

# Intervencijski programi u STEM području: Analiza vrsta, teorijske utemeljenosti, ciljnih skupina, ishoda i načina vrednovanja intervencijskih programa u školskom i izvanškolskom okruženju<sup>1</sup>

UDK: 37.01:[38.011.33:5/6

Primljeno: 14. 09. 2017.

Pregledni članak



Prof. dr. sc. Josip Burušić<sup>2</sup>  
Institut društvenih znanosti  
Ivo Pilar, Zagreb  
[Josip.Burusic@pilar.hr](mailto:Josip.Burusic@pilar.hr)



Mirta Blažev<sup>3</sup>  
[miblazev@ffzg.hr](mailto:miblazev@ffzg.hr)



Dr. sc. Ivan Dević<sup>4</sup>  
Institut društvenih znanosti  
Ivo Pilar, Zagreb  
[Ivan.Devic@pilar.hr](mailto:Ivan.Devic@pilar.hr)

<sup>1</sup> Ovaj je rad izrađen u okviru projekta *Profesionalne aspiracije prema STEM zanimanjima tijekom osnovne škole: longitudinalno istraživanje odnosa postignuća, vjerovanja o vlastitim kompetencijama i interesa za zanimanja* (JOBSTEM) koji u potpunosti financira Hrvatska zaklada za znanost i projekt se vodi se pod brojem IP-2014-09-9250.

<sup>2</sup> Josip Burušić radi u Institutu društvenih znanosti Ivo Pilar i Znanstvenom centru izvrsnosti za školsku efektivnost i školski menadžment; voditelj je JOBSTEM istraživačkog projekta.

<sup>3</sup> Mirta Blažev je doktorandica na poslijediplomskom doktorskom studiju psihologije, istraživačica na JOBSTEM istraživačkom projektu.

<sup>4</sup> Ivan Dević je poslijedoktorand, istraživač na JOBSTEM istraživačkom projektu.

## Sažetak

Akronim STEM označava znanstveno područje koje u hrvatskoj znanstvenoj istraživačkoj tradiciji obuhvaća prirodoslovlje, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku. Ovim preglednim radom sistematizirane su dostupne spoznaje o STEM intervencijskim programima u školskom kontekstu: strukturiranim programima kojima je cilj promjena percepcije, stavova i povećanje utjecaja na učenika, kada je riječ o STEM školskim predmetima, kao i o STEM zanimanjima. Razmotrene su i dostupne spoznaje o načinima vrednovanja učinaka STEM intervencijskih programa.

**Ključne riječi:** STEM, intervencijski programi, vrednovanje programa, učinkovitost intervencija u obrazovanju

## Uvod

Akronimom STEM (eng. Science, Technology, Engineering and Mathematics) označava se obrazovanje, osposobljavanje i profesionalni rad u području prirodoslovlja, tehnologije, inženjerstva i matematike. Istraživači, nastavnici, nositelji politika i institucije poput Europske komisije, suočeni su s jasnim podacima o nedostatku studenata u STEM programima te manjku stručnjaka u pojedinim STEM područjima (National Science Board, 2016.; UK Commission for employment and skills, 2015., UNESCO, 2015). Kako bi što bolje razumjeli nedostatak interesa za STEM područje, istraživači su do sada razmatrali brojna pitanja. Posebno je zanimljivo ono koje se odnosi na mogućnost povećanja interesa za STEM školsko područje, za STEM zanimanja te općenito pitanje povećanja obrazovne uspješnosti u STEM području.

Skup aktivnosti usmjerenih na STEM područje s ciljem mijenjanja postojećega stanja često se označava i pojmom STEM intervencijski program. U ovom se preglednom radu STEM intervencijskim programom smatraju svi programi koji su osmišljeni i provedeni s ciljem povećanja interesa u STEM školskom i izvanškolskom području kao i programi provedeni s ciljem povećanja interesa za zanimanjima povezanim sa STEM područjem među učenicima školske dobi.

U posljednjih dvadesetak godina osmišljen je i proveden veći broj takvih programa. Najviše intervencijskih programa provedeno je na području SAD-a i u zapadnim državama EU-a. Pregledom postojeće literature u STEM području, nismo pronašli niti jedan sličan pokušaj znanstvenoga osvrta i sistematizacije ovoga područja. Mišljenja smo kako je u STEM području stoga potrebno napraviti jednu takvu preglednu analizu.

U ovom je pregledu STEM intervencijskih programa analiza konceptualizirana kroz više slojeva. Prvo ćemo prikazati vrste STEM intervencijskih programa i njihovu teorijsku utemeljenost. Zatim ćemo prikazati kome su STEM intervencijski programi namijenjeni, odnosno prikazat ćemo ciljne skupine STEM intervencijskih programa. Nakon toga ćemo sistematizirati i izložiti pretpostavljene ciljne ishode takvih programa. Izložit ćemo zatim spoznaje o načinima i kriterijima utvrđivanja uspješnosti STEM intervencijskih programa. Pregledni ćemo rad zaključiti izlaganjem nekih znanstveno utemeljenih smjernica o tome kako osmisлити i provesti STEM intervencijske aktivnosti u školskom području.

## Vrste STEM intervencijskih programa

Programi koji se provode najčešće su osmišljeni kao izvanškolski STEM programi (Blustein i sur., 2013.; Niehaus, Moritz Rudasill i Adelson, 2012.), strukturirana mentorstva i tutorstva učenika (Fuller, Deshler i Darrah, 2016.), školarine i financijska podrška (Myers i Pavel, 2011.), istraživačka iskustva učenika u STEM području (Carter, Mandell i Maton, 2009.), profesionalno savjetovanje i pružanje informacija o zanimanjima u STEM području (Fennema, Wolleat, Pedro i Becker, 1981.), kreiranje centara za učenje (Walter, Shenaar-Golan i Greenberg, 2015.), osmišljavanje i provođenje STEM radionica i demonstracijskih aktivnosti (Deckard, Quarfoot i Csanadi, 2014.) te programi usmjereni na preobrazbu obrazovnih institucija, kurikuluma i nastavne prakse (Cotabish, Robinson, Dailey i Hughes, 2013.; Jansen i Joukes, 2012.). Na sveučilišnoj razini, posebno su zanimljivi programi koji se provode prije početka prve godine fakulteta s ciljem lakšega premošćivanja potencijalnih teškoća na koje bi se moglo naići prilikom započinjanja fakulteta, tzv. ljetni *bridge* programi (eng. *bridge* = most u smislu premošćivanja teškoća) (Gandara i Maxwell-Jolly, 1999.). Programi ciljaju pomoći ugroženim učenicima (ženama, etničkim manjinama, učenicima niskoga socio-ekonomskoga statusa) da se što bolje pripreme za prvu godinu fakulteta. Između navedenih vrsta programa najviše su pažnje među istraživačima zadobili programi temeljeni na razvijanju istraživačkoga iskustva učenika i programi mentorstva (Tsui, 2007.).

Uz navedene vrste pojedinačnih intervencijskih programa, moguće je vrlo često naići i na kombinirane programe koji obuhvaćaju integriranje posebnosti pojedinačnih programa u nekom sveobuhvatnijem programu. Primjer integriranoga programa jest poznati *Meyerhoff* program za promicanje raznolikosti u STEM području namijenjen studentima preddiplomskoga studija koji su pripadnici etničkih manjina (University of Maryland Baltimore County, 2017.).

## Teorijska utemeljenost STEM intervencijskih programa

Teorijski okviri koji se u literaturi najčešće koriste za objašnjenje STEM interesa i pri osmišljavanju STEM intervencijskih programa jesu teorija očekivanja i vrijednosti koje su formulirali Eccles, Wigfield i njihovi suradnici (Eccles, 2005.; Wigfield i Eccles, 2000.), socijalno kognitivna teorija Alberta Bandure (1997.) te teorija društvenoga pripadanja (Baumeister i Leary, 1995.; Walton i Cohen, 2007.) i teorija samoafirmacije (Steele, 1988.). U daljnjem ćemo tekstu detaljnije prikazati pojedini teorijski pristup i primjere provedenih STEM intervencija.

