

POSTUPNO UVOĐENJE STEM PODRUČJA U ŠKOLSKI KURIKULUM ILI MORA LI STEM BITI REVOLUCIJA

Sanda Milošević¹

Sažetak

Obrazovanje može uspjeti samo ako odabere nove metode posredovanja kao i starosne i rodne specifičnosti. U posljednje vrijeme se kao aktualno pitanje, ne samo u obrazovanju nego i u politici nameće pitanje STEM područja i njegovo uvođenje u školski kurikulum. Mišljenja se smije njuju od početnog oduševljenja i naslova „STEM revolucija“ do vrlo oštre kritike i protivljenja. Pitanje finansiranja predstavlja dodatni problem. Međutim, ovom pitanju se ne smije pristupati površno jer STEM područje predstavlja „klasičnu temu presjeka“ koja utječe ne samo na jednu nego na mnogo različitih politika. Postoji mnogo regionalnih, nacionalnih i međunarodnih inicijativa koje pokušavaju promicati STEM u najširem smislu i na različite načine. Ciljevi su široki i ambiciozni, ali što EU radi i konkretno poduzima radi promicanja STEM profesionalaca? Ne postoji paneuropska strategija koja rješava problem iz korijena. Generalni ravnatelj EU za obrazovanje navodi da EU kada je u pitanju STEM okvir, svoje članice može podržati samo formalno, primarna odgovornost ostaje na nacionalnoj razini. Kako bi naši učenici usvojili ključne vještine i kompetencije nužne za njihov napredak u suvremenom okruženju, potrebna je promjena sadašnje obrazovne paradigme bazirane na nastavnim sadržajima i zaokret ka ishodima učenja i ka međupredmetnim vezama (pristup STEM). To ne znači nužno provedbu reforme i „revolucionarno“ uvođenje STEM pristupa, moguće je odabrati najučinkovitije načine primjera i iskustava u međunarodnoj usporedbi i započeti postupnim uvođenjem STEM pristupa školski kurikulum.

Ključne riječi: STEM pristup obrazovanju, promicanje talenata, znanstveno-tehnička pismenost

Summary

Education can only succeed if you choose new mediation methods as well as age and gender specifics. Recently, as a topical issue, not only in education but also in politics, is the question of the STEM area and its introduction into the school curriculum. Opinions shift from the initial enthusiasm and the title “STEM REVOLUTION” to very fierce criticism and opposition. The issue of financing is an additional problem. However, this issue should not be approached superficially because the STEM area represents a “classic cross section” that affects not just one but many different policies. There are many regional, national and international initiatives that try to promote STEM in the widest sense and in a variety of ways. The goals are broad and ambitious, but what does the EU do and specifically take to promote STEM professionals? There is no pan-European strategy that solves the root problem. The EU’s Director General for Educa-

1 Doktorand na Sveučilištu Josipa Jurija Strossmayera u Osijeku, Doktorska škola Kulturologija; pomoćnik direktora u JU OŠ „Mladen Stojanović“ Laktaši; sandokan@teol.net

tion states that the EU, when it comes to the STEM framework, can only support its members formally and that primary responsibility remains at national level. In order for our students to adopt the key skills and competencies necessary for their advancement in the contemporary environment, it is necessary to change the current educational paradigm based on teaching contents and to turn to learning outcomes and interpersonal relationships (STEM approach). This does not necessarily mean the implementation of the reform and the "revolutionary" introduction of the STEM approach, it is possible to choose the most efficient ways in examples and experiences in international comparison and to start with the gradual introduction of the STEM approach to the school curriculum.

Keywords: *STEM approach to education, promotion of talents, scientific-technical literacy*

Uvod

„I znanost i umjetnost imaju zajednički cilj, spoznati svijet, razlikuju se samo u metodama koje pri tom koriste.“
Školski udžbenik iz SAD

