenosti. Tako učitelj može osmisliti karticu u cijelosti, a učenici riješiti zadatak (prethodno proučivši sve prethodne dijelove kartice) ili ga pak i osmisliti i riješiti što je za učenike veći izazov. Treći pristup koji se predlaže traži od učitelja da definira pojam, izdvoji književni tekst i osmisli zadatak, a od učenika da ga riješe i napišu poveznicu. Autorica sugerira da učitelj uz poveznicu napiše rečenicu koja bi usmjerila učenike i olakšala im povezivanje matematičkog pojma i književnog teksta¹⁷ te da osmisli zadatak koji bi im u tome također pomogao. Stoga bi na ovako pripremljenoj kartici učenici najprije proučili prva dva dijela kartice, potom riješili zadatak i najzad napisali poveznicu. Također, kao još jedan mogući pristup pripreme učenika za projektni zadatak, predlaže se i neka kombinacija pristupa koji su prethodno navedeni. Budući da su različiti pristupi pripremi za stvaranje *Matematičkog rječnika* i aktivnosti učenika¹⁸ različito zahtjevniji, učitelj će moći odabrati odgovarajući pristup¹⁹ s obzirom na razinu matematičkih kompetencija učenika. Mada je naglasak na povezivanju matematike i književnosti, autorica predlaže da bi osim književnog teksta bilo korisno, sukladno interesima učenika, upotrijebiti i nešto drugo, npr. strip ili stručnu literaturu.

Drugi primjer interdisciplinarnog projekta koji povezuje matematiku i književnost jest projekt *Matematika i haiku – trenutak zagrljaja* (Gotovac, 2023). Cilj projekta bio je potaknuti studente na promišljanje i dublje razumijevanje matematičkih pojmova kao i osvješćivanje prisutnosti matematike u njihovom okruženju. Pritom je svaki student u okviru projektnog zadatka trebao osmisliti haiku pjesmu o odabranom matematičkom pojmu te je popratiti fotografijom. Rezultat projekta zbirka je *Matematika i haiku – trenutak zagrljaja*, urednice Gotovac (2023), koja se sastoji od haiku pjesama studenata i sadržajno im pridruženim fotografijama koje zajedno pokazuju studentsko razumijevanje matematičkih pojmova i emocionalno doživljavanje matematike u svijetu koji ih okružuje. Pojmovi koje su studenti razmatrali iz elementarne matematike (pretežito iz geometrije), matematičke analize i linearne algebre, spoznati su i prikazani u ovom projektu na kreativan način, pri čemu se poticalo kreativno i kritičko mišljenje te vrednovanje vlastitih ideja.

Ovaj projekt može biti dobar poticaj učiteljima matematike za osmišljavanje vlastitog motivacijskog projektnog zadatka koji će učenike na kreativan i interdisciplinarni način potaknuti na učenje matematike i razvoj matematičke kompetencije te osvješćivanje povezanosti matematike, čovjeka i prirode. Bilo koja haiku pjesma iz ove zbirke koju odabere učitelj može poslužiti kao poticaj za pisanje drugih haiku pjesama na taj isti matematički pojam

¹⁷ kako je to učinjeno u *Matematičkom rječniku u kontekstu klasika Mali kraljević*

¹⁸ i učitelja (op. a.)

¹⁹ neki od navedenih, modificirani ili posve novi, svoj

na primjer, a nakon toga se novonastale pjesme mogu analizirati i razmatrati elementi matematičkog pojma koje su u svakoj od tih pjesama učenici/studenti istaknuli²⁰. Već i usporedbom nekoliko haiku pjesama iz zbirke u kojima različiti studenti promatraju isti matematički pojam (npr. pojam pravca) može se uočiti važnost pristupa vidljivog u ovoj zbirci i u ovom projektu. Primjer jedne haiku pjesme i fotografije nalazi se na Slici 1.



Morske kapljice
u kružnice se šire -
njih beskonačno
Bojana Borović (Val)

Slika 1. Haiku pjesma i pripadna fotografija (u Gotovac, 2023, str. 19)

Pristup koji autorica naziva *pristupom uranjanja u materiju stvaranjem haiku poezije* počinje promišljanjem i bilježenjem oluje ideja o pojmu, predmetu pjesme, a razvija se daljnjim promišljanjem: analizom obilježja pojma, primjenom, povezanošću s drugim pojmovima. Zahtijeva stalnu intelektualnu angažiranost, razmišljanje i istraživanje, neprestano bivanje u procesu. Ovim pristupom autorica projekta je ponudila autentičan način za poboljšavanje razumijevanja matematičkih ideja i koncepata koji također ima potencijal poticati razvoj i jačanje pozitivnih stavova prema matematici i utjecati na promjenu percepcije matematike kao nastavnog predmeta. Karakteriziraju ga univerzalnost i interdisciplinarnost jer je primjenjiv na svim razinama odgojno-obrazovnog sustava, ne samo u matematici, i može povezati različita područja odgoja i obrazovanja.