*Teorija očekivanja i vrijednosti* jest motivacijska teorija koja pretpostavlja da očekivanje uspjeha i subjektivna vrijednost zadatka najviše određuju obrazovne ishode, tj. obrazovno postignuće i obrazovne odabire (Eccles, 2005.). Sukladno tome, intervencije su najčešće usmjerene na povećanje subjektivne vrijednosti zadatka, tj. djelovanje na poticanje interesa ili intrinzične vrijednosti kod učenika za STEM područje i poticanje percepcije korisnosti i važnosti STEM područja za učenika. Intervencije utemeljene u *socijalno kognitivnoj teoriji* najčešće su usmjerene na središnji koncept teorije, konstrukt samoefikasnosti, tj. uvjerenja pojedinaca da su sposobni uspješno izvesti dane akademske zadatke na određenom stupnju kako bi ostvarili određene ciljeve (Bandura, 1997.). Naime, vjeruje se da će pojedinci razviti interese za aktivnosti u kojima se osjećaju (samo)efikasni te za koje očekuju pozitivne ishode, stoga i ne čudi da su intervencije, najčešće usmjerene na poticanje akademske samoefikasnosti učenika za pojedina STEM područja kroz djelovanje na četiri izvora samoefikasnosti – osobno iskustvo postignuća (eng. *mastery experience*), vikarijsko iskustvo (eng. *vicarious experience*), verbalna persuazija (eng. *verbal persuasion*) te fiziološka i emocionalna stanja (eng. *physiological and emotional states*). Iako bi bilo za očekivati da će intervencijski programi s ciljem povećanja samoefikasnosti biti osmišljeni tako da uključuju sva četiri izvora samoefikasnosti (Betz i Schifano, 2000.) ili barem neku njihovu kombinaciju (Bautista, 2011., Luzzo, Hasper, Albert, Bibby i Martinelli, 1999.; Weisgram i Bigler, 2007.), većina je intervencijskih programa usmjerena većinom samo na jedan od izvora samoefikasnosti (Bartsch, Case i Meerman, 2012.; Dunlap, 2005.; Niehaus i sur., 2012.).

Teorija društvenoga pripadanja i teorija samoafirmacije koriste se najčešće u provedbi intervencija na manjinskim i ugroženim skupinama u STEM području, poput žena i etničkih manjina. Navedeni teorijski pristupi koriste se za osmišljavanje intervencija kojima bi se ublažila prijetnja stereotipom. Takva strepnja članova manjinske grupe u situacijama izvedbe akademskih zadataka stvara stres, anksioznost i distrakciju što umanjuje akademsku izvedbu i postignuće (Steele, Spencer i Aronson, 2002.). Pretpostavlja se da negativni kulturalni stereotipi uzrokuju da se

pojedinci na koje se odnose ti stereotipi osjećaju nesigurno vezano uz vlastitu pripadnost određenom akademskom okruženju. Na primjer, pojedinci pod prijetnjom negativnoga stereotipa, osjećaj usamljenosti ili kritiku nastavnika češće percipiraju kao dokaz njihovoga nepripadanja tom akademsku okruženju, što umanjuje njihovu motivaciju (Walton i Cohen, 2007.). *Teorija samoafirmacije* (Steele, 1988.) pretpostavlja da su ljudi snažno motivirani zaštititi sliku o sebi kao vrijednim, moralnim i učinkovitim osobama. Teorija predlaže da se pojedince ugrožene negativnim kulturnim stereotipom podsjeti na različite pozitivne osobne vrijednosti zbog kojih će negativne događaje iz okoline percipirati kao manje prijeteće, što će im pomoći da učinkovitije funkcioniraju.

Preglednom postojeće literature jasno se primjećuje česti nedostatak teorijskih osnova za većinu STEM intervencijskih programa. Pored toga, unutar jednoga intervencijskoga programa moguće je pronaći mješavinu različitih pristupa, uz manjkavu argumentaciju i razloge korištenja. Takva je praksa problematična jer nije strogo vođena teorijom kojom bi se jasno moglo ustanoviti koje kombinacije kojih konstrukata dovode do najboljih ishoda u praksi. Tako su Rosenzweig i Wigfield (2016.) ukazali kako većina provedenih STEM intervencija koristi konstrukte iz različitih teorijskih uporišta, pri čemu ne pružaju jasnu teorijsku argumentaciju za njihovu zajedničku upotrebu.

Snažna teorijska utemeljenost jest važna kako bi se osiguralo da intervencije koje se osmišljavaju mogu zadovoljiti željenu misiju i ciljeve programa. Čest je slučaj pri osmišljavanju STEM intervencijskih programa posuđivanje strategija drugih programa, što se pokazuje problematičnim jer se ignoriraju razlike u kontekstima. Usto i vrlo male promjene u samoj izvedbi intervencije, uz održavanje teorijski važnih sastavnica intervencije istim, mogu rezultirati potpuno drukčijim ili neočekivanim ishodima. Npr., pri repliciranju intervencije Hullemana i Harackiewicz (2009.) izmijenjen je segment u izvedbi intervencije: umjesto da su učenici navodili vlastite razloge zašto je gradivo koje se uči važno u svakodnevnom životu, u replikaciji je učenicima rečeno zašto je gradivo koje se uči važno. Navedena manja izmjena u provedbi intervencije dovela je do negativnih učinaka na interes kod učenika s niskim očekivanjem uspjeha (Canning i Harackiewicz, 2015.). Autori su zaključili da su, govoreći manje sposobnim učenicima kako je gradivo koje uče važno za svakodnevni život, iste učenike podsjećali da nisu dovoljno sposobni ostvariti te važne ciljeve, što je rezultiralo njihovim smanjenjem interesa. Zbog navedenoga se prilagodbe intervencija ne bi trebale provoditi bez temeljitoga planiranja i kritičke evaluacije, a svaki bi STEM program trebao uvažavati lokalni kontekst, što bi uključivalo i pažljivo razmatranje obilježja ciljane populacije. Zanimljivo je da provedenom meta-anali-

zom (Lazowski i Hulleman, 2016.) nije dobivena razlika u učinkovitosti intervencija proizašlih iz različitih teorijskih pristupa.

## Ciljne skupine STEM intervencijskih programa

Najveći broj STEM programa osmišljen je za učenike, no moguće je prepoznati i programe usmjerene na druge aktere. Zanimljivo je primijetiti da unatoč spoznajama kako roditelji i učitelji imaju vrlo važnu ulogu u formiranju STEM interesa kod djece (Archer i sur., 2012.; Eccles, 1992.; Frome i Eccles, 1998.; Keller, 2001.), pregledom literature može se vidjeti kako je puno manji broj STEM intervencija usmjereno na učitelje i na roditelje. Broj programa usmjerenih na druge sudionike obrazovnoga sustava gotovo je zanemariv.

### Intervencije usmjerene na učenike

Intervencije usmjerene na učenike najčešće su usmjerene na povećanje znanja učenika u STEM predmetima (Bodin i sur. 2013.; Cotabish i sur., 2013.) ili o STEM području (Blustein i sur., 2013.), pozitivnih osjećaja povezanih sa STEM područjem (Deckard i sur., 2014.), samoeфикаsnosti (Bartsch i sur., 2012.) ili na povećanje percipirane korisnosti i vrijednosti STEM predmeta (Acee i Weinstein, 2010.; Hulleman i Harackiewicz, 2009.). Osim toga, u ovu skupinu možemo svrstati i intervencije koje su u osnovi usmjerene na provođenje nekoga istraživanja u suradnji s istraživačkim ustanovama ili na realiziranje prakse, unutar koje je moguće provoditi pojedina istraživanja (Carter i sur., 2009.; Weisgram i Bigler, 2006.), zatim kroz opći tip mentorstva i ljetnih programa (Niehaus i sur., 2012.). Ponekad su intervencije usmjerene na angažman u izvannastavnim aktivnostima u STEM području koji utječe na povećanje opće motivacijske dispozicije prema znanosti (Deckard i sur., 2014.). U literaturi su zabilježene i intervencije koje su usmjerene na savladavanje gradiva teških predmeta (predmeti koji imaju malu stopu prolaska) preko organiziranog učenja gradiva s vršnjacima i prisustva iskusnih mentora koji pripadaju STEM području (Hurtado i sur. 2014.) ili preko povećanja osjećaja samoeфикаsnosti za određeni STEM rizični kolegij (Bartsch i sur., 2012.).

