

ЗБОРНИК РАДОВА VII МЕЂУНАРОДНЕ КОНФЕРЕНЦИЈЕ О НАСТАВИ ФИЗИКЕ У СРЕДЊИМ ШКОЛАМА



Алексинач, 2019.

ЗБОРНИК РАДОВА

**7. МЕЂУНАРОДНЕ КОНФЕРЕНЦИЈЕ
О НАСТАВИ ФИЗИКЕ У СРЕДЊИМ ШКОЛАМА**

АЛЕКСИНАЦ, 17 – 19. март 2019.

*Програмски одбор
конференције:*

1. И. Авиани (Сплит)
 2. М. Бабић (Бијељина)
 3. А. Богојевић (Београд)
 4. Д. Димитријевић (ДФН)
 5. Н. Ерцег (Ријека)
 6. А. Жекић (Београд)
 7. Т. Јовановић (Ниш)
 8. С. Јокић (Београд)
 9. А. Канцлер (Марибор)
 10. М. Ковачевић (Крагујевац)
 11. В. Мешић (Сарајево)
 12. М. Митровић (Београд)
 13. Б. Митревски (ДФМ)
 14. Љ. Нешић (Ниш), председник
 15. Д. Никезић (Крагујевац)
 16. С. Радуловић (Алексинач), секретар
 17. Р. Репник (Марибор)
 18. М. Стојановић (Нови Сад), потпредседник
 19. П. Николаус (Ријека)
 20. М. Шћепановић (Подгорица)
5. Д. Петковић
 6. С. Радуловић
 7. Б. Симић
 8. В. Младеновић
 9. С. Величковић
 10. Г. Жалац
 11. С. Петровић
 12. Н. Стојковић
 13. Т. Франета
 14. М. Крстић
 15. М. Божић
 16. М. Чоловић
 17. А. Петровић
 18. М. Бабић
 19. Д. Димитријевић

Организациони одбор:

1. Н. Станковић, председник
2. Д. Вељковић, потпредседник
3. Ч. Ракић
4. Ј. Тончић

Уредник:

Љубиша Нешић

Технички уредници:

Лазар Раденковић

Милан Милошевић

Наслов:

„Зборник радова 7. Међународне конференције о настави физике у средњим школама“

Покровитељ:

Општина Алексинац

Издавач:

Алексиначка гимназија и

„Klett“ Издавачка кућа д.о.о., Београд

За издавача:

Мр Данијела Вељковић

Штампарија: Цицеро, Београд

ISBN: 978-86-81182-01-7

Тираж: 300 примерака

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

371.3::53(082)

МЕЂУНАРОДНА конференција о настави физике у средњој школи (7 ; 2019 ; Алексинац)

Зборник радова 7 Међународне конференције о настави физике у средњој школи, Алексинац, 17 - 19. март 2019. / [уредник Љубиша Нешић]. - Алексинац : Алексиначка гимназија ; Београд : Klett, 2019 (Београд : Цицеро). - 409 стр. : илустр. ; 24 cm

Текст ћир. и лат. - Радови на срп., енгл. и мак. језику. - Тираж 300. -

Стр. 7: Предговор / Љубиша Нешић. - Напомене и библиографске референце уз текст. - Библиографија уз сваки рад. - Регистар.

ISBN 978-86-81182-01-7 (АГ)

