UDK 001.1:37.014](497.571)(078) • 59.953:37.016-024.63](497.571)

Koncept uvođenja STEM-a u obrazovni proces kroz studiju slučaja projekta I-STEM

Petra Stanić[a], Vedrana Špada[b], Jelena Močibob[c], Igor Macuka[d]

a Dr. sc., mag. chem., naslovna predavačica, Istarsko veleučilište – Università Istriana di scienze applicate, Preradovićeva 9D, 52100 Pula, pstanic@iv.hr

b Nasl. izv. prof. dr. sc., dipl. ing. kem. teh., profesorica stručnog studija, voditeljica Centra za istraživanje METRIS, Istarsko veleučilište – Università Istriana di scienze applicate, Preradovićeva 9D, 52100 Pula, vspada@iv.hr

c Mag. educ. phys. et inf., Istarsko veleučilište – Università Istriana di scienze applicate, Preradovićeva 9D, 52100 Pula, jmocibob@iv.hr

d Mag. educ. phys., koordinator projekta I-STEM - Sinergijom do razvoja STEM-a u Istri, Zajednica tehničke kulture Istarske županije, Frane Glavinića 1, 52100 Pula, igor.istem.ztk@gmail.com

Sažetak

Rad prikazuje stručni koncept uvođenja STEM-a (Science-znanost, Technology-tehnologija, Engineering-inženjerstvo i Mathematics- matematika) u obrazovni proces razvijen u projektu I-STEM – Sinergijom do razvoja STEM-a u Istri. STEM označava obrazovni i profesionalni pristup koji povezuje znanost, tehnologiju inženjerstvo i matematiku u jedinstvenu cjelinu, s naglaskom na praktično učenje, istraživanje, rješavanje problema i razvoj novih tehnologija. Polazište ovog rada jest potreba za oblikovanjem održivog, interdisciplinarnog i inkluzivnog modela popularizacije STEM-a koji povezuje visoko obrazovanje, škole, organizacije, udruge i lokalnu zajednicu. Na temelju iskustva prve godine provedbe projekta razrađen je koncept koji obuhvaća četiri povezane sastavnice: razvoj kompetencija nastavnika i koordinatora kroz ciljane izobrazbe, individualizirano mentorstvo u pripremi i provedbi aktivnosti, primjenu iskustvenih i problemski usmjerenih radionica te diseminaciju STEM-a kroz javna događanja. Posebna se pozornost posvećuje prilagodbi aktivnosti različitim dobnim skupinama, radu s darovitom djecom, uključivanju djece s teškoćama u razvoju te povezivanju STEM-a s ciljevima zelene i digitalne tranzicije. Projekt I-STEM razmatra se kao studija slučaja kojom se pokazuje kako se projektne aktivnosti mogu preoblikovati u prenosivi stručni model primjenjiv u obrazovnim ustanovama i lokalnim STEM „ekosustavima".

Ključne riječi: *STEM obrazovanje, obrazovni proces, projektno učenje, mentorstvo, STEM zajednica*

1. Uvod

STEM obrazovanje (Science - znanost, Technology - tehnologija, Engineering - inženjerstvo i Mathematics - matematika) sve se češće promatra kao sastavni dio suvremenog obrazovnog procesa, a ne samo kao skup izdvojenih aktivnosti iz prirodoslovlja, tehnologije, inženjerstva i matematike.

U obrazovnoj praksi osobito je važno pitanje kako učenicima približiti STEM sadržaje na način koji razvija interes, znatiželju, razumijevanje, istraživački pristup, kreativnost, suradnju i sposobnost primjene znanja u konkretnim situacijama te kako pritom raspolagati s postojećim resursima bez dodatnih ili uz minimalna ulaganja. U tom smislu, popularizacija STEM-a ne smije ostati na razini povremenih događanja, nego treba prerasti u promišljen model rada koji se može sustavno uključivati te integrirati u nastavu, izvannastavne aktivnosti i lokalne obrazovne inicijative. Cilj je inspirirati, iskoristiti postojeće materijalne resurse i pojačati nastavničke kapacitete za konkretne mjere uvođenja STEM-a u svakodnevicu škole i obrazovnog procesa općenito.