### Intervencije usmjerene na ugrožene skupine u STEM-u

Značaj je broj intervencija usmjerenih na pojedine društvene skupine, značajno manje zastupljene i/ili uspješne u STEM području, ili sa značajno manjim stupnjem interesa i motivacije za aktivnosti u STEM području (Catsambis, 1995.; National Science Foundation, 2017.). Jedna od takvih skupina svakako jesu žene. STEM intervencije s ovim ciljem provode se na različite načine. Posebnosti mogu biti usmje-

renost na smanjenje stereotipnih prijetnji, povećanje osjećaja pripadanja u STEM akademsko okruženje i osnaživanje žena za sudjelovanje u STEM aktivnostima.

Intervencije mogu biti usmjerene na povećanje informacija, znanja i osvještavanje žena o STEM stereotipima, čime se nastoji spriječiti štetni utjecaj stereotipnih prijetnji na postignuće i interes žena u STEM području (Fennema i sur., 1981.; Jansen i Joukes, 2012.). Također, često se provode intervencije koje djeluju na smanjenje stereotipnih prijetnji preko treninga afirmacija vrijednosti (Miyake i sur., 2010.). Dio intervencija usmjeren je na povećanje osjećaja pripadanja u STEM akademsko okruženje preko djelovanja na čimbenike koji doprinose jačanju STEM identiteta i samoeфикаsnosti kod žena (Bartsch i sur., 2012.; Ramsey, Betz i Sekaquaptewa, 2013.; Rosenthal i sur., 2013.; Shin, Levy i London, 2016.; Weisgram i Bigler, 2006., 2007.). S obzirom na to da su žene izrazito podzastupljene u STEM području, važno ih je podsjećati na žensku prisutnost u STEM području izlažući ih učestalim pozitivnim porukama o ženama u STEM-u. Jedan od načina za postizanje osjećaja pripadanja u STEM akademsko okruženje svakako jest izlaganje žena ženskim STEM uzorima za koje se pokazalo da povećava interes žena za STEM područje preko povećavanja STEM samoeфикаsnosti te identifikacije sa STEM područjem. Često se intervencije svode na predstavljanje biografija uspješnih žena u STEM području (Rosenthal i sur., 2013.; Shin i sur., 2016.) ili predavanja koja vode žene znanstvenice, pri čemu se dijeli osobna iskustva karijere s kojima se ciljana populacija može identificirati (Weisgram i Bigler, 2006., 2007.). Osim izlaganja žena ženskim STEM uzorima, važno ih je izlagati i ženskim vršnjačkim uzorima u STEM području. Npr., predavanje uspješne bivše studentice koja dijeli vlastita iskustva o preprekama na koje je nailazila tijekom polaganja STEM predmeta i metodama (upravljanje stresom, vremenom i sl.) koje su joj pomogle da uspješno položi kolegij (Bartsch i sur., 2012.). Zanimljivo je da čak i naizgled malene stvari, poput posjedovanja vidljivih STEM obilježja (odjeća ili kemijska olovka s pozitivnim porukama o ženama u STEM-u) mogu pozitivno djelovati na identifikaciju žena sa STEM područjem (Ramsey i sur., 2013.). Često se provode i intervencije informiranja o različitim mogućnostima STEM karijera i organizirani posjeti STEM radnim mjestima i fakultetima vođeni ženskim STEM stručnjacima (Deckard i sur., 2014.; Jansen i Joukes, 2012.). Intervencije usmjerene na osnaživanje žena za sudjelovanje u STEM aktivnostima svode se na poticanje različitih praktičnih STEM aktivnosti kod žena poput korištenja alata, sastavljanja čega, upravljanja strojevima, rad u laboratoriju i provođenje eksperimenata (Betz i Schifano, 2000.; Deckard i sur., 2014.; Weisgram i Bigler, 2006.).

## Intervencije usmjerene na nastavničko osoblje

Ova vrsta intervencija uglavnom je usmjerena na senzibiliziranje i promjenu percepcije nastavnog osoblja vezano uz postojeće stereotipe o većoj prikladnosti STEM područja za dječake (Fennema i sur., 1981.; Jansen i Joukes, 2012.; Powell i Ah-King, 2013.), povećanje kompetencija nastavnika da unutar školskoga kurikulumu pronađu način da izvedbom nastave povećaju interes učenika za STEM područje (Bautista, 2011.; Fennema i sur., 1981.; Zhu, Siy, Youn, Grandgenett i Ostler, 2014.) ili na povećanje samoefikasnosti učitelja (Bruce i Ross, 2008.; Moseley, Reinke i Bookout, 2003.). Potonje je posebno zanimljivo jer se radi na povećanju vjerovanja u vlastite sposobnosti kod učitelja da se osjećaju (samo)efikasni kako bi mogli poboljšati učenje svojih učenika. Intervencije se svode na povećanje samoefikasnosti kroz iskustvo osobnoga postignuća (usvajanje alata i strategija za uspješnu implementaciju reformi u STEM predmet kao i razvoj vještina za sudjelovanje u vršnjačkom učenju) i vikarijsko iskustvo (vršnjačko učenje s kolegama nastavnicima da ih se makne iz izolacije). Intervencije su zapravo usmjerene na razvoj alata za iskustveno učenje i razvijanje STEM obrazovnih alata koji pomažu učiteljima da kroz radionice nauče kako integrirati školske sadržaje i maksimalizirati dobit u STEM području.

## Intervencije usmjerene na roditelje

Brojna su istraživanja u STEM području pokazala kako su roditelji vrlo bitan posrednik u razvoju STEM interesa, odnosno kako su oni jedni od prvih putokaza ka razvoju interesa za buduća STEM zanimanja (Archer i sur., 2012.; Eccles, 1992.; Frome i Eccles, 1998.). Iz tih razloga nimalo ne čudi da su pojedine intervencijske aktivnosti usmjerene upravo na roditelje.

Intervencije koje se provode na roditeljima primarno su usmjerene na promjenu njihovih znanja i očekivanja o STEM području. Kod intervencija usmjerenih na roditelje, nastoji se postići njihova veća informiranost i znanje o STEM području, STEM stručnjacima, raznovrsnosti STEM područja i poslova kao i mogućnost obrazovanja u STEM području (Fennema i sur., 1981.; Starkey i Klein, 2000.). S obzirom na to da su istraživanja (Frome i Eccles, 1998.; Furnham i sur., 2002.) pokazala da većina roditelja ima stereotipna vjerovanja o muškoj superiornosti u matematici i prirodoslovlju i da takva vjerovanja mogu potkopavati interes djevojčica za STEM, u intervencijama na roditeljima radi se i na osvještavanju rodni stereotipa u STEM području s ciljem njihova smanjenja (Fennema i sur., 1981.). Također, se roditelje pokušava upoznati s mogućnostima rada i napredovanja u STEM području, prednostima i prilikama koje karijera iz STEM područja može pružiti djeci te se općenito u radu s roditeljima pokušava postići povećanje pozitivne percepcije i vrijednosti



STEM područja (Deckard i sur., 2014.). Pretpostavka je da će navedene promjene u znanju, očekivanjima i percepciji vrijednosti STEM područja kod roditelja posredno dovesti do promjene kod njihove djece te djelovati na njihove obrazovne izbore i ishode. Navedeno su potvrdili Harackiewicz, Rozek, Hulleman i Hyde (2012.) provedbom intervencije usmjerene na roditelje. Roditelji su dobili razne pisane materijale (dvije brošure i pristup web stranici) koji su im pružili informacije o tome kako da uspješno istaknu svojoj djeci korisnost gradiva koje se obrađuje na nastavi iz matematike i prirodoslovlja za svakodnevni život. Rezultati su pokazali kako se provedenom intervencijom povećala percepcija vrijednosti i korisnosti STEM predmeta kod roditelja, roditelji su više komunicirali sa svojom djecom o vrijednosti i korisnosti STEM predmeta te se povećao odabir STEM predmeta kod samih učenika tijekom zadnje dvije godine srednje škole (Harackiewicz i sur., 2012.).