а) Физика - Настава - Методика - Зборници
COBISS.SR-ID 274320652

Fizika u STEM-u

Milan S. Kovačević, Ljubica Kuzmanović

Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac, Srbija

Apstrakt. Pojam STEM javlja se kao ankrnim, koji se odnosi na nekoliko akademskih disciplina: nauka (Science), tehnologija (Technology), inženjering (Engineering) i matematika (Mathematics). Ideja je u interdisciplinarnom pristupu u obrazovanju učenika u ove četiri discipline. Na taj način, STEM integriše ove četiri oblasti u jednu kohezivnu paradigmu učenja sa akcentom na primeni stečenih znanja. Incijativa za STEM je potekla iz SAD-a, i prema mišljenju brojnih američkih stručnjaka, STEM veštine ne treba izučavati izolovano poput posebnih predmeta, već ih treba implementirati u sve škole bez obzira na dominantni profesionalno-obrazovni profil za koji se učenik opredelio. Bez obzira čime će se pojedinac baviti, STEM predmeti biće mu neophodni za uspešno snalaženje na sadašnjem i budućem tržištu rada. Brojni primeri iz svakodnevnog života podstiču svetske stručnjake da stalno ukazuju na lidersku ulogu fizike u STEM obrazovanju. Ovo posebno ističu članovi Američkog udruženja nastavnika fizike (American Association of Physics Teachers, AAPT) koji propagiraju tezu „Prvo fizika” (eng. *Physics First*). Oni ukazuju na potrebu da se fizika počne izučavati pre i hemije i biologije. S obzirom na standarde koje zahteva približavanje STEM-u i u našim školama, u ovom radu je implementirana ideja STEM obrazovanja kroz projekat u kome dominira fizika kao naučna disciplina. Projekat je tako osmišljen da se može realizovati na časovima fizike u našim srednjim školama. Ideja je da se nastavnicima fizike pomogne da učenicima predstave prirodne nauke koje treba da dovedu do inovacija, što i jeste ideja vodilja STEM-a: „*Educate to innovate*”.

Ključne reči: fizika, matematika, hemija, biologija, tehnologija, inženjerstvo.

STEM 2009

Incijativa za izučavanje nauka po STEM modelu je potekla iz SAD-a 2009. godine na preporuku administracije predsednika Baraka Obame u okviru kampanje „*Educate to innovate*”. On se 2011. godine obratio Kongresu i naciji sa porukom „*This is our generation’s Sputnik moment.*” To je bio poziv državi da poveća ulaganja u tehnološke inovacije i obrazovanje kako bi SAD ostale konkurentne sa drugim zemljama i kako bi se još jače podstakao ekonomski rast države, očuvanje nacionalne bezbednosti i pokretanje genijalnosti [1-6]. Sa milionima sredstava za obuku nastavnika, stipendije, istraživanja, STEM postaje prioritetni model u obrazovnoj praksi. Od edukatora se traži da odrede prioritete učenja veština za 21. vek. Tako 2014. godine u SAD administracija ulaže 3.1 milijardu dolara u federalne programe za STEM obrazovanje, što je za 6.7% bilo više u odnosu na 2012. godinu. Investicija je iskorišćena za zapošljavanje i podršku STEM nastavnika, kao i za podršku STEM inovativnim mrežama. Veliki deo budžeta je određen za napredne istraživačke projekte u obrazovanju kako bi se bolje prihvatile i razumele

технологije učenja za nove generacije. STEM postaje ključna komponenta „zaokruženog“ obrazovanja za sve učenike – obrazovanje koje pruža pristup naukama, društveno-humanističkim studijama, književnosti, umetnosti, zdravlju kao i učenju drugih jezika. Proces učenja i praktikovanja STEM disciplina može „usaditi“ učenicima i studentima strast za istraživanje, otkrivanje i negovanje veština kao što su upornost, timski rad i primena stečenih znanja u novim situacijama. Stručnjaci tvrde da su to tipovi razmišljanja i navika koje pokazuju sposobnost za akademsku upornost i doživotno učenje u svetu koji se brzo menja.

STEM 2026

THE STEM 2026 VISION

INNOVATIVE MEASURES OF LEARNING



FLEXIBLE LEARNING SPACES



SOLVING RELEVANT GRAND CHALLENGES



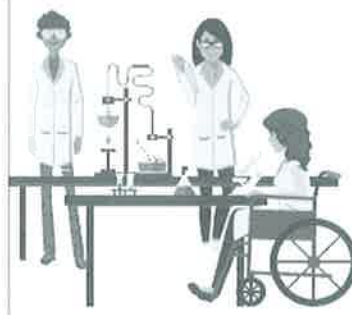
ACCESSIBLE ACTIVITIES THAT INVITE PLAY & RISK



ENGAGED & NETWORKED COMMUNITIES OF PRACTICE



PROMOTING DIVERSITY



SLIKA 1. STEM vizija 2026 [5]