Još dva projekta koji matematičke pojmove povezuju s fotografijom jesu *Matematika u slici* i *Zadatak u slici*, a rezultirali su trećom projektom - izradom zbirke *Matematički album – zbirka zadataka otvorenog tipa* (Gotovac, 2016). Cilj projekata bio je potaknuti studente na kreativno promišljanje o matematici kroz poticanje konceptualnog razumijevanja i kreativnog pristupa problemima (Jukić i Gotovac, 2025, str. 331). *Matematika u slici* naziv je prvog projekta u sklopu kojeg su studenti trebali napraviti fotografije u skladu s nazivom projekta i popratiti ih kratkim tekstom. Sljedeće akademske godine proveden je projekt *Zadatak u slici*. Iz mape s fotografijama napravljenim za projekt *Matematika u slici* studenti su trebali odabrati fotografiju, osmisliti matematički zadatak koji joj odgovara i riješiti ga. Fotografije su bile numerirane i bez opisa. *Matematički album – zbirka zadataka otvorenog tipa* (Gotovac, 2016) se sastoji od tri poglavlja: I. Matematika u slici 1. dio, II. Zadatak u slici i III. Matematika u slici 2. dio. U uvodnom dijelu prvog poglavlja koje sadrži samo fotografije studenata označene brojem dane su upute za korištenje ovom zbirkom i njih bi trebalo prve pročitati. Drugo poglavlje se sastoji od zadatka, koje su studenti osmislili na odabrane fotografije, i njihovih detaljnih rješenja. Treće poglavlje je zbir kratkih opisa svake pojedine fotografije dane u prvom poglavlju. Zbirka zadataka otvorenog tipa *Matematički album* koncipirana je tako da čitatelju omogućava virtualno sudjelovanje u projektu *Matematika u slici* i/ili projektu *Zadatak u slici*. Ova zbirka zadataka i sama je otvorenog tipa budući da pruža mogućnosti za daljnju izgradnju i unaprjeđenje te kao takva predstavlja originalan koncept. Čitatelj ima priliku otkriti svoj doživljaj matematike u slici, ali i saznati kako je drugi doživljavaju. Naime, niti matematičko poimanje fotografije niti njezin opis, kako naglašava autorica Gotovac (2016), nisu jednoznačni. Nadalje, učenik/student, svaki aktivan čitatelj, može rješavati zadatke studenata u zbirci, ali i stvarati nove i njima je upotpunjavati. Čak i samo rješavanje zadataka u ovoj zbirci

²⁰ Napomena: Prije pisanja haiku pjesama učenici/studenti trebaju se upoznati s ovom jedinstvenom pjesničkom formom i čitati haiku pjesme.

nije kao u klasičnoj zbirci iz matematike jer zadaci nisu složeni po nekim područjima i možda mogu zbuniti čitatelja. Poredani su i numerirani prema slikama kojima su inspirirani. Autorica potiče čitatelje da postojeće zadatke u zbirci razvrstaju sami na neki novi način²¹ i pritom daje i jedan konkretan prijedlog.

Zbirka zadataka otvorenog tipa *Matematički album*, predstavlja jedan mogući pristup učenju i poučavanju koje će osigurati visoku razinu angažiranosti učenika u nastavnom procesu. Ujedno, predstavlja poticaj učiteljima na njihovu kreativnost. Naime, već razmišljanje o korištenju ove zbirke izvan predloženih okvira, odnosno uputa, iziskuje i potiče učiteljevu kreativnost. Primjerice, na sljedeći način: jedna fotografija iz zbirke, bilo koja, koju odabere učitelj može poslužiti kao poticaj za osmišljavanje matematičkih zadataka. Tema zadatka može biti slobodna po izboru učenika/studenata kao u ovoj zbirci ili određena. U tom slučaju učitelj može zadati ključni pojam²² (matematički) oko kojeg će se graditi matematički zadaci. Učitelj će odabrati fotografiju²³ koja mu u tom trenutku najviše odgovara, npr. pogodnu za ponavljanje nekog sadržaja. Najzad slijedi analiza i rješavanje tako osmišljenih zadataka. Opisani postupak mogao bi biti jedan način za ponavljanje nastavnog sadržaja.

Interdisciplinarnost ovih projekata očita je u fotografijama i zadacima u zbirci koji postaju „mjesto susreta” matematike, fizike, svakodnevnice i umjetnosti (arhitekture i kiparstva). Za ilustraciju pokažimo po jedan uradak iz oba projekta, fotografiju prostora koji nas okružuje percipiranog kroz matematičku prizmu i zadatak u kojemu se sjedinjuju matematika i arhitektura.



Studentica koja je napravila ovu lijepu fotografiju svjetiljki i njihovih odraza u moru, nastalu za večernje šetnje Bačvicama²⁴, navela je dva različita viđenja iste fotografije: 1) preslikavanje i 2) aritmetički niz, pojasnivši da su susjedni članovi aritmetičkog niza jednako udaljeni pa se tako „pretpostavlja da su u nizu svjetiljki, susjedne svjetiljke postavljene na jednaku udaljenost” (str. 119-120).