### Intervencije usmjerene na osoblje koje sudjeluje u informiranju i profesionalnom usmjeravanju

Nakon klasičnih intervencija usmjerenih na same učenike, roditelje i učitelje sve je više programa usmjerenih na stručnjake koji sudjeluju u profesionalnom informiranju i usmjeravanju. Uzevši u obzir kako tijekom prijelaza iz jednog u drugi obrazovni ciklus, profesionalni savjetovatelji mogu imati ključnu ulogu u usmjeravanju učenika prema budućem zanimanju, niti ne čudi potreba za takvim intervencijama, poglavito kada je o STEM-u riječ. Byars-Winston (2014.) predlaže ovakvim tipom intervencija raditi na osposobljavanju stručnjaka za lakše identificiranje potencijala pojedinaca za STEM područje, povećanju znanja o mogućnostima i trendovima u STEM području, povećanju znanja o različitim mogućim akademskim putevima do pojedinih STEM zanimanja, stjecanju vještina učinkovitoga komuniciranja korisnosti i vrijednosti STEM zanimanja učenicima i roditeljima, osvještavanju vlastitih potencijalnih pristranosti u razmišljanju o tome koje skupine pojedinaca su prikladnije za STEM zanimanja (npr. osvještavanje spolnih stereotipa o većoj prikladnosti STEM područja za muškarce), razvijanju praksi i vještina kojima bi se olakšao pristup i zadržavanje ugroženih manjinskih skupina u STEM području, osvještavanju važnosti razvijanja suradnji s organizacijama, zakladama, obrazovnim institucijama kako bi se olakšao razvoj prilika za pristupanje STEM zanimanjima kao i osmišljavanje učinkovitih načina za razvijanje takvih suradnji. Općeniti bi cilj bio omogućiti profesionalnim savjetovateljima što šire sagledavanje STEM mogućnosti 21. stoljeća te povećanje kapaciteta kulturalno raznovrsnih osoba u STEM području (Schmidt, Hardinge i Rokutani, 2012.).

## Ciljni ishodi STEM intervencijskih programa

Kako je raznolik broj ciljnih skupina kojima STEM intervencijski programi mogu biti namijenjeni, raznoliki su i specifični ciljni ishodi kojima se može težiti. Ciljevi mogu biti: od pokušaja poboljšanja školskoga postignuća (Miyake i sur., 2010.; Niehaus i sur., 2012.), učeničkih kognitivnih samoevaluacija (Acee i Weinstein, 2010.; Bartsch i sur., 2012.), povećanja broja i kvalitete učeničkih kontakata s postojećim STEM stručnjacima (Deckard i sur., 2014.), preko promjena strategija podučavanja i iskustava u razrednoj okolini (Bruce i Ross, 2008.; Cotabish i sur., 2013.) do osmišljenih i fokusiranih intervencija u zajednicama usmjerenih na roditelje (Deckard i sur., 2014.).

Watson i Froyd (2007.) su programe intervencija u užem dijelu STEM područja, specifično samo u području inženjerstva, s obzirom na ciljeve, klasificirali kao:

- (1) Intervencije usmjerene na razvoj kompetencija učenika, kojima je cilj pomoći učenicima da uvide vlastite akademske slabosti i sami naprave strategije i intervencije kako bi takve slabosti nadvladali. Takve intervencije uključuju rad na pojedinim predmetima, ili uvođenje novih tečaja ili seminara povezanih s pojedinim predmetima.
- (2) Intervencije usmjerene na proces izbora zanimanja izlažući učenike iskustvima različitih STEM zanimanja i praksi. Ovaj tip intervencija u osnovi je usmjeren na izlaganje učenika izazovima, potrebama i situacijama u kojima se, u realnom okruženju, nalaze STEM stručnjaci.
- (3) Intervencije usmjerene na izgradnju podupirućih skupina, stvaranjem i održavanjem društvene mreže u kojima pojedinci jedni drugima pomažu. Takve intervencije ciljaju na to da privuku i zadrže ugrožene skupine učenika u STEM-u (žene i etničke manjine) usmjeravajući se na jačanje njihovoga osjećaja pripadnosti i identiteta.

Analizom željenih ciljeva većega broj intervencijskih programa moguće je primijetiti kako je većina takvih programa u osnovi usmjerena na jedan od dva latentna cilja. Prvi je cilj neposredno ili posredno podizanje percipirane i stvarne samoefikasnosti, a drugi cilj je, posebice kada su u pitanju djeca školske dobi, poboljšanje akademskog postignuća u STEM području.

Između ta dva ključna koncepta – postignuća i samoefikasnosti – moguće je smjestiti većinu intervencija po željenom ishodu. Većina do sada opisanih intervencija, neovisno o usmjerenju (smanjenje prijetnje stereotipom, povećanje percepcije korisnosti predmeta, podizanje samoefikasnosti i sl.), svoju su uspješnost iskazivale kroz diferencijalnu porast školskoga postignuća. Navedeno se najčešće svodilo na povećanje prosjeka ocjena (Paunesku i sur., 2015.), ocjena u specifičnom predmetu

(Miyake i sur., 2010.; Niehaus i sur., 2012) ili bodova u nekom testu znanja (Ramirez i Beilock, 2011.) kod učenika koji su pod intervencijom naspram vlastitih rezultata prije intervencije ili naspram onih učenika koji nisu bili pod intervencijom. S obzirom na to da je velik broj intervencija na neposredan ili posredan način usmjeren na podizanje samoefikasnosti kod učenika, ne čudi da se ishodi intervencija iskazuju ili samo kroz porast u samoefikasnosti ili zajednički s porastom u školskom postignuću.

Kako postoje četiri izvora samoefikasnosti, moguće je vezano uz to razlikovati:

- a) intervencije usmjerene na postizanje osobnoga iskustva postignuća i svladavanja zadataka koji se odnose na rad u laboratoriju, provođenje eksperimenata, dizajniranje projekata i drugih primjenjivih aktivnosti kao dio kurikuluma školskoga predmeta. Ove intervencije temelje se na pristupu u kojem se kroz praktični rad (npr. izgradnja robota i raketa, izrada web stranica, programiranje, seciranje životinja i sl.) stječu različite vještine i znanja. Istraživanja su pokazala da intervencije koje uključuju postizanje osobnoga iskustva postignuća povećavaju osjećaj samoefikasnosti u STEM području (Betz i Schifano, 2000.; Dunlap, 2005.; Luzzo i sur., 1999.). Ishodi ovakvih intervencijskih programa sugeriraju da bi u praktični rad u STEM području trebalo u što većoj mjeri uključiti razne materijale koji bi pojedincu omogućili izravno praktično iskustvo (eng. *hands-on materials*), laboratorijski bazirane aktivnosti i projekte. Uputno bi bilo povećati učinak ovakvih intervencija kombinirajući ih s drugim izvorima samoefikasnosti, npr. verbalnom persuazijom, što bi učenicima omogućilo da uz verbalnu podršku okoline još pozitivnije interpretiraju doživljena iskustva postignuća (Betz i Schifano, 2000.). Takva kombinacija intervencija vjerojatno bi imala veću učinkovitost u povećanju samoefikasnosti učenika.
- b) intervencije temeljene na vikarijskom iskustvu odnose se na iskustva učenja koja uključuju promatranje drugih, na primjer, pozivanjem STEM stručnjaka da demonstrira svoj profesionalni rad i podijeli svoja STEM iskustva i uspjehe (Bartsch i sur., 2012., Weisgram i Bigler, 2006., 2007.), stvaranje situacija u kojima učenici rade projekte s njima ili programe u kojima se učenicima pruža mogućnost da prate STEM stručnjake na njihovom poslu (Deckard i sur., 2014.; Jansen i Joukes, 2012.). Vikarijsko učenje ne mora biti samo kroz promatranje stručnjaka, nego i kroz promatranje vršnjaka (Bartsch i sur., 2012.; Dunlap, 2005.). Tako je moguće u nastavi koristiti grupni rad i vršnjačko učenje u kojem su grupe sastavljene od učenika sličnih sposobnosti, dok barem jedan učenik unutar grupe ima malo bolje vještine u STEM-u te služi kao model ostalim članovima grupe (Rittmayer i Beier, 2009.). Istraživanja su pokazala da su intervencije temeljene na vikarijskom iskustvu učinkovitije