Termin „obrazovanje STEM“ znači podučavanje i učenje u oblasti prirodnih nauka, tehnologije, inženjerstva i matematike (akronim STEM potiče od prva četiri slova engleskih riječi za navedene oblasti. (Kada bismo željeli prevesti ovaj akronim u kontekst našeg obrazovnog sustava, možemo reći da obrazovanje STEM predstavlja obrazovanje u oblasti prirodnih nauka (u višim razredima su to mahom zasebni predmeti biologija, hemija, fizika, geografija), tehnike i informatičkih tehnologija (predmeti tehničko vaspitanje i informatika), te matematika. Obrazovanje STEM uključuje sve obrazovne aktivnosti tijekom svih razvojnih perioda, u formalnom ali i neformalnom smislu. Osnovna ideja pristupa STEM je da se umjesto fokusa na zasebne discipline, podučavanje različitih predmeta međusobno poveže i, ukoliko je moguće, integrira na osnovu veza baziranih na praktičnim primjenama. Centralni ciljevi STEM obrazovanja su:

a) podučavanje temeljne STEM kompetencije za razumijevanje elementarnih procesa u prirodi i tehnologiji i za procjenu socijalnog, ekonomskog i kulturnog napretka od znanstvenih saznanja i tehničkih inovacija. Ova obrazovna misija ima za cilj educirati djecu i mlade, upoznati ih sa znanstveno tehničkim okruženjem i osnažiti ih za društvo u kojem su uspjesi povezani sa šansama i rizicima. Oni bi trebali biti osposobljeni da mogu kompetentno procijeniti društvene promjene.

b) jedno rano i kontinuirano promicanje nadarenih mladih ljudi tako da se njihove sklonosti i sposobnosti mogu prepoznati u toku obrazovanja, a time se može odrediti i razvijati i njihova profesionalna karijera (poticanje talenata). Ova obrazovna misija ima za cilj osigurati programe podrške, kako bi se mladi talentirani ljudi za STEM područja i zanimanja pripremili i motivirali, što bi ih takođe potaknulo za nastavak karijere u tom području. Ova dva cilja pretpostavljaju različite metode STEM obrazovanja. Vrijednost obrazovanja za znanstvenu i tehničku kompetenciju leži na sadržini obrazovnog programa koji se vezuje za promatranje životnog okruženja i jako se oslanja na prosuđivanje, dok obrazovanje koje potiče talente počiva na kontinuiranoj ponudi obrazovnog sadržaja unutar i izvan institucionalnog obrazovanja. Oba oblika STEM obrazovanja usidrena su u obrazovnim programima u isto vrijeme.²

2 Mitglieder der interdisziplinären Arbeitsgruppe; Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland

Novija istraživanja - STEM obrazovanje u međunarodnoj usporedbi

Prilikom predstavljanja rezultata napravljena je razlika između *cilja za poticanje talenata* (čiji je sekundarni cilj pridobiti više mladih ljudi za obrazovanje u STEM područjima i zanimanjima) i razvoja *znanstvene i tehničke kompetencije* (sa sekundarnim ciljem, promicanje osnovnih vještina i sposobnosti prosuđivanja).

Tako je na primjer u Finskoj prema rezultatima Rose studije (Sjoeberg/Schreiner 2005) interes za tehnička zanimanja jako nizak u europskoj usporedbi, iako su postignuća učenika u toj zemlji jako visoka. Norveška i Danska, koje su uvele reformu STEM nastave, uspjele su prilično zainteresovati učenike za STEM područja ali još uvijek i kod njih postoji akutni nedostatak kvalificiranih radnika u većini STEM profesija.

Što se tiče znanstvene i tehničke kompetencije (OECD 2008, 2009 b.) u internacionalnom poređenju dobar položaj imaju one države koje su devedesetih godina na bazi novih saznanja i istraživanja u oblasti obrazovanja, uvele STEM obrazovanje kao reformu (Skan-dinavija, Istočna Europa). Reforma je uključivala uvođenje više samoodređenih dijelova lekcija, jačanje prakse i orijentacije na projekte, jaču usredotočenost na nove oblike učenja (učenje temeljeno na istraživanju, kao i i interdisciplinarnu obuku kompetentnih predavača i nastavnog osoblja). Druge države, među njima i Njemačka, slijedile su strategiju postupnog uvođenja STEM programa u obrazovanje. Ove države su internacionalnoj usporedbi za znanstvene i tehničke oblasti bile ocijenjene kao manje uspješne. Francuska, Španija i Italija imaju slične probleme u vezi sa STEM obrazovanjem. U Velikoj Britaniji se mnogo investiralo u opće STEM obrazovanje kroz PUSH programe. Ipak to u usporednim rezultatima PISA ili OECD studije barem u odnosu ne kompetencije znanja ima nizak utjecaj. U vezi sa programom poticanja talenata rezultati su manje jasni. Uobičajeni OECD indikatori, kao što su izdaci za obrazovanje (apsolutni ili po glavi stanovnika, udio bruto domaćeg proizvoda (BDP), trajanje školovanja (ISCED indikatorski sustav) itd. ne pokazuju se kao odlučujuće veličine kada je riječ o pitanju učinkovitosti poticanja talenata u smislu atraktivnosti odabira STEM područja ili zanimanja.³

Njemačka se u internacionalnoj usporedbi nalazi u srednjem rasponu kada se radi o povezanosti BDP i relativnih izdataka za obrazovanje. U apsolutnim brojevima ali takođe i troškovima za obrazovanje po glavi stanovnika Njemačka se nalazi na samom vrhu za područje Europe. Ipak broj diplomanata iz STEM područja obrazovanja do 2009. godine je stagnirao ili je bio u opadanju i tek sad ponovo polako raste. Koleracija između troškova obrazovanja po glavi stanovnika i broja mladih koji se odlučuju za studiranje na STEM studijima ne postoji ni kod drugih europskih zemalja. Za uspjeh poticanja talenata su mnogo relevantniji demografski faktori, strukovni razlozi i prije svega stupanj dosegnute tehničko-znanstvene modernizacije.

U nekim državama (kao na primjer Francuska) može se vidjeti pad broja novih studenata i gotovo se može pripisati padu nataliteta. U drugim državama su ciklusi godpodarskoga razvoja važni utjecajni čimbenici koji dovode do velikih fluktacija STEM stručnjaka nespремnost mladih da studiraju STEM predmete koje su procijenili kao izuzetno teške (na primjer USA, UK) važan utjecajni čimbenici su i kvote studenata po godini. U Skandinaviji su one veoma visoke (preko 70%) u Francuskoj i Velikoj Britaniji prema OECD-u

auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, 2012, str.14.

3 Ibidem, str.19.

prosječne, dok su u Njemačkoj kao uostalom i u mnogim južneoevropskim državama i dalje ispod prosjeka. Međutim, od posebne važnosti je da je u nekoj državi postavljen visok stupanj modernizacije i prosperitet. Što više modernizacije treba jedno društvo to je veća tendencija za znanstveno tehničkim zanimanjima i veća je atraktivnost za odabir ovih zanimanja i građenje karijere u ovoj oblasti. U tom smislu pronalazimo više diplomanata na STEM sveučilištima u onim europskim zemljama u kojima potoji potreba za modernizacijom (poput Portugala ili većini istočnoevropskih zemalja).

Ovo vrijedi još i više za jako razvijene zemlje poput Kine, arapskih zemalja u kojima STEM zanimanja obećavaju mogućnost društvenog napredovanja. Ipak individualno poticanje talenata kao sredstvo za povećanje atraktivnosti STEM obrazovnih sustava nije irelevantno. Dublje studije o individualnom životu i karijeri studenata i stručnjaka iz STEM područja pokazuju da su mnogi ljudi odabrali STEM programe jer su u obiteljima i u školi ili izvanškolskim aktivnostima ova područja intenzivno promicana. Poticanje talenata uvijek je uspješno ako je započeto rano, kontinuirano, nastavljeno i prilagođeno individualnim potrebama.⁴

STEM - sudbinsko pitanje za Europu

„Znanstveno-tehnička zanimanja smatraju se jednostranim, dosadnim i prikladnim samo za muškarce.“ Rezultat ovakvog mišljenja je ozbiljan nedostatak kvalificiranih radnika, a ovo opet predstavlja pritisak za gospodarski rast u Europi. Iako STEM discipline (informatika, matematika, prirodne znanosti i tehnika) nude mladim ljudima atraktivne karijere ipak se mali broj odlučuje za obrazovanje u ovim oblastima. Da bi se riješio ovaj problem politika, gospodarstvo i znanost moraju više da se zalažu za promicanje STEM disciplina.

EURACTIV.de daje europski pregled i pokazuje što su preduzele pojedine zemlje.

Europska unija

U Europi postoji nedostatak kvalificiranih radnika iz područja matematike, računarstva, prirodnih znanosti i tehnologije (STEM). Ovaj nedostatak ozbiljno prijeti gospodarskom oporavku. Poduzetnici se boje da neće moći u potpunosti iskoristiti svoj potencijal rasta u nadolazećim godinama. Visokokvalificirani radnici iz južne Europe sve više traže posao u strukturalno jakim zemljama kao što su Njemačka, Švedska, Austrija i Švicarska. Kratkoročno to stvara dobitnu situaciju kako za zemlje podrijetla radne snage, tako za zemlje njihovog odredišta, jer se ovim neuravnoteženosti tržišta rada mogu smanjiti. Međutim, u srednjovječnom i dugoročnom razdoblju kvalificirani radnici će trebati svojim zemljama. Nedostatak inženjera i znanstvenika dovest će do smanjenja produktivnosti i pada tržišnog udjela. STEM discipline su materijali na kojim je velikim dijelom suvremeno društvo izgrađeno. Infrastruktura, zdravstveni sustav, a velika većina proizvoda koje svakodnevno uzimamo zdravo za gotovo ne bi bila moguća bez tehnološkog razvoja. Novi izazovi kao što su klimatske promjene i starenje stanovništva traže nova rješenja temeljena na rezultatima tehnološkog razvoja.⁵