Projekt I-STEM – Sinergijom do razvoja STEM-a u Istri pokrenut je kao odgovor na potrebu jačanja STEM kapaciteta u Istarskoj županiji. Projekt povezuje Zajednicu tehničke kulture Istarske županije, Istarsku Županiju, Istarsko veleučilište, Osnovnu školu Jože Šurana Višnjan, Osnovnu školu „Vazmoslava Gržalje“, Gimnaziju Pula, Srednju školu Mate Blažine Labin i Gimnaziju i strukovnu škola Jurja Dobrile Pazin u zajedničkom cilju promocije STEM-a među djecom i učenicima. Projekt I-STEM započeo je 12. ožujka 2025. godine i provodi se ukupno 24 mjeseca, do 12. ožujka 2027. godine. Projekt je sufinanciran bespovratnim sredstvima Europskog socijalnog fonda plus (ESF+) (85%) te Ureda za Udruge Vlade Republike Hrvatske (15%) u iznosu od 288.177,58 EUR-a. Ostvareno partnerstvo između odabranih ustanova i udružene snage svih uključenih djelatnika osiguravaju uspješno provođenje aktivnosti popularizacije STEM-a među djecom i učenicima u Istarskoj županiji, čemu svjedoče rezultati prve godine provedbe projekta. U prvoj godini provedbe Istarsko veleučilište sudjelovalo je kao stručni partner zadužen za izobrazbe i mentorstva koordinatora i nastavnika uključenih u projekt. Provedeno je deset izobrazbi i trideset individualnih mentorstava, a projektne aktivnosti obuhvatile su radionice, javna događanja i pripremu nastavnih i promotivnih materijala.

Stoga se u ovom radu analiziraju provedene projektne aktivnosti kao osnova i cjeloviti odgovor za oblikovanje stručnog koncepta uvođenja STEM-a u obrazovni proces. Rad nastoji odgovoriti na pitanje kako se iskustvo provedbe projekta te studija slučaja može pretvoriti u prenosivi model koji nastavnicima, školama i partnerskim ustanovama omogućuje planiranje, provedbu i vrednovanje STEM aktivnosti te se projektno iskustvo i rezultati (djelomično i u cjelini) kao takvi mogu preslikati u druge županije te u čitav obrazovni stup, a i modificirati prema specifičnim potrebama svake škole i svake razine obrazovanja.

2. Stručni okvir STEM pristupa u obrazovanju

Prema Europskoj komisiji (European Commission, 2026) STEM obrazovanje i osposobljavanje imaju važnu ulogu u razvoju vještina potrebnih za suvremeno gospodarstvo i društvo. STEM pristup temelji se na povezivanju znanja i vještina iz više područja. Za razliku od tradicionalnog poučavanja u kojem se sadržaji često obrađuju odvojeno, integrirani STEM pristup polazi od problema, istraživačkog pitanja ili praktičnog izazova. Učenici pritom povezuju znanja iz prirodoslovlja, matematike, tehnologije i inženjerstva, razvijaju hipoteze, provode mjerenja ili pokuse, izrađuju modele, interpretiraju rezultate i predstavljaju zaključke (Honey, Pearson i Schweingruber, 2014). Takav pristup posebno je prikladan za razvijanje kompetencija koje se povezuju s učenjem za 21. stoljeće: kritičkog mišljenja, suradnje, komunikacije, kreativnosti, digitalne pismenosti i odgovornog odnosa prema okolišu (Bybee, 2013).

Uspješno uvođenje STEM-a u obrazovni proces zahtijeva više od jednokratne radionice. Potrebni su educirani nastavnici iz različitih područja, dostupan pribor i materijalni resursi, prilagođeni radni materijali, siguran prostor za eksperimentiranje, podrška mentora te povezanost škole s lokalnom zajednicom. Osobito je važna uloga nastavnika kao dizajnera iskustva učenja. Nastavnik ne prenosi samo gotove informacije, nego oblikuje situacije u kojima učenici istražuju, pogreške koristi kao dio učenja i povezuje školsko znanje s realnim problemima (Thomas, 2000).

U tom okviru, projekt I-STEM može se promatrati kao primjer lokalnog STEM „ekosustava“. U njemu visoko obrazovanje inspirira, prenosi iskustvo i osigurava stručnu te mentorsku podršku, škole osiguravaju neposredan rad s učenicima, a Zajednica tehničke kulture povezuje obrazovne ustanove, javne događaje i zajednicu. Takva

raspodjela uloga omogućuje prijenos znanja među institucijama i dugoročnije održavanje aktivnosti nakon završetka pojedinih projektnih faza i takva suradnja ključna je za uspjeh i održivost rezultata projekta.