ako se koriste zajedno s drugim intervencijama (Luzzo i sur., 1999.). Tako bi bilo dobro pozivati naprednije STEM učenike (srednja škola, fakultet) i STEM stručnjake u učionice da rade s učenicima na rješavanju znanstvenih problema, eksperimentima i sl. čime bi, uz vikarijsko iskustvo, dobili i iskustvo osobnoga postignuća i svladavanja zadataka. Istraživanja su pokazala da je povećanje samoeфикаsnosti putem vikarijskoga iskustva učinkovitije kada je uzor sličniji promatraču (Bandura, 1997.). Navedeno se pokazalo posebno važnim za STEM samoeфикаsnost djevojčica i žena (Zeldin i Pajares, 2000.). Tako će za djevojčice veći učinak na njihovu samoeфикаsnost ostvariti mlađi STEM stručnjak ženskoga spola nego stariji stručnjak muškoga spola.

- c) intervencije verbalne persuazije temelje se na sudjelovanju drugih u samom STEM programu, a očekuje se da će poželjne povratne informacije drugih prouzročiti željeni učinak. Pod verbalnom persuazijom misli se na ohrabrenja drugih koja pomažu razvoju samoeфикаsnosti. Za verbalnu persuaziju i podršku najvažniji su roditelji učenika. Naime, roditeljsko ohrabrenje i njihova očekivanja pozitivnoga ishoda pokazala su se kao važniji prediktor djetetove samoeфикаsnosti nego sam djetetov angažman u aktivnosti (Vekiri i Chronaki, 2008.). Istraživanja (Betz i Schifano, 2000.; Luzzo i sur., 1999.) pokazala su da verbalna persuazija povećava učinak intervencija usmjerenih na postizanje postignuća i savladavanje zadataka na samoeфикаsnost. U praksi bi to značilo da je prilikom sudjelovanja u nekoj aktivnosti (npr. rješavanju nekoga problema), važno ohrabrivati učenike da ustraju unatoč poteškoćama na koje mogu naići te informirati roditelje o važnosti podržavanja djece (posebice djevojčica) u STEM interesima. Također je poželjno educirati učenike i njihove obitelji o važnosti, vrijednosti i rasponu STEM područja i zanimanja.
- d) intervencije temeljene na regulaciji fizioloških i emocionalnih stanja najčešće se odnose na usvajanje vještina organizacije vremena, boljega rukovođenja stresom, afirmaciju vlastitih postignuća ili uvježbavanje raznih tehnika relaksacije (Betz i Schifano, 2000.; Walter i sur., 2015.).

## Pristupi i načini vrednovanja STEM intervencijskih programa

Nastojanja i pokušaji mjerenja učinka STEM programa prilično su izazovan zadatak. Nimalo ne čudi da se longitudinalna istraživanja u ovom području, rijetko provode te da se dugoročni ishodi vrlo rijetko evaluirani. Evaluacije su najčešće usmjereni na kratkoročne indikatore, kao što su porast broja pojedinaca upisanih u STEM, porast stope odabiranja izbornih STEM predmete, porast odabira fakultetskih STEM programe, povećanje broja pojedinaca u STEM zanimanja u odnosu na

stanje prije intervencije i slično (Fennema i sur., 1981.; Jansen i Joukes, 2012.; Myers i Pavel, 2011.). Uz te su često korišteni i drugi kratkoročni ishodi intervencija poput učenja određenih sadržaja (Bodin i sur., 2013.; Cotabish i sur., 2013.; Hurtado i sur., 2014.), doživljavanja pozitivnih stavova (uzbuđenje i oduševljenje prema STEM području) (Deckard i sur., 2014.), povećano vjerovanje u vlastite STEM sposobnosti (Bartsch i sur., 2012.; Betz i Schifano, 2000.), povećano znanje i svjesnost o mogućnostima i vrijednosti matematike i prirodoslovlja na radnom mjestu i u životu (Deckard i sur., 2014.) te micanja prepreka potencijalnom napretku u STEM području koje su postojale prije intervencije.

Prilikom evaluacija kratkoročnih ishoda STEM intervencijskih programa, koriste se raznovrsne tehnike prikupljanja podataka poput početnoga i završnoga testiranja (Bartsch i sur., 2012.; Bautista, 2011.), uključenja grupa za usporedbu, tj. kontrolnih grupa (Bernacki i sur. 2014.; Betz i Schifano, 2000.), anketa provedenih online putem (Rosenthal i sur., 2013.), samoevaluacija (Bruce i Ross, 2008.; Fennema i sur., 1981.), izlaznih intervjua (Blustein i sur., 2013.; Bruce i Ross, 2008.) i opažanja (Bruce i Ross, 2008.). Neki su čak i neformalno pratili učenike i njihove ishode na društvenim mrežama (*Facebook*) i skupljali anegdotalne informacije kroz neformalne razgovore s učenicima (George-Jackson i Rincon, 2012.).

U nešto širem kontekstu moguće je sagledati i šire aktivnosti evaluacije određenih sveobuhvatnijih programa. Ovakve se evaluacije odnose na sistematičan pregled programa, politike ili neke planirane intervencije. U ovom je području prisutna praksa da mnogi STEM intervencijski programi nisu evaluirani te ako su evaluirani, onda su te evaluacije najčešće po prirodi neformalne, nisu javno dostupne, nedostaju podatci o učinkovitosti mjerenih ishoda u odnosu na svrhu i cilj programa te je najviše istraživanja deskriptivne prirode (George-Jackson i Rincon, 2012.). U evaluaciji učinaka programa osim samih, primarno znanstvenih i istraživačkih potreba, vrlo je često prisutan i stanovit tržišni zahtjev da programi u koje su uloženi određeni financijskih, ljudski i ostali resursi, budu i isplativi.

Kroz analizu STEM intervencijskih programa na sveučilištima u SAD-u i analizu provedenih intervjua s administratorima programa, George-Jackson i Rincon (2012.) razlikuju tri vrste mogućih evaluacija: interne evaluacije, eksterne evaluacije i evaluacije po zahtjevu interesnih skupina. U daljnjem ćemo tekstu opisati i usporediti obilježja tih vrsta evaluacija:

*Interne evaluacije* najčešće se provode tako da osoba koja sudjeluje u radu STEM intervencijskoga programa prikupi određene podatke i napravi procjenu. Neki prikupljaju podatke korištenjem metoda kao što su izlazni intervjui, dok neki kroz početna i završna testiranja, kako bi se procijenila učenikova iskustva i znanja o STEM području. Također se u internim evaluacijama, kao i u neformalnim evaluacijama,

često oslanja na anegdotalne dokaze. Takve su priče o nekim studentima koji su kasnije u životu bili uključeni u STEM područje (npr. prezentirali istraživanje na konferenciji i sl.). Ono što je jasno obilježje internih evaluacija jest da se razlikuju od programa do programa. S druge strane, *eksterne evaluacije* odnose se na angažman i sudjelovanje vanjskih stručnjaka za evaluaciju, koji su najčešće financirani projektnim sredstvima gdje se jasno planiraju aktivnosti evaluacije. U ovom su području vrlo česte i *evaluacije kao zahtjev interesnih skupina*, gdje se evaluacije provode na zahtjev pojedinaca ili organizacija koje financiraju STEM intervencijske programe. Naime, pojedinci ili organizacije koje financiraju određene STEM intervencije ne gledaju na evaluaciju kao određenu mogućnost, nego je zahtijevaju. Jedan od problema ovakve evaluacije često su nejasno artikulirana očekivanja.

