



<https://doi.org/10.5559/di.34.3.05>

UČINCI MOTIVACIJSKE INTERVENCIJE PRI UČENJU NOVIH NASTAVNIH SADRŽAJA IZ MATEMATIKE

Daria ROVAN

Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Tomislav ŠIKIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Hrvatska

Nina PAVLIN-BERNARDIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, Zagreb, Hrvatska

UDK: [373.5.015.3:005.32]:51

Izvorni znanstveni rad

Primljeno: 4. veljače 2025.

Cilj istraživanja bio je provjeriti učinke motivacijske intervencije zasnovane na personalizaciji konteksta u skladu s teorijom očekivanja i vrijednosti te modelom razvoja interesa. Željelo se utvrditi hoće li se pri poučavanju novih nastavnih sadržaja iz matematike javiti razlika u motivacijskim uvjerenjima i znanju učenika koji su sudjelovali u motivacijskoj intervenciji (eksperimentalna skupina) i učenika poučavanih na uobičajen način (kontrolna skupina). U istraživanju je sudjelovalo 316 učenika drugog razreda gimnazije u četiri vremenske točke: ispitivanje predznanja i općenite motivacije za učenje matematike, ispitivanje specifične motivacije nakon prvoga nastavnog sata nove nastavne cjeline, ispitivanje specifične motivacije i znanja nakon obradbe dijela nastavne cjeline te nakon obrađene cijele nastavne cjeline. Učenici iz eksperimentalne skupine imali su viši pobuđeni situacijski interes i procjenu korisnosti, no u kasnijim vremenskim točkama ta se razlika izgubila. Skupine učenika nisu se razlikovale u samoeфикаsnosti ni u rezultatima provjera znanja. Rezultati upućuju na to da se uvođenjem dodatnih zanimljivih sadržaja u nastavni proces može potaknuti motivacija učenika, no ti učinci nisu veliki i nisu dugotrajni.

Ključne riječi: motivacija za učenje, interes, vrijednost, samoeфикаsnost, učenje matematike



Daria Rovan, Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Savska cesta 77, 10000 Zagreb, Hrvatska.

E-mail: daria.rovan@ufzg.hr

Motivacija za učenje matematike važna je odrednica uspjeha učenika u tom predmetu. Matematičko obrazovanje ne zahtijeva samo kognitivne sposobnosti, a upravo motivacija često odlučuje o tome hoće li učenik ustrajati u učenju i svladavanju izazovnih koncepata. Mnoga istraživanja pokazuju da motivirani učenici postižu bolje rezultate u matematici jer su spremniji uložiti vrijeme i napor u rješavanje problema te tražiti kreativna rješenja (npr. Middleton i Spanias, 1999). Motivacija je povezana sa spremnosti učenika da uložiti dodatni napor u rješavanje složenih matematičkih problema te bude uključen u proces učenja (Hannula, 2006). Kako matematika znači jednu od temeljnih kompetencija za cjeloživotno učenje te pridonosi razvoju drugih temeljnih kompetencija (npr. digitalna kompetencija) (Europska komisija, 2019), sve je prisutnija inicijativa za motivacijskim intervencijama usmjerenim prema poboljšanju akademskoga dostignuća učenika, njihove ustrajnosti te razvoja motivacije (Gaspard, 2024; Lazowski i Hulleman, 2016). Potreba za motivacijskim intervencijama u hrvatskom odgojno-obrazovnom sustavu posebno je istaknuta, jer rezultati najnovijega ciklusa komparativnog istraživanja PISA 2022 pokazuju da su učenici iz Hrvatske ispodprosječno motivirani za učenje matematike, kao i da postižu slabiji uspjeh u matematici u odnosu na prosjek zemalja OECD-a (OECD, 2023, 2024).

U ovom je istraživanju cilj bio osmisliti, provesti i provjeriti učinkovitost intervencije usmjerene na razvoj motivacije povećanjem relevantnosti nastavnih sadržaja na području matematike. Iako su dosadašnja istraživanja većinom ukazivala na pozitivne učinke motivacijskih uvjerenja, i dalje postoje određene nejasnoće oko mehanizama djelovanja tih intervencija. Zbog toga smo motivacijsku intervenciju oblikovali tako da bude usmjerena na specifične motivacijske procese. Za teorijsku podlogu na kojoj će se zasnivati motivacijska intervencija odabrali smo teoriju očekivanja i vrijednosti (Eccles i sur., 1983; Eccles i Wigfield, 2002; Wigfield i Eccles, 2000) te model razvoja interesa (Hidi i Renninger, 2006). Obje su teorije već prethodno uspješno primijenjene u intervencijskim istraživanjima (Lazowski i Hulleman, 2016). Pritom smo se posebno fokusirali na personalizaciju konteksta koja, budući da potiče razvoj interesa i korisnosti, ima veliki potencijal za poboljšanje procesa poučavanja (Walkington i Bernacki, 2014).

Teorija očekivanja i vrijednosti

Teorija očekivanja i vrijednosti (Eccles i sur., 1983; Eccles i Wigfield, 2002; Wigfield i Eccles, 2000) pruža jednu od istaknutijih teorija u obrazovanju koja objašnjava ulogu motivacije u učenju matematike. Najvažnija postavka ove teorije jest da su očekivanja i vrijednosti izravni prediktori uspjeha i akadem-

skih odabira. U okviru teorije očekivanja i vrijednosti očekivanje se odnosi na uvjerenje osobe o tome koliko će biti uspješna u nekom zadatku ili aktivnosti, u bližoj ili u daljoj budućnosti, dok se vrijednosti odnose na subjektivnu vrijednost zadatka. Koncept očekivanja povezan je sa samoefikasnosti, koja se – prema Banduri (1997) – odnosi na uvjerenja osobe o vlastitoj kompetenciji vezanoj za uspješno obavljanje određenoga zadatka te je, dakle, specifična za određene zadatke i situacije. U kontekstu matematike, uvjerenje u vlastite sposobnosti ima važnu ulogu u razvijanju dubljeg interesa i angažmana.

Eccles i sur. (1983) inicijalno su vrijednost zadatka opisali kroz tri glavne komponente: interes, važnost te korisnost. Pri tome se interes odnosi na uživanje i zadovoljstvo koje osoba ima baveći se određenom aktivnošću, važnost se odnosi na važnost te aktivnosti za sliku o sebi i samopoštovanje, a korisnost na procjenu koliko se određena aktivnost vidi kao korisno sredstvo za postizanje budućih ciljeva. U kasnijim verzijama modela dodana je i komponenta percipirane cijene (Wigfield i Eccles, 2000), koja se odnosi na procjenu što sve osoba mora napraviti da bi izvršila zadatak, no novija istraživanja pokazuju da je percipirana cijena konceptualno odvojena od komponenti vrijednosti (Flake i sur., 2015).

Treba istaknuti i da su očekivanja uspjeha i vrijednost zadatka područno specifični konstrukti. Dakle, osoba može očekivati različitu razinu uspjeha u različitim aktivnostima kojima se bavi, primjerice u različitim školskim predmetima ili užim aktivnostima vezanima uz te predmete (u ovom slučaju u matematici), kao i imati različitu subjektivnu vrijednost za njih.

Model razvoja interesa

Interes se može definirati kao energizirajući činitelj koji je povezan s odabirom i ustrajnosti u aktivnostima koje uključuju procesiranje informacija (Hidi, 1990). Kako je interes uvijek vezan uz specifičan objekt, aktivnost ili predmet (Schiefele, 2009), tako je ovaj teorijski okvir posebno prikladan za ispitivanje kako učenje novih nastavnih sadržaja može utjecati na kasniju motivaciju učenika i njihov uspjeh.