STEM u Evropi

Danas širom Evrope postoje škole koje se karakterišu kao STEM. Ipak još uvek ne postoji jedinstven spisak kriterijuma koje škola treba da ispuni da bi mogla biti zvanično deklarirana kao STEM škola. U vezi sa tim, od 2017. godine je aktivan evropski projekat „STEM School Label“ [6], čiji je cilj da postavi jedinstvene kriterijume na nivou Evrope za vrednovanje uspešnosti i kreiranje modela rada koje treba škole da sprovedu da bi se nazvale STEM školama. Kao glavne karakteristike STEM obrazovanja koje se navode u ovom projektu su: personalizacija nastavnog procesa, problemski pristup učenju, interdisciplinarnost, povezivanje sa industrijom, povezivanje sa drugim školama i lokalnim zajednicama, pristup modernim tehnologijama itd.

STEM u Srbiji

U Srbiji je još uvek mali broj škola u kojima nalazimo STEM model obrazovanja tek u nekoj početnoj formi. Inače značajno je zabeležiti da postoji određeni broj kurseva u raznim edukativnim centrima koji se bave novim pedagoškim modelima STEM obrazovanja. Centar za promociju nauke u našoj zemlji je uključen u upoznavanje sa STEM-om i u svom Mejkers spejsu za članove organizuje kurseve iz STEM oblasti. Dobra okolnost je da su i u našoj zemlji dostupni STEM seminari nastavnicima. Ističemo uspešnu aktivnost profesora Stevana Jokića koji kroz svoje projekte „*Obrazovanje za održivi razvoj*“ i „*Ruka u testu*“, prvi uvodi STEM model obrazovanja u praksi [7,8]. Nastavnicima su, u okviru projekata „*Ruka u testu*“, u sklopu projekata EU-FP7-Fibonači i EU SUSTAIN, podržanih i od SANU, stavljeni na raspolaganje potrebni resursi koji im, bez obzira na programe, omogućuju da primenom istraživačkog i interdisciplinarnog pristupa obrade sa učenicima kompleksne teme iz oblasti održivog razvoja, klimatskih promena itd. U okviru nekih seminara, kao na primer „*Inovativni eksperimenti u nastavi fizike*“ na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu, je jedan deo aktivnosti posvećen upoznavanju nastavnika sa osnovnim principima STEM obrazovanja kao i ulozi fizike u STEM-u [9-11]. Takođe, ističemo vest da se u Beogradu krajem februara 2019. godine održava međunarodna konferencija „*Ka odgovornom STEM obrazovanju*“. Učesnici će imati priliku da čuju brojne domaće i strane predavače, kao i da učestvuju u raznovrsnim STEM radionicama. Treba istaći da postoji i saradnja sa zemljama u okruženju. Jedan od STEM seminara je počeo u januaru 2018. godine u stanici Petnica, a završio se u Biznis inkubatoru Sveučilišta u Osijeku u junu 2018.

Projektni pristup STEM modelu

Postoji širok spektar primera interdisciplinarnog podučavanja, bez obzira na važeće kurikulume, gde bi učenici u jednom „mešanom“ okruženju stekli obrazovanje koje bi bilo održivo. Kroz istraživanje određenih tema, učenici bi se već u školi suočili sa izazovima koji ih očekuju u budućnosti. Kao dobra aproksimacija STEM učenja jeste projektna nastava. Koncept projektne nastave se zasniva na samostalnosti učenika pri traženju odgovora na pitanje ili problem koji se rešava. Akcenat je na procesima misaone aktivnosti učenika. Rad učenika

podrazumeva više etapa koje se mogu sumirati na sledeći način: zapažanje problema, upoznavanje problema, postavljanje hipoteze, razmišljanje o načinima rešavanja, istraživački plan, eksperiment, izvođenje zaključaka, prezentacija, vrednovanje rada. Ovakav koncept je realizovan nedavno na Institutu za fiziku Prirodno-matematičkog fakulteta u Kragujevcu, sa maturantima Prve i Druge kragujevačke gimnazije u okviru istraživačkog dana „Budi i ti fizičar jedan dan“ [17].