Iako je nedostatak formalnih evaluacija problem velikoga broja STEM intervencijskih programa, postoje i oni STEM intervencijski programi koji su formalno evaluirani. Rezultati meta-analize učinkovitosti motivacijskih intervencija u obrazovanju pokazuju da su provedene intervencije uglavnom učinkovite ( $d = 0,49$ ) (Lazowski i Hulleman, 2016.). Provedena meta-analiza nije specifično vezana uz STEM područje, nego je riječ o motivacijskim intervencijama u različitim predmetima i aktivnostima u obrazovanju. Međutim, određene prikazane intervencije ipak se odnose na područje matematike i prirodoslovlja, pa se može indirektno zaključiti kako intervencije koje se trenutno provode u obrazovanju, pa tako i STEM intervencije, uglavnom jesu učinkovite.

Ipak, analizom postojećih spoznaja u literaturi, kada je riječ o STEM intervencijskim programima, jasno je vidljiv nedostatak metodološki rigorozno planiranih i provedenih meta-analiza o stvarnoj učinkovitosti STEM intervencija. Najbliže tome za sada jest nastojanje Rosenzweiga i Wigfielda (2016.), koji su napravili sistematičan pregled motivacijskih intervencija u STEM predmetima. Zaključili su da učinci motivacijskih intervencija u STEM predmetima variraju te se kreću od velikih, preko umjerenih do nikakvih učinaka.

## STEM intervencijski programi u budućnosti

Kako je sve jasnija naznaka brojnih problema u organiziranju i provođenju STEM intervencijskih programa, što vrijedi i za evaluacije učinkovitosti takvih programa, u budućnosti je moguće očekivati značajniji napredak u korištenju metodoloških znanja i spoznaja. Dokazivanja učinkovitosti STEM intervencijskih programa u većoj mjeri će se morati temeljiti na nacrtima koji uključuju eksperimentalni nacrt sa slučajnom raspodjelom sudionika u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu (Wentzel i Wigfield, 2007.). Kada se u praksi i dogodi odstupanje od željenoga „zlatnoga standarda“ eksperimentalnih nacrti, očekivat će se veće korištenje dostupnih metodo-

loških i statističkih postupaka kojima će se omogućiti iskazivanja usporedivosti skupina te učinci intervencija. Ovakvim izazovima u pravilu će moći odgovoriti vanjski stručnjaci koji su dobri poznavatelji istraživačkih metoda i statističkih postupaka.

Važno je provoditi evaluacije u određenim točkama programa kako bi se pratilo zadovoljavaju li STEM intervencijski programi svoju zacrtanu misiju i ciljeve, tj. proizvode li implementirane prakse željene ishode i jesu li u skladu s teorijskim temeljima programa. Najčešće se koristi početno i završno testiranje STEM intervencijskih programa (Bartsch i sur., 2012.; Betz i Schifano, 2000.), međutim, navedeno ne omogućuje praćenje procesa promjene ili utvrđivanje trenutka kada se promjena unutar intervencije počela događati. Zato bi trebalo provoditi i testiranje usred trajanja intervencije. Prema Rosenzweig i Wigfield (2016.) mnogi su istraživači svoje nekonzistentne rezultate objašnjavali time da intervencije nisu dovoljno dugo trajale ili bile dovoljno intenzivne da bi se prepoznao njihov učinak na ponašanje i motivaciju učenika.

Prilikom osmišljavanja STEM intervencijskih programa, potrebno je voditi računa o vremenskoj točki kada se planira implementirati intervencija. Postoje određene vremenske točke koje su ključnije za provedbu intervencija, poput prijelaza s jedne na drugu obrazovnu razinu (npr. prijelaz iz osnovne škole u srednju ili iz srednje škole na fakultet), na početku školske godine, prije bitnih ispita ili, u određenim obrazovnim kontekstima, prije odluke hoće li se upisati viša ili niža razina određenog STEM predmeta (Yeager i Walton, 2011.). Posebno je važno provoditi intervencije između prijelaza iz osnovne škole u srednju školu ili iz srednje škole na fakultet jer su ta razdoblja posebno teška za učenike zbog dolaska u novu okolinu te osjećaja nesigurnosti oko pripadanja u akademsko okruženje, što može smanjivati interes za STEM područje. Također, treba uzeti u obzir i dob ciljne skupine te razmotriti koja je vrsta intervencije najučinkovitija za željenu dobnu skupinu. Najviše je intervencija provedeno na dobnoj skupini srednje škole i fakulteta (Bartsch i sur., 2012.; Betz i Schifano, 2000.; Deckard i sur., 2014.). Međutim, kada se uzmu u obzir nalazi istraživanja koji ukazuju da se prolaskom kroz obrazovni sustav smanjuje interes za STEM zanimanja (posebice kod djevojčica) te da se interes za STEM područje kod većine djece formira do četrnaeste godine (Osborne, Simon i Collins, 2003.; Osborne, Simon i Tytler, 2009.; Potvin i Hasni, 2014.), jasno je da postoji sve izraženija potreba za većim brojem ranih intervencija usmjerenih na osnovnoškolsku dob i niže razrede osnovne škole.

Rosenzweig i Wigfield (2016.) upozoravaju kako je važno imati na umu i u kontekstu kojega se školskoga predmeta, ili vezano uz koji sadržaj, želi provesti intervencija. Nisu sve vrste intervencija jednako korisne za sve STEM predmete. Tako je bolje provesti intervenciju povećavanja percepcije korisnosti u matematici, u kojoj

veza između gradiva koje se obrađuje i svakodnevnoga života nije toliko istaknuta i vidljiva, u odnosu na biologiju, spram koje je lakše uvidjeti tu povezanost. Takav tip intervencije u biologiji vjerojatno ne bi donio toliko koristi učenicima kao u matematici.

Isto tako treba uzeti u obzir obilježja učenika koji trebaju sudjelovati u STEM programima i intervencijama. Brojne su se intervencije pokazale uspješnim za jednu skupinu učenika, dok su se za drugu pokazale potpuno neučinkovitim (Hulleman i Harckiewicz, 2009.; Hurtado i sur., 2014.; Miyake i sur., 2010.). Intervencija neće biti jednako uspješna za pojedince koji inicijalno imaju visoke interese i one koji imaju niske. Visoko motivirani učenici već imaju visoku razinu motivacije te kod njih učinak intervencija ne dolazi toliko do izražaja, zbog čega se postavlja pitanje postoji li potreba za intervencijama na takvoj skupini učenika. Tako se intervencija Hulleman i Harackiewicz (2009.) pokazala uspješnom samo za one učenike koji su inicijalno imali nisko očekivanje uspjeha. U intervenciji koju su proveli Miyake i suradnici (2010.) afirmacija vrijednosti djelovala je samo na žene, a ne i na muškarce, vjerojatno jer su žene te koje su pod prijetnjom stereotipa, a ne muškarci.

Konačno, potreban je veći broj istraživanja koji bi mjerili i kratkoročne i dugoročne učinke programa, kao i više longitudinalnih istraživanja i kontroliranih eksperimenata. Navedena bi istraživanja trebala uključiti i procjenu ličnosti, interesa, motivacije, obiteljskih i školskih varijabli, a ne samo stopu ulasku u pojedino STEM područje, kako bi se mjerili izravniji učinci STEM intervencija tijekom vremena.

## Zaključak

Unatoč sve većem broju STEM intervencijskih programa, vrlo je malo znanstveno utemeljenih razmatranja o stvarnoj učinkovitosti takvih pokušaja. Broj i interakcija niza obilježja pojedinca, obilježja roditelja i obilježja šire okoline koji djeluju na uspješnost intervencija u STEM području značajno smanjuju mogućnost jasnoga sagledavanja ukupnih učinaka takvih programa. Pregled koji smo učinili jasno svjedoči kako gotovo da i nema intervencija koje slijede longitudinalne eksperimentalne nacрте s kontrolnom skupinom, kao što je vidljiv manjak sveobuhvatnih i na znanstvenoj metodologiji utemeljenih evaluacija u području STEM intervencija.

