



## u neformalnom obrazovanju za zanimanja 21. stoljeća

Priručnik za  
**STEM**  
EDUKATORE

Dalibor Paar

Bojan Markičević

Maja Brkljačić

Aneta Golebiowska

Biljana Trifunović

Hrvoje Vrhovski

Kristina Duvnjak

ISBN 978-953-50184-1-4



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.  
Sadržaj Priručnika isključiva je odgovornost udruge Bioteka.

**STEM u neformalnom obrazovanju  
za zanimanja 21. stoljeća**

**Priručnik za STEM edukatore**

Bioteka – udruga za promicanje biologije i srodnih znanosti  
Vladimira Preloga 7  
10 000 Zagreb, 2022.



**STEM u neformalnom obrazovanju za  
zanimanja 21. stoljeća;  
Priručnik za STEM edukatore**

**Nakladnik:**

Bioteka – udruga za promicanje biologije i srodnih znanosti  
Vladimira Preloga 7  
10 000 Zagreb

**Za nakladnika:**

Jelena Likić, predsjednica

**Autori/ce:**

Doc. dr. sc. Dalibor Paar  
Bojan Markičević, dipl. ing.  
Dr. sc. Maja Brkljačić  
Aneta Golebiowska, mr. sc  
Biljana Trifunović, prof. hrvatskog jezika i književnosti  
Hrvoje Vrhovski  
Kristina Duvnjak, prof. biologije

**Urednice:**

Kristina Duvnjak, prof. biologije, udruga Bioteka  
Jelena Likić, prof. biologije, udruga Bioteka

**Naklada:**

2500 komada

**Lektura:**

Novi Poduzetnik d.o.o., Osijek

**Grafičko oblikovanje:**

HIA - Hobby I adore, Zadar

**Tiskara:**

Bruna Samobor d.o.o., Samobor

**Priručnik je dostupan i na:**

[www.udruga.bioteka.hr](http://www.udruga.bioteka.hr)

**Fotografije:**

Arhiva autora, arhiva udruge Bioteka, arhiva Hrvatske zajednice  
tehničke kulture, Vedran Metelko, [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org),  
[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com), [www.flickr.com](http://www.flickr.com), [www.elmhust.edu](http://www.elmhust.edu), [www.waltonledale.lancs.sch.uk/](http://www.waltonledale.lancs.sch.uk/),  
[www.vectorstock.com](http://www.vectorstock.com), [www.spaces4learning.com](http://www.spaces4learning.com),  
[www.arduino.cc](http://www.arduino.cc), [www.hobbygeek.me](http://www.hobbygeek.me), [www.duino4projects.com](http://www.duino4projects.com),  
[www.theengineeringprojects.com](http://www.theengineeringprojects.com).

Priručnik je izrađen u okviru projekta „Razvoj mreže STEM  
ambasadora“ koji Bioteka provodi s partnerima Prehrambeno-bi-  
otehnoškim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu te udrugama  
Astronomsko društvo Višnjan, FabLabhr.NET i DOOR.

Rodno obilježeni izrazi u ovom dokumentu koriste se neutralno i  
odnose se kako na muški tako i na ženski rod.

**ISBN 978-953-50184-1-4**

Mjesto i godina izdavanja: Zagreb, srpanj 2022.



## O projektu „Razvoj mreže STEM ambasadora“

Priručnik je nastao u okviru projekta „Razvoj mreže STEM ambasadora“, sufinanciranog sredstvima Europske unije u okviru Europskog socijalnog fonda.

Uz Bioteku, kao nositeljicu projekta, projektne partnere čine Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu te udruge DOOR, FabLabhr.NET i Astronomsko društvo Višnjan.

Projektom na praktičan način osposobljavamo ljude različite dobi i struka, od srednjoškolaca preko predstavnika privatnog sektora sve do afirmiranih znanstvenika i profesora, koji su ujedno volonteri i zaposlenici partnerskih udruga na projektu za suvremen način prijenosa znanja u STEM području za javnost (djecu, mlade i opću populaciju), i to u različitim formatima (predavanja, radionice, javni nastupi...). Na ovaj način povećavamo ka-

pacitete udruga za bolji prijenos znanja o STEM-u, što je ujedno i glavni cilj projekta.

Projekt se provodi u trajanju od 23 mjeseca, od 1. rujna 2021. do 31. srpnja 2023. godine. Projekt ukupne vrijednosti 2.829.663,79 kuna sufinancirala je s 2.405.214,22 kuna Europska unija iz Europskog socijalnog fonda, što čini 85% ukupne vrijednosti projekta, a 15% ukupne vrijednosti (424.449,57 kuna) sufinancirano je iz Državnog proračuna.

Više o projektu može se doznati na mrežnoj stranici: [www.stem-ambasadori.bioteka.hr](http://www.stem-ambasadori.bioteka.hr).



Razvoj mreže  
**STEM**  
ambasadora

Bioteka od svog osnutka 2010. promiče prirodoslovne znanosti, osobito biologiju i njoj srodne znanosti iz STEM područja.

Najvažniji ciljevi Biotekina djelovanja su:

- informiranje, edukacija i popularizacija znanosti
- doprinos jačanju znanstvene i kritičke misli na svim razinama i među svim dobnim skupinama u društvu
- osvješćivanje javnosti o važnosti zaštite prirode i okoliša, problematici klimatskih promjena te o pozitivnim praksama održivog razvoja.

Okvir Biotekina djelovanja čine tri programa – informiranje, edukacija i zaštita okoliša i prirode.

Do kraja 2021. godine proveli smo više od 80 projekata, a specijalizirali smo se za spajanje znanosti i društva kroz približavanje znanstvenog jezika, metoda i činjenica široj javnosti. Naš rad tako uključuje obrazovne, popularno-znanstvene, terenske, volonterske, zagovaračke i istraživačke aktivnosti, kao i inicijative osvješćivanja javnosti o temama iz područja prirodnih znanosti, kritičkog mišljenja, zaštite prirode i okoliša, klimatskih promjena,

međusektorske suradnje i održivog razvoja, koje osnažuju lokalne zajednice za pokretanje pozitivnih društvenih promjena.

Najvažniji Biotekini projekti edukacijske su prirode – svakodnevno provodimo edukacije s djecom i mladima na području Zagreba, ali i diljem Hrvatske, svojim putujućim programom Bioteka u pokretu. Radimo i s darovitom djecom, kao i s populacijom mladih u dobi od 15 do 29 godina, pišemo znanstvene vijesti i članke u suradnji sa znanstvenicima, organiziramo edukativne kampove, publiciramo stručnu i edukativnu literaturu, pri čemu na svim razinama surađujemo s javnošću, znanstvenicima te privatnim i javnim sektorom.

Više o Biotekininim projektima i aktivnostima, kao i načinima na koje se možete uključiti, doznajte na [www.udruga.bioteka.hr](http://www.udruga.bioteka.hr).



# Sadržaj

## POGLAVLJE 1.

<b>ZAŠTO OVAJ PRIRUČNIK?</b> .....	<b>10</b>
------------------------------------	-----------

## POGLAVLJE 2.

<b>STEM OBRAZOVANJE DANAS</b> .....	<b>12</b>
2.1. STEM znanja potrebna su svima .....	<b>14</b>

## POGLAVLJE 3.

<b>METODE UČENJA I POUČAVANJA</b> .....	<b>15</b>
3.1. Učenje uz pokušaj i pogrešku .....	<b>16</b>
3.2. Učenje modelom .....	<b>16</b>
3.3. Učenje uz nagradu i kaznu .....	<b>17</b>
3.4. Učenje uvidom .....	<b>18</b>

## POGLAVLJE 4.

<b>KOMPETENCIJE STEM EDUKATORA</b> .....	<b>18</b>
------------------------------------------	-----------

## POGLAVLJE 5.

<b>KOGNITIVNA AKTIVACIJA ILI KAKO 100 POSTO UPREGNUTI MOZAK</b> .....	<b>20</b>
5.1. Slušanje .....	<b>20</b>
5.2. Čitanje .....	<b>20</b>
5.4. Zapisivanje .....	<b>21</b>
5.5. Samostalno ponavljanje (vježbanje) .....	<b>22</b>
5.6. Raspravljanje .....	<b>23</b>
5.7. Rješavanje problema .....	<b>24</b>