3. Cilj i metodološki pristup rada

Cilj rada jest razraditi stručni koncept uvođenja STEM-a u obrazovni proces na temelju iskustva projekta I-STEM te izvesti model koji može služiti kao praktičan okvir za druge obrazovne ustanove i partnere koji žele sustavno razvijati, integrirati i provoditi STEM aktivnosti.

Metodološki, rad se temelji na deskriptivnoj studiji slučaja. Kao izvor podataka koriste se projektna iskustva i rezultati prve godine provedbe projekta, sadržaji održanih izobrazbi i mentorstava, primjeri radionica, organizacijski obrasci rada s partnerima te zapažanja o mogućnostima prilagodbe STEM aktivnosti različitim skupinama učenika. Naglasak je na stručnoj interpretaciji i sistematizaciji iskustva, a ne na statističkoj evaluaciji učinaka. Takav pristup primjeren je, jer omogućuje prikaz provjerenih praksi, njihovu analizu i oblikovanje preporuka za primjenu u obrazovnom procesu. Također radni materijali koji nastaju kroz trojni koncept izobrazbi, mentorstava i radionica mogu poslužiti i kao upute i kao primjeri koji inspiriraju. Izrađene su brojne igre, plakati, radne upute za pokuse, izazovi, zadaci, video materijali, priručnik, planovi i programi i slično.

4. Projekt I-STEM u Istarskoj županji kao studija slučaja

Projekt I-STEM provodi se s ciljem unaprjeđenja kapaciteta Zajednice tehničke kulture Istarske županije i jačanja suradnje s obrazovnim ustanovama u području popularizacije STEM-a. U projekt su uključeni partneri iz različitih dijelova Istarske županije, uključujući osnovne i srednje škole, Istarsko veleučilište i ustanove lokalne zajednice. Takva struktura partnerstva omogućila je da STEM aktivnosti ne ostanu vezane uz jednu ustanovu, nego da se razvijaju u više sredina i prilagođavaju različitim obrazovnim kontekstima.

Tijekom prve godine provedbe osobito je bila važna uloga Istarskog veleučilišta kao stručnog partnera. Projektni tim Istarskog veleučilišta proveo je izobrazbe i mentorstva usmjerene na osnaživanje nastavnika i koordinatora za osmišljavanje i provedbu STEM radionica. Izobrazbe su obuhvatile metodologiju rada s učenicima srednjih škola, nižih i viših razreda osnovne škole, darovitom djecom i djecom s teškoćama u razvoju. Dodatno su obrađene teme organizacije javnih događanja, izrade promotivnih materijala te povezivanja STEM-a s ciljevima zelene i digitalne tranzicije.

Projektne aktivnosti uključivale su i razvoj konkretnih primjera radionica: STEM *escape room*, lov na blago, laboratorijske pokazne radionice, aktivnosti s 3D modeliranjem i ispisom, mikroskopska promatranja, pokuse iz kemije i fizike, aktivnosti povezane s vodom, filtracijom, elektricitetom, modeliranjem i obnovljivim izvorima energije. Na taj način projekt je objedinio sadržajnu raznolikost, interdisciplinarnost i praktičnu primjenu. Na slici 1 (a-d) prikazani su primjeri izobrazbi i javnih događanja odrađenih u projektu I-STEM.

U okviru projekta I-STEM aktivnosti su strukturirane u nekoliko međusobno povezanih cjelina: izobrazbe, mentorstva, praktične radionice, javna događanja, izrada obrazovno-promotivnih materijala i diseminacija. Takva struktura omogućila je sustavan prijenos stručnih znanja iz visokoškolskog i istraživačkog okruženja prema osnovnim i srednjim školama te prema lokalnoj STEM zajednici. U tablici 1. prikazan je Pregled ključnih aktivnosti projekta I-STEM i njihov doprinos uvođenju STEM-a u obrazovni proces.