Učinjeni pregled implicira kako je u ovom trenutku u STEM području najčešća praksa osmišljavanja i provođenja intervencija koje imaju određeni potencijal proizvesti očekivane promjene u obrazovnim ishodima učenika. U pravilu na razini kratkoročnih ishoda. Broj dugoročno poduzetih intervencija, kao i evaluacije njihovih učinaka, još uvijek je u osnovi zanemariv. U obrazovnoj stvarnosti to još uvijek



ne predstavlja prepreku da se intervencije takvih obilježja nastave razvijati, implementirati te u konačnici i financirati.

## Literatura

- Acee, T. W. i Weinstein, C. E. (2010.). Effects of a Value- Reappraisal Intervention on Statistics Students' Motivation and Performance. *The Journal of Experimental Education*, 78(4), 487-512. DOI: 10.1080/00220970903352753
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. i Wong, B. (2012.). Science Aspirations, Capital, and Family Habitus: How Families Shape Children's Engagement and Identification with Science. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881-908.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bartsch, R. A., Case, K. A. i Meerman, H. (2012.). Increasing Academic Self-Efficacy in Statistics With a Live Vicarious Experience Presentation. *Teaching of Psychology*, 39(2), 133-136.
- Baumeister, R. F. i Leary, M. R. (1995.). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529. DOI: 10.1037/0033-2909.117.3.497
- Bautista, N. U. (2011.). Investigating the Use of Vicarious and Mastery Experiences in Influencing Early Childhood Education Majors' Self-Efficacy Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333-349. DOI: 10.1007/s10972-011-9232-5
- Bernacki, M., Nokes-Malach, T., Richey, J. E. i Belenky, D. M. (2014.): Science diaries: a brief writing intervention to improve motivation to learn science. *Educational Psychology*, 36(1), 26-46. DOI:10.1080/01443410.2014.895293
- Betz, N. E. i Schifano, R. S. (2000.). Evaluation of an Intervention to Increase Realistic Self-Efficacy and Interests in College Women. *Journal of Vocational Behavior*, 56, 35-52. DOI: 10.1006/jvbe.1999.1690
- Blustein, D. L., Barnett, M., Mark, S., Depot, M., Lovering, M., Lee, Y., Hu, Q., Kim, K., Backus, F., Dillon-Lieberman, K. i DeBay, D. (2013.). Examining urban students' constructions of a STEM/career development intervention over time. *Journal of Career Development*, 40(1), 40-67. DOI: 10.1177/0894845312441680
- Bodin, R., Elliott, J. Salami, M. A., Hernandez, P. R. i de Miranda, M. A. (2013.). *The Effects of a Complex Classroom Intervention on Students' Perceptions in STEM Courses*. Izlaganje na Annual Rocky Mountain Psychology Association. Denver, CO. DOI: 10.1037/e545662013-143
- Bruce, C. D. i Ross, J. A. (2008.). A Model for Increasing Reform Implementation and Teacher Efficacy: Teacher Peer Coaching in Grades 3 and 6 Mathematics. *Canadian Journal of Education*, 31(2), 346-370.
- Byars-Winston, A. (2014.). Toward a Framework for Multicultural STEM-Focused Career Interventions. *The Career Development Quarterly*, 62(4), 340-357. DOI:10.1002/j.2161-0045.2014.00087.x
- Canning, E. A. i Harackiewicz, J. M. (2015.). Teach it, don't preach it: The differential effects of directly-communicated and self-generated utility-value information. *Motivation Science*, 1(1), 47-71. DOI:10.1037/mot0000015

- Carter, F. D., Mandell, M. i Maton, K. I. (2009.). The Influence of On-Campus, Academic Year Undergraduate Research on STEM Ph.D. Outcomes: Evidence From the Meyerhoff Scholarship Program. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(4), 441-462. DOI: 10.3102/0162373709348584
- Catsambis, S. (1995.). Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 243-257. DOI: 10.1002/tea.3660320305
- Cotabish, A., Robinson, A., Dailey, D. i Hughes, G. (2013.). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226. DOI: 10.1111/ssm.12023
- Deckard, C., Quarfoot, D. i Csanadi, K. C. (2014., lipanj). *Analysis of a Short-Term STEM Intervention Targeting Middle School Girls and Their Parents (Research to Practice)*. Izlaganje na 2014 ASEE Annual Conference. Indianapolis, Indiana.
- Dunlap, J. C. (2005.). Problem-based learning and self-efficacy: How a capstone course prepares students for a profession. *Educational Technology Research and Development*, 53, 65-85. DOI: 10.1007/BF02504858
- Eccles, J. S. (2005.). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. U A. J. Elliot i C. S. Dweck (Ur.), *Handbook of competence and motivation* (str. 105-121). New York: Guilford Publications.
- Eccles, J. S. (1992.). School and family effects on the ontogeny of children's interests, self-perceptions, and activity choices. *Developmental Perspectives on Motivation*, 40, 145-208.
- Fennema, E., Wolleat, P. L., Pedro, D. i Becker, A. D. (1981.). Increasing Women's Participation in Mathematics: An Intervention Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12(1), 3-14.
- Frome, P. M. i Eccles, J. S. (1998.). Parents' influence on children's achievement-related perceptions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(2), 435-452. doi: 10.1037/0022-3514.74.2.435
- Fuller, E., Deshler, J. M. i Darrah, M. (2016.). Effects of an external mentoring program in a department of mathematics. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 8(2), 300-309.
- Furnham, A., Reeves, E. i Budhani, S. (2002.). Parents think their sons are brighter than their daughters: Sex differences in parental self-estimations and estimations of their children's multiple intelligences. *The Journal of Genetic Psychology*, 163(1), 24-39. doi:10.1080/00221320209597966
- Gandara, P. i Maxwell-Jolly, J. (1999.). *Priming the pump: Strategies for increasing the Achievement of underrepresented minority undergraduates*. New York: The College Board.
- George-Jackson, C. E. i Rincon, B. (2012.). Increasing sustainability of STEM intervention programs through evaluation. *Advancing the STEM agenda: Quality improvement supports STEM*, 5(1), 249-266.
- Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S. i Hyde, J. S. (2012.). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science: An experimental test of a utility-value intervention. *Psychological Science*, 23(8), 899-906. doi:10.1177/0956797611435530
- Hulleman, C. S. i Harackiewicz, J. M. (2009.). Promoting Interest and Performance in High School Science Classes. *Science*, 326(5958), 1410-1412. DOI:10.1126/science.1177067

- Hurtado, S., Eagan, K., Figueroa, T. i Hughes B. (2014.). *The Impact of Undergraduate Interventions on STEM Student Outcomes*. Los Angeles: Higher Education Research Institute, UCLA.
- Jansen, N. i Joukes, G. (2012.). Long Term, Interrelated Interventions to Increase Women's Participation in STEM in the Netherlands. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 5(3), 305-316.
- Keller, C. (2001.). Effect of Teachers' Stereotyping on Students' Stereotyping of Mathematics as a Male Domain. *The Journal of Social Psychology*, 141(2), 165-173. DOI:10.1080/00224540109600544
- Lazowski, R. A. i Hulleman, C. S. (2016.). Motivation interventions in education: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 88(2), 602-640. DOI: 10.3102/0034654315617832
- Luzzo, D. A., Hasper, P., Albert, K. A., Bibby, M. A. i Martinelli Jr, E. A. (1999.). Effects of self-efficacy-enhancing interventions on the math/science self-efficacy and career interests, goals, and actions of career undecided college students. *Journal of Counseling Psychology*, 46(2), 233-243. DOI: 10.1037/0022-0167.46.2.233
- Miyake, A., Kost-Smith, L. E., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., Cohen, G. L. i Ito, T. A. (2010.). Reducing the Gender Achievement Gap in College Science: A Classroom Study of Values Affirmation. *Science*, 330(6008), 1234-1237. DOI :10.1126/science.1195996
- Moseley, C., Reinke, K. i Bookout, V. (2003.). The effect of teaching outdoor environmental education on elementary preservice teachers' self-efficacy. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 1-14. DOI: 10.1007/BF03174740
- Myers, C. B. i Pavel, M. C. (2011.). Underrepresented students in stem: the transition from undergraduate to graduate programs. *Journal of Diversity in Higher Education*, 4(2), 90-105. DOI:10.1037/a0021679
- National Science Board (2016.). *Science and engineering indicators 2016*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB-2016-1).
- National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2017.). Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering: 2017. Special Report NSF 17-310. Arlington, VA. Dostupno na <https://www.nsf.gov/statistics/wmpd/>
- Niehaus, K., Moritz Rudasill, K. i Adelson, J. (2012.). Self-Efficacy, Intrinsic Motivation, and Academic Outcomes Among Latino Middle School Students Participating in an After-School Program. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, 34(1), 118-136. DOI: 10.1177/0739986311424275
- Osborne, J., Simon, S. i Collins, S. (2003.). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199
- Osborne, J., Simon, S. i Tytler, R. (2009., travanj). *Attitudes Towards Science: An Update*. Izlaganje na Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Diego, California.
- Paunesku, D., Walton, G.M., Romero, C., Smith, E.N., Yeager, D.S. i Dweck, C.S. (2015.). Mind-Set Interventions Are a Scalable Treatment for Academic Underachievement. *Psychological Science*, 26(6), 784-793. DOI: 10.1177/0956797615571017

- Potvin, P. i Hasni, A. J. (2014.). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784-802. DOI:10.1007/s10956-014-9512-x
- Powell, S. i Ah-King, M. (2013.). A case study of integrating gender perspectives in teaching and in subject content at a natural science university in Sweden. *International Journal of Gender, Science & Technology*, 5(1), 52-61.
- Ramirez, G. i Beilock, S. L. (2011.). Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science*, 331, 211-213. DOI:10.1126/science.1199427
- Ramsey, L. R., Betz, D. i Sekaquaptewa, D. (2013.). The Effects of an Academic Environment Intervention on Stereotype Threat and Implicit Science Identification among Women in STEM. *Social Psychology of Education*, 16(3), 377-397. doi: 10.1007/s11218-013-9218-6
- Rittmayer, M. A. i Beier, M. E. (2009.). Self-Efficacy in STEM. U B. Bogue i E. Cady (Ur.). Applying Research to Practice (ARP) Resources. Preuzeto 20. Ožujka s <http://www.engr.psu.edu/AWE/ARPresources.aspx>
- Rosenthal, L., Levy, S. R., London, B., Lobel, M. i Bazile, C. (2013.). In Pursuit of the MD: The Impact of Role Models, Identity Compatibility, and Belonging Among Undergraduate Women. *Sex Roles*, 68, 464-473. DOI: 10.1007/s11199-012-0257-9
- Rosenzweig, E. Q. i Wigfield, A. (2016.). STEM motivation interventions for adolescent: A promising start, but further to go. *Educational Psychologist*, 51(2), 146-163. DOI:10.1080/00461520.2016.1154792
- Schmidt, C. D., Hardinge, G. i Rokutani, L. (2012.). Expanding the School Counselor Repertoire Through STEM-focused Career Development. *The Career Development Quarterly*, 60, 25-35. DOI: 10.1002/j.2161-0045.2012.00003.x
- Shin, J. E., Levy, S. R. i London, B. (2016.). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46(7), 410-427. DOI:10.1111/jasp.12371
- Starkey, P. i Klein, A. (2000.). Fostering Parental Support for Children's Mathematical Development: An Intervention with Head Start Families. *Early Education and Development*, 11(5), 659-680. DOI: 10.1207/s15566935eed1105\_7
- Steele, C. M. (1988.). The psychology of self-affirmation: sustaining the integrity of the self. U L. Berkowitz (Ur.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 21, str. 261-302). New York, NY: Academic Press. DOI: 10.1016/S0065-2601(08)60229-4
- Steele, C. M., Spencer, S. J. i Aronson, J. (2002.). Contending with group image: The psychology of stereotype and social identity threat. U M. Zanna (Ur.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 34, str. 379-440). New York, NY: Academic Press. DOI: 10.1016/S0065-2601(02)80009-0
- Tsui, L. (2007.). Effective strategies to increase diversity in STEM fields: A review of the research literature. *The Journal of Negro Education*, 76(4), 555-581.
- UK Commission for employment and skills [UKCES] (2015.). *Reviewing the requirement for high level STEM skills*. London: UKCES.
- UNESCO (2015.). *UNESCO science report: towards 2030*. Paris, France: UNESCO.
- University of Maryland Baltimore County (2017.). *13 key components of Meyerhoff scholars program*. Pristupljeno 20. siječnja 2017. <http://meyerhoff.umbc.edu/13-key-components/>

- Vekiri, I. i Chronaki, A. (2008.). Gender issues in technology use: Perceived social support, computer self-efficacy and value beliefs, and computer use beyond school. *Computers & Education*, 51, 1392–1404. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.01.003
- Walter, O., Shenaar-Golan, V. i Greenberg, Z. (2015.). Effect of short-term intervention program on academic self-efficacy in higher education. *Psychology*, 6(10), 1199-1215. DOI: 10.4236/psych.2015.610118
- Walton, G. M. i Cohen, G. L. (2007.). A question of belonging: race, social fit and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(1), 82-96. DOI: 10.1037/0022-3514.92.1.82
- Walton, G. M. i Cohen, G. L. (2011.). A Brief Social-Belonging Intervention Improves Academic and Health Outcomes of Minority Students. *Science*, 331(6023), 1447-1451. DOI: 10.1126/science.1198364
- Watson, K. i Froyd, J. (2007.). Diversifying the U.S. engineering workforce: A new model. *Journal of Engineering Education*, 96(1), 19-32. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2007.tb00912.x
- Weisgram, E. S. i Bigler, R. S. (2006.). Girls and science careers: The role of altruistic values and attitudes about scientific tasks. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27, 326–348. DOI:10.1016/j.appdev.2006.04.004
- Weisgram, E. S. i Bigler, R. S. (2007.). Effects of learning about gender discrimination on adolescent girls' attitudes toward and interest in science. *Psychology of Women Quarterly*, 31, 262-269. DOI: 10.1111/j.1471-6402.2007.00369.x
- Wentzel, K. R. i Wigfield, A. (2007.). Motivational interventions that work: Themes and remaining issues. *Educational Psychologist*, 42(4), 261-271. DOI:10.1080/00461520701621103
- Wigfield, A. i Eccles, J. S. (2000.). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81. DOI: 10.1006/ceps.1999.1015
- Yeager, D. S. i Walton, G. M. (2011.). Social-psychological interventions in education: They're not magic. *Review of Educational Research*, 81(2), 267-301. DOI:10.3102/0034654311405999
- Zeldin, A. L. i Pajares, F. (2000.). Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers. *American Educational Research Journal*, 37(1), 215-246. DOI: 10.3102/00028312037001215
- Zhu, Q., Siy, H., Youn, J-H., Grandenett, N. i Ostler, E. (2014., rujana). *Enhancing CS Education in High School STEM Curricula Transferring Research Experience to Classrooms through Problem-Based Learning and Personalized Implementation Plans*. Izlaganje na 5th Annual International Conference on Computer Science Education: Innovation and Technology (CSEIT 2014). Singapur.

## **STEM intervention programs in school and out-of-school settings: overview, practices and challenges**

### **Abstract**

---

The acronym STEM in the Croatian scientific nomenclature and research history denotes natural science, technology, engineering and mathematics. The present review study systemized current research findings about STEM intervention – a structured program aimed to increase students' interest in STEM and STEM-related professions by influencing students' perceptions, attitudes and behaviors about STEM area. In addition, we reviewed outcomes of STEM intervention programs and discussed efficacy criteria in evaluation of STEM programs. This review paper provides systemized and theoretically relevant findings which are important in improving the area of STEM intervention programs and should improve future research in the STEM area.

**Keywords:** STEM, STEM programs, program evaluation, effectiveness of program in education