## POGLAVLJE 6.

<b>KRITIČKO RAZMIŠLJANJE</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1. Vještine kritičkog razmišljanja</b> .....	<b>26</b>
• Prepoznavaj i objasni (identifikacija i interpretacija) .....	<b>26</b>
• Definiraj i poveži (analiza i istraživanje) .....	<b>27</b>
• Procijeni (identifikacija pristranosti) .....	<b>27</b>

• Zaključči .....	<b>28</b>
• Objasni (određivanje relevantnosti) .....	<b>29</b>
• Propitkuj (znatiželja i samoregulacija) .....	<b>29</b>

## 6.2. Kako poticati razvoj kritičkog

<b>razmišljanja?</b> .....	<b>30</b>
• Analiziraju analogije .....	<b>30</b>
• Kategoriziraju i klasificiraju stvari .....	<b>31</b>
• Identificiraju relevantne informacije .....	<b>32</b>
• Konstruiraju i prepoznaju valjani deduktivni argument .....	<b>32</b>

## POGLAVLJE 7.

<b>ZNANSTVENA METODA – TEMELJ STEM OBRAZOVANJA</b> .....	<b>33</b>
7.1. Gdje je granica između pojednostavnjivanja i pogrešnih tvrdnji? .....	<b>34</b>
7.2. Razlučiti temelje od nadogradnje .....	<b>34</b>
7.3. Sva znanja nisu još uvijek otkrivena .....	<b>35</b>

## POGLAVLJE 8.

<b>KADA POČETI S OBRAZOVANJEM IZ STEM PODRUČJA? U VRTIĆU!</b> .....	<b>36</b>
8.1. Zašto početi od vrtičke dobi? .....	<b>36</b>
8.2. Kako pobuditi znatiželju prema STEM područjima? .....	<b>38</b>
8.3. Kvantna fizika u vrtiću .....	<b>43</b>
Detalji STEM programa „Kvantna fizika u vrtiću“ .....	<b>45</b>
Naziv aktivnosti: Elektroni imaju energiju .....	<b>46</b>
Schroedingerova mačka u vrtiću .....	<b>50</b>

## POGLAVLJE 9.

<b>KAKO ZNATI ŠTO RADIMO I U TOME POSTATI BOLJI?</b> .....	<b>54</b>
9.1. Zašto ljudi u autobusu govore o znanosti? .....	<b>54</b>

9.2. Priprema edukatora prije intervencije .....	55
9.3. Edukator tijekom intervencije .....	57
9.4. Edukator nakon intervencije .....	58
• Samevaluacija kroz interakciju s polaznicima .....	60
• Radni listići ili anketni listići .....	60
• Reakcije stručnjaka - odgojitelji, pedagozi, učitelji, obrazovne ustanove i MZO .....	60
• Dijalog s polaznicima i ostalim zainteresiranim stranama (roditelji/odgojitelji/učitelji) .....	61
• Reakcije javnosti i medija .....	61

## **POGLAVLJE 10. FORMATI POPULARIZACIJE**

### **10.1. Uvod u formate .....**

Kratki format .....

Srednji format .....

Dugi format .....

### **10.2. Kratki format popularizacije znanosti**

#### **STEM demonstracija - vrtić**

Naziv aktivnosti: Vječni led na Velebitu .....

#### **STEM demonstracija – osnovna škola**

Naziv aktivnosti: Istražujemo neandertalce .....

#### **STEM demonstracija – srednja škola**

Naziv aktivnosti: Einsteinov svemir .....

### **10.3. Srednji format popularizacije znanosti**

#### **STEM predavanje - osnovna škola**

Naziv aktivnosti: Kako saznati tko je polizao markicu? .....

#### **STEM predavanje - srednja škola**

Naziv aktivnosti: Što jedu astronauti? .....

#### **STEM predavanje - javnost**

Naziv aktivnosti: Što nam leti iznad glava? .....

#### **STEM radionica - vrtić**

Naziv aktivnosti: Grad iz mojih snova .....

#### **STEM radionica 1 – osnovna škola**

Naziv aktivnosti: Čudesni život vode .....

#### **STEM radionica 2 - osnovna škola**

Naziv aktivnosti: Kratka priča o svemiru .....

#### **STEM radionica - srednja škola**

Naziv aktivnosti: Samoodrživa zajednica .....

#### **STEM radionica - javnost**

Naziv aktivnosti: Razvoj društvene igre: Smart City .....

### **10.4. Dugi format popularizacije znanosti**

#### **STEM kamp .....**

Ciljevi, aktivnosti, tema – što radimo i što želimo postići? .....

STEM kamp i izazovi ishoda učenja .....

Kako odabrati dobrog edukatora? .....

Kako odabrati polaznike? .....

Odabir nastavnih metoda, strategija i postupaka  
Satnica – u kojem opsegu radimo? .....

Prostorno-tehnički uvjeti za provedbu STEM

kampa .....

Edukacijska STEM oprema .....

Primjer STEM kampa – osnovna škola .....

Primjer aktivnosti u STEM kampu  
– osnovnoškolski uzrast .....

Primjer STEM kampa – srednja škola .....

Primjer aktivnosti u STEM kampu  
– srednjoškolski uzrast .....

#### **Literatura .....**

# 1. Zašto ovaj Priručnik?

Zamislimo školu u koju djeca ulijeću u učionice jedva čekajući da počne sat iz predmeta koji se zove STEM<sup>1</sup>. Svi su uzbuđeni jer nisu mogli dočekati da nastave s rješavanjem problema na kojem su „zapeli“ prošli školski sat – izrađuju model uređaja koji može očistiti plastiku iz mora.

Dosad su riješili probleme kako će se uređaj pokretati, kako će prikupljati plastiku, gdje će se ona spremati, može li se ona odmah reciklirati u uređaju te koliko često i kako će se uređaj prazniti. Izračunali su i koliko površinu mora i oceana može ovaj uređaj očistiti, kao i koliko je uređaja potrebno da se u jednom danu očisti unaprijed zadana površina mora u jednom našem priobalnom gradu.

Taman su postavili „na noge“ svoju ideju, a onda je netko priupitao: bi li ovaj uređaj mogao prikupljati i mikroplastiku? I onda je zvonilo. Razočarani što je vrijeme tako brzo proletjelo, na hodnicima škole još uvijek raspravljaju što će napraviti s mikroplastikom te mogu li i kako svoj uređaj prilagoditi novoj ideji.

Naravno, nije svim učenicima inženjerski dio izrade modela bio jako zanimljiv, pa su predložili da se dio njih pobrine za izgled i dizajnerska rješenja samog uređaja. Dio učenika smatra da je uređaj toliko dobar da bi morao imati svoju reklamu, kao i da je važno provesti kampanju osvješćivanja ljudi o odlaganju otpada u prirodi. Dio njih pak razmišlja kako da ovaj uređaj predstave nekome tko se bavi zaštitom mora i oceana. Uz izradu samog uređaja, umjetnički nadarena skupina sve snima kamerama, mikrofonom, fotografira i montira u dvominutni video koji će služiti za promociju ovog uređaja.

A gdje su za to vrijeme učitelji? U razredu su profesorice fizike i biologije koje zainteresirano gledaju što to osmišljavaju njihovi učenici te tu i tamo, kad učenici stvarno „zapnu“, pomognu nekim prijedlogom, najčešće nekim pitanjima o kojima treba još razmisliti. Uskaču i ako ih učenici zamole da im pomognu procijeniti je li izvor nekog po-

datka relevantan. Usput razmišljaju i govore jedna drugoj kako se ovih rješenja one vjerojatno ne bi sjetile, ali izrazito su ponosne jer su osvijestile koliko su dobro odradile svoj posao kad su ih učenici zaista nadmašili u mnogim idejama i rješeljima problema ponuđenima tijekom izrade modela. Nekom ovo možda zvuči kao utopija školstva koja se ne može provesti, nekoga će ideja zaintrigirati, a netko možda upravo provodi ovakve ili slične programe s djecom, ali i s drugim dobnim skupinama. Poanta je svega, među ostalim, da su svi pozvani uključiti se u procese rješavanja aktualnih svjetskih problema s važnom porukom kako svi ta rješenja, na sebi primjenjivoj razini, možemo osmisliti.