Slika 1. Primjeri izobrazbi i javnih događanja odrađenih u projektu I-STEM



a



b



c



d

Legenda: a) Rješavanje forenzičkih zadataka tijekom Izobrazbe br. 1. - radionica „*Escape room* NCIS P.U.L.A.“, b) Pokusi tijekom Izobrazbe br. 9 - Primjer dobre prakse izrade inovativnih promotivnih materijala za popularizaciju STEM-a: Izrada kalendara „365 malih STEM ideja“, c) Večer matematike u OŠ „Vazmoslav Gržalja“ u Buzetu, d) Manifestacija ZaSTEMajmo zajedno u organizaciji Gimnazije i strukovne škole Jurja Dobrile.
Izvor: autori.

Tablica 1. Pregled ključnih aktivnosti projekta I-STEM i njihov doprinos uvođenju STEM-a u obrazovni proces

Skupina aktivnosti	Naziv / opis aktivnosti	Nositelj / uključeni dionici	Ciljna skupina	Svrha aktivnosti	Ishod / doprinos projektu
Izobrazbe partnera	Metodologija i tehnike rada s učenicima srednjih škola u promociji STEM-a	Istarsko veleučilište, nastavnici partnerskih škola, ZTK IŽ, volonteri	Nastavnici, volonteri i koordinator projekta	Priprema nastavnika za osmišljavanje i provedbu STEM aktivnosti za srednjoškolce	Razvijene kompetencije za provedbu složenijih, interdisciplinarnih STEM radionica
Izobrazbe partnera	Metodologija i tehnike rada s učenicima nižih razreda osnovne škole	Istarsko veleučilište, nastavnici partnerskih škola, Zajednica tehničke kulture Istarske županije (ZTK IŽ), volonteri	Nastavnici osnovnih škola i volonteri	Prilagodba STEM sadržaja mlađoj djeci kroz igru, pokuse i jednostavne zadatke	Unaprijeđena sposobnost prilagodbe STEM aktivnosti dobi i predznanju učenika
Izobrazbe partnera	Metodologija i tehnike rada s učenicima viših razreda osnovne škole	Istarsko veleučilište, nastavnici partnerskih škola, ZTK IŽ, volonteri	Nastavnici osnovnih škola i volonteri	Razvoj aktivnosti za učenike viših razreda osnovne škole	Osmišljene STEM radionice s višom razinom problemskog i istraživačkog pristupa
Izobrazbe partnera	Metodologija i tehnike rada s darovitom djecom u STEM području	Istarsko veleučilište, nastavnici partnerskih škola, ZTK IŽ, volonteri	Nastavnici i volonteri	Razvoj pristupa za rad s darovitim učenicima	Poticanje naprednih STEM kompetencija, kreativnosti, timskog rada i istraživačkog mišljenja
Izobrazbe partnera	Metodologija i tehnike rada s djecom s teškoćama u razvoju u STEM području	Istarsko veleučilište, Škola za odgoj i obrazovanje Pula, partneri	Nastavnici, volonteri i koordinator projekta	Uvođenje inkluzivnih metoda u STEM aktivnosti	Jačanje kapaciteta za uključivanje djece s teškoćama u razvoju u STEM radionice
Praktične pokazne radionice	Praktična radionica popularizacije STEM-a u Centru za popularizaciju znanosti Istarske županije	ZTK IŽ, Istarsko veleučilište	Nastavnici, koordinator, učenici, volonteri	Demonstracija provedbe STEM radionice u neformalnom obrazovnom prostoru	Prijenos primjera dobre prakse u škole i partnerske ustanove
Praktične pokazne radionice	Praktična radionica popularizacije STEM-a u Centru za istraživanje METRIS	Istarsko veleučilište	Nastavnici, koordinator, učenici, volonteri	Demonstracija STEM aktivnosti u istraživačkom laboratorijskom okruženju	Povezivanje obrazovanja, laboratorijskog rada i popularizacije znanosti
Organizacija događanja	Primjeri dobre prakse u organizaciji javnih događanja za popularizaciju STEM-a	Istarsko veleučilište	Nastavnici, koordinator, učenici, volonteri	Priprema partnera za planiranje, provedbu i diseminaciju javnih STEM događanja	Unaprijeđena organizacijska znanja za festivale znanosti, radionice i javna događanja