⁴ Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Acatech)/ VDI (2009): Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. München, Düsseldorf.

⁵ EURAKTIV.de; MINT – Schicksalsfrage für Europa<19.08.2018>

Primijenjene strategije u međunarodnoj usporedbi

Iz mnogobrojnih OECD studija i znanstvenih istraživanja mogu se izdvojiti četiri strategije za ispunjavanje nacionalnih potreba za radnom snagom iz STEM područja.

Zapošljavanje inozemnih stručnjaka

Ova strategija oslanja se na zapošljavanje vanjskih stručnjaka. Pretpostavlja se da je zemlja koja se oslanja na ovu strategiju atraktivna potencijalnim inozemnim stručnjacima. Uz to potrebno je da postoji i ekonomski poticaj za plaću i radne i životne uvjete. Opće pravilo je da zemlje koje puno ulažu u obrazovanje po glavi stanovnika takođe su uspješne i u privlačenju stranih kvalificiranih radnika. Ovu strategiju slijede prije svega USA i Velika Britanija, dijelom i Francuska. Zemlje sa engleskim govornim područjem su u ovoj strategiji uspješnije od drugih zbog njihove jezičke prednosti. Strategiju promicanja imigracije stručnjaka iz inozemstva, moguće je kontrolirati samo u ograničenoj mjeri. Jezičke barijere i povjesno razvijene veze između migracije i zemlje domaćina (na primjer kolonijalni status ili britanski Commonwealth) često su odlučujuće strukturne značajke koje imaju utjecati na migraciju stručnjaka. Osim toga, studijski programi su veoma usko stručno određeni i omogućuju samo u malom stupnju interprofesionalni napredak u karijeri.

Usaglašavanje obrazovnog sustava i tržište rada, kao i umrežavanje izvannastavnih programa i školskog obrazovanja

Ova strategija uključuje pokušaj, da se kroz izdiferencirane i sa praksom povezane obrazovne ponude privuče što veći broj mladih talenata u STEM području. Sustav obrazovanja je u ovom slučaju orijentiran na praksu. Studij i izbor karijere su usko povezani, interdisciplinarne komponente manje su izražene. Preduvjeti za ovo su rano prepoznavanje i promicanje talenata i podrška mladim ljudima od škole do započinjanja poslovne karijere. Već u školi postoji intenzivna orijentacija za određeno zanimanje. Ovaj model se uglavnom koristi u Nizozemskoj, a dijelom u Njemačkoj i Francuskoj. Ovo djelomično nadoknađuje nedostatak u STEM obrazovanju u školama. Ponude izvan školskih programa uglavnom služe promicanju talenata, a to rezultuje uspješnim zapošljavanjem stručnjaka.

Aktivna i otvorena suradnja i komunikacija sa znanosti (PUSH)

Ova strategija se koncentrira na vezu STEM obrazovanja u cilju poboljšanja znanstvenih saznanja kod stanovništva. U centru ove strategije stoji program „Public understand of science and humanites“ PUSH. Provodi se paralelno sa drugim strategijama. Strategija ponude diferenciranog obrazovanja u kombinaciji sa specijalnim PUSH ponudama daje dobre rezultate kad je u pitanju poboljšanje kompetencija u znanosti i tehnici. Ali ova strategija malo doprinosi promicanju talenata i povećanju interesovanja za studiranje u STEM područjima čak i zemlje sa veoma izraženom PUSH kulturom poput SAD i Velike Britanije pate od nedostatka kvalificiranih radnika i opada interesovanje za STEM zanimanja. U državama u kojima se PUSH koncept preuzeo kasnije, ali se aktualno stanje STEM pristupa u učenju ranije primijenilo mjerljiv je napredak u vezi sa kompetencijama za znanost i tehniku. Ovo je slučaj koji se vezuje za Finsku, Švedsku i Norvešku. Ipak, udio studenata koji studiraju u STEM područjima sličan je udjelu u Njemačkoj i Francuskoj. Dakle, sve aktivnosti ostaju neučinkovite ako nisu kontinuirane, promovirane na vrijeme i produbljivane.

Izgledi za uspjeh strategija

Nijedna od četiri strategije nije prikladna sama. Da bi se ispunila oba cilja STEM obrazovanja prikladnije je kombinovanje više strategija. Najvažnija saznanja koja su dobijena iz mnogih studija u različitim zemljama su da jednostavni i pojedinačni postupci neće dovesti dobrom rješenju. Ovo je frustrirajuće za sve one koji žele sa velikim inicijativama i programima uvesti STEM u obrazovanje. No znanstveno provedene procjene jasno govore da samo uz pomoć sustavne kombinacije mnogih reformi i mjera može se postići željeni cilj. Ono što je potrebno je:

- uska integracija školskih i izvanškolskih inicijativa, integrirana i umrežena ponuda STEM obrazovanja,
- rano započeto i kontinuirano STEM obrazovanje od vrtića do sveučilišnog stupnja,
- metoda „učenja temeljenog na istraživanju“ primjerena uzrastu učenika, a koja počiva na podučavanju iz STEM oblasti,
- paralelna i komplementarna aktivnost na promicanju općeg znanja o znanosti i tehnologiji i individualni razvoj talenata (sa posebnim naglaskom na mlade ljude i žene),
- živ i društveno učinkovit diskurs o mogućnostima, rizicima i uspjesima znanosti i tehnike za privredu društvo i kulturu.

Općenito važi što je veći udio STEM predmeta u školskom kurikulumu u cjelini, što se više pažnje poklanja različitim načinima podučavanja; što se više primjenjuje metoda „učenja zasnovanog na istraživanju“ to će istodobno povećati opće kompetencije u znanosti i tehnici i rezultiraće većim udjelom studenata u odgovarajućim STEM područjima.⁶

Zaključak

Usporedba obrazovnih sustava u Evropi pokazuje da nisu strukturne i formalne razlike presudne za uspješno provođenje STEM obrazovanja nego mnogo više didaktički pristupi i kontinuitet provedbe. Skandinavske zemlje koje su veoma uspješne u PISA testiranju počinju veoma rano sa uvođenjem znanja u tehnologiji, obrazuju nastavnike za ovu oblast, obraćaju pozornost na radnu ravnopravnost i poseban naglasak stavljaju na praktično orijentirano učenje i učenje vezano uz projekat. Važno je napomenuti da didaktički pristup koji se temelji na projektnim, autonomnim i kooperativnim metodama učenja statistički gledano ima najveći uticaj na pojedinačni izbor STEM predmeta koji se želi izučavati. Investiranje u didaktiku i moderne metode izučavanja u ovoj oblasti u svakom slučaju se isplati i donosi mnogo prednosti. Kao drugi faktor uspjeha prisutnosti STEM tematike u svim predmetima povezano je sa mogućnošću da se pored predmeta prirodnih znanosti takođe uvede i jedan tehnički ili da se ponudi jedno težište „Tehnike“ za izučavanje.

LITERATURA

1. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Acatech)/ VDI (2009): Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. München, Düsseldorf.
2. EURAKTIV.de; MINT – Schicksalsfrage für Europa

⁶ Vgl. Hiller 2010, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Acatech) 2011, 2009, Hiller/ Pfenning/Renn 2008.

3. 3.Hiller, S./Pfenning, U./Renn, O. (2008): Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des IdeenParks 2008. Universität Stuttgart/ThyssenKrupp-AG Düsseldorf. Stuttgart, Düsseldorf.
4. 4.Mitglieder der interdisziplinären Arbeitsgruppe; Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, 2012, str.14.
5. OECD (2008b): Higher Education to 2030. Vol. I. Demography. Paris.
6. OECD (2008c): Education at a Glance.
7. OECD Indicators. Paris. OECD (2009a): Creating Effective Teaching and Learning Environments. First Results from TALIS. Paris.
8. OECD (2009b): Evaluating and Rewarding the Quality of Teachers. International Practices. Paris.
9. OECD (2009c): Education Today – The OECD Perspective. Paris.
10. OECD (2010a): Education at a Glance. The OECD Indicators. Paris.
11. OECD (2010b): Recognising Non-Formal and Informal Learning. Paris. OECD (2010c): Closing the Gap for Immigrant Students. Paris