Prema modelu Hidi i Renninger (2006), interes se razvija kroz četiri faze: pobuđeni situacijski interes, zadržani situacijski interes, početni osobni interes i zreli osobni interes. Pobuđeni situacijski interes mogu potaknuti podražaji iz okoline ili obilježja nastavnoga sadržaja, kao što su nekongruentne, iznenađujuće informacije te njihova osobna važnost. U drugoj fazi, interes se održava tijekom određenog vremena. Iako još uvijek ovisi o vanjskim čimbenicima, postaje nešto stabilniji, a mogu ga potaknuti smisleni zadaci i aktivnosti, kao i osobna uključenost. Fazu početnoga osobnog interesa obilježavaju ugodne

emocije, usvojeno predznanje i vrijednosti. Motivacija postaje autonomnija te učenik počinje ulagati vlastiti trud kako bi naučio više o nekoj temi. Posljednja faza razvoja interesa jest zreli osobni interes, kojega dodatno karakterizira bavljenje dugoročnim i kreativnim aktivnostima vezanima uz to područje te stvaranje više različitih vrsta strategija koje omogućuju dubinsko procesiranje.

Intervencijska istraživanja vezana uz motivaciju za matematiku

Intervencijska istraživanja imaju posebnu vrijednost jer pružaju uvid u kauzalne odnose u podlozi motivacijskih i obrazovnih ishoda te stoga predstavljaju najsnažniji test primjene teorije u obrazovnom kontekstu i imaju važne implikacije za praksu (Lazowski i Hulleman, 2016). Lazowski i Hulleman (2016) u metaanalizi 74 intervencijska istraživanja dobili su umjerenu prosječnu veličinu učinka ($d = 0,49$). Pri tome nisu našli razliku u intervencijama proizašlih iz različitih teorijskih pristupa, a veličina učinka za eksperimentalna istraživanja bila je nešto niža od onoga za kvaziekperimentalna. Dio dosadašnjih intervencijskih istraživanja odnosio se i na STEM područje (Rosenzweig i Wigfield, 2016). Tako su, primjerice, Hulleman i Harackiewicz (2009) rabili aktivnosti u razredu kojima su srednjoškolci povezivali nastavne sadržaje STEM predmeta sa svojim životom. Kod učenika koji su imali niska očekivanja uspjeha došlo je do povećanja interesa za to područje i viših ocjena. Hulleman i suradnici (2010) zadavali su učenicima u eksperimentalnoj skupini pisane zadatke u kojima su trebali opisati kako su nastavni sadržaji koje uče iz psihologije i matematike korisni za njihov život. Ova intervencija povećala je njihovu percepciju interesa i korisnosti tih predmeta, pogotovo kod učenika koji su imali nisko očekivanje uspjeha.

Iako su provedena razna intervencijska istraživanja u STEM području (Rosenzweig i Wigfield, 2016), još uvijek postoje nerazjašnjena pitanja o učinkovitosti motivacijskih intervencija. Unatoč tome što su u većini istraživanja dobiveni pozitivni učinci intervencije na motivaciju i druge obrazovne ishode, u nekim su istraživanjima dobiveni nejednoznačni ili neznačajni rezultati. Stoga Rosenzweig i Wigfield (2016) preporučuju da se u budućim istraživanjima posebna pozornost obrati mogućim faktorima koji mogu utjecati na učinke intervencije, kao što su prethodna motivacija učenika, način poučavanja ili duljina intervencije. Također smatraju da bi istraživači trebali jasnije odrediti teorijsku podlogu, jer u dosadašnjim istraživanjima često nije bio jasan pretpostavljeni mehanizam djelovanja provedene intervencije (usp. Gaspard, 2024). Nadalje, Harackiewicz i sur. (2014) preporučuju usmjeriti intervencije na specifične motivacijske procese koji su učinkoviti kod pojedinih grupa ili u pojedinom kontekstu. Pritom per-

sonalizacija konteksta ima značajan potencijal u unapređenju procesa poučavanja, jer se oslanja na razvoj interesa i korisnosti (Walkington i Bernacki, 2014). Prilikom poučavanja rabe se sadržaji koji zanimaju učenike, čime se potiče razvoj interesa i korisnosti, ali i olakšava da novi koncepti budu bolje povezani s predznanjem učenika. U objašnjavanju potencijalnih teorijskih mehanizama putem kojih personalizacija utječe na proces učenja, Walkington i Bernacki (2014) pozivaju se na model razvoja interesa (Hidi i Renninger, 2006) te povezuju personalizaciju konteksta s procesom poticanja i zadržavanja situacijskog interesa. Pritom razlikuju dvije komponente situacijskog interesa koje odgovaraju interesu i korisnosti kako su definirani u teoriji očekivanja i vrijednosti (Wigfieldd i Eccles, 2002).

Personalizacija konteksta može se provesti kontekstualizacijom nastave (Nilsson, 2009). Cilj je kontekstualizacije pomoći učenicima da povezivanjem nastavnih sadržaja s kontekstom svakodnevnoga života, odnosno sa svojim osobnim, društvenim i kulturalnim okolnostima, uvide njihov smisao (Purković i Bezjak, 2015). No kontekstualizaciju u nastavi matematike nije lako provoditi, jer su mnogi matematički modeli koji opisuju svijet koji nas okružuje zasnovani na vrlo visokoj razini matematičkih spoznaja. Recimo, cvrkut ptica jest nešto što je dio naše svakodnevnice, ali matematički model cvrkuta ptica vrlo je zahtjevan (Grubeša i sur., 2014). Stoga povezivanje matematike sa stvarnim svijetom često zahtijeva (pre)visoku razinu matematičkoga predznanja za učenike primarnog i sekundarnog obrazovanja. Nasuprot tome, primjer eksponencijalnog rasta internetskoga prometa u svijetu aktualan je i primjeren razini matematičkih kompetencija učenika srednje škole.

U ovom je istraživanju za kontekstualizaciju odabrana tema eksponencijalne i logaritamske funkcije, koja se obrađuje u okviru gimnazijskoga programa. Prvenstveni razlog tome odabiru jest taj što su matematički modeli spomenutih funkcija povezani sa stvarnim svijetom, a ujedno primjereni učeničkom predznanju. Dodatno, za razliku od svih gore navedenih intervencijskih istraživanja, motivacijsku intervenciju temeljili smo na odabiru sadržaja koji s metodičke strane imaju najveći potencijal razvoja situacijskog interesa. Ovo istraživanje ima i jasno određenu teorijsku podlogu motivacijske intervencije (personalizacija konteksta koja uzima u obzir pretpostavke modela razvoja interesa te teorije očekivanja i vrijednosti). Nadalje, osmislili smo nacrt istraživanja koji u obzir uzima više faktora koji mogu utjecati na učinke intervencije (prethodna motivacija učenika, njihovo predznanje, način poučavanja podjednak za učenike iz eksperimentalne i kontrolne skupine).

CILJ I PROBLEMI ISTRAŽIVANJA

Cilj je ovog istraživanja bio provjeriti učinke motivacijske intervencije zasnovane na personalizaciji konteksta, odnosno utvrditi hoće li se tijekom poučavanja novih nastavnih sadržaja iz matematike (nastavna cjelina eksponencijalne i logaritamske funkcije) javiti razlika u motivacijskim uvjerenjima i znanju učenika koji su bili izloženi uobičajenom poučavanju (kontrolna skupina) u odnosu na učenike kojima su pružene dodatne aktivnosti kojima se nastojao pobuditi i održati interes za taj nastavni sadržaj (eksperimentalna skupina).

U skladu s ciljem istraživanja postavljeni su sljedeći istraživački problemi:

1. Utvrditi hoće li se učenici iz eksperimentalne skupine razlikovati od učenika iz kontrolne skupine prema pobuđenom situacijskom, zadržanom situacijskom i početnom osobnom interesu, odnosno procjeni korisnosti.
2. Utvrditi hoće li se učenici iz eksperimentalne skupine razlikovati od učenika iz kontrolne skupine u procjeni samoefikasnosti za učenje eksponencijalnih i logaritamskih funkcija.
3. Utvrditi hoće li se učenici iz eksperimentalne skupine razlikovati od učenika iz kontrolne skupine u uratku na testu koji obuhvaća sadržaje iz nastavne cjeline eksponencijalnih i logaritamskih funkcija.

Očekivanja smo formirali na temelju postavki teorija očekivanja i vrijednosti te modela razvoja interesa, kao i na temelju prethodnih istraživanja (Gaspard i sur., 2015; Hulleman i Harackiewicz, 2009; Hulleman i sur., 2010; Rosenzweig i Wigfield; 2016; Rosenzweig i sur., 2022). Konkretno, očekivali smo da će učenici iz eksperimentalne skupine imati više samoprocjene interesa za novi nastavni sadržaj te korisnosti toga sadržaja od učenika iz kontrolne skupine. S obzirom na to da se motivacijska intervencija sastojala od nekoliko dijelova, očekivali smo viši pobuđeni situacijski interes i procjenu korisnosti kod učenika iz eksperimentalne skupine neposredno nakon prvoga dijela motivacijske intervencije. Očekivali smo i to da će kod učenika iz eksperimentalne skupine dodatni kontekstualizirani zadaci pridonijeti zadržanom situacijskom interesu te, posljedično, početnom osobnom interesu s obzirom na to da je zadržani situacijski interes prediktor osobnog interesa (Linnenbrink-Garcia i sur., 2013).

Nadalje, očekivali smo da će neposredno nakon prve motivacijske intervencije učenici eksperimentalne skupine imati višu procjenu samoefikasnosti, s obzirom na to da porast interesa može biti praćen višim procjenama samoefikasnosti (Nuu-

tila i sur., 2020). No očekivali smo i da će se procjene učenika iz eksperimentalne i kontrolne skupine kasnije ujednačiti, s obzirom na to da pružanje povratnih informacija nije obuhvaćeno motivacijskom intervencijom te da su obje skupine učenika izložene jednakim prilikama za učenje i mogućnostima za dobivanje povratnih informacija. Naime, najjači prediktor samoefikasnosti jest doživljaj ovladavanja zadacima (Sheu i sur., 2018), a čemu uvelike pridonose povratne informacije (Hattie i Timperley, 2007).

Konačno, očekivali smo da će učenici iz eksperimentalne skupine ili biti nešto uspješniji na provjerama znanja ili da će obje skupine imati podjednake rezultate. U svakom slučaju, očekivali smo da motivacijska intervencija neće negativno djelovati na uspjeh učenika na kraju nastavne cjeline. Kao što znamo iz istraživanja pod vidom teorije očekivanja i vrijednosti, uvjerenja o vrijednosti u pravilu nisu značajni prediktori uspjeha učenika, iako je to prema izvornim teorijskim pretpostavkama očekivano (Wigfield i Eccles, 2020).

S obzirom na preporuku Rosenzweig i Wigfielda (2016) da se u istraživanjima uzmu u obzir faktori koji mogu utjecati na učinke intervencije, prije početka motivacijske intervencije ispitali smo relevantno predznanje učenika te prikupili njihove procjene vrijednosti matematike i samoefikasnosti u matematici. Očekivali smo značajne interakcije ovih varijabli s učinkom motivacijske intervencije.

METODA

U provedbi istraživanja sudjelovalo je šest nastavnika matematike iz pet zagrebačkih srednjih škola. Svaki je nastavnik u istraživanje uključio po dva razredna odjela drugog razreda koja poučava prema programu matematike za opće i prirodoslovne gimnazije. Po slučaju je odabrano koji će razred biti eksperimentalna, a koji kontrolna skupina. Svaki je nastavnik paralelno poučavao po jedan razred iz eksperimentalne skupine i jedan iz kontrolne skupine, kako bismo osigurali da se pristup poučavanju učenicima iz eksperimentalne i kontrolne skupine razlikuje isključivo u dijelu koji je sadržavao motivacijske intervencije. U istraživanju je sudjelovalo 12 razrednih odjeljenja (10 razreda opće gimnazije i 2 razreda prirodoslovne gimnazije), pri čemu je šest razrednih odjeljenja poučavano na uobičajen način (kontrolna skupina), a u šest razrednih odjeljenja primijenjena je motivacijska intervencija (eksperimentalna skupina).

U provedbi istraživanja poštovala su se načela propisana Etičkim kodeksom Sveučilišta u Zagrebu te Etičkim kodeksom istraživanja s djecom. Zatražene su suglasnosti ravnatelja škola za provedbu istraživanja, a roditelji su dobili obavijest koja je sadržavala sve relevantne informacije o istraživanju.

Učenici su dali pisanu suglasnost za sudjelovanje u istraživanju. Iako se zbog lakšega povezivanja odgovora učenika dobivenih u različitim točkama ispitivanja od učenika tražilo da navedu svoje ime i prezime na upitniku, osigurana je potpuna povjerljivost odgovora. Imena učenika rabila su se samo pri povezivanju odgovora i nisu trajno pohranjena.

Sudionici

U istraživanje je početno uključeno 369 učenika, od čega 183 u eksperimentalnoj i 186 u kontrolnoj skupini. Međutim, u ovom radu uzeti su u obzir samo podaci 319 učenika koji su sudjelovali na prvom satu nastavne cjeline eksponencijalnih i logaritamskih funkcija. Ukupno ih je bilo 161 u eksperimentalnoj skupini i 158 u kontrolnoj skupini. Učenici su bili prosječne dobi od 15,9 godina, a među njima je bilo 64 % djevojaka.

Postupak

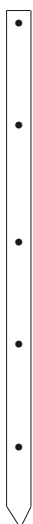
Kako bismo prikupili podatke o motivacijskim uvjerenjima, učenici su ispunjavali upitnike kojima su ispitivana njihova uvjerenja vezana uz matematiku općenito, kao i uz specifične nastavne sadržaje iz matematike. Učenici su rješavali i testove iz matematike da bismo dobili podatke o njihovu znanju. Ispitivanje je provedeno u četiri vremenske točke: (1) ispitivanje predznanja i općenite motivacije za učenje matematike, (2) ispitivanje specifične motivacije nakon prvoga nastavnog sata na temu eksponencijalnih i logaritamskih funkcija, (3) ispitivanje specifične motivacije i znanja nakon obradbe dijela nastavne cjeline i (4) ispitivanje znanja nakon obrađene cijele nastavne cjeline te specifične i opće motivacije za učenje matematike. Prije intervencije svi su nastavnici prošli kroz edukaciju s autorima istraživanja. Na sastanku s istraživačkim timom predstavljena im je prezentacija koju će rabiti na satu s učenicima u eksperimentalnoj skupini te kontekstualni koncept dodatnih domaćih zadaća. Dodatno, sa svakim pojedinim nastavnikom održane su konzultacije o adekvatnom metodičkom pristupu poučavanju matematičkih sadržaja prije početka intervencije, a zatim metodička priprema prije svake od domaćih zadaća i pisanih provjera znanja. Konzultacije je održao član istraživačkoga tima, stručnjak za matematiku.

Prva vremenska točka ispitivanja organizirana je neposredno prije početka poučavanja nastavne cjeline eksponencijalnih i logaritamskih funkcija, kako bi se utvrdilo relevantno predznanje učenika i ispitala općenita motivacija za učenje matematike. Stoga je primijenjen inicijalni test, koji je obuhvaćao nastavne sadržaje koji su preduvjet za razumijevanje nove nastavne cjeline eksponencijalnih i logaritamskih funkcija. Zatim je primijenjen upitnik koji se sastojao od nekoliko skala motivacije, od kojih su za potrebe ovog rada korišteni

rezultati na skalama vrijednosti matematike i samoeфикасно-
sti u matematici.

Druga vremenska točka ispitivanja održala se na prvom
nastavnom satu poučavanja nove nastavne cjeline, na sljede-
ćem nastavnom satu nakon prve vremenske točke ispitivanja.
Na tom je satu u razredima iz eksperimentalne skupine usli-
jedio prvi dio motivacijske intervencije, kojom smo nastojali
potaknuti situacijski interes za nastavnu cjelinu eksponenci-
jalnih i logaritamskih funkcija. Intervenciju su proveli nastav-
nici matematike, a obuhvaćala je prezentaciju o eksponenci-
jalnoj funkciji i njoj inverznoj logaritamskoj funkciji. Nastav-
nici su učenicima na znanstveno-popularan način predstavili
primjere matematičkih modela koji se zasnivaju na primjeni
eksponencijalne i logaritamske funkcije u stvarnom životu.
Na prvom nastavnom satu nastavnici su učenicima iz eksperimen-
talne skupine opisali sljedeće matematičke modele, a ti
su modeli korišteni i u dodatnim kontekstualnim zadaćama
koje su osmišljene za ovo istraživanje: (1) eksponencijalni rast
i geometrijska progresija populacija; (2) Newtonov zakon hla-
đenja; (3) vremenski tijek cijeljenja rana; (4) intenzitet zvučno-
ga i potresnoga vala; (5) razina kiselosti otopina.

➔ SLIKA 1
Vremenska crta
provedbe intervencije

- 
- T1 (prije prvog sata)
 - Ispitivanje predznanja i općenite motivacije za učenje matematike
 - T2 (prvi sat)
 1. dio motivacijske intervencije: predavanje
 - ispitivanje specifične motivacije
 2. dio motivacijske intervencije: zadaće
 - (svaka dva tjedna)
 - T3 (nakon šest tjedana)
 - Ispitivanje specifične motivacije i kratka provjera znanja
 - T4 (nakon osam tjedana)
 - Ispitivanje opće i specifične motivacije i završna provjera znanja

Neposredno nakon motivacijske intervencije za poticanje interesa, na kraju nastavnoga sata, primijenjen je upitnik kojim su ispitana motivacijska uvjerenja (interes, korisnost, procjena kompetentnosti) vezana uz nastavnu cjelinu eksponencijalnih i logaritamskih funkcija.

U idućih osam tjedana učenici iz eksperimentalne i kontrolne skupine poučavani su na jednak način po četiri sata tjedno, osim što je za učenike iz eksperimentalne skupine uslijedio drugi dio motivacijske intervencije. Oni su dobili tri do-

datne zadaće (svaka dva tjedna) kojima se nastojala potaknuti primjena stečenih znanja u kontekstualnim problemskim zadacima i time održati njihov situacijski interes. Uključivanje domaćih zadaća u intervenciju bilo je osmišljeno kao prilika učenicima da steknu iskustvo primjene znanja o eksponencijalnim i logaritamskim funkcijama na problemima iz stvarnoga života, za razliku od rješavanja zadataka koji su zadani samo matematičkim izrazima. Stoga su zadaci bili posebno pripremljeni, tako da budu povezani s kontekstom stvarnoga života te istovremeno primjereni matematičkom znanju učenika, tako da ih mogu samostalno rješavati. Svaka se zadaća sastojala samo od jednoga zadatka, uz detaljno opisanu pomoć pri rješavanju zadatka. Pomoć nije bila proceduralni algoritam, nego je poticala učenike na vlastitu inicijativu da istraže problemske situacije. Nastavnici su na sljedećem satu analizirali zadaće zajedno s učenicima.

Ovdje ćemo navesti primjer iz prve domaće zadaće koji se bavio eksponencijalnim rastom, odnosno snagom geometrijske progresije. Tekst zadatka glasio je:

Izumitelj šaha rekao je perzijskom caru (šahu): "Zamislimo da prvom od 64 kvadratića šahovske ploče dodijelimo jedno pšenično zrno, drugom dvostruko toliko, dakle 2 zrna, trećem kvadratiću opet dva puta više. Ja vas za nagradu molim onoliko zrna koliko pripada 64. kvadratiću, tj. posljednjem polju šahovske ploče."

Koliki je to broj? Je li to skroman zahtjev? Bi li se mogla opasati zemlja oko ekvatora s punim vagonima pšenice samo sa zrnima koja bi se trebala naći na zadnjem polju šahovske ploče? Dakle, pitanje glasi: koliko se vagona može napuniti sa 2^{63} zrna pšenice?

Priložena pomoć pri rješavanju zadatka bila je sljedeća:

1. jedan kilogram pšenice sadrži približno 26 500 zrna, a duljina ekvatora iznosi približno 40 000 km;
2. na web-stranici Hrvatskih željeznica (<http://www.hznet.hr/vagoni>) pronaći vagon za pšenicu pod nazivom Tadds-z (ima i sličica)
3. pronaći tehničke podatke za ukupnu nosivost vagona i duljinu vagona
4. uzeti malo bolji kalkulator ili scientific varijantu kalkulatora na vašem PC-u
5. izračunati koliko zrna stane u jedan vagon (pazite, nosivost je u tonama)
6. podijeliti broj zrna na zadnjem polju šahovske ploče s brojem zrna u jednom vagonu
7. pomnožiti broj vagona s njegovom duljinom (pazite, duljina vagona je u milimetrima).

U trećoj vremenskoj točki ispitivanja, koja je uslijedila neposredno nakon riješene treće zadaće, tj. nakon šest tjedana, ponovno je primijenjen isti upitnik specifične motivacije kao i u drugoj vremenskoj točki. Tada je primijenjen i kratki test kako bi se utvrdilo znanje učenika nakon obrađenoga dijela nastavne cjeline.

U četvrtoj vremenskoj točki, koja je uslijedila nakon obrađene cijele nastavne cjeline, tj. nakon osam tjedana, učenici su rješavali završni test te ispunjavali upitnik koji se sastojao od skala namijenjenih utvrđivanju opće motivacije za učenje matematike te specifične motivacije za učenje eksponencijalnih i logaritamskih funkcija. U ovom radu korišteni su samo podaci o specifičnoj motivaciji.

Instrumenti

Instrumenti u istraživanju obuhvaćali su testove, odnosno provjere znanja (inicijalni test, kratki test, završni test), te skale opće motivacije za učenje matematike (vrijednost matematike, samoefikasnost) i specifične motivacije za učenje matematike (interes, korisnost, procjena kompetentnosti). Svi instrumenti razvijeni su ili prilagođeni za primjenu u okviru projekta tako da budu primjereni specifičnom kontekstu učenja matematike.

Inicijalni test, kratki test i završni test osmišljeni su s ciljem provjere učeničkoga znanja vezanog uz eksponencijalnu i logaritamsku funkciju. *Inicijalni test* sastojao se od osam zadataka, od kojih su četiri bili zadaci višestrukog izbora, dva zadaci dopunjavanja i dva zadaci kratkog odgovora. Ukupan broj bodova iznosio je 20. Zadaci dopunjavanja i kratkog odgovora odnosili su se na predznanja koja su nužna za praćenje sadržaja vezanih uz eksponencijalnu i logaritamsku funkciju. To su prije svega bili zadaci vezani uz potencije i funkcije općenito. *Kratki test* sastojao se od pet zadataka, za koje je ukupan broj bodova također iznosio 20. Jedan od tih zadataka bio je višestrukog izbora, a ostalo su bili zadaci kratkog ili produljenog odgovora, pri čemu su dva bila kontekstualizirana. Jedan od kontekstualiziranih zadataka bio je sljedeći:

Radioaktivne tvari raspadaju se na takav način da je iznos mase preostale nakon t dana opisan funkcijom
 $m(t) = 13 e^{-0,005t}$ *gdje se $m(t)$ mjeri u kilogramima.*

- a) *Nađi masu u trenutku $t = 0$.*
(1 bod)
- b) *Kolika masa radioaktivne tvari ostaje nakon 45 dana?*
(2 boda)
- c) *Nakon koliko je dana masa radioaktivne tvari 10 kg?*
(2 boda)

Završni test sastojao se od 12 zadataka, od čega su dva zadatka bila kratkog odgovora, a 10 zadataka produljenog odgovora. Samo jedan zadatak bio je kontekstualiziran, i to je bio zadatak produljenog odgovora. Ukupan broj bodova iznosio je 50. Važno je istaknuti da su, za razliku od zadaća koje su bile potpuno kontekstualno osmišljene, kratka provjera znanja i završni test bili oblikovani u skladu s uobičajenom nastavnim praksom, kako se ne bi umjetno stvarala razlika između eksperimentalne i kontrolne skupine učenika.

Skala vrijednosti matematike razvijena je prema uzoru na prijašnja istraživanja (Eccles i Wigfield, 2002; Rovan i sur., 2013). Skala se sastojala od osam pitanja koja su se odnosila na različite komponente vrijednosti matematike (npr. "Koliko se općenito voliš baviti matematikom?"; "Koliko ti se ono što učiš iz matematike čini korisnim za tvoj svakodnevni život?"). Učenici su svoje odgovore davali na ljestvici Likertova tipa od pet stupnjeva, pri čemu je bilo označeno značenje polova skala (npr. 1 = jako malo i 5 = jako puno; 1 = nimalo korisno i 5 = jako korisno). Ova skala ima jednofaktorsku strukturu (EFA, karakteristični korijen 3,43; objašnjeno 42,85 % varijance), a pouzdanost izražena koeficijentom unutarnje konzistencije iznosi $\alpha = 0,85$.

Skala samoefikasnosti (Rovan, 2011) kreirana je za ispitivanje samoefikasnosti studenata u matematici, a u ovom je istraživanju bila prilagođena učenicima srednje škole. Ova se skala sastoji od šest čestica (npr. "Sigurna sam da mogu naučiti rješavati zadatke vezane uz gradivo koje obrađujemo."). Učenici su izražavali svoje slaganje s tvrdnjama uz pomoć ljestvice Likertova tipa sa sedam stupnjeva (1 = uopće se ne slažem; 7 = u potpunosti se slažem). Skala ima jednofaktorsku strukturu (EFA, karakteristični korijen 3,79; objašnjeno 63,08 % varijance), a njezina je pouzdanost visoka i iznosi $\alpha = 0,91$.

Skale interesa i korisnosti osmišljene su s ciljem praćenja razvoja interesa i procjene korisnosti specifičnoga nastavnog sadržaja. Skala interesa sadržavala je pet čestica (npr. "Sviđa mi se gradivo koje se odnosi na ovu temu."), a skala korisnosti četiri čestice (npr. "Korisno je znati stvari koje smo učili."). Učenici su svoje slaganje s ovim tvrdnjama izražavali na ljestvici Likertova tipa od pet stupnjeva (1 = ne slažem se; 5 = slažem se). Obje su skale jednofaktorske (EFA za skalu interesa: karakteristični korijen 3,13; objašnjeno 62,62 % varijance; EFA za skalu korisnosti: karakteristični korijen 2,10; objašnjeno 52,56 % varijance) i imaju dobre pouzdanosti ($\alpha = 0,89$ za skalu interesa i $\alpha = 0,81$ za skalu korisnosti).

Skala kompetentnosti također je osmišljena za potrebe ovog istraživanja i sastojala se od tri čestice kojima su učenici mogli procijeniti svoju razinu kompetentnosti vezanu uz specifični

nastavni sadržaj (npr. "Mislim da sam uspio/uspjela razumjeti sve dijelove ovoga gradiva."). Za izražavanje slaganja s ovim tvrdnjama također je primijenjena ljestvica Likertova tipa od pet stupnjeva (1 = ne slažem se; 5 = slažem se). Skala je jednofaktorska (EFA, karakteristični korijen 1,70; objašnjeno 56,69 % varijance) Unutarnja konzistencija ove skale je zadovoljavajuća ($\alpha = 0,79$).

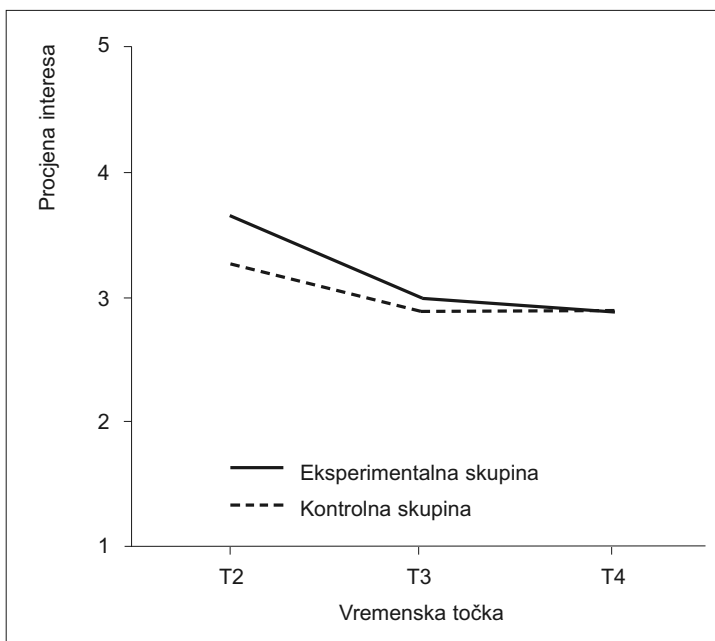
REZULTATI

Kako bismo ustanovili hoće li se specifična motivacijska uvjerenja razlikovati kod učenika iz eksperimentalne i kontrolne skupine tijekom učenja nastavne cjeline eksponencijalnih i logaritamskih funkcija (Tablica 1) te time odgovorili na prvi i drugi problem istraživanja, proveli smo postupak multivarijatne analize varijance. U analizu su kao zavisne varijable za tri ponovljena ispitivanja uključene samoprocjene učeničkog interesa, korisnosti i kompetentnosti vezano uz specifični nastavni sadržaj eksponencijalnih i logaritamskih funkcija u drugoj, trećoj i četvrtoj točki ispitivanja, a uključena je i nezavisna varijabla pripadnosti učenika eksperimentalnoj, odnosno kontrolnoj, skupini. Pritom su u analizu kao kovarijate uključeni rezultat na inicijalnom testu te samoprocjene učenika prikupljene u prvoj točki ispitivanja za vrijednost matematike i samoefikasnost u matematici (Tablica 1). Provjera pretpostavki za provođenje ove analize pokazala je da u analizama sa zavisnim varijablama učeničkog interesa i korisnosti narušena pretpostavka o sferičnosti te je provedena Huynh-Feldtova korekcija ($\epsilon_I = 0,939$; $\epsilon_K = 0,993$).

● TABLICA 1
Deskriptivna statistika
za rezultate učenika iz
eksperimentalne i
kontrolne skupine

Varijabla	Vremenska točka	Eksperimentalna skupina					Kontrolna skupina				
		N	Min	Max	M	SD	N	Min	Max	M	SD
Inicijalna provjera znanja	T1	148	3,00	19,00	9,97	3,74	142	1,00	20,00	10,09	4,06
Vrijednost matematike	T1	148	1,50	4,75	2,86	0,95	143	1,00	4,75	2,86	0,95
Samoefikasnost u matematici	T1	147	2,00	7,00	5,29	1,10	140	1,17	7,00	5,35	1,17
Interes	T2	115	1,20	5,00	3,64	0,90	110	1,20	5,00	3,30	0,88
	T3	115	1,00	5,00	2,97	0,92	110	1,20	5,00	2,89	0,93
	T4	115	1,00	4,80	2,87	0,91	110	1,40	5,00	2,89	0,78
Korisnost	T2	115	1,75	5,00	3,71	0,78	107	1,25	5,00	3,36	0,88
	T3	115	1,00	5,00	3,00	0,92	107	1,00	5,00	2,90	1,00
	T4	115	1,00	5,00	2,83	0,98	107	1,00	5,00	2,82	0,94
Samoefikasnost	T2	111	1,33	5,00	3,98	0,80	109	1,00	5,00	4,12	0,82
	T3	111	1,00	5,00	3,26	1,07	109	1,00	5,00	3,31	0,96
	T4	111	1,00	5,00	2,92	1,08	109	1,33	5,00	3,10	0,84
Kratka provjera znanja	T2	111	4,00	18,00	11,23	4,06	106	1,00	18,00	10,25	3,91
Završna provjera znanja	T3	122	3,00	47,00	25,77	10,94	119	3,00	48,00	25,73	10,24

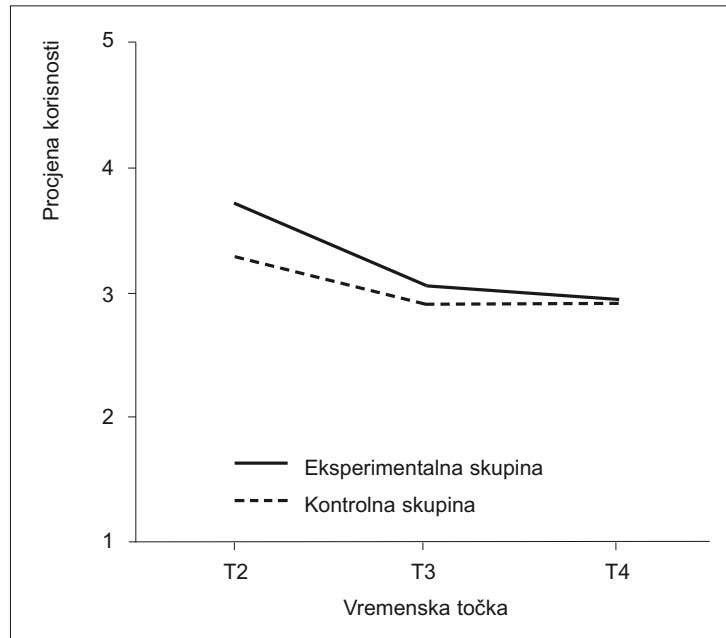
➔ SLIKA 2
Prikaz prosječnih vrijednosti eksperimentalne i kontrolne skupine za učenički interes



Rezultati provedene multivarijatne analize varijance pokazuju da, iako ne postoji statistički značajna razlika u interesu između eksperimentalne i kontrolne skupine ($F(1, 220) = 2,744, p > 0,05$), postoji značajan pad interesa od trenutka uvođenja nove nastavne cjeline do kraja učenja te cjeline i završnoga testa ($F(1,879, 440) = 9,051, p < 0,001, \eta p^2 = 0,040$). Međutim, postoji i značajna interakcija između skupine i vremenske točke ispitivanja ($F(1,879, 440) = 5,405, p < 0,01, \eta p^2 = 0,024$). Može se uočiti (Slika 2) da je pri uvođenju nove nastavne cjeline interes bio viši kod učenika iz eksperimentalne skupine nego kod učenika iz kontrolne skupine ($t_{T2}(223) = 2,891; p < 0,01$), dok se u kasnijim vremenskim točkama ispitivanja ta razlika izgubila ($t_{T3}(223) = 0,644; p > 0,01; t_{T4}(223) = -0,127; p > 0,01$ (s obzirom na Bonferroni korekciju granica značajnosti je $p < 0,01$)). Dodatno, kod obje skupine došlo je do značajnoga pada interesa između druge i treće vremenske točke ispitivanja ($t_K(106) = 6,213; p < 0,001; t_E(114) = 7,992; p < 0,001$), dok u zadnjoj vremenskoj točki nije bilo dodatnoga pada ($t_K(106) = 1,075; p > 0,01; t_E(114) = 1,497; p > 0,01$). Također, utvrđen je značajan pozitivni učinak uvjerenja o vrijednosti matematike na interes ($F(1, 220) = 59,912, p < 0,001, \eta p^2 = 0,197$), kao i značajna interakcija vrijednosti matematike i vremenske točke ispitivanja ($F(1,879, 440) = 4,196, p < 0,05, \eta p^2 = 0,019$), pri čemu je utvrđeno da je u trećoj i četvrtoj točki ispitivanja učinak vrijednosti matematike na interes bio jači nego u drugoj ($\eta p_{T2}^2 = 0,060; \eta p_{T3}^2 = 0,170; \eta p_{T4}^2 = 0,185$).

Slični rezultati dobiveni su i za procjenu korisnosti. Između eksperimentalne i kontrolne skupine nije utvrđena statistički značajna razlika u korisnosti ($F(1, 217) = 2,237, p > 0,05$), ali postoji značajan pad procjene korisnosti novih nastavnih sadržaja od trenutka njihova uvođenja do završne vremenske točke istraživanja ($F(1,986, 434) = 10,584, p < 0,001, \eta^2 = 0,047$). Dodatno, i ovdje postoji značajna interakcija između skupine i vremenske točke ispitivanja ($F(1,986, 434) = 4,710, p < 0,01, \eta^2 = 0,021$) (Slika 3). Neposredno nakon motivacijske intervencije pri uvođenju nove nastavne cjeline procijenjena korisnost bila je veća kod eksperimentalne skupine ($t_{T2}(220) = 3,057; p < 0,01$), a zatim se ta razlika smanjila te nestala ($t_{T3}(220) = 0,600; p > 0,01; t_{T4}(220) = -0,070; p > 0,01$). Također, kod obje skupine došlo je do značajnoga pada interesa između druge i treće vremenske točke ispitivanja ($t_K(109) = 4,268; p < 0,001; t_E(114) = 9,802; p < 0,001$), dok u zadnjoj vremenskoj točki nije bilo dodatnoga pada ($t_K(109) = 0,051; p > 0,01; t_E(114) = 2,146; p > 0,01$). Osim toga, općenita uvjerenja o vrijednosti matematike imala su značajan pozitivan učinak na procjenu korisnosti ($F(1, 217) = 67,393, p < 0,001, \eta^2 = 0,237$), kao i uvjerenja o samoeфикаsnosti u matematici ($F(1, 217) = 4,970, p < 0,05, \eta^2 = 0,022$).

➔ SLIKA 3
Prikaz prosječnih vrijednosti eksperimentalne i kontrolne skupine za učeničke procjene korisnosti



Procjena samoeфикаsnosti nije se značajno razlikovala između eksperimentalne i kontrolne skupine, bilo da je riječ o glavnom učinku ($F(1, 215) = 0,946, p > 0,05$) ili o interakciji ($F(2, 430) = 0,527, p > 0,05$). Međutim, i kod procjene samo-

efikasnosti postoji značajan pad vrijednosti tijekom vremena ($F(2, 430) = 5,680, p < 0,01, \eta^2 = 0,026$). Osim toga, na procjenu samoeffikasnosti pozitivan učinak ima relevantno predznanje izraženo kao rezultat na inicijalnom testu ($F(1, 215) = 35,419, p < 0,001, \eta^2 = 0,141$), uz značajnu interakciju inicijalnoga testa i vremenske točke ($F(2, 430) = 4,364, p < 0,05, \eta^2 = 0,020$), koja pokazuje da se učinak predznanja na uvjerenje o samoeffikasnosti povećava s vremenom ($\eta^2_{T2} = 0,032; \eta^2_{T3} = 0,075; \eta^2_{T4} = 0,133$).

Da bismo odgovorili na treći istraživački problem provedene su analize varijance. Rezultati učenika na kratkoj i završnoj provjeri znanja predstavljali su zavisne varijable (Tablica 1), a nezavisnu varijablu pripadnost učenika eksperimentalnoj, odnosno kontrolnoj, skupini. Kao kovarijate u analizu su uključeni rezultat na inicijalnom testu te procjene vrijednosti matematike i samoeffikasnosti u matematici. Rezultati provedene analize varijance pokazuju da se učenici iz eksperimentalne i kontrolne skupine nisu razlikovali u postignutim rezultatima na kratkom ($F(1, 212) = 1,641, p > 0,05$) i završnom testu ($F(1, 236) = 0,028, p > 0,05$). Međutim, na rezultat učenika na kratkoj provjeri znanja značajan učinak imao je njihov rezultat na inicijalnoj provjeri znanja ($F(1, 212) = 59,787, p < 0,001, \eta^2 = 0,220$), kao i njihovo uvjerenje o vrijednosti matematike ($F(1, 212) = 10,705, p < 0,01, \eta^2 = 0,048$). Isto tako, na rezultat učenika na završnoj provjeri znanja značajan učinak imao je njihov rezultat na inicijalnoj provjeri znanja ($F(1, 236) = 80,915, p < 0,001, \eta^2 = 0,255$) i njihovo uvjerenje o vrijednosti matematike ($F(1, 236) = 12,790, p < 0,001, \eta^2 = 0,051$).

RASPRAVA

Iz rezultata ovog istraživanja proizlazi da su učenici poučavani uz motivacijsku intervenciju imali viši pobuđeni situacijski interes te su novu nastavnu cjelinu procjenjivali korisnijom, no u samoeffikasnosti se nisu razlikovali od klasično poučavanih učenika. Međutim, tijekom daljnjega bavljenja novom nastavnom cjelinom razlike u motivacijskim uvjerenjima učenika iz eksperimentalne i kontrolne skupine izgubile su se. Učenici iz kontrolne i eksperimentalne skupine nisu se razlikovali u rezultatima ni na kratkoj ni na završnoj provjeri znanja. Time su samo djelomično potvrđena naša očekivanja, no dobiveni su rezultati u skladu s dosadašnjim istraživanjima intervencija pretežno usmjerenih na poticanje vrijednosti (Harackiewicz i sur., 2014; Rosenzweig i sur., 2022), u kojima je motivacijska intervencija dovela do pozitivne promjene u motivacijskim uvjerenjima.

Vrlo je važno uočiti da su sve kovarijate koje smo uključili u istraživanje – relevantno predznanje, vrijednost matema-

tike i samoefikasnost u matematici – imale značajan učinak na ishode, jači nego sama motivacijska intervencija. Procjena vrijednosti matematike imala je značajan pozitivni učinak na procjenu interesa za novi nastavni sadržaj i njegove korisnosti te na znanje ispitano kratkom i završnom provjerom. Procjena samoefikasnosti imala je nešto manji učinak, jer značajno pridonosi samo samoprocjeni korisnosti novih nastavnih sadržaja. Predznanje učenika utvrđeno inicijalnom provjerom znanja značajno pridonosi njihovim uvjerenjima o samoefikasnosti u svladavanju novoga nastavnog sadržaja, ali i uspjehu učenika na kratkoj i završnoj provjeri znanja.

Posebno je zanimljivo da je učinak inicijalne vrijednosti matematike na interes učenika bio manji neposredno nakon motivacijske intervencije nego u kasnijim vremenskim točkama te da se učinak predznanja učenika na njihovo uvjerenje o samoefikasnosti povećao, što potvrđuje da prethodna iskustva s matematikom u znatnoj mjeri određuju buduće ishode i na razini motivacijskih uvjerenja i na razini stvarnoga dostignuća. Ovdje treba uzeti u obzir da matematika, pogotovo u usporedbi s drugim predmetima, ima izrazito kumulativnu i hijerarhijsku prirodu te poučavanje matematike ima jasan red koji se temelji na izgradnji od jednostavnijih do kompleksnijih sadržaja (Rosenzweig i Wigfield, 2016). Stoga ne iznenađuje da se takav kumulativni učinak odražava i na motivacijska uvjerenja. S obzirom na to da prethodna iskustva s matematikom znatno utječu na specifična motivacijska uvjerenja koja se formiraju pri susretu s novim nastavnim sadržajima, nastavnici trebaju kontinuirano ulagati trud u poticanje motivacije svojih učenika.

No istodobno rezultati ovog istraživanja pokazuju i da postoji mogućnost da se razina motivacijskih uvjerenja promijeni ciljano osmišljenim intervencijama. Značajan utjecaj prethodnih iskustava i motivacijskih uvjerenja na učenje novih nastavnih sadržaja predstavlja povoljnu okolnost za učenike koji su prethodno imali priliku razviti visoka motivacijska uvjerenja i matematičke kompetencije, no postavlja se pitanje u kojoj mjeri prethodna obrazovna iskustva predstavljaju zapreku za učenike s nižom razinom znanja i nepovoljnim motivacijskim uvjerenjima. Stoga se slažemo s mišljenjem Harackiewicz i suradnika (2014) da je korisno motivacijske intervencije usmjeriti prema rizičnim skupinama. Osobito je važno pri uvođenju nove nastavne cjeline prepoznati učenike sa sniženom motivacijom, kako bi nastavnici na vrijeme mogli reagirati primjerenim načinom poučavanja.

U ovom istraživanju dobili smo vrlo skroman učinak intervencije, no osmišljavajući intervenciju, nismo uključili sve mogućnosti na koje upućuju prethodna istraživanja (Gaspard,

2024; Rosenzweig i Wigfield, 2016), što je osjetan nedostatak našeg istraživanja. Primjerice, dodatno su se s učenicima mogle provesti rasprave o korisnosti nastavnih sadržaja, a tijekom poučavanja pružiti puno prilika učenicima za aktivno učenje, uz naglasak na povezivanje konkretnoga i apstraktnoga sadržaja te ukazivati na mogućnost primjene stečenih znanja. Nadalje, kako bismo osigurali da se pristup poučavanju učenicima iz eksperimentalne i kontrolne skupine razlikuje isključivo u dijelu koji je sadržavao motivacijske intervencije, isti su nastavnici poučavali i po jedan eksperimentalni i po jedan kontrolni razred, što ima i svoja ograničenja s obzirom na to da nastavnici mogu svjesno ili nesvjesno pridonijeti razlikama u poučavanju učenika eksperimentalne i kontrolne skupine mimo predviđene intervencije. No smatramo da je ključni nedostatak naše motivacijske intervencije to što nije bila integrirana u nastavni proces, nego je bila dodatak procesu poučavanja, koji je bio jednak i za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu (usp. Lazowski i Hulleman, 2016). Vjerujemo da bismo postigli bolji učinak da su nastavnici tijekom cjelokupnoga procesa poučavanja nastavne cjeline ekspancijalnih i logaritamskih funkcija primjenjivali personalizaciju konteksta (Walkington i Bernacki, 2014). Pritom treba naglasiti da prethodna istraživanja pokazuju kako duljina trajanja intervencije sama po sebi ne dovodi do najvećeg učinka, nego je ključno da se intervencijom uspije postići promjena načina razmišljanja o nastavnim sadržajima, kako bi učenici mogli bolje iskoristiti prilike za učenje tijekom nastave (Gaspard, 2024; Gaspard i sur., 2023). Na ovaj način motivacijske intervencije mogu dovesti do dugoročnog učinka jer pridonose razvoju dubinskoga pristupa učenju. Još jedan mogući utjecaj na naše rezultate jest relativno niska razina motivacije za učenje matematike učenika u Hrvatskoj (OECD, 2023, 2024) u usporedbi s drugim državama u kojima su provedena dosadašnja istraživanja motivacijskih intervencija (npr. Njemačka, SAD). Možemo pretpostaviti da, ako je inicijalna motivacija niska, motivacijska intervencija treba biti intenzivnija i dugotrajnija da bi se postigao željeni učinak.

Ovo istraživanje pruža važan znanstveni doprinos, jer ima čvrsto utemeljenu teorijsku podlogu, što je izrazito važno u intervencijskim istraživanjima (Rosenzweig i Wigfield, 2016). Pritom je ovo jedno od rijetkih istraživanja koje u analizu pretpostavljenih učinaka uključuje i teorijski relevantne faktore (kovarijate) koji mogu djelovati na učinak intervencije (Rosenzweig i Wigfield, 2016). Nadalje, u ovom istraživanju motivacijsku intervenciju pomno su osmislili eksperti, odabirući sadržaj prikladan za kontekstualizaciju. Naime, motivacijske intervencije uglavnom nisu osmišljene tako da prate proces učenja određene nastavne cjeline u situaciji koja je potpuno realna,

a nije kreirana samo za potrebe istraživanja, što je nužno za uspješnu primjenu u praksi (Gaspard, 2024). Također, s obzirom na specifičnu prirodu poučavanja matematike koja je izraženo kumulativna, postoji potreba za istraživanjima usko vezanima uz specifičan kontekst poučavanja, kao što je to bilo u ovom istraživanju.

Zaključno, na temelju rezultata dobivenih ovim istraživanjem može se zaključiti kako se uvođenjem dodatnih zanimljivih sadržaja u nastavni proces može dodatno potaknuti motivacija učenika, no ti učinci nisu veliki i nisu dugotrajni, pa se može pretpostaviti da su za postizanje snažnijeg učinka potrebne opsežnije intervencije integrirane u nastavni proces, iako ne nužno i dugotrajne. Stoga bi u budućim istraživanjima bilo vrijedno osmisliti takve intervencije te pratiti njihove učinke ne samo na motivaciju i uspjeh učenika nego i na kvalitetu uključenosti učenika u učenje te razvoj strategija rješavanja problema.

Zahvala

Posebna zahvala nastavnicima koji su sudjelovali u provedbi istraživanja:

Marija Baučić, Snježana Đedović-Ržehak, [Marijan Đerek], Ivan Marinović, Doroteja Piršljin, Brankica Soldo.

LITERATURA

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman.
- Eccles, J. S. i Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Eccles, J. S., Adler, T. E., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L. i Midgley, C. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. U J. T. Spence (Ur.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (str. 75–146). Freeman and Company.
- Europska komisija (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- Flake, J. K., Barron, K. E., Hulleman, C., McCoach, B. D. i Welsh, M. E. (2015). Measuring cost: The forgotten component of expectancy-value theory. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.03.002>
- Gaspard, H. (2024). Intervening on students' motivation to learn: Promises and pitfalls of intervention studies. U G. Hagenauer, R. Lazarides i H. Järvenoja (Ur.), *Motivation and emotion in learning and teaching across educational contexts: Theoretical and methodological perspectives and empirical insights* (str. 213–227). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003303473-16>
- Gaspard, H., Parrisius, C., Nagengast, B. i Trautwein, U. (2023). Understanding the interplay between targeted motivation interventions and

motivational teaching practices in mathematics classrooms. *ZDM Mathematics Education*, 55, 345–358. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01446-3>

Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Brisson, B. M., Häfner, I., Naggengast, B. i Trautwein, U. (2015). Fostering adolescents' value beliefs for mathematics with a relevance intervention in the classroom. *Developmental Psychology*, 51(9), 1226–1240. <https://doi.org/10.1037/dev0000028>

Grubeša, S., Resman, M., Šikić, T. i Žubrinić, D. (2014). Kako se čuje dimenzija "korijen iz 3". *Poučak*, 15(8), 17–26.

Hannula, M. S. (2006). Motivation in mathematics: Goals reflected in emotions. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 165–178. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9019-8>

Harackiewicz, J. M., Tibbetts, Y., Canning, E. A. i Hyde, J. S. (2014). Harnessing values to promote motivation in education. U S. Karabenick i T. Urđan (Ur.), *Advances in motivation and achievement*, Vol. 18 (str. 71–105). Emerald. <https://doi.org/10.1108/S0749742320140000018002>

Hattie, J. i Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549–571. <https://doi.org/10.2307/1170506>

Hidi, S. i Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hulleman, C. S. i Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410–1412. <https://doi.org/10.1126/science.1177067>

Hulleman, C. S., Godes, O., Hendricks, B. L. i Harackiewicz, J. M. (2010). Enhancing interest and performance with a utility value intervention. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 880–895. <https://doi.org/10.1037/a0019506>

Lazowski, R. A. i Hulleman, C. S. (2016). Motivation interventions in education: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(2), 602–640. <https://doi.org/10.3102/0034654315617832>

Linnenbrink-Garcia, L., Patall, E. A. i Messersmith, E. E. (2013). Antecedents and consequences of situational interest. *British Journal of Educational Psychology*, 83(4), 591–614. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02080.x>

Middleton, J. A. i Spanias, P. A. (1999). Motivation for achievement in mathematics: Findings, generalizations, and criticisms of the research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(1), 65–88. <https://doi.org/10.2307/749630>

Nilsson, P. (2009). Operationalizing the analytical construct of contextualization. *NOMAD Nordic Studies in Mathematics Education*, 14(1), 61–88. <https://doi.org/10.7146/nomad.v14i1.148158>

Nuutila, K., Tapola, A., Tuominen, H., Kupiainen, S., Pásztor A. i Niemi-virta, M. (2020) Reciprocal predictions between interest, self-efficacy, and performance during a task. *Frontiers in Education*, 5(36). <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00036>

OECD (2023). PISA 2022 Results (Volume I): *The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

OECD (2024). *PISA 2022 Results (Volume V): Learning Strategies and Attitudes for Life*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c2e44201-en>

Purković, D. i Bezjak, J. (2015). Kontekstualni pristup učenju i poučavanju u nastavi temeljnog tehničkog odgoja i obrazovanja. *Školski vjesnik*, 64(1), 131–152.

Rosenzweig, E. Q. i Wigfield, A. (2016). STEM motivation interventions for adolescents: A promising start, but further to go. *Educational Psychologist*, 51(2), 146–163. <https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1154792>

Rosenzweig, E. Q., Wigfield, A. i Eccles, J. S. (2022). Beyond utility value interventions: The why, when, and how for next steps in expectancy-value intervention research. *Educational Psychologist*, 57(1), 11–30. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1984242>

Rovan, D. (2011). *Odrednice odabira ciljeva pri učenju matematike u visokom obrazovanju*. [Neobjavljeni doktorski rad]. Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet.

Rovan, D., Pavlin-Bernardić, N. i Vlahović-Štetić, V. (2013). Struktura motivacijskih uvjerenja u matematici i njihova povezanost s obrazovnim ishodom. *Društvena istraživanja*, 22(3), 475–495. <https://doi.org/10.5559/di.22.3.05>

Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. U K. R. Wenzel i A. Wigfield (Ur.), *Handbook of motivation at school* (str. 197–222). Routledge.

Sheu, H.-B., Lent, R. W., Miller, M. J., Penn, L. T., Cusick, M. E. i Truong, N. N. (2018). Sources of self-efficacy and outcome expectations in science, technology, engineering, and mathematics domains: A meta-analysis. *Journal of Vocational Behavior*, 109, 118–136. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.10.003>

Walkington, C. i Bernacki, M. L. (2014). Motivating students by "personalizing" learning around individual interests: A consideration of theory, design, and implementation issues. U S. Karabenick i T. C. Urdan (Ur.), *Advances in motivation and achievement: Motivational interventions*, Vol. 18 (str. 139–176). Emerald. <https://doi.org/10.1108/S0749-742320140000018004>

Wigfield, A. i Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

Wigfield, A. i Eccles, J. S. (2020). 35 years of research on students' subjective task values and motivation: A look back and a look forward. U A. J. Elliot (Ur.), *Advances in motivation science*, Volume 7 (str. 161–198). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.adms.2019.05.002>

Effects of a Motivational Intervention on Learning New Topics in Mathematics

Daria ROVAN
University of Zagreb, Faculty of Teacher Education,
Zagreb, Croatia

Tomislav ŠIKIĆ
University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing,
Zagreb, Croatia

Nina PAVLIN-BERNARDIĆ
University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences,
Zagreb, Croatia

The aim of the study was to examine the effects of a motivational intervention based on context personalisation, drawing on from Expectancy-value theory and the Model of interest development. The study aimed to explore whether there would be a difference in motivational beliefs and knowledge between students who participated in the motivational intervention (the experimental group) and students taught in the usual way (the control group) when learning new mathematical content. A total of 316 second grade high school students participated in the study that was conducted at four time points assessing: prior knowledge and general motivation for learning mathematics; specific motivation after the first lesson of a new unit; specific motivation and knowledge after partial completion of the unit; and again, specific motivation and knowledge after completion of the entire unit. The students in the experimental group show higher triggered situational interest and perceived utility, although there were no differences at later time points. There were no significant differences in self-efficacy or test scores. In conclusion, while introducing context personalisation into instruction can increase student motivation, these effects appear to be modest and transient.

Keywords: motivation for learning, interest, value, self-efficacy, learning mathematics



Međunarodna licenca / International License:
Imenovanje-Nekomercijalno / Attribution-NonCommercial