Obrazovni materijali	Izrada kalendara / priručnika „365 malih STEM ideja“	Istarsko veleučilište	Nastavnici, koordinator, učenici, volonteri	Razvoj praktičnog materijala za svakodnevnu popularizaciju STEM-a	Stvoren alat za kontinuirano uvođenje STEM ideja u nastavu i izvannastavne aktivnosti
Zelena i digitalna tranzicija	Doprinos ciljevima zelene i digitalne tranzicije kroz STEM aktivnosti	Istarsko veleučilište	Nastavnici, koordinator, učenici, volonteri	Povezivanje STEM-a s aktualnim razvojnim prioritetima EU-a	Uveden koncept „twin transition“ u osmišljavanje školskih i projektnih STEM aktivnosti
Mentorstva	Uvodno mentorstvo i predstavljanje programa mentorstva	Istarsko veleučilište	Nastavnici mentori i koordinator projekta	Upoznavanje s planom mentorstva i potrebama partnera	Postavljen individualizirani okvir mentorske podrške
Mentorstva	Prvi sastanci u ZTK IŽ i partnerskim školama	Istarsko veleučilište	Nastavnici mentori i koordinator projekta	Analiza prostora, opreme i mogućnosti za provedbu radionica	Identificirani resursi i potrebe za provedbu STEM aktivnosti
Mentorstva	Prikaz ideja i demonstracija pokusa	Istarsko veleučilište	Nastavnici mentori i koordinator projekta	Predlaganje i demonstracija STEM pokusa i radionica	Pripremljene personalizirane ideje i skripte za partnere
Mentorstva	Nadzorni sastanci pripreme projektnih aktivnosti	Istarsko veleučilište	Nastavnici mentori i koordinator projekta	Praćenje pripreme radionica i javnih događanja	Unaprijeđena kvaliteta planiranih aktivnosti kroz stručnu podršku
Mentorstva	Nadzor provođenja projektnih aktivnosti	Istarsko veleučilište	Nastavnici mentori i koordinator projekta	Praćenje provedbe radionica i događanja u stvarnim uvjetima	Vrednovanje provedbe i jačanje održivosti aktivnosti
Radionice s učenicima	STEM radionice u partnerskim školama i ZTK IŽ	Partnerske škole, ZTK IŽ, uz mentorsku podršku Istarskog veleučilišta	Učenici osnovnih i srednjih škola	Popularizacija STEM-a kroz aktivno, iskustveno i problemsko učenje	Provedeno više od 180 radionica u prvoj godini, uz sudjelovanje više od 450 djece i učenika
Javna događanja	STEM manifestacije, Festival znanosti, Večer matematike i slični događaji	Partnerske škole, ZTK IŽ, uz mentorsku podršku Istarskog veleučilišta	Učenici, roditelji, lokalna zajednica	Popularizacija STEM-a u javnom prostoru	Jačanje vidljivosti projekta i stvaranje lokalne STEM zajednice
Diseminacija	Objave, fotografiranje, promotivni materijali, prezentacije i plakati	Svi projektni partneri	Javnost, škole, lokalna zajednica	Informiranje javnosti o projektnim aktivnostima	Povećana prepoznatljivost projekta i njegovih rezultata
Razvoj STEM zajednice	Umrežavanje škola, ZTK IŽ, Istarskog veleučilišta i lokalne zajednice	Svi projektni partneri	Obrazovne ustanove, učenici, lokalna zajednica	Dugoročno jačanje STEM „ekosustava“ u Istri	Stvoren model suradnje i koncepata koji se može primijeniti i nakon završetka projekta

Izvor: autori.

5. Prenosivi koncepti uvođenja STEM-a u obrazovni proces

Na temelju projektnih iskustava može se oblikovati koncept koji uključuje pet međusobno povezanih razina: institucionalno partnerstvo, razvoj kompetencija nastavnika, mentorsku podršku, provedbu učeničkih aktivnosti te diseminaciju i održivost. Ove razine ne treba promatrati linearno, nego kao ciklus u kojem se iskustva iz provedbe vraćaju u planiranje novih i boljih aktivnosti.

5.1. Institucionalno partnerstvo kao preduvjet održivosti

Prva razina koncepta odnosi se na partnerstvo. Uvođenje STEM-a u obrazovni proces lakše je kada škola nije izolirana, nego surađuje s visokoškolskim ustanovama, organizacijama tehničke kulture, lokalnom zajednicom i realnim sektorom. U projektu I-STEM takvo partnerstvo omogućilo je razmjenu prostora, opreme i materijala, stručnih kompetencija i iskustava. Visokoškolska ustanova preuzela je ulogu stručnog oslonca, škole su omogućile neposrednu primjenu s učenicima, a Zajednica tehničke kulture djelovala je kao koordinacijsko i diseminacijsko središte. Za obrazovne ustanove to znači da je STEM poželjno planirati kao mrežu suradnje. Škola može identificirati vlastite kapacitete, ali i resurse dostupne u okolini: laboratorije, centre za popularizaciju znanosti, stručnjake, udruge, poduzetnike, lokalne ustanove i javne manifestacije. Time STEM aktivnost dobiva stvarni kontekst i prestaje biti izdvojena aktivnost jedne učionice, a resursi dostupni školi rastu kroz takvu suradnju.

5.2. Razvoj kompetencija nastavnika i koordinatora

Druga razina koncepta odnosi se na razvoj kompetencija nastavnika. U projektu I-STEM izobrazbe nisu bile usmjerene samo na prijenos sadržaja, nego na razvoj sposobnosti planiranja STEM aktivnosti. Nastavnici i koordinator sudjelovali su u pokaznim radionicama, analizirali njihove metodičke elemente i promišljali kako ih prilagoditi vlastitim učenicima. Time su izobrazbe imale dvostruku funkciju: bile su oblik stručnog usavršavanja i laboratorij za oblikovanje novih ideja. Pri uvođenju STEM-a nastavnik treba znati odabrati temu, definirati ishode, predvidjeti razinu složenosti zadataka, pripremiti materijale, procijeniti sigurnosne uvjete, organizirati rad u skupinama i osmisliti završnu refleksiju. Posebno je važno da aktivnost ne bude samo atraktivan pokus, nego obrazovno smislen proces koji učenike vodi od pitanja i postavljanja hipoteze prema rezultatima i zaključku.

5.3. Mentorstvo kao most između izobrazbe i prakse

Treća razina koncepta jest mentorstvo. Iskustvo projekta pokazuje da izobrazba sama po sebi nije dovoljna za stabilno uvođenje STEM-a u praksu. Nastavnicima je potrebna podrška u trenutku kada opće ideje pretvaraju u konkretnu radionicu, kada se susreću s ograničenjima prostora, opreme, vremena i različitih potreba učenika. Individualizirano mentorstvo omogućuje prilagodbu savjeta stvarnim uvjetima pojedine škole ili organizacije. Mentorstvo u projektu I-STEM obuhvatilo je uvodne sastanke, pregled prostora i opreme, prijedloge aktivnosti, demonstracije pokusa, nadzor pripreme i praćenje provedbe. Takav pristup može se primijeniti i u drugim projektima: mentor ne zamjenjuje nastavnika, nego ga osnažuje da samostalno planira, provodi i vrednuje aktivnost. Time se povećava vjerojatnost da će STEM praksa ostati u školi i nakon završetka projekta.

5.4. Iskustvene, problemske i interdisciplinarne aktivnosti

Četvrta razina odnosi se na samu provedbu STEM aktivnosti s učenicima. Projekt I-STEM pokazuje da su osobito učinkovite aktivnosti koje učenike stavljaju u aktivnu ulogu: *escape room*, lov na blago, laboratorijski pokusi, projektni zadaci, 3D modeliranje, izrada jednostavnih tehničkih rješenja i istraživačke aktivnosti. U takvim aktivnostima učenici ne slušaju samo objašnjenje, nego rješavaju zadatak, surađuju, promatraju pojave, donose zaključke i povezuju više područja znanja (Thomas, 2000). Interdisciplinarnost se ostvaruje kada se, primjerice, forenzički zadatak poveže s kemijom, fizikom, biologijom i logikom; kada se izrada vjetrenjače poveže s prirodom, tehničkom kulturom, fizikom i inženjerstvom; ili kada se filtracija i problem mikroplastike povežu s kemijom,

ekologijom, tehnologijom i odgovornim ponašanjem prema okolišu. Takav pristup učenicima pokazuje da STEM nije skup nepovezanih školskih predmeta, nego način razumijevanja i rješavanja stvarnih problema.

5.5. Inkluzivnost i diferencijacija STEM aktivnosti

Peta razina koncepta odnosi se na inkluzivnost. STEM aktivnosti trebaju biti dostupne učenicima različite dobi, razine predznanja, interesa i potreba. U projektu I-STEM zasebno su obrađene metode rada s učenicima nižih i viših razreda osnovne škole, učenicima srednjih škola, darovitom djecom i djecom s teškoćama u razvoju. Time je naglašeno da isti STEM sadržaj ne mora i ne smije biti jednak za sve skupine učenika.

Diferencijacija se može provesti promjenom težine zadatka, količine uputa, trajanja aktivnosti, vrste materijala, načina komunikacije i oblika podrške. Darovitim učenicima mogu se ponuditi složeniji problemski zadaci, povezivanje više STEM područja i veća samostalnost. Djeci s teškoćama u razvoju potrebno je osigurati jasne upute, vizualnu podršku, jednostavnije korake, asistivne materijale i atmosferu u kojoj se vrednuje sudjelovanje i napredak. Inkluzivni STEM nije pojednostavljivanje do neprepoznatljivosti, nego prilagodba koja svakom učeniku omogućuje aktivno sudjelovanje. U tablici 2 prikazan je Prijedlog modela za planiranje STEM aktivnosti u obrazovnom procesu izrađen na temelju studije slučaja iz projekta I-STEM.

Povezivanje STEM-a i s digitalnom tranzicijom posebno je važno jer obrazovni sustavi trebaju razvijati digitalne kompetencije učenika i nastavnika te poticati smisleno korištenje digitalnih tehnologija u učenju i poučavanju (European Commission, 2021). Suvremeni STEM pristup ne može se odvojiti od zelene i digitalne tranzicije. Zelena tranzicija učenike usmjerava prema razumijevanju održivosti, zaštite okoliša, obnovljivih izvora energije i odgovornog korištenja resursa. Digitalna tranzicija uključuje razvoj digitalnih kompetencija, primjenu digitalnih alata, modeliranje, prikupljanje i obradu podataka te razumijevanje tehnologija koje mijenjaju svakodnevni život i tržište rada.

Tablica 2. Prijedlog modela za planiranje STEM aktivnosti u obrazovnom procesu na temelju studije slučaja iz projekta I-STEM

Razina planiranja	Ključno pitanje	Primjer iz I-STEM-a	Moguća primjena u školi
Partnerstvo	Tko osigurava znanje, prostor i podršku?	Suradnja veleučilišta, škola i ZTK IŽ-a	Uključivanje lokalnih stručnjaka, udruga i laboratorija
Izobrazba	Koje kompetencije nastavnik treba razviti?	Deset tematskih izobrazbi za nastavnike za različite skupine učenika	Plan stručnog usavršavanja nastavnika za STEM aktivnosti
Mentorstvo	Kako se opća ideja pretvara u izvedivu radionicu?	Individualna mentorstva (tko, što, kako, kada, zašto i čime) i nadzor pripreme aktivnosti	Mentorski parovi, konzultacije i demonstracije pokusa
Radionica	Što učenik aktivno radi?	Escape room, lov na blago, 3D modeliranje, laboratorijski pokusi	Problemski zadaci, projektni rad i istraživačke aktivnosti
Diseminacija	Kako se aktivnost povezuje sa zajednicom?	Festival znanosti, javna događanja i promotivni materijali	Dani STEM-a, manifestacije, obilježavanja važnih datuma, izložbe, školski projekti i objave rezultata

Izvor: autori.

U projektu I-STEM ove su dimenzije uključene kroz aktivnosti povezane s obnovljivim izvorima energije, filtracijom, mikroplastikom, 3D modeliranjem, digitalnim alatima i izradom promotivnih materijala. Za obrazovni proces to znači da STEM aktivnosti trebaju učenike voditi prema razumijevanju šireg društvenog konteksta. Pokus ili tehnički zadatak postaje obrazovno snažniji kada se poveže s pitanjima održivosti, odgovornosti, inovacija i stvarnih potreba zajednice što treba biti neizostavna misao vodilja pri oblikovanju ovih aktivnosti.

6. Diskusija: stručne implikacije za obrazovnu praksu

Sustavno uvođenje STEM-a zahtijeva osposobljene nastavnike, dostupne resurse, institucionalnu podršku i kontinuitet provedbe, što se u literaturi te prioritetima EU navodi kao jedan od važnih preduvjeta kvalitetnog STEM obrazovanja (National Research Council, 2011). Analiza projekta I-STEM upućuje na nekoliko stručnih implikacija:

- Uvođenje STEM-a u obrazovni proces treba planirati sustavno: Pojedinačna radionica može potaknuti interes učenika, ali trajni učinak zahtijeva osposobljene nastavnike, materijale, mentorsku podršku i kontinuitet.

- STEM aktivnosti trebaju biti metodički osmišljene: Atraktivnost pokusa ili tehnologije nije dovoljna ako nije povezana s jasnim ishodima učenja, pitanjima za raspravu i refleksijom učenika.

- Partnerstvo povećava kvalitetu i dostupnost STEM-a: Škole često raspolažu ograničenim resursima, ali suradnjom s visokoškolskim ustanovama, centrima tehničke kulture i lokalnom zajednicom mogu pristupiti opremi, stručnjacima i novim idejama.

- Mentorstvo, timski rad i podrška se pokazuje kao ključan mehanizam prijenosa znanja u praksu: Ono smanjuje nesigurnost nastavnika, potiče eksperimentiranje i pomaže prilagoditi aktivnosti stvarnim uvjetima.

- STEM mora biti uključiv: Učenici različitih sposobnosti i potreba mogu sudjelovati u STEM aktivnostima ako su one promišljeno diferencirane. Time se STEM ne predstavlja kao područje rezervirano samo za iznimno uspješne učenike, nego kao prostor u kojem svaki učenik može razviti znatiželju, vještinu istraživanja i osjećaj kompetentnosti.

7. Zaključak

Projekt I-STEM pokazuje da se projektne aktivnosti popularizacije STEM-a mogu oblikovati u stručni koncept primjenjiv u obrazovnom procesu i na taj način osigurati održivost ovog i sličnih projekata. Ključna vrijednost projekta nije samo u broju održanih izobrazbi, mentorstava, radionica i javnih događanja, nego u modelu suradnje i prijenosa znanja koji je pritom razvijen. Taj model uključuje partnerstvo institucija, stručno usavršavanje nastavnika, individualizirano mentorstvo, iskustvene radionice, inkluzivnu prilagodbu aktivnosti i povezivanje STEM-a s aktualnim društvenim izazovima.

Uvođenje STEM-a u obrazovni proces kroz projekt I-STEM može se sažeti kao prijelaz od jednokratne popularizacije prema održivom obrazovnom „ekosustavu“. Kada su nastavnici stručno osnaženi, kada imaju mentorsku podršku i kada su aktivnosti povezane s potrebama učenika i lokalne zajednice, STEM postaje dio svakodnevne obrazovne prakse. Takav pristup doprinosi razvoju znanja, vještina i interesa učenika te stvara temelje za dugoročno jačanje STEM kulture u Istarskoj županiji i šire.

Citirani izvori

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, VA: NSTA Press.

European Commission. (2021). Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age. Preuzeto s https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan

European Commission. (2026). STEM education and training. Preuzeto 18.05.2026. s https://education.ec.europa.eu/focus-topics/stem

Honey, M., Pearson G., & Schweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. National Academy of Engineering; National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=18612&page=5.

National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Washington, DC: National Academies Press.

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.

The concept of introducing STEM into the educational process through the case study of the I-STEM project

Summary

This paper presents a professional concept for introducing STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) into the educational process developed through the I-STEM – Synergy for the Development of STEM in Istrian county. STEM refers to an educational and professional approach that integrates science, technology, engineering, and mathematics, emphasising practical learning, research, problem-solving, and the development of new technologies. The paper starts from the need to design a sustainable, interdisciplinary and inclusive model of STEM popularization that connects higher education, schools, organizations and the local community. Based on the experience gained during the first year of project implementation, the paper develops a concept consisting of four interconnected components: capacity building of teachers and coordinators through targeted training, individualized mentoring in the preparation and implementation of activities, the use of experiential and problem-based workshops, and STEM dissemination through public events. Special attention is given to adapting activities to different age groups, working with gifted children, including children with developmental difficulties, and connecting STEM with the objectives of the green and digital transition. The I-STEM project is presented as a case study demonstrating how project activities can be transformed into a transferable professional model applicable in educational institutions and local STEM "ecosystems".

Keywords: *STEM education, educational process, project-based learning, mentoring, STEM community*