STEM u praksi

Profesor fizike može realizovati niz istraživačkih tema zajedno sa profesorima hemije, biologije, matematike, tehnologije i dr. Projekti mogu trajati jedan nastavni čas, jedan dan, mesec ili duže. Prema broju učesnika, projekti mogu biti individualni, u paru, u grupi, razredni i školski. Kao primer navodimo temu *Solarna energija*. Učenicima bi trebalo najpre da se ukaže na važnost solarne energije. Poslednjih nekoliko godina na medijskoj i političkoj sceni zapadnog sveta traje prava histerija oko globalnog zagrevanja. Na slici 2 prikazana je emisija CO₂ kao jednog od uzroka globalnog zagrevanja. Pred današnjom generacijom mladih se nalazi jedan od velikih izazova pronalaska novih materijala za izradu solarnih ćelija radi povećanja efikasnosti konverzije sunčeve energije u električnu. Rezultat ovog STEM projekta treba da bude upoznavanje sa osnovnim fizičkim zakonima je koji se tiču fotonaponske konverzije energije Sunčevih zraka u električnu energiju uz pomoć solarnih ćelija.

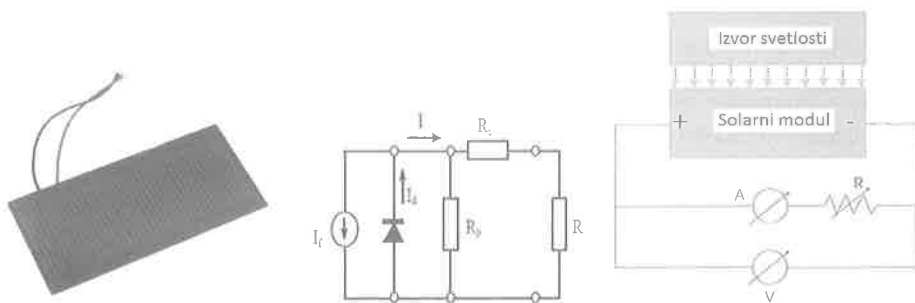


SLIKA 2. Emisija CO₂ iz fosilnih goriva i industrije.

Aspekti ovog projekta kroz STEM pristup se mogu videti kroz sledeće segmente:

1) **Stem:** Kada je reč o fizici, postoji širok spektar nastavnih jedinica koje se mogu obraditi kroz istraživačku temu solarne energije, kao na primer: fotoelektrični efekat, pretvaranje energije Sunca u električnu energiju, Sunce kao najbliža zvezda, termonuklearne reakcije,

plazma kao četvrto agregatno stanje i dr. Kada se govori o solarnoj ćeliji nameće se pitanje poluprovodnika i p-n spoja, tankih slojeva, poluprovodničkih elementa i jedinjenja, slobodnih elektrona i šupljina u poluprovodnicima, teorije energetske zone, primesnih poluprovodnika, osnovnih osobina amornog i polikristalnog silicijuma. Može se meriti strujno-naponska karakteristika solarne ćelije, i proceniti neki osnovni parametri za datu solarnu ćeliju.



SLIKA 3. Solarna ćelija i ekvivalentna šema za merenje I-V karakteristike.

2) sTem: U okviru dela koji se tiče tehnologije mogu se obraditi teme koje se tiču proizvodnje solarnih ćelija, solarnih ćelija od monokristalnog silicijuma, solarnih ćelija od polikristalnog silicijuma, solarnih ćelija od amornog silicijuma, solarnih ćelija od drugih materijala, perspektive razvoja, tankoslojnih tehnologija. Na slici 4, kroz slike je prikazan postupak izrade solarnih ćelija.