Naš današnji formalni sustav obrazovanja šalje najmanje dvije pogrešne poruke. Prva je da su sva znanja otkrivena. Ponavljaju se unaprijed zadana pravila koja se slijede i u matematici i u fizici i u kemiji – učimo ono što nam je već odavno poznato. Svakako da je i to nužno, ali nedostaje sadržaj koji šalje poruku djeci kako mnogo toga još trebamo naučiti i kako na brojna pitanja nitko od nas još uvijek ne zna odgovore. Druga je pogrešna poruka da rješenje problema dolazi „izvana“ – učitelj je taj koji objašnjava, pojašnjava, poučava, demonstrira, vodi, procjenjuje i ocjenjuje. Proces u suprotnom smjeru često izostaje.

Što nedostaje tomu da i učenici daju povratnu reakciju o odgojno-obrazovnim metodama svojih učitelja ili iznesu svoja mišljenja i savjete o tome kako njihov obrazovni proces može biti bolji i uspješniji? Djecu bi trebalo ohrabrivati da preispituju i prepoznaju ustaljene metode, autoritete, pogreške, nedosljednosti itd. To je važno zato što će na taj način usvajati kritičku misao, učiti na našim greškama te se ohrabriti u nastojanju da sami osmišljavaju bolja, konstruktivnija i uspješnija rješenja, umjesto da slijede samo ona pravila i metode koje već postoje.

Za razliku od učestalih primjera u okviru formalnog obrazovanja<sup>2</sup>, u neformalnom obrazovanju<sup>3</sup> je prostor slobodniji i može biti korišten za istraživanje, igru, pogreške (i djece

<sup>1</sup> Akronim STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) preuzet je iz engleskog jezika, a označava područja koja na hrvatskom poznajemo kao termine prirodoslovne znanosti, tehnologije, inženjerstvo i matematika.

<sup>2</sup> Formalno obrazovanje je obrazovanje koje se provodi u različitim akreditiranim obrazovnim institucijama prema odobrenim programima s ciljem unapređenja kompetencija za osobne, društvene i profesionalne potrebe i putem kojega se stječu priznate diplome i kvalifikacije. Najčešće se provodi kao strukturalno, kronološki određeno redovito obrazovanje za mlađe osobe (u pravilu između 5. i 25. godine) u osnovnim i srednjim školama, na sveučilištima i u specijaliziranim programima redovitog strukovnog i visokog obrazovanja te kao formalno obrazovanje odraslih

<sup>3</sup> Neformalno obrazovanje – oblik organiziranog procesa učenja usmjerenog na osposobljavanje za rad kroz stjecanje i unaprjeđenje profesionalnih i osobnih vještina i kompetencija, ali ne proizlazi iz formalnog sustava dodjele novih diploma ili napredovanja na kvalifikacijskoj ljestvici. Radi se o obrazovanju koje se odvija izvan institucionalnog konteksta, ali ipak o strukturiranom i planiranom učenju koje osigurava profesionalni i osobni rast i razvoj te je, kao i formalno obrazovanje, važno za tržište rada..

i edukatora), a nema ni pritiska ocjena, postignuća i ishoda koje zadaje vanjski faktor. Umjesto toga, polaznici samoinicijativno istražuju, propitkuju, razmišljaju te donose prijedloge i odgovore na situacije koje se pred njima pojavljuju. Znanje se ne dobiva, do znanja se dolazi. Edukator ne objašnjava zakonitosti, nego postavlja djecu u situacije gdje određene zakonitosti sami istražuju i što samostalnije dolaze do znanja. Ponekad dolazi do situacije da edukator nije ni stigao pitati objašnjenje za neku pojavu, a dijete ga je preduhitriilo pitanjem: zašto se ovo događa u ovom pokusu?

U ovom kratkom osvrtu želja nam je prikazati kako vidimo odgojno-obrazovnu ulogu edukatora današnjice te kakav pristup, rad, metode, stavove i vještine treba posjedovati STEM edukator 21. stoljeća. Pritom je situacija u učionici koju oslikavamo primjenjiva na različite „učionice“ u kojima se tijekom života nalazimo – od vrtičke do zrele dobi – i nije ograničena samo na rad s djecom i mladima u školama.

Prikazani primjer zato nije utopistički osvrt koji govori kako bi učenje moglo izgledati, nego pokazuje primjere koji su mogući i koji se zaista odvijaju u različitim edukativnim kontekstima – u okviru programa organizacija civilnog društva, privatnih tvrtki, obrta i javnih ustanova te kao rezultat vrijednog rada pojedinaca različitih struka.

Takva pozitivna iskustva i suvremene prakse navedeni su u ovom Priručniku. Pritom namjera autora nije davanje uputa, koraka i recepata kako doći do situacije opisane na početku ovog teksta, već je cilj ukazati na osnovne postavke koje treba imati na umu prilikom počinjanja ili usavršavanja svoga puta kao STEM edukatora. Posao je to koji zahtijeva višegodišnji predani rad i trajnu usmjerenost na napredak u poboljšavanju vlastitih znanja i vještina.

Priručnik je stoga namijenjen vama koji ste se u ovom tekstu već prepoznali – entuzijastičnim edukatorima u neformalnom obrazovanju, koji se bave STEM područjem, učiteljima osnovnih i srednjih škola koji, unatoč teškim uvjetima rada, i dalje obožavaju svoj posao, beskrajno kreativnim odgajateljima u predškolskim ustanovama, vrijednim obrazovnim djelatnicima visokoškolskih ustanova koji predano prenose ljubav prema različitim znanostima svojim studentima te svim ostalim zainteresiranim pojedincima koji žele razvijati svoje kompetencije, znanja i vještine za STEM obrazovanje kakvo djeca, mladi i javnost u 21. stoljeću uistinu trebaju i zaslužuju.

Nadamo se da će vam naš Priručnik u tome svesrdno pomoći!

Urednice



## 2. STEM obrazovanje danas

U 21. stoljeću STEM obrazovanje postalo je ključno na svim razinama obrazovanja, a transformacije obrazovnih sustava, u smjeru znanja i vještina za nova zanimanja 21. stoljeća, trajat će desetljećima.

Neformalno STEM obrazovanje kroz provedbu izvanškolskih edukativnih aktivnosti provodi se s ciljem jačanja vještina primjenjivih na suvremenom tržištu rada. Redovito uključuje multidisciplinarni pristup, usvajanje i primjenu znanja, razvoj vještina, stavova, odgovornosti i samostalnosti (kompetencija) u različitim STEM područjima, aktivno sudjelovanje polaznika u praktičnim STEM aktivnostima i rješavanje različitih STEM izazova primjenjivih u svakodnevnom životu, uz sigurno i pravilno korištenje opreme i alata.

Svjedoci smo brzog razvoja znanosti i visokih tehnologija. Pokretač toga su znanje i inovacije, **a jedini način da zadržimo korak s napretkom je obrazovanje**. U središtu gospodarstva temeljenog na znanju je inovacija. Danas najvrjedniji tehnološki brendovi na svijetu nastali su iz startupa<sup>4</sup>.

Za malene zemlje, poput Hrvatske, nije održivo oslanjanje na tradicionalne industrije bez inovacija, a kako bismo stvarali inovacije, potrebni su nam STEM stručnjaci. STEM edukatori već danas kroz neformalne edukacije pružaju djeci i odraslima doticaj sa znanstvenim temama i tehnologijama 21. stoljeća i omogućavaju suočavanje s izazovi-

ma suvremenog društva. STEM Education Coalition, savez poslovnih, obrazovnih i profesionalnih organizacija, koje se zalažu za poboljšanje STEM obrazovanja na svim razinama, u svojim godišnjim izvještajima ističe izvanškolske aktivnosti i pristupe raznolikim znanstvenim sadržajima kao jedan od ključnih faktora u pripremi mladih za konkurentnost na suvremenom tržištu rada te naglašava važnost priznavanja neformalnih programa učenja kao važnu dopunu formalnog obrazovnog sustava.

STEM stručnjake stvara obrazovni sustav, no on nije adekvatno usmjeren prema potrebama ekonomije utemeljene na znanju, inovacijama i poduzetništvu. Sustav koji je naslijeđen iz 19. i 20. stoljeća, među ostalim, baziran je na ideji da učenici moraju biti najbolji u svemu. To rezultira suprotnim učinkom, time da nisu vrhunski gotovo ni u čemu i ne prepoznaju u čemu su stvarno dobri i za što su nadareni.

Nadalje, formalno obrazovanje nema pozitivan stav prema neuspjehu. To je u suprotnosti s razvojem STEM područja gdje je **neuspjeh obavezni dio procesa kojim se dolazi do velikih postignuća**. Djeca su na ovaj način u startu demotivirana da se usmjere prema STEM područjima. To rezultira daleko premalim brojem STEM stručnjaka u Hrvatskoj koji



Obrazovne smjernice 21. stoljeća kako to vide SAD, Kanada, Australija, Europa

<sup>4</sup> Startup - poduzetnički projekt ili tvrtka pokrenuta s ciljem traženja, razvoja ili pilotiranja novog poslovnog modela

izlaze iz obrazovnog sustava (procjenjujemo tek nekoliko tisuća godišnje). Tako mali broj stručnjaka ne može osigurati razvoj Hrvatske u kontekstu vrhunskih znanstvenih dostignuća, inovacija i suvremenih tehnologija.

Formalno obrazovanje u Republici Hrvatskoj često je osnovano i na intenzivnom memoriranju i brzom zaboravljanju brojnih nepovezanih činjenica, dok je prezentiranje znanosti kao istraživanja nepoznatog vrlo rijetko. Učenici će tako naučiti napamet Newtonove zakone u fizici, periodni sustav elemenata u kemiji i fotosintezu u biologiji.

Znanost je prezentirana kao skup nepromjenjivih činjenica, dok je u stvarnosti to proces kreativnog eksperimentiranja uz brojne pokušaje i neuspjehe, što se u konačnici pokreće polako i nepredvidivo prema novim horizontima. Učenici stječu potpuno pogrešan dojam da je znanost statičan skup znanja, a ne dinamičan skup ideja podlozan stalnim revizijama. Zato programi neformalnog STEM obrazovanja i popularizacije znanosti trebaju biti mjesto za razmišljanje, igru, pogrešku, inspiriranje kreativnosti.

Formalno obrazovanje uz to, nažalost, još uvijek nema osigurane dovoljne kapacitete (ljudske i materijalne resurse) za jačanje vještina primjenjivih aktualnim i budućim potrebama tržišta rada. Neprihvatljivi materijalno-tehnički uvjeti rada, nedovoljna satnica i nedostatna pedagoško-metodička praksa edukatora ne pružaju mogućnost problemskog učenja ili projektnog rada, a samim time ni kvalitetnu provedbu praktičnih aktivnosti s ciljem razvoja kompetencija korisnika u STEM području.

Zbog toga uloga STEM edukatora u neformalnom obrazovanju postaje sve značajnija. **U neformalnom prostoru možemo dopustiti djeci da istražuju, doživljavaju uspjehe i neuspjehe te da pronalaze svoje talente. Učitelji kao polaznici neformalnih STEM programa mogu stjecati nova znanja i vještine puno prije nego što potrebne promjene dođu kroz reforme obrazovnog sustava.** Time se daje podrška učiteljskoj profesiji i stvara društvena svijest o tome da je STEM obrazovanje potrebno svima, od djece u vrtićima pa sve do različitih programa cjeloživotnog učenja koje može pohađati svatko od nas.

“Gledajte gore u zvijezde, a ne dolje u svoja stopala.  
Pokušajte shvatiti ono što vidite i zapitajte se zbog čega postoji svemir.  
Budite znatiželjni.  
I koliko god se život činio teškim, uvijek postoji nešto što možete učiniti i u nečem uspjeti.  
Važno je da jednostavno ne odustanete.”

Stephen Hawking (1942–2018)



## 2.1. STEM znanja potrebna su svima

Značajni izazovi s kojima se danas svi susrećemo poput pandemija, klimatskih promjena ili energetskih kriza jasno pokazuju da od STEM-a koristi imaju svi.

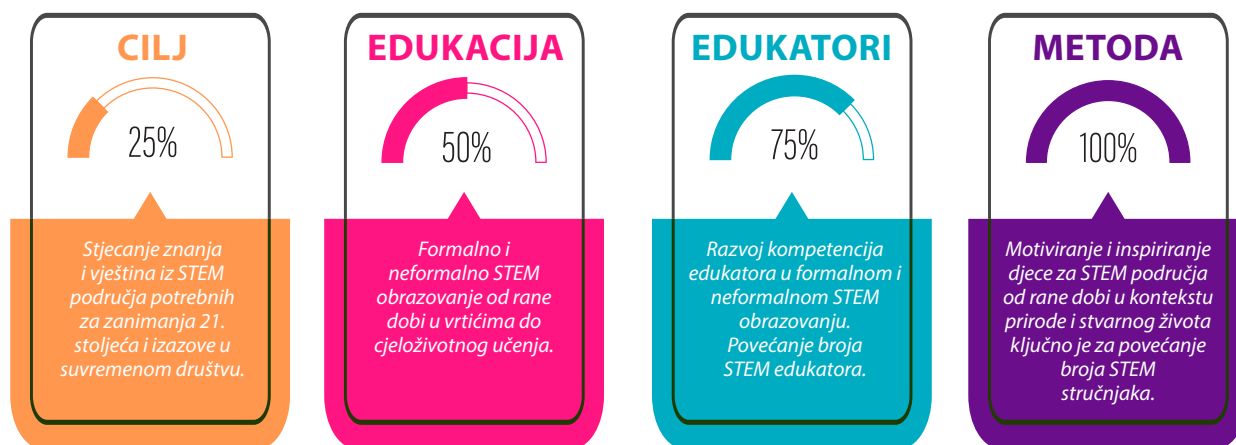
Poseban fokus u Priručniku ipak stavljamo na djecu u vrtićima i osnovnoj školi, kada se može postići najveći obrazovni učinak, te ih se u toj dobi može usmjeriti prema STEM područjima. No, cilj STEM programa nije samo da pronalazimo i motiviramo buduće znanstvenice ili inženjere.

Danas više ne postoji zid između STEM-a i ostalih ljudskih djelatnosti. U kontekstu suvremene ekonomije, informatičke i komunikacijske tehnologije, startupa, STEM postaje STEAM, gdje A ne označuje samo umjetnost (Arts), već svaa društvena i umjetnička područja.

Danas u najboljim ITC kompanijama često manje od polovice zaposlenika čine STEM inženjeri. No stručnjaci koji nisu u STEM područjima trebaju znati osnove STEM-a kako bi

se uklopili u interdisciplinarne razvojne timove, zbog čega je STEM obrazovanje potrebno svima i s njime bi trebalo početi što ranije, još u vrtiću.

Edukator stoga treba poznavati i razumjeti raznolike metode učenja kako bi kroz svoje aktivnosti povećao vjerojatnost da polaznici uistinu nešto i nauče. Istovremeno, uz oblike učenja potrebno je razumjeti koje vrste aktivnosti potiču više oblike kognitivne aktivacije<sup>5</sup> (o čemu više pišemo u poglavlju 5.), kao i koje kompetencije polaznici imaju ili bi ih željeli imati (poglavlje 4.). Pritom je važno i potrebno razlikovati želje polaznika i njihove potrebe od želja edukatora i voditelja programa.



Procjena potreba STEM obrazovanja u 21. stoljeću





## 3.1. Učenje uz pokušaj i pogrešku

Učenje ovim modelom predstavlja najjednostavniji način kojim se ostvaruje učenje i to je evolucijski najniži oblik učenja koji smo naslijedili od svojih životinjskih predaka. Ovim se modelom usvajaju one radnje koje pokazu zadovoljavajući rezultat, dok se odbacuju one koje nemaju željene ishode, što možemo usporediti s lutanjem po labirintu.

Ovaj model prikazuju i primjeri slični onomu kada dijete uporno pokušava svladati prve korake ili kada kroz skakanje na krevetu nenamjerno uči koordinirati svoje pokrete,

kao što i guranjem stvari sa stola uči o kompliciranim konceptima kauzalnosti i uzročno-posljedičnim vezama.

S druge strane ovog spektra stoji znanstveno-istraživačka praksa koju karakterizira ogromna količina pokušaja i pogrešaka.

Istraživanje i objavljivanje novih spoznaja kroz jedan kontrolirani i organizirani pristup arhivira pogreške i koristi ih kao priliku za bolje razumijevanje onoga o čemu učimo.



### TIPS & TRICKS:

Kada prilika dopusti, edukator bi trebao objasniti kako dolazak do novog znanja (otkrića) nije jednostavan proces i kako se tijekom tog procesa događaju mnoge pogreške.

Znanstvenici analiziraju te pogreške kroz različite matematičke pristupe, dok u svakodnevnom životu to možemo nazvati iskustvom. Ako vašim polaznicima nešto ne ide lako, to treba istaknuti kao priliku za

učenje na greškama, kao i kako analizirati te greške.

S druge strane, svaka intervencija edukatoru je prilika za učenje. Možda je jedan od najvažnijih savjeta koji vam možemo dati „usudi se isprobati i nauči iz toga“ ili „baci bombu“ pristup. Kakva god vaša izvedba bila, iz nje se nešto može naučiti i popraviti za idući pokušaj.



## 3.2. Učenje modelom

Jedan od važnijih načina dolaska do novih saznanja jest učenje modelom. Ljudi svjesno i nesvjesno oponašaju druge ljude i njihove postupke. Ljudi često imaju nekog uzora, pogotovo djeca i mladi, a činjenica je i **kako edukator može poslužiti kao model ponašanja svojim polaznicima.**

Tako možemo reći kako je nastavnik u školskim procesima model ponašanja i taj model, među ostalima, može biti i dobar i loš. **Način kako se mi odnosimo prema našim polaznicima, temama o kojima pričamo, načini kako vodimo diskusiju, naš smisao za humor, otvorenost i pristupačnost, utječe na njihov dojam, kako o nama, tako i**

**o temi koju prezentiramo.**

U STEM edukaciji u središtu je znanstveni model. Model je znanstveno prihvaćen (teorijski) prikaz stvarnosti koji nam omogućava razumijevanje pojedine prirodne pojave ili procesa te predviđanje kako će se oni ponašati u budućnosti. Nijedan model nije savršen ni konačan. Modelom opisujemo ono što vidimo promatranjem prirode, izvođenjem pokusa. **U znanosti nema dogmi koje se ne smiju propitkivati.**

Znanost neprestano propitkuje ispravnost modela. Ako pronađemo makar jedan dokaz da pojedini model ne opi-

suje prirodu, dakle ono što opažamo i mjerimo, znanstvenom metodom konstruiramo bolji model. U tom pogledu potrebno je razlikovati engl. *evidence* od engl. *proof*, koji se u našem jeziku jednako prevode kao dokaz, ali ne predstavljaju istu vrstu dokaza.

Na engleskom *proof* predstavlja matematički i logički konstrukt koji uz određeni set aksioma, početnih pretpostavki, slijedom logičkih veza i koraka jednom dokazan, uvijek ostaje dokazan. Takva vrsta dokaza (engl. *proof*) predstavlja nepromjenjivu tvrdnju, dok se početni skup aksioma ne promijeni. Takva vrsta dokaza (engl. *proof*) u znanosti ne postoji, u znanostima koje nisu matematika sa svojom apstraktnom elegancijom ili filozofija sa svojim logičkim konstruktima. Znanost se gradi na temelju drugačije vrste dokaza, što na engleskom puno bolje predstavlja riječ *evidence*.

*ence*. Znanost na osnovi prikupljenih podataka i različitih pokazatelja gradi zaključak koji je u tom zadanom trenutku najbliži najvjerojatnijem točnom odgovoru. Neke znanstvene tvrdnje, zakonitosti i pravila izgrađeni su na velikom skupu pokazatelja i kao takvi imaju veći težinski faktor, no uz argumentiranu raspravu i druge skupove pokazatelja, i ti zakoni su promjenjivi i podložni prilagodabama novih saznanja.

Smatramo kako bi edukatori te distinkcije trebali biti svjesni i kako kroz znanstvenu komunikaciju prema polaznicima treba jasno razlikovati što znanost može, a što ne može, koje su vrijednosti koje bi znanost trebala imati i što zapravo znači kada znanstvenici nešto pokažu ili kroz upotrebu našeg jezika dokažu.



## TIPS & TRICKS:

Vašu iskrenu strast za temu mlađi polaznici brže pročitaju i vide. Kao što i vi možete vrlo brzo procijeniti hoće li neko predavanje biti naporno i dosadno na osnovi prvih nekoliko sekundi.

**Svaka edukacija, nastavni sat i predavanje svojevrstan su performans, pa kroz taj performans budite svoji!** Znatiželja je zajednički nazivnik svijeta znanosti, zato slobodno priznajte da nešto ne zna-

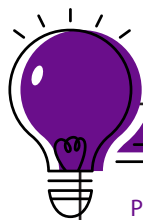
te te pohvalite vrlo dobra pitanja ili opservacije. Ne znati nešto je sasvim prihvatljivo i znanje se upravo na tome gradi.

Eduktor nije jedini izvor informacija. Ljudi se često specijaliziraju za neke specifične teme i ne postoji osoba koja sve zna i koja na svako pitanje ima odgovor. Priznati kako nešto ne znamo definitivno je vrijedno, a ne mana kojom se gubi vjerodostojnost.



## 3.3. Učenje uz nagradu i kaznu

Ovaj model pripada najjednostavnijim oblicima učenja. Nažalost, često se primjenjuje u mehanizmima ocjenjivanja unutar formalnih sustava odgoja i obrazovanja. Metoda nagrade i kazne potiče određena ponašanja, ali je upitno koliko takav pristup ima utjecaja na razvoj kompetencija.



## TIPS & TRICKS:

Prilikom intervencije pohvalite dobra pitanja i razmišljanja. Ako primijetite da su se aktivirali neki povučeni polaznici, pohvalite njihov trud neovisno o sadržaju onoga što govore ili rade. Aktivnosti koje se pripremaju moraju biti izazovne, ali rješive, kako bi polaznici mogli osjetiti ljepotu dolaska do rješenja.



## 3.4. Učenje uvidom

Učenje uvidom predstavlja najviši oblik učenja i svrstavamo ga u spoznajno ili kognitivno učenje. Temelji se na misaonom uvidu i raščlanjivanju problemske situacije. Uvid se sastoji u primjeni stečenog znanja i iskustva u novonastaloj situaciji. Možemo reći kako se temelji na mišljenju – „ne bubaj, nego razmišljaj“.



### TIPS & TRICKS:

Učenje uvidom zahtijeva vrijeme i teško ga je ostvariti u kraćim vremenskim okvirima. Kad imate sudionike na raspolaganju nekoliko sati ili dana, onda ih se može postupno voditi kroz proces istraživanja. Ukoliko je intervencija vremenski ograničena, učenje uvidom može se postići postavljanjem otvorenog tipa pitanja. Time polaznicima omogućujete samostalno promišljanje i verbalizaciju tih razmišljanja. S promišljenim pitanjima možete ih potaknuti da primjene stečeno znanje u novoj situaciji. Postavljanje otvorenog tipa pitanja polaznicima uvijek je dobar pristup neovisno o trajanju intervencije.



## 4. Kompetencije STEM edukatora

Pojam „kompetencija“ ne podrazumijeva samo znanja i vještine. Kompetencije predstavljaju dinamičnu kombinaciju kognitivnih i metakognitivnih vještina, znanja i razumijevanja, međuljudskih, intelektualnih i praktičnih vještina te etičkih vrijednosti (AZVO, 2021).

Kompetencije su vidljivo i mjerljivo znanje, vještina, sposobnost i osobna karakteristika koje omogućuju i pridonose poboljšanju izvedbe i učinkovitosti pojedinca.

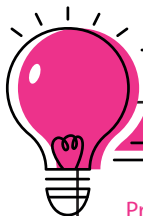
Kompetencije se odnose na:

- Vještine – razvijena stručnost ili spretnost u mentalnim operacijama ili fizičkim procesima koja se često stječe specijaliziranom obukom; izvođenje vještina rezultira uspješnim nastupom.
- Znanje – poznavanje činjenica, istina i načela stečenih formalnim obrazovanjem i/ili iskustvom. Primjena i dijeljenje nečije baze znanja ključni su za uspjeh pojedinca i organizacije.

- Vrijednosti – važna i trajna uvjerenja ili ideali koje dijele pripadnici kulture o tome što je dobro ili loše i poželjno ili nepoželjno.

- Stavovi – predispozicija ili sklonost da se pozitivno ili negativno reagira na određenu ideju, objekt, osobu ili situaciju. Stav utječe na izbor akcije pojedinca i odgovore na izazove, poticaje i nagrade (zajedno se nazivaju podražaji).

**Razvoj kompetencija cilj je svakog obrazovnog programa.** Kompetencije se razvijaju u svim intervencijama i utvrđuju različitim stupnjevima programa.



## TIPS & TRICKS:

Prije bilo kakve intervencije edukator treba definirati tri stvari:

• **Što će polaznici dobiti?** U dogovoru s organizatorom potrebno je saznati tko je publika koja će sudjelovati u određenoj intervenciji. To znači, u najvećoj mogućoj mjeri doznati kakve kompetencije imaju i u kojoj mjeri mogu/žele razvijati kompetencije te koji su očekivani ishodi<sup>6</sup> pojedine intervencije.

• **Što će edukator dobiti?** Istovremeno edukator mora biti svjestan kako svakom intervencijom razvija i vlastite kompetencije te je potrebno defini-

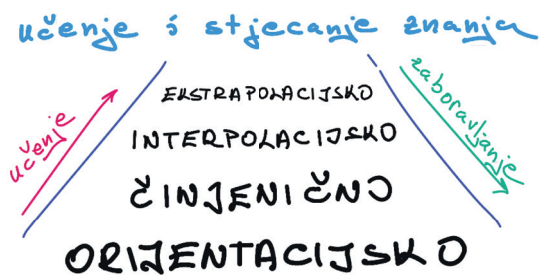
rati što se želi ostvariti i koje kompetencije osobno edukator želi razvijati.

• **Kako to mjeriti?** Kako će se evaluirati uspješnost intervencije? Metoda evaluacije trebala bi biti definirana prije samog osmišljavanja aktivnosti i razrade metoda izvedbe. Mjerljivost ostvarenja željenih ishoda i razvoja kompetencija treba biti određena kroz dvije perspektive. Odnosno, treba provesti evaluaciju polaznika i edukator treba provesti samoevaluaciju i/ili ako više edukatora provode intervenciju, mogu provesti i međusobnu (usmenu ili pismenu) evaluaciju.

Ako samo pasivno serviramo informacije koje želimo prenijeti, one kod polaznika u manjoj mjeri bivaju uspješno pohranjene u njihov memorijski spremnik tzv. orijentacijskog znanja. Ta razina, iako je najniža razina znanja i čini podlogu za više razine, ipak ostaje na jednom informativnom nivou koji možemo opisati kao: „Više znamo što nešto nije, nego što nešto jest.“

Štoviše, ako polaznicima osmišljeno predstavimo sadržaje na takav način da bi ih oni uspješnije pospremili u sljedeću, višu razinu tzv. činjeničnog (faktografskog) znanja, te činjenice ostaju u svojoj sirovoj formi, no izostaje proces povezivanja činjenica. Za osmišljavanje aktivnosti kojima polaznici učenjem stječu više razine znanja, ono interpolacijskog i ekstrapolacijskog karaktera, potrebno je potaknuti njihov um da radi takoreći 100 na sat.

Interpolacijsko znanje je ono kojim se ostvaruju veze i međudnosi između činjenica, a ekstrapolacijska razina je ona koja na temelju naučenog stvara nova znanja, primjene i rješenja. Kako bi se ostvarilo uspješno usvajanje novih kompetencija, bitno je razumjeti kako se ostvaruje kognitivna aktivacija kod ljudi i kako ih potaknuti da aktivno uče.



Skica: Bojan Markičević

Tim znanjem edukator može unaprijed odrediti što su ciljevi intervencije, osmisliti metode rada te pažljivo odabrati načine evaluacije intervencije. Bez obzira na to pričamo li o djeci ili odraslim polaznicima, njihov mozak se pali i postupno zagrijava baš kao što pokrećemo automobil.



Skica: Bojan Markičević

<sup>6</sup> Ishodi učenja – rezultati procesa učenja; stečeni repertoari ponašanja, stečena znanja i vještine; razvijene kompetencije u različitim područjima.



## 5. Kognitivna aktivacija ili kako 100 posto upregnuti mozak

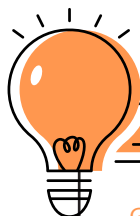
Kognitivna aktivacija potiče se na 6 razina:



### 5.1. Slušanje

Koristeći metaforu automobila, možemo analizirati i svoju kognitivnu aktivaciju. Na najnižoj razini nalazimo slušanje.

**U formatima gdje polaznici samo slušaju, s kognitivnog aspekta možemo reći kako skoro ništa i ne rade.** Kao da smo došli do automobila i ključem ga otključali. U automobilima se samim otključavanjem može pristupiti unutrašnjosti, ali automobil još nije upaljen i ne možemo se voziti.



#### TIPS & TRICKS:

Govorničkim tehnikama, dramaturgijom te promjenama boje i tona glasa, kao i glasovnim pauzama, sigurno možemo držati pozornost publike. **Vješt govornik svojim nastupom može držati publiku na rubu stolca u iščekivanju što će se sljedeće dogoditi.**

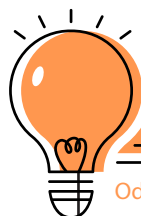


### 5.2. Čitanje

Sljedeća razina je čitanje i ona se može postići pažljivim naglašavanjem ključnih riječi tijekom intervencije koristeći neki oblik vizualnog pomagala. Dok čitamo, naš mozak je u višem stanju aktivnosti, nego samo dok slušamo.



fotografija: shutterstock



#### TIPS & TRICKS:

Određenu informaciju lakše ćemo primiti ako je uobličena u pisanoj formi ili ako je „serviramo“ s odgovarajućim vizualnim podražajem. Korištenjem primjera automobila, to bi značilo kako smo stavili ključ u bravu i ostvarili tzv. kontakt. U automobilu su pokrenuti procesi analize stanja i možemo ga upaliti, premda motor još nije pokrenut.

U kontekstu aktivacije ipak ne možemo reći da smo mozak „upalili“. U korištenju vizualnih pomagala treba biti iznimno pažljiv i ključne riječi, poruke, pojmove, definicije ili koncepte sažeti na minimalan broj riječi te promišljeno odabrati vizual kako ne bi došlo do odvlačenja pozornosti publike.







## 5.5. Samostalno ponavljanje (vježbanje)

Ova razina se u školskim sustavima ponekad ostvaruje kroz domaće zadaće ili učenje. Unatoč trudu edukatora, osmišljavanju drugačijih pristupa, traženju metafora i podizanju motivacije svojih polaznika na kraju dana, upravo je polaznik taj koji treba nešto samostalno odraditi.

Uložiti mentalni napor da dobivene informacije pospremi u više razine znanja. Razina samostalnog ponavljanja teško je ostvariva u kratkotrajnim i izoliranim intervencijama, ali dužim programima i projektima moguće ju je lakše ostvariti.

Samostalno ponavljanje treba isključivo vezati uz učenje od doma ili uz proces u kojem edukator nema nikakva utjecaja. Samoobjašnjavanje nije samo iznimno uspješna metoda stjecanja znanja, nego je uspješna metoda i za stjecanje novih vještina. STEM vještine se iznimno dobro usavršavaju kada polaznik u svojoj glavi sam sebi objašnjava proceduralne korake i ta objašnjenja slaže u misaone konstrukcije. Primjerice, prilikom rješavanja nekih računskih problema iz matematike ili fizike, ako potaknemo učenike da ih rješavaju naglas, potičemo samoobjašnjavanje.

Time se omogućuje nedosljednim ishodima da „izvire“ i potaknu razmišljanje o dijelovima koje smo pogrešno shvatili ili nam nisu dovoljno jasni. Samoobjašnjavanjem se ostvaruje transfer znanja u nove okvire i situacije. Tim procesom fokus se prebacuje na uzročno-posljedičnu vezu i podiže

se svijest o stvarima, konceptima ili idejama koje još nisu dobro shvaćene ili prihvaćene.

Tijekom intervencije, edukator može od svojih polaznika zatražiti da oni samostalno, vlastitim riječima, preformuliraju određenu informaciju ili primjerice opišu kako su nešto razumjeli, čime dobiva višestruku povratnu informaciju te ostvaruje višu razinu interakcije. Samim procesom traženja njihova samostalnog objašnjenja daje se do znanja kako je edukatoru bitno uključiti publiku te se ostvaruje dijalog u kojem edukator može evaluirati kvalitetu svoje intervencije.

Tim procesom mogu se uočiti tipični miskoncepti koje publika ima, evaluirati je li publika prihvatila sadržaj koji je prezentiran, je li publika istovremeno uspješno shvatila taj sadržaj i ostvarila neke poveznice s drugim temama, ali isto tako vidjeti je li svojom intervencijom edukator uspio doprijeti do publike.



### TIPS & TRICKS:

Jedan od elegantnijih primjera za ostvarivanje ove razine aktivacije jest vršnjačko objašnjavanje i samoobjašnjavanje. Samoobjašnjavanje je tehnika učenja za koju možemo reći kako je iznimno aktivnog karaktera s dokazanim učinkom u kojima polaznik objašnjava samom sebi kako razumijeva primljenu informaciju.

Samoobjašnjavanje potiče mentalne procese kojima se usvajaju koncepti, kojima nadograđujemo priču na postojeće znanje, ali istovremeno potiče procese kojima prepoznajemo poveznice koje bismo inače previdjeli, ali s kojima se suočavamo i s miskonceptima. **Miskoncept je svaki pojam koji nije u skladu sa znanošću (Lukša i sur., 2013.)**





## 5.6. Raspravljanje

Organizirane diskusije, dijalozi, razmjena stavova i mišljenja, aktivno slušanje i artikulacija argumenata neupitno uključuju veći broj sudionika u proces visoke razine kognitivne aktivacije.

Rasprava tijekom intervencije implicira otvoreno i aktivno sudjelovanje, ali se u većini slučajeva svodi na diskusiju između edukatora i manjeg broja sudionika. Postizanje svih potencijala rasprave zahtijeva dublje promišljanje o metodama facilitacije grupa, kao i o unaprijed definiranim ciljevima intervencije.

“Ne govorite im što trebaju znati, potaknite ih da žele saznati.”

Nepoznati autor



### TIPS & TRICKS:

Plodonosnu raspravu vrlo je teško ostvariti u većim grupama, iako postoje načini kako se diskusija može organizirati, primjerice korištenjem **tzv. tehnike snježne grude**. Ta je tehnika funkcionalna i u manjim grupama te omogućava i onim manje aktivnim polaznicima uključivanje u diskusiju te razmjenu stavova i mišljenja. Tehnika se provodi kroz ove korake:

**1)** Izazov ili problem o kojem se želi raspraviti potrebno je predstaviti te u prvoj fazi omogućiti relativno kratko vrijeme za individualnu refleksiju. U toj fazi svaki sudionik samostalno o problemu promišlja nekoliko minuta i zapisuje svoja razmišljanja na papir. Možemo ih usmjeriti pitanjima i zadacima tipa: „Izdvojite tri najvažnije poruke iz prethodnog dijela ili prezentacije.“ Ili: „Gdje možete naći primjenu toga što ste upravo čuli?“

Tako jednostavno pitanje, u relativno kratkom vremenskom intervalu, omogućava svakoj osobi da pokuša podići svoju razinu znanja s nižih, već spomenutih razina (orijentacijsko i činjenično znanje), na više (interpolacijsko i ekstrapolacijsko znanje) razine. Promišljenim postavljanjem pitanja za in-

dividualnu refleksiju možemo usmjeriti polaznika k tim višim razinama, primjerice: „Koje konkretne prijedloge nudite za rješavanje tog izazova?“

**2)** Nakon individualnog razgovora sudionike je potrebno podijeliti u parove kako bi međusobno razmijenili razmišljanja s papira i probali složiti zajednički odgovor.

**3)** Sljedeći korak je parove spojiti u grupu od četvero ljudi te im omogućiti i malo više vremena kako bi došli do zajedničkog prijedloga.

**4)** Posljednji korak je četvero ljudi spojiti u grupe od osmero ljudi te ili odabrati delegata ili im omogućiti da samostalno delegiraju onoga koji će izložiti zajednički zaključak.

Ukratko, tzv. tehnika „snježne grude“ omogućuje osobnu refleksiju i vrijeme za razmišljanje te postupno povećava broj sudionika. Nakon nekog vremena postaje nevažno kako se dalje odvija diskusija jer su se bitni dijelovi sudjelovanja i razmjene dogodili na početku.



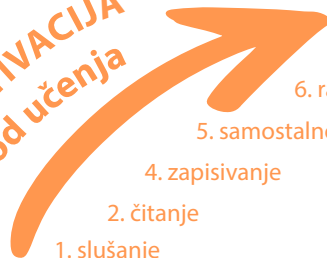


## 5.7. Rješavanje problema

Najviša se razina kognitivne aktivacije ostvaruje kada na temelju prethodno usvojenih znanja rješavamo probleme s kojima se dotad nismo susreli.

U tom trenutku naš mozak je na iznimno visokoj razini aktivnosti. Taj način rada mogli bismo usporediti s najbržim trkačim automobilom koji juri prelijepim krajolicima mašte i kreativnosti. U takvim okružjima timovi mogu ostvariti ne- očekivane rezultate.

**AKTIVACIJA  
kod učenja**



7. rješavanje problema
6. raspravljanje
5. samostalno vježbanje
4. zapisivanje
2. čitanje
1. slušanje



### TIPS & TRICKS:

Jedan od mehanizama postizanja ove razine jest osmišljavanje sustava problema koji se postavljaju indirektno pred sudionike. Po principu „ne govoriti im što bi trebali znati, nego ih potaknuti da žele saznati“ treba izgraditi okvir unutar kojeg oni mogu prepoznati i važnost rješavanja problema.

U tom je procesu **iznimno bitno razumjeti sudionike, njihove želje i motivacije, ali istovremeno i njihove sposobnosti, znanje i mogućnosti.** Problem koji se postavlja pred njih treba biti izazovan i rješiv. Ako je problem prelagan ili ostavlja takav dojam, onda će i polaznici neozbiljno te površno pristupiti rješavanju tog problema.

Ako je problem pretežak i primjerice zahtijeva resurse koji vam nisu na raspolaganju, onda se kod sudionika javlja frustracija i nezadovoljstvo, što opet može rezultirati bojkotom u rješavanju problema.

Te spomenute resurse treba shvatiti jako široko, kao primjerice vremenske okvire, predznanje, radne uvjete, ali i individualne mogućnosti sudionika. Takve razine nije jednostavno postići i od edukatora se tu traži dosta hrabrosti, pokušaja i vrlo važnog učenja na vlastitim greškama. Polaznicima treba potaknuti radoznalost i motivaciju za rješavanjem problema.

Pritom problem treba stupnjevito postaviti u njihov kontekst, objasniti relevantnost i važnost potencijalnog rješenja, pokazati primjenu, objasniti značenje i poticati što veću samostalnost polaznika u tom procesu dolaska do rješenja problema.

Ako je to moguće, dobro je omogućiti polaznicima slobodu da samostalno organiziraju vlastito učenje u kojem edukator preuzima ulogu moderatora koji koordinira tim i pomaže im da idu u vlastitom smjeru.

bilješke:

.....

.....

.....





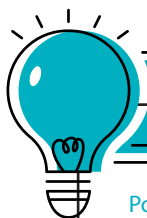
## 6.1. Vještine kritičkog razmišljanja



### Prepoznaj i objasni (identifikacija i interpretacija)

Prvi je korak kod kritičkog promišljanja sposobnost identifikacije određene situacije, problema ili izazova te njezine fragmentacije na različite elemente koji čine taj problem. Jednom, kad se problemska situacija raščlani na različite

cjeline, ljude, skupine, situacije i druge faktore koji utječu na problem, može se pristupiti detaljnijoj analizi i potrazi za potencijalnim rješenjima.



#### TIPS & TRICKS:

Poticanje i razvijanje ove vještine može se postići analizom mentalne sheme problema. Mentalna shema svake osobe jedinstvena je i ona utječe na to kako ta osoba razmišlja, uči i odlučuje u određenim situacijama.

U kognitivnim znanostima shema je mentalni okvir ili koncept koji pomaže u organizaciji i interpretaciji informacija, to je mentalna struktura koju individua koristi kako bi organizirala znanje i odlučivala o daljnjim postupcima i ponašanjima. Kada postoji nekoliko različitih shema koje se međusobno nadograđuju i preklapaju s nekom temom, onda je često jednostavno razgovarati, čitati i učiti o toj temi.

Kada se osobna mentalna shema ne podudara s temom, vrlo često je potrebno dosta vremena kako bi se osjet ugode pojavio tijekom obrađivanja te teme.

Primjerice, kada se dobro poznaje neka igra koja se redovito igra, onda je jednostavno razgovarati o toj igri, učiti nove stvari i stjecati nove vještine. No, ako se ta igra nikad nije igrala ili ako se uopće ne zna da ta igra postoji, nije ugodno o tome pričati i krivulja učenja o toj temi ima spori rast.

Kada se edukatori i polaznici nađu u novoj situaciji, ispred nekog novog problema, pitanja, scenarija, dobro je zastati malo i napraviti mentalnu inventuru stvari postavljanjem tko, što, kako, kada pitanja te traženja uzročno-posljedičnih veza, razdvajanja uzroka od posljedica i analize efekata nekih radnji. To možemo postići primjerice ovakvim pitanjima:

- **Tko što radi?**
- **Koji je konačni rezultat?**
- **Što se dogodilo prije?**
- **Koji su uzroci takva događaja?**

bilješke:

---

---

---



## Definiraj i poveži (analiza i istraživanje)

Za analizu možemo reći kako je to proces i sposobnost prepoznavanja, postavljanja, ispitivanja, organizacije, klasifikacije, kategorizacije i prioritizacije varijabli (prioritizacija ujedno pripada i vještini određivanja relevantnosti).

Kada je potrebno usporediti argumente oko nekog problema, vrlo je važno ostvariti neovisno istraživanje. Tu je potrebno znati razlikovati dokaze (engl. evidence, a ne engl. proof) od interpretacija dokaza.



### TIPS & TRICKS:

Poticajan je primjer demonstracije kritičkog razmišljanja upoznavanje polaznika s pouzdanim i nepouzdanim izvorima informacija. Pokušajte pripremiti vježbu u kojoj ćete odrediti relevantnost pojedinog izvora i odbaciti nepouzdanu informaciju.



## Procijeni (identifikacija pristranosti)

Pristranost u donošenju odluka iznimno je teško uočiti i izbjeći. Možda je jedna od najtežih stvari primijetiti koliko osobni stavovi i uvjerenja utječu na donošenje odluka i kako osobna pristranost može omesti proces donošenja objektivne odluke. Ta se vještina pokazala kao uteg koji nose mnogi briljantni umovi sadašnjosti, ali i prošlosti. Jaki

se kritički umovi izrazito trude objektivno procijeniti informacije. Treba smoći snage i hrabrosti kako biste se posvađali sami sa sobom, vlastitim stavovima i poljuljali osobna uvjerenja. Treba postaviti sebe u ulogu utopističkog suca koji procjenjuje argumente s obje strane i istovremeno prepoznaje pristranosti koje obje strane imaju.

“Suoči se sa svojim preduvjerenjima,  
inače će se ona suočiti s tobom.”

Vulkanska narodna izreka

bilješke:

---

---

---



## TIPS & TRICKS:

Potaknite sami sebe, ali i svoje sudionike, da prepoznate dokaz (engl. *evidence*) koji gradi ili se nadograđuje na vlastita uvjerenja, kao i da procijenite pouzdanost informacije. Samo razmišljanje o vlastitoj mentalnoj shemi pomoći će u svladavanju određene teme, evaluaciji novih informacija, a istovremeno će pokazati koliko se osobna shema promijenila. Pritom je dobro iskoristiti tzv. elemente razmišljanja naglas kojima se vježbaju različiti procesi, a istovremeno se otvara prilika za uočavanje pristranosti:

<b>Predviđanje</b>	Predviđam da će se... U sljedećem koraku mislim... Čini mi se kako je ovo...	<b>Prepoznavanje problema</b>	Zbunjuje me... Ne očekujem da... Nisam siguran/na...
<b>Zamišljanje</b>	Mogu zamisliti... Mogu vidjeti...	<b>Sažimanje</b>	Tu je glavna ideja to što... Ono što tu piše zapravo... Smatram kako je bitno to...
<b>Propitkivanje</b>	Zanima me... Može li ovo značiti da...	<b>Popravljanje i nadopuna</b>	Pročitat ću dodatno o... Vratit ću se nakon što provjerim...

Tijekom intervencija možete svojim polaznicima omogućiti neko kratko vrijeme da nadopune rečenicu, ali isto tako tijekom pripreme intervencije, možete i vi nadopuniti neke rečenice. Za prepoznavanje pristranosti bitno je prvo razumjeti kako ona postoji i dok se procjenjuje argument, postaviti sljedeća pitanja:

- **Tko od ovoga ima koristi?**
- **Čini li vam se da ovaj izvor informacija ima kakav viši cilj?**
- **Zanemaruje li ili izostavlja li ovaj izvor neke informacije koji ne potvrđuju tvrdnju?**
- **Koristi li izvor retoričke tehnike i jezične konstrukcije kako bi nagnuo percepciju sudionika?**

Kako biste omogućili uočavanje pristranosti, dobro je sebe, ali i sudionike, „obuti u tuđe cipele“ i potaknuti ih da promijene kut gledanja na izazov ili problem.



## Zaključci

Informacije ne dolaze sa sažetkom što one zapravo znače, odnosno, često informacije možemo usporediti s novinskim tekstovima u kojima naslov ili slike privlače pozornost čitatelja, a zapravo se poanta krije u detaljima unutar samoga teksta.



## TIPS & TRICKS:

Potrebno je svjesno uložiti napor za prikupljanje što više tzv. „sirovih“ podataka i informacija prije negoli se krene u zaključivanje.



## Objasni (određivanje relevantnosti)

Kako je gore spomenuto, prioritizacija informacija je bitan korak prije njihove upotrebe. Određivanje relevantnosti informacije je, u ovom kontekstu, uočavanje i prepoznavanje težinskog faktora te informacije te odgovaranje na pitanje pomaže li ta informacija u dolasku do cilja?



### TIPS & TRICKS:

Potrebno je jasno postaviti ciljeve i definirati smjer u kojem ćemo ići te postojeće informacije sortirati prema njihovoj težini i važnosti.



## Propitkuj (znatiželja i samoregulacija)

Znatiželja je lijepa osobina prisutna u ranoj fazi odrastanja, koja nekako često nestaje tijekom školovanja. Edukator bi trebao poticati znatiželju i polaznicima naglašavati kako nikad ne bi trebali biti zadovoljni nepotpunim ili površnim odgovorima.

Kompetencije kritičkog razmišljanja, baš kao i bilo koje druge, i stječu se i mogu se (na)učiti. Posjedovanje takvih kompetencija često je uvjetovano okolinom u kojoj pojedinac odrasta, ali i obrazovanjem i obiteljskim vrijednostima.

Šansu za razvoj kompetencija kritičkog promišljanja možemo pružiti spontano jer se pokazalo kako neki ljudi mogu razmