

# STEM in STEAM znanja nas povezujejo



Lenka Žigon, učiteljica kemije, Biotehniški center Naklo – srednja šola

Zadnja leta so prinesla mnogo nepričakovanih izzivov za učitelje, starše in učence. Učitelji smo se skupaj z mladimi podali na pot učenja v virtualnem okolju. Kmalu je postalo jasno, da drugačno pedagoško delo vključuje tudi veliko dodatnega znanja o učnih tehnologijah. Pred nami so nove naloge, predvsem, kako izpopolniti učno okolje, ki bo pritegnilo čim več mladih in jih hkrati postavilo pred nove izobraževalne izzive. Navsezadnje nas je novonastala situacija spodbudila, da iščemo najboljše povezave med znanostjo, tehnologijo, inženirstvom, in matematiko (STEM). Pri tem so pomembna tudi področja umetnostne vzgoje – angl. Art, ki dopolnjujejo prej omenjena znanja. Vse lahko povežemo v širši sklop izobraževanja, ki ga imenujemo STE(A)M.

**Ključni pojmi:** STEM, STEAM, SCIENTIX, European Schoolnet Academy, umetna inteligenca.

## Uvod

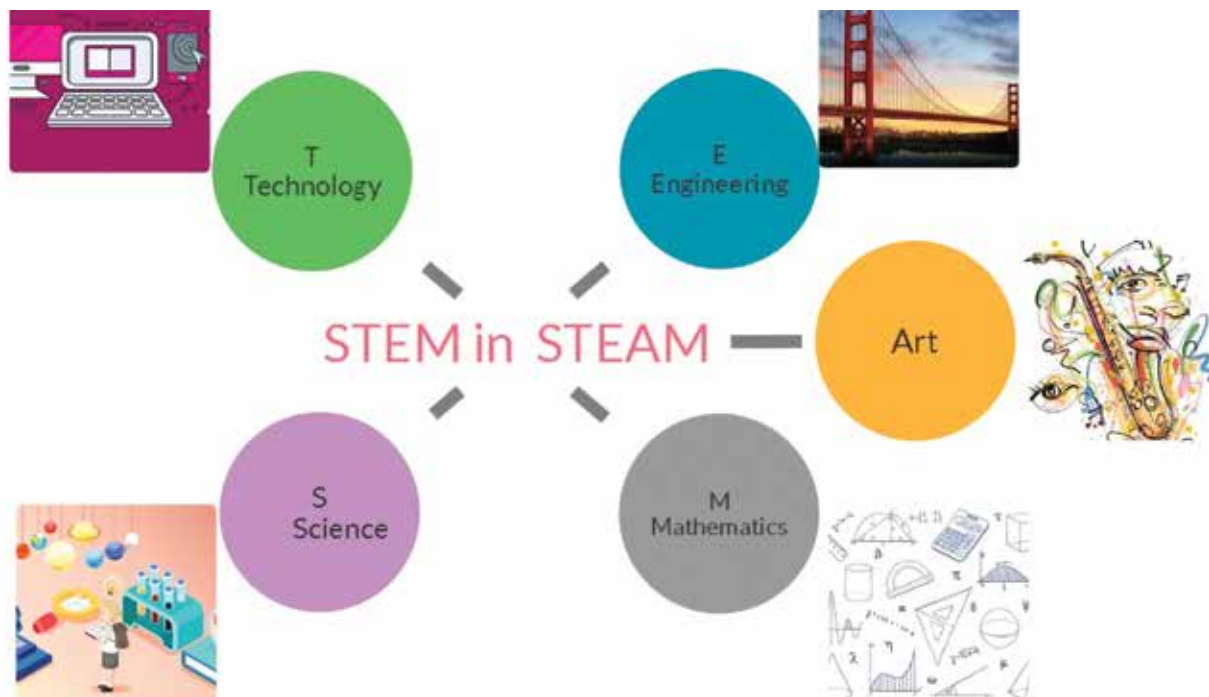
Ob pridobivanju novih znanj sem se jeseni 2020 udeležila spletne konference (SCIENTIX – European Schoolnet Academy) z naslovom STEM is Everywhere. Skupnost za naravoslovno-matematično izobraževanje v Evropi (SCIENTIX) vlaga veliko naporov v izobraževanje učiteljev na naravoslovnih področjih (Vir 1). V okviru tega je v Sloveniji potekal tudi projekt NA-MA POTI, ki so ga koordinirali strokovnjaki Zavoda Republike Slovenije za šolstvo, pri njem smo sodelovali tudi učitelji naravoslovnih predmetov.

## V čem je razlika med STEM in STEAM?

Kratika STEM povezuje štiri področja: znanost, tehnologijo, inženirstvo in matematiko (angl. *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Njen

namen je, da učitelje usposobi za takšne načine poučevanja, kjer so problemi vsakdanjega življenja čim bolj vključeni v pouk (Sousa in Pilecki 2013). To so tudi zahteve sodobnega poučevanja v 21. stoletju, ki med drugim pogojujejo medpredmetno naravnost učnih vsebin in timsko sodelovanje učiteljev, pri čemer se uporabljajo sodobne učne tehnologije (Milner-Bolotin 2019). Nekoliko razširjeno področje naravoslovnega poučevanja pa vključuje še umetnost. STEAM (angl. *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) k učenju priključuje še različne vidike umetnosti in na ta način spodbuja mlade k drugačnemu razmišljanju, saj svoja znanja povežejo z umetniškimi praksami, elementi oblikovanja ipd.

Dejavnosti v umetniškem izražanju razvijajo (in utrjujejo) spominske funkcije, ustvarjalnost, reševanje problemov, motoriko in analitične sposobnosti – pravzaprav vse, kar je potrebno za doseganje ciljev STEM.





## STEM je povsod okoli nas in je pomemben element spreminjanja družbe

Delo znanstvenikov, inženirjev, matematikov pravzaprav sloni na reševanju vsakdanjih problemov. Freska slavnega italijanskega renesančnega slikarja Rafaela, *Atenska šola*, simbolizira povezavo med umetnostjo, filozofijo in znanostjo (Vir 2). Freska je bila naslikana med leti 1509 in 1511 in se nahaja v Apostolski palači v Vatikanu.

Mnogi znanstveniki (ustvarjalci umetnosti) so se v preteklosti izkazali kot dobri poznavalci STEAM, čeprav tega področja nekoč še niso tako poimenovali. V ospredje lahko postavimo italijanskega renesančnega slikarja Leonarda da Vincija, katalonskega arhitekta Antonija Gaudíja in nenazadnje tudi našega arhitekta Jožeta Plečnika. Odlično so znali povezati naravoslovje z umetnostjo, kar občudujemo še danes.

## Razvoj STEM skozi stoletja

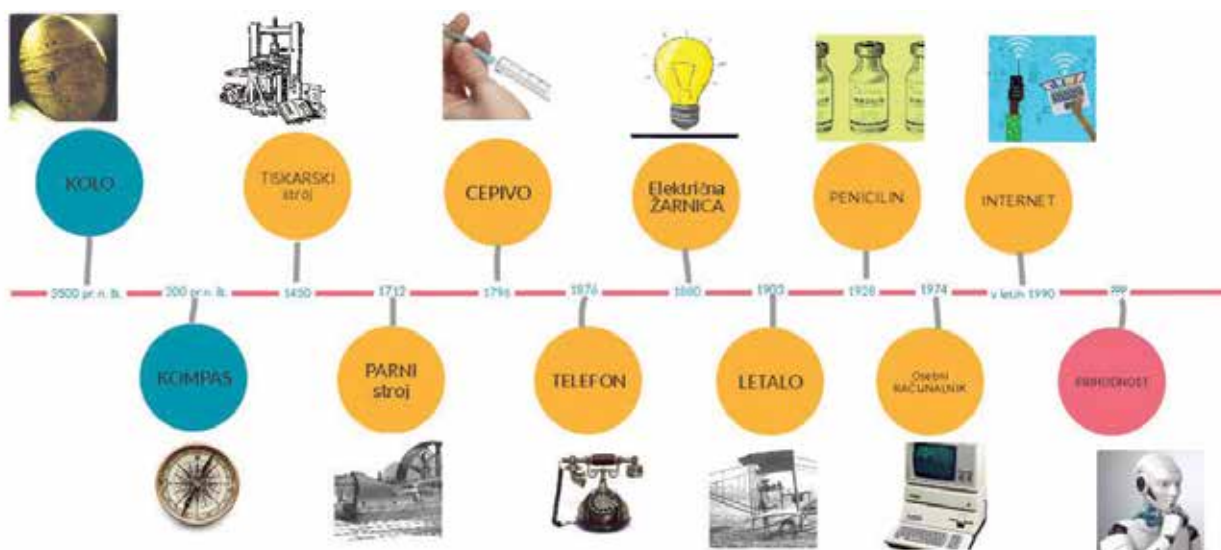
Številne inovacije so spremenile razvoj človeštva skozi stoletja (Vir 3). Naše življenje je lažje, saj so nam mnogi raziskovalci in znanstveniki olajšali vsakdan z inovacijami, kot so parni stroj, antibiotiki, internet ipd. V času okoli 3500 let pred našim štetjem je človek izumil kolo, ki je ljudem olajšalo vsakdanje življenje. Kolo je danes pomemben del mnogih strojev. Prva industrijska revolucija se je začela v 18. stoletju in je temeljila na parnem

stroju. To je povzročilo mehanizacijo proizvodnje. Delo človeških rok so sčasoma zamenjali stroji. V drugi polovici 18. stoletja je prišlo do povečane proizvodnje. Najpomembnejši izum STEM je parni stroj. Z njegovo pomočjo se je povečal transport (parne lokomotive, parniki), nastajale so tovarne in z njimi tudi večja naselja (mesta). Naslednji pomembni razvoj se je zgodil z odkritjem nafte in elektrike v sredini 19. stoletja. Sledilo je obdobje druge industrijske revolucije oziroma obdobje velikega napredka v znanosti. Pojavila so se mnoga odkritja (žarnica, telefon, letala, radio ipd.), brez katerih si današnjega življenja ne moremo niti predstavljati. V tem obdobju je Aleksander Fleming odkril antibiotik penicilin, ki je rešil življenja več milijonov ljudi. Druga polovica 20. stoletja je bilo obdobje tretje industrijske revolucije, ki je temeljilo na digitalizaciji strojev. Pričela se je povečana in masovna proizvodnja. Ta tretja industrijska revolucija je imela tudi velik vpliv na medije. Pojav interneta je vplival na razvoj novih delovnih mest.

STEM je pravzaprav povsod in njegova vloga v družbi neprestano raste. Vsak od nas je porabnik moderne tehnologije, četudi ne poznamo vsega znanstvenega ozadja delovanja nekaterih stvari.

## Naša prihodnost so nova znanja in tehnologije

V vsakdanjem življenju uporabljamo na tisoče



različnih produktov, pripomočkov in zdravil, ki so rezultat razvoja STEM. S pomočjo telefona (interneta) se lahko povežemo s katerikoli delom sveta. Z znanstvenimi poskusi ustvarjamo nove hibridne rastline ter gnojila in s tem manjšamo lakoto v svetu. Kemiki proizvajajo okolju prijaznejšo plastiko iz rastlinskih surovin. Proizvajamo čisto energijo iz obnovljivih virov. Gradbeniki gradijo sodobne stavbe, mostove, ceste, letališča, železnice, ki so tudi varnejše pred naravnimi nesrečami, kot so poplave, plazovi, potresi ipd. Medicina lahko zdravi bolezni, ki so bile še do nedavnega neozdravljive. Otroška paraliza (poliomielitis) je ena od bolezni, ki je bila vzrok za smrt oz. invalidnost številnih otrok vse do sredine 20. stoletja. Zdravilo zanjo je v obliki cepiva prišlo v številne države okoli leta 1950. Cepljenje proti otroški paralizi velja za enega največjih dosežkov v zgodovini medicine, saj je povzročilo upad obolevnosti. Ameriški strokovnjak Marr (2018) pravi, da smo na vrhuncu četrte industrijske revolucije. Človeštvo sprejema vse prednosti in izzive umetne inteligence (angl. *AI – Artificial Intelligence*), ki nam olajša vsakdanje življenje. Med številnimi vprašanji je vse bolj pogosto slišano tudi: ali bo umetna inteligenca nadomestila delovna mesta?

### Potrebno se je pripraviti na razvoj novih znanj in spretnosti

Učitelji ne bomo nadomeščeni z umetno inteligenco, kajti učenje vključuje tudi kreativnost, socialne veščine ipd. V izobraževanju mora imeti svoj prostor tudi umetnost, ki je osnova kreativnosti (Vir 4). Spletna stran Europeana (Vir 5) je zelo uporabna v tovrstne izobraževalne namene, saj omogoča vpogled v (in uporabo) kulturno zgodovino Evrope, ki je zbrana v številnih muzejih, galerijah, knjižnicah in arhivih. Uporaba podatkov Europeane je še posebej koristna pri načrtovanju medpredmetnega povezovanja.

Angleški strokovnjak za izobraževanje Sir Ken Robinson (Vir 6) poudarja, da je potrebno preoblikovati izobraževalni model 19. stoletja (industrijski model) v model 21. stoletja, ki bo poudaril znanja in spretnosti posameznika. Tako imenovani industrijski model je zasnovan na interesih nekdanje industrijske družbe, kjer je bil v ospredju »tekoči trak«. Sodoben način mora vključevati osebnostne lastnosti posameznikov in čustveno inteligenco. Mlade je potrebno pripraviti za poklice in tehnologijo prihodnosti. Analize kažejo, da bo 65 % današnje mladine ustvarjalo v poklicih, ki jih danes še ne poznamo. Osvajanje vesolja je že eno takih področij, kjer bo veliko poklicev s področij umetne inteligence (npr. inženirstvo tehnologije satelitov, meteorologija, vesoljsko pravo, GP sistemi ipd.).

Projekt OECD (Vir 7) o prihodnosti izobraževanja in znanj *Future of Education and Skills 2030* izpostavlja štiri pomembne stopnje v učnem procesu, in sicer: kritično mišljenje, komunikacijo, sodelovanje, krea-

tivnost (angl. 4C: *Critical thinking, Communication, Collaboration, Creativity*). Za doseganje ciljev učenja za 21. stoletje so v učnem procesu pomembni še: razvijanje znanj, spretnosti, odnosov in vrednot, prevzemanje odgovornosti, reševanje problemov. Torej je učenje in izobraževanje potrebno posodobiti z novimi metodami, ki vključujejo najpomembnejše stopnje učnega procesa. Poklic učitelja ni le služba, ampak »umetnost«. V zavesti mladih moramo utrditi pomen t. i. vseživljenjskega učenja.

### Kako spodbuditi kritično razmišljanje, komunikacijo, sodelovanje in kreativnost v izobraževalnem procesu?

Resnične probleme sveta je potrebno vključiti v t. i. STEM znanja. V zadnjih desetletjih je bilo precej truda vloženega v ozaveščanje o pomenu STEM izobraževanja. To velja za Evropsko komisijo za izobraževanje, UNESCO in evropsko industrijo. Mlade je potrebno seznaniti z resničnimi vsakdanjimi izzivi s področja STEM. Naučiti jih moramo znanstvenega in kritičnega razmišljanja, tako da bodo znali opazovati in reševati vsakdanje probleme. Naloga učiteljev je tudi, da prikažemo poklice s področja STEM zanimivejše. Analiza Evropske komisije za izobraževanje kaže, da okoli 44 % prebivalcev EU (tj. 169 milijonov prebivalcev) nima osnovnih digitalnih znanj. Gre za starostno skupino 16-74 let. To predstavlja velik problem, saj bo večina delovnih mest v EU ta in ostala znanja s področja STEM potrebovala. Tehnologija je v 21. stoletju pravzaprav katalizator za STEM učenje (Milner-Bolotin 2019). Tudi rezultati svetovnih analiz kažejo, da se je zanimanje za STEM zmanjšalo. Novejše študije OECD (Vir 7) kažejo, da le 24,5 % mladine v deželah OECD želi razvijati svoje kariere na področjih STEM. Razlogov za to je več, večinoma pa izhajajo iz različnih socialno-ekonomskih in kulturnih okolij. Mnogi mladi osebno ne poznajo ljudi, ki opravljajo tovrstne poklice. Večina meni, da so področja STEM zahtevna in da v teh znanjih ne vidijo razvoja svoje kariere. Pravzaprav tudi na univerzah veliko študentov predčasno zaključi z izobraževanjem. Pomanjkanje STEM znanj pa je že eden od vzrokov, ki ogrožajo uspešnost in razvoj evropske ekonomije. Hkrati s tem se znižuje hitrost nastajanja inovacij, kar posledično vpliva tudi na zaposlovanje. Pomanjkanje STEM znanj vpliva na šibkost trga v EU in na globalne izzive. Analize kažejo, da bo v Evropi do leta 2025 na voljo okoli 7 milijonov delovnih mest s področij STEM.

Med vzroki za šibko poznavanje STEM znanj je treba izpostaviti naslednje:

- pomanjkljive vire (oprema) v številnih šolah. To še posebej velja za osnovno izobraževanje, ki je prvi in najpomembnejši stik mladih z naravoslovnimi področji;

- različne šolske učne načrte v evropskih državah;
- šibko spodbujanje žensk k spoznavanju STEM poklicev;
- nepoznavanje vseh poklicev na področjih STEM.

### Kako bi premostili razkorake in STEM približali vsakdanu?

Zelo pomembni so prvi stiki mladih z znanostjo oziroma naravoslovjem. K osnovnim vtisom prispevajo tudi učitelji in raziskovalna oprema na šolah. Pomembno je, kako predstavimo znanost. Ta postane zanimivejša, ko v naravoslovne vsebine vključimo reševanje vsakdanjih problemov. Zelo priporočljivo je razvijanje raznih projektnih nalog. Pri tem sodelujejo učitelji različnih področij STEM, ki skupaj z učenci razvijajo neko projektno delo in ga zaokrožijo s končno rešitvijo (produktom, izdelkom). Mlade je treba spodbujati in jih seznaniti, da so diplomanti s področij STEM iskani poklici, ki se tudi redko soočajo s slabo zaposljivostjo.

Tudi pomen vzornikov je velik v obdobju odrasčanja. Če pomislimo, kako močan vpliv imajo športni vzorniki, bi lahko poiskali odlične vzornike tudi med učitelji, inženirji, raziskovalci in ostalimi poklici. Pri tem nam je lahko v pomoč baza podatkov »Skype a Scientist« (Vir 8), kjer so zbrana imena znanstvenikov z vsega sveta in z različnih raziskovalnih področij. S pomočjo omenjene podatkovne baze se lahko preko spleta povežemo z zanimivimi ljudmi; še prej si moramo pripraviti vprašanja in se dogovoriti za čas srečanja. Na ta način lahko posamezne znanstvenike pripeljemo direktno v razred med učence in odgovorimo na nekatera vsakdanja vprašanja v zvezi z znanostjo.

Interdisciplinarni pristop oziroma medpredmetno sodelovanje moramo intenzivneje pripeljati v naše učne programe. Navsezadnje nas vsakdanje življenje postavlja pred različne naloge reševanja izzivov. Te »življenjske« naloge seveda niso porazdeljene na posamezne šolske predmete. Med seboj se prepletajo. Tudi mnoge službe bodo v prihodnosti obsega-

le kompleksne probleme, ki se jih ne bo dalo rešiti z znanjem le enega STEM področja. Že pereče klimatske spremembe našega planeta bomo reševali z interdisciplinarnimi znanji, kjer je potrebno upoštevati znanja o oceanih, atmosferi, sončni energiji, zemeljski skorji, emisijah, izpušnih CO<sub>2</sub> ipd.

### Katere so ovire za boljše medpredmetno sodelovanje?

K premajhnemu odzivu za uporabo sodobnejših načinov poučevanja vplivajo: razporeditve šolskih prostorov, različni učni načrti, naklonjenost učiteljev do sprememb, šolski urniki ipd.

### Zaključek

V okviru SCIENTIX izobraževanja je bil poseben podarek, da bo nujna reforma učnih načrtov in učnih metod v državah EU. Potrebno bo intenzivnejše izobraževanje učiteljev, ki bodo več mladih pripeljali do znanj in poklicev s področij STEM.

### Literatura in viri:

- Bernard Marr, B. (2018): How Is AI Used In Education - Real World Examples Of Today And A Peek Into The Future. Forbes. Dostopno na: <https://www.forbes.com/sites/awsinfrastructuresolutions/2020/11/17/healthcare--life-sciences-at-the-edge-a-guide-to-aws-solutions/?sh=311ec94d16a9>.
- Milner-Bolotin, M. (2019). Technology as a catalyst for 21st century STEM teacher education. In S. Yu, H. M. Niemi, & J. Mason (Eds.), Shaping Future Schools with Digital Technology: An International Handbook (pp. 179-199). Switzerland: Springer.
- Sousa, D.A., Pilecki, T. (2013): *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Thousand Oaks, California: Corwin. Dostopno na: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10632913.2017.1300970>.
- Vir 1: Scientix. Dostopno na: <http://www.scientix.eu/live/moocs/stem-moocs-package>.
- Vir 2: Atenska šola. Dostopno na: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Atenska\\_šola](https://sl.wikipedia.org/wiki/Atenska_šola).
- Vir 3: Great Inventions That Revolutionized History. Dostopno na: <https://interestingengineering.com/19-great-inventions-that-revolutionized-history>.
- Vir 4: The Challenge of Learning: The Future of Education - Nobel Week Dialogue (2020). Dostopno na: [https://www.youtube.com/watch?v=gwK10jki2K0&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=gwK10jki2K0&feature=emb_logo).
- Vir 5: European. Dostopno na: <https://www.europeana.eu/sl>.
- Vir 6: Ken Robinson: Changing Education Paradigms (2010). Dostopno na: [https://www.youtube.com/watch?v=zDZFcdGpL4U&feature=emb\\_title%2C](https://www.youtube.com/watch?v=zDZFcdGpL4U&feature=emb_title%2C).
- Vir 7: OECD. Dostopno na: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019\\_f8d7880d-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en).
- Vir 8: Pogovor z znanstvenikom. Dostopno na: <https://www.skype-ascientist.com/>.