Uočimo da je, uz ilustraciju u kontekstu klasika *Mali kraljević*, ovakvo viđenje dane fotografije, još jedan, različit i potpuno drugačiji prikaz aritmetičkog niza.

Slika 2. Primjer fotografije iz projekta *Matematika u slici* (Gotovac, 2016, str. 40, 119-120)

²¹ Sortiranje matematičkih zadataka po nekom ključu nije jednostavan zadatak. Spoj je znanja i kreativne slobode.

²² ili nekoliko pojmova povezanih s ključnim pojmom

²³ iz ove zbirke ili drugog izvora

²⁴ plaža u Splitu

Zadatak 27.1 Fasada crkve²⁵ na fotografiji trenutno je u fazi preuređenja pa su na nju postavljene skele. Kako bi sve ljepše izgledalo, skela će se zakloniti plakatom sa slikom iste crkve u prirodnoj veličini. Plakat će pratiti obrise fasade. Donji dio fasade je kvadrat, a radijus polukruga gornjeg dijela iznosi 5 m.



a) Kolika je površina platna za plakat potrebna?

b) Odredi duljinu trake potrebne da se plakat obrubi (Gotovac, 2016, str. 64).

Slika 3. Primjer fotografije i zadatka iz projekta *Zadatak u slici* (Gotovac, 2016, str. 22, 64)

Zadaci koji su nastali u okviru projekta *Zadatak u slici* namijenjeni su i učenicima i studentima. Način rješavanja zadataka poput ovoga primjerice u kojem se računa površina lika lako se može prilagoditi znanju i dobi onih koji ih rješavaju.²⁶ Prilagodba zadataka učenicima, odnosno studentima, sinergija je znanja i kreativnosti učitelja u praksi. Zahvaljujući jedinstvenom konceptu ove zbirke autorica je stvorila bazu za izgradnju opsežnijeg djela bogatog i raznolikog matematičkog sadržaja poput neke otvorene zbirke zadataka²⁷ u čije bi se stvaranje mogli uključiti i drugi učitelji i njihovi učenici/studenti. U konačnici, ova zbirka zadataka otvorenog tipa potiče učitelje da kreiraju i vlastite nastavne materijale koji će omogućiti punu kognitivnu i emocionalnu angažiranost učenika i studenata i osnažiti njihovu ulogu aktivnih sudionika u procesu učenja i stjecanju matematičkih kompetencija.

Prethodno izdvojene fotografije prikazale su u svom radu i Jukić i Gotovac (2025, str. 332 i 339) kao primjere jedinstvenih pogleda studenata i osobnih značenja koja pridaju nastavnim sadržajima koje uče, a koje je važno uvažavati u nastavi koja za cilj ima poticati kreativnost učenika/studenata. Analiziravši ova tri projekta, Jukić i Gotovac su (2025) utvrdile njihovu vrijednost kroz tri ključne pedagoško-didaktičko-metodičke točke: 1) projekti su primjer suvremenog konstruktivističkog pristupa nastavi usmjerenog na kontekstualno učenje pojedinca kroz djelovanje rješavanjem problema, 2) primjer su suvremenog metodičkog pristupa nastavi jer uključuju projektno i problemsko učenje koji olakšavaju učenje i primjenu znanja te motiviraju učenike/studente za nastavu i 3) predstavljaju povoljno nastavno okruženje za razvoj kreativnosti učenika/studenata.

Sljedeći primjer projekta odnosi se na povezivanje matematike s drugim nastavnim predmetima (prvenstveno s poviješću, likovnom kulturom i geografijom) stvaranjem zadatka pod nazivom *Matematički turistički vodič Top 4* (kraće *MTV TOP4*) (Gotovac, 2020). Autorica je osmislila strukturu zadatka koji se odnosi na osmišljavanje matematičkog turističkog vodiča na osnovu doživljenog putovanja, u zbilji ili mašti. Zadatak obuhvaća kreiranje i rješavanje četiri matematička zadatka koji će poput turističkog vodiča ponuditi mnoge informacije i zanimljivosti vezane uz odabranu destinaciju. Prema riječima autorice „ne moraš ići daleko da bi dobro putovao. Putovati možeš i svojom ulicom.” (Gotovac, 2020, str. 64). *Matematički turistički vodič Top 4* osmišljen je tako da se u prvom od četiri matematička zadatka upoznamo

²⁵ crkva sv. Roka u Splitu nastala početkom 16. stoljeća (op. a.)

²⁶ neke od načina određivanja površine vidjeti kod Gotovac (2019)

²⁷ primjerice u elektronskom obliku

sa širim područjem koje obuhvaća izabranu destinaciju, državom npr. ako je odredište neki grad (tzv. makro slika). Kroz drugi i treći zadatak sa znamenitostima same destinacije, u ovom slučaju grada (mikro slika), a kroz četvrti matematički zadatak s nekom poznatom osobom (iz tog grada). Vodič treba specificirati i na kraju naziva dopisati ime odredišta.

Kao primjer, autorica je osmislila i ponudila *Matematički turistički vodič Top 4 Sicilija*²⁸ koji prati prethodno opisanu strukturu *MTV TOP4*. Sadrži sljedeće, detaljno riješene, zadatke: 1. *Vodeće turističke zemlje*, 2. *Tajna poruka u rimskoj vili*, 3. *Stupovi Konkordijinog hrama* i 4. *Arhimedov kolač*. U ovim zadacima matematika se povezuje s poviješću, zemljopisom, umjetnošću, arhitekturom, engleskim jezikom, čak i gastronomijom (4. zadatak). Učenici/rješavači mogu istraživati, prikupljati i prikazivati podatke (1. zadatak) ili npr. razvijati vještine računanja (2. zadatak). Zadatak 2. (*Tajna poruka u rimskoj vili*) je zanimljivo, neuobičajeno koncipiran. Sastoji se od tri dijela: uvodnog dijela u kojem se rješavač primjerom provodi kroz postupak kodiranja, zatim zadatka na kojem se pokazuje postupak dekodiranja²⁹ i koji sljedeći upute treba riješiti te dodatka ovom zadatku. Tekst zadatka bez uputa za rješavanje glasi:

„Rimska vila (Villa Romana del Casale) na trgu Armerini lovačka je kuća važnih rimskih službenika (vjerojatno i cara Maksimilijana, Dioklecijanova suvladara), a ukrašena je najočuvanijim i najopsežnijim skupom rimskih mozaika³⁰ na svijetu. Vjerojatno najpoznatiji mozaik u vili je mozaik Deset djevojaka u kupacim kostimima. Mozaik prikazuje atletičarke u bikinijima koje su upravo završile natjecanje.³¹

Dekodiraj tajnu poruku, prevedi je s engleskog i doznaj što pripada pobjednici.

Kodirana poruka prikazana je kao niz i glasi: 30 42 61 84 41 59 6 9 48 63 51 65” (Gotovac, 2020, str. 67).

Na kraju, u dodatku u trećem dijelu dani su neki prijedlozi kako bi se prethodni zadatak mogao proširiti, odnosno modificirati. U zadatku 3. (*Stupovi Konkordijinog hrama*) isprepleću se matematika, arhitektura, povijest. S ciljem percipiranja dimenzija antičkih građevina, u zadatku se između ostalog određuje promjer kruga (tlocrt stupa najočuvanijeg hrama arheološkog lokaliteta Dolina hramova) i računa opseg kako bi se odredio najmanji broj dječaka/djevojčica³² koji može obuhvatiti jedan takav stup³³. Primijetimo da na stvaranje sličnog zadatka može potaknuti obilazak i proučavanje npr. rimskih iskopina u Starinama u Solinu (lokalitet Salona). I ovdje se može primijetiti otvorena priroda ovog ili npr. prethodno navedenog zadatka - mogu se lako prilagoditi i staviti u neki drugi kontekst, što otvara prostor kreativnosti učitelja i učenika.

Budući da bi se ovaj matematički vodič mogao upotrijebiti za pripravu učenika za ovaj projektni zadatak kao pokazni primjer (vidjeti niže), mogli bismo reći da *MTV TOP4 Sicilija* ima i svoju dodatnu vrijednost. Autorica je tako dala prijedlog kako bi se mogao koncipirati završni sat (iz matematike) na kraju školske godine³⁴ i kako bi mogla početi nastava (iz matematike) sljedeće, nove školske godine. Kako bi se učenici pripremili i uveli u temu,

²⁸ inspiriran je putovanjem autorice

²⁹ Kodiranje i dekodiranje svrstavaju se u osnovne pojmove kriptografije.

³⁰ slikarska tehnika ukrašavanja podova, zidova (op. a.)

³¹ Napomena: Autorica podatke preuzima iz izvora: Trigiani, E. (2013). *Top 10 Sicilija*. Mozaik knjiga (str. 24), a uz tekst zadatka prilaže privatnu fotografiju tog mozaika

³² određene dobi

³³ uz odgovarajući raspon ruku

³⁴ završni sat npr. u 7. razredu

autorica sugerira da se na zadnjem satu neposredno prije zadavanja zadatka *Matematički turistički vodič Top 4* s učenicima razgovara općenito o putovanjima i njihovim željama i planovima po tom pitanju. Nakon što zada zadatak, poželjno je da učitelj pokaže učenicima vlastiti uradak, kao mogući primjer *MTV TOP4*, koji bi onda učenici rješavali radeći u paru ili u grupi. Ovako oblikovan završni sat (uvodni dio, zadavanja zadatka *MTV TOP4*, rješavanje pokaznog primjera - učiteljev uradak) ujedno je prijedlog pripreme učenika za stvaranje *Matematičkog turističkog vodiča Top 4*. Prvi sat sljedeće školske godine mogao bi se organizirati poput završnog sata protekle školske godine: razgovor s učenicima o iskustvima rada na *MTV TOP4* u uvodnom dijelu, potom prezentacija uradaka učenika i rješavanje zadataka. Naravno, nekih zadataka, budući da se očekuje više uradaka i više zadataka (op. a.), što je autorica očito imala na umu jer sugerira da „dinamiku i način prezentiranja uradaka“ učitelj sam odredi (Gotovac, 2020, str. 73).

Prethodno opisan zadatak otvorenog tipa rješavali su učenici sedmog razreda, polaznici Centra izvrsnosti matematike u Splitu, što je primjer još jednog interdisciplinarnog projekta prikazanog u Jukić i Gotovac (2024). Priprema ovih učenika za stvaranje vlastitog matematičkog turističkog vodiča blago je modificirana u odnosu na onu koja je predložena i može se smatrati jednom njezinom inačicom. Učenici su najprije rješavali četiri zadatka iz *Matematičkog turističkog vodiča Top 4 Sicilija* ne znajući u to vrijeme na čemu rade. Potom su dobili zadatak *Matematički turistički vodič Top 4* i saznali što su rješavali. Lako je bilo vidjeti da *Matematički turistički vodič Top 4 Sicilija* može poslužiti i kao primjer matematičkog turističkog vodiča koji trebaju osmisliti. Autorice su u radu predstavile uradak dvojice učenika kao jedno moguće rješenje zadataka otvorenog tipa zadanog učenicima. *Matematički turistički vodič Top 4 Barcelona* koji su učenici osmislili prati prethodno opisanu strukturu *Matematičkog turističkog vodiča Top 4* i sadrži sljedeća četiri lijepo ilustrirana zadatka: 1. *Tajna poruka o državi u kojoj se grad nalazi*, 2. *Složena jednadžba*, 3. *Sustavi jednadžbi s dvjema nepoznanicama* i 4. *Križaljka s matematičkim pojmovima*. U prvom zadatku matematika se povezuje s geografijom i engleskim jezikom. Dekodiranjem tajne poruke pa prevođenjem s engleskog na hrvatski jezik dobiva se ime države u kojoj se nalazi izabrano odredište. U drugom i trećem zadatku matematika se stapa s poviješću i arhitekturom. Rješenje dane linearne jednadžbe s jednom nepoznanicom u drugom zadatku godina je nastanka grada, a rješavanje nekoliko sustava jednadžbi³⁵ u sljedećem zadatku vodi do imena jedne od najpoznatijih crkvi u njemu. Četvrti zadatak povezuje matematiku i sport, i točno riješena križaljka (rješenja su joj pojmovi povezani s matematikom) daje ime i prezime jednog poznatog nogometaša iz toga grada.

I posljednji primjer koji se u ovom dijelu rada predstavlja jesu i dva poticajna matematička zadatka kao primjeri mogućeg povezivanja matematike i umjetnosti (slikarstva i kazališne umjetnosti) (Gotovac, 2013). Zadatak o londonskoj *Nacionalnoj galeriji* u kojem su slavni slikari i neka od njihovih remek-djela³⁶ u ovoj riznici, kako autorica navodi, „u službi njezina Veličanstva - funkcije“ (Gotovac, 2013, str. 51), temeljnog matematičkog pojma i vrlo važnog u matematici i u primjenama, pogodan je za provjeru razumijevanja pojma funkcije i bijektivnosti funkcije. U zadatku *Fantom u operi*, u kojem određeni broj učenika jednog razreda maturanata sa svojim razrednikom planira posjet Londonu i odlazak u kazalište na West Endu gdje će pogledati uspješan Webberov³⁷ istoimeni mjuzikl, računaju se permutacije, varijacije i kombinacije pa je zadatak prikladan za ponavljanje kombinatorike. Autorica je ovim zadacima

³⁵ sustavi od dvije linearne jednadžbe s dvije nepoznanice

³⁶ U kazalištu (Renoir), *Žitno polje s čempresima* (Van Gogh), *Večera u Emausu* (Caravaggio), *Kupačica* (Rembrandt), *Plaža u Trouvilleu* (Monet), *Kišobrani* (Renoir), *Djevojka stoji pokraj virginale* (Vermeer), *Venera u ogledalu* (Velazquez), *Suncokreti* (Van Gogh), *Autoportret u dobi od 34 godine* (Rembrandt)

³⁷ Andrew Lloyd Webber autor je glazbe mjuzikla *Fantom u operi* temeljenog na istoimenom romanu Gastona Lerouxa.

ponudila svojevrsan obrazac kreiranja poticajnih matematičkih zadataka budući da se zadaci mogu poopćiti, tj. prilagoditi i napisati u kontekstu izložaka neke druge galerije/muzeja i nekog drugog glazbeno-scenskog djela (npr. zadatak o londonskoj *Nacionalnoj galeriji* u kontekstu Galerije umjetnina u Splitu, a zadatak *Fantom u operi* u kontekstu Tijardovićeve operete Mala Floramy i posjeta kazalištima u Zagrebu razreda s manjim ili većim brojem učenika³⁸).

Dobrobiti prikazanih projekata za praksu i izazovi za praktičare

Razmotre li se prikazani projekti u kontekstu prethodno iznesenih spoznaja o kreativnosti, interdisciplinarnosti i projektnog učenja, može se izlučiti nekoliko dobrobiti njihovog ostvarivanja u nastavi matematike. Prvo, projekti imaju obilježja dobro organiziranog projektnog učenja jer uključuju odabir autentičnih, učenicima/studentima zanimljivih i značajnih problema s jasnim postavljanjem ciljeva i strukture projekta, primjenu različitih strategija učenja te davanje poticajne povratne informacije učenicima/studentima o napretku, što pridonosi njihovoj uspješnoj realizaciji u praksi (Blumenfeld i sur., 1991).

Drugo, omogućuju interdisciplinarno projektno učenje u nastavi matematike koje povezuje različite discipline (npr. matematika, književnost i sl.) na način da se postiže preporučeni komplementarni odnos kreativnih zadataka s predmetnim kurikulumom (Beghetto i Kaufman, 2013). Na taj način omogućuju učenicima/studentima postizanje dubljeg razumijevanja sadržaja i stvaranje vlastitih perspektiva u rješavanju problema u svakodnevici (Ivanitskaya i sur., 2002), odnosno razvijanje tzv. kompetencija 21. Stoljeća - kreativnosti, kritičkog mišljenja, komunikacije, suradnje i rješavanja problema (Akcanca, 2020) te kompetencija učenja kao što su socijalna i matematička kompetencija te učiti kako učiti (MZOS, 2011).

Treće, autoričinim smjernicama i sugestijama projekti osnažuju praktičare i potiču ih na vlastito kreativno osmišljavanje inačica ponuđenih projektnih zadataka sukladno znanjima, interesima, sposobnostima i mogućnostima njihovih učenika/studenata. Navedeno je značajno uzme li se u obzir to da je kreativnost potencijalna sposobnost svakog učitelja i da je nastava refleksivan i kreativan proces istraživanja (Burnard, 2012), ali i da se učitelji ipak ne osjećaju dovoljno osposobljenima za provedbu kreativnog i interdisciplinarnog projektnog učenja u STEAM području (Sanchez Milara i Cortés Orduña, 2024).

I četvrto, projektni zadaci su osmišljeni tako da učitelju otvaraju prostor za ostvarivanje postupaka povoljnih za razvoj kreativnosti učenika (Soh, 2000). To su poticanje učenika/studenata na istraživanje i samostalan dolazak do originalnih i prikladnih odgovora na pitanja otvorenog tipa (*samostalnost*), stvaranje prilika za suradnju učenika/studenata te razmjenu ideja u paru i grupi (*integracija*), poticanje učenika/studenata na stjecanje osnovnih znanja i razvoj vještina iz matematike i drugih disciplina uz praćenje njihovog napretka i tempa rada (*motivacija*), postavljanje dodatnih pitanja koja će učenike/studente poticati na istraživanje, razmišljanje i viđenje zadataka na drugačiji način (*prosudivanje*) te poticanje učenika/studenata na to da razmišljaju divergentno, uz omogućavanje dovoljno vremena za razmišljanje i doradu ideja (*fleksibilnost*). Nadalje, to su poticanje učenika/studenata na međusobnu provjeru i usporedbu zadataka prije njihove predaje (*vrednovanje*), omogućavanje prilika za uvažavanje pitanja učenika/studenata (*pitanja*), poticanje učenika/studenata na to da iskoriste i primijene naučeno u različite svrhe, na različite načine u različitim područjima i disciplinama (*prilike*). I konačno, pružanje povratnih informacija učenicima i studentima uz emocionalnu podršku u prihvatanju frustracija i pogrešaka kao dijela procesa učenja (*frustracije*). Ostvarivanje ovih objektivno utvrđenih učiteljevih postupaka povoljnih za razvoj kreativnosti učenika iznimno je važno jer poticanje učenikove kreativnosti ne bi trebalo biti ograničeno subjektivnim elementima poput iskazivanja učiteljeve ili učenikove kreativnosti

³⁸ u odnosu na broj učenika naveden u izvornom zadatku

(Soh, 2017). Njihovim ostvarivanjem stvaraju se preduvjeti kreativne okoline potrebne za razvoj kreativnosti učenika/studenata.

Osim istaknutih dobrobiti, provedba prikazanih projekata može imati i određene izazove. Npr., učenici/studenti projektne zadatke mogu doživjeti kao prezahtjevne zbog nedostatka matematičkih i drugih znanja, a i sami učitelji mogu imati određenu zadržku u primjeni kreativnih, interdisciplinarnih projekata u nastavi ako njihove implicitne teorije nisu u skladu s konstruktivističkim pristupom učenju i poučavanju na kojemu se projektno učenje temelji (Blumenfeld i sur., 1991). Dodatno tomu, svaka odgojno-obrazovna sredina je specifična i jedinstvena, stoga implementacija predloženih projekata bez njihove prilagodbe znanjima, interesima, sposobnostima i mogućnostima učenika/studenata i učitelja, moguće neće polučiti jednak uspjeh. Zato se učiteljima predlaže predložene projekte razmotriti kao moguću inspiraciju za razvoj vlastitih ideja i projekata.

4. Zaključak

Kreativnost i interdisciplinarnost pretpostavke su uspješnog odgovora na stalno mijenjajuće okruženje stoga ih je potrebno poticati u odgojno-obrazovnom procesu. U ovom se radu predlaže projektno učenje kao strategija učenja povoljna za poticanje kreativnosti i interdisciplinarnosti. Pritom je poseban naglasak stavljen na mogućnosti njegovog ostvarivanja u nastavi matematike jer istraživanja upućuju na to da je, unatoč mnogim dobrobitima koje kreativno i interdisciplinarno projektno učenje ima u odgojno-obrazovnom procesu, ono nedovoljno zastupljeno u STEAM području jer se učitelji procjenjuju nedostatno osposobljenima za njegovo ostvarivanje. Stoga su u radu detaljno prikazani interdisciplinarni projekti u nastavi matematike u kojima se potiče kreativnost učenika, ali i iskazuje kreativnost učitelja. Za svaki projekt prikazani su primjeri projektnih zadataka, a za neke projekte i primjeri projektnih rezultata, u okviru kojih se uputilo na kreativan pristup u njihovom osmišljavanju i ponudilo mogućnosti izrade sličnih i/ili dodatnih projektnih zadataka.

Zaključeno je da prikazani projekti doprinose odgojno-obrazovnoj praksi na nekoliko načina. Projekti imaju obilježja dobro organiziranog projektnog učenja što pridonosi uspješnosti njihove realizacije u praksi. Ujedno, omogućuju interdisciplinarno projektno učenje u nastavi matematike koje komplementarno i kreativno povezuje različite discipline te stoga pridonose razvoju kompetencija učenika/studenata u nastavi matematike. Nadalje, potiču učitelje i učenike/studente na izražavanje kreativnosti te otvaraju prostor učiteljima za ostvarivanje postupaka povoljnih za razvoj kreativnosti učenika/studenata. Kao mogući izazovi u ostvarivanju prikazanih projekata u drugim odgojno-obrazovnim sredinama, izdvojeni su moguća nedostatnost matematičkih i drugih znanja učenika/studenata i nedovoljna motiviranost učitelja za njihovu provedbu te neizvjesnost identične provedbe projekata zbog jedinstvenosti svake odgojno-obrazovne skupine. Prikazani projekti stoga mogu biti poticaj učiteljima za njihovo iskušavanje u praksi ili pak za osmišljavanje sličnih projekata, zadataka i aktivnosti, prilagođenih interesima, znanjima i sposobnostima njihovih učenika/studenata.

Temeljna poruka rada je da nastava matematike organizirana kroz projektno učenje u kojemu učenici/studenti povezuju i produbljuju znanja iz različitih disciplina na sebi svojstven, originalan način, predstavlja nastavno okruženje povoljno za razvoj kreativnosti učenika i učitelja, kao i za razvoj tzv. interdisciplinarne kompetencije.

5. Literatura

Akcanca, N. (2020). 21st Century Skills: The Predictive Role of Attitudes Regarding STEM Education and Problem-Based Learning. *International Journal of Progressive Education*, 16(5), 443-458. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1273345.pdf>

- Beghetto, R. A. i Kaufman, J. C. (2013). Fundamentals of Creativity. *Educational leadership*, 70(5), 10 – 15.
https://www.researchgate.net/publication/261797704_Fundamentals_of_Creativity
- Beghetto, R. A. i Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. i Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 369–398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Boaler, J. (2002). Learning from teaching: Exploring the relationship between reform curriculum and equity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(4), 239–258. <https://doi.org/10.2307/749740>
- Burnard, P. (2012). Rethinking Creative Teaching and Teaching as Research: Mapping the Critical Phases That Mark Times of Change and Choosing as Learners and Teachers of Music. *Theory Into Practice*, 51(3), 167–178.
<https://doi.org/10.1080/00405841.2012.690312>
- Capraro, M. M. i Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM project-based learning. U R. M. Capraro, M. M. Capraro i J. Morgan (ur.), *STEM project-based learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. 2nd Ed. (str. 51-58). Brill.
- Chan, S. i Yuen, M. (2014). Personal and environmental factors affecting teachers' creativity-fostering practices in Hong Kong. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.02.003>
- Cropley, A. J. (1995). Fostering creativity in the classroom: General principles. U M. Runco (ur.), *The creativity research handbook*, Vol. 1. (str. 83-114). Hampton Press.
- Cruz, S., Viseu, F. i Lencastre, J. A. (2022). Project-based learning methodology as a promoter of learning math concepts: A scoping review. *Frontiers in Education*, 7(953390). <https://doi.org/10.3389/educ.2022.953390>
- Glăveanu, V. P. (2011). Creativity as cultural participation. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 41(1), 48–67. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5914.2010.00445.x>
- Gotovac, B. (2013). Putovanje Londonom kroz četiri zadatka. *Poučak*, 14(54), 44-55.
<https://hrcak.srce.hr/112938>
- Gotovac, B. (2020). Matematički turistički vodič Top 4 (Sicilija). *Poučak*, 21(84), 63-74.
<https://hrcak.srce.hr/255539>
- Gotovac, B. (2025). Rječnik matematičkih pojmova u kontekstu književnosti: Mali kraljević kao primjer. *Poučak*, 26(101), 52-64.
- Gotovac, B. (ur.) (2016). *Matematički album – zbirka zadataka otvorenog tipa*. Redak.
- Gotovac, B. (ur.) (2023). *Matematika i haiku – trenutak zagrljaja: mala zbirka haiku poezije*. Kemijsko - tehnološki fakultet u Splitu.
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C. i Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of science Learning*, 2(2), 50-57.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1226168>
- Holmes, V. L. i Hwang, Y. (2016). Exploring the effects of project-based learning in secondary mathematics education. *The Journal of Educational Research*, 109(5), 449-463.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2014.979911>
- Ikhlas, A., Syaiful, S., Huda, N. i Zurweni, Z. (2025). Design of STEAM-Integrated PjBL Learning Model Based on Interdisciplinary Learning: A Literature Review on Developing Critical and Creative Thinking Skills of Mathematics Students. *International Seminar On Student Research In Education, Science, and Technology*, 2, 171-177. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/issrectec/article/view/30411/pdf>

- Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G. i Primeau, R. (2002). Interdisciplinary learning: Process and outcomes. *Innovative higher education*, 27(2), 95-111. <https://doi.org/10.1023/A:1021105309984>
- Jacques, L. A. (2017). What does project-based learning (PBL) look like in the mathematics classroom?. *American Journal of Educational Research*, 5(4), 428-433. <https://doi.org/10.12691/education-5-4-11>
- Jukić, T. i Gotovac, B. (2024). Mediteran kao poticaj kreativnosti učenika u nastavi matematike U M. Tomelić Ćurlin i T. Brešan Ančić (ur.), *Mediteran kao identitetska odrednica. Zbornik radova s međunarodnoga znanstvenog skupa* (str. 195-213). Filozofski fakultet u Splitu.
- Jukić, T. i Gotovac, B. (2025). Matematika u slici: prilog kreativnoj nastavi matematike. U V. Svalina, A. Škugor, J. Martinović Bogojević i dr. (ur.), *Zbornik radova s Prve međunarode konferencije Kreativni pristupi učenju i podučavanju – CALT*, Sv. 1. (str. 327-344). Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti; Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti.
- Karaçalli, S. i Korur, F. (2014). The Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement, Attitude, and Retention of Knowledge: The Subject of "Electricity in Our Lives". *School Science and Mathematics*, 114(5), 224-235. <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>
- Kokotsaki, D., Menzies, V. i Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/13654802166597>
- Lattuca, L. R., Knight, D. i Bergom, I. (2013). Developing a measure of interdisciplinary competence. *The International journal of engineering education*, 29(3), 726-739. https://www.ijee.ie/articles/Vol29-3/19_ijee2724ns.pdf
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2011). Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf
- Owens, A. D. i Hite, R. L. (2022). Enhancing student communication competencies in STEM using virtual global collaboration project based learning. *Research in Science & Technological Education*, 40(1), 76-102. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1778663>
- Rehman, N., Huang, X. i Mahmood, A. (2025). Altering students' attitude towards learning mathematics through project-based learning: A mathematics project. *South African Journal of Education*, 45(1), 1-14. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2692214/v1>
- Runco, M. A. (2003). Education for creative potential. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(3), 317-324. <https://doi.org/10.1080/00313830308598>
- Runco, M. A. i Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Runco, M.A. (2022). Uncertainty Makes Creativity Possible. U R. A. Beghetto i G. J. Jaeger (ur.), *Uncertainty: A Catalyst for Creativity, Learning and Development Creativity Theory and Action in Education*, vol 6. (str. 23-36). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98729-9_3
- Sánchez Milara, I. i Cortés Orduña, M. (2024). Possibilities and challenges of STEAM pedagogies. *arXiv e-prints*, arXiv-2408. <https://arxiv.org/abs/2408.15282>
- Soh, K. (2017). Fostering student creativity through teacher behaviors. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.11.002>
- Soh, K. C. (2000). Indexing Creativity Fostering Teacher Behavior: A Preliminary Validation Study. *The Journal of Creative Behavior*, 34, 118-134. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2000.tb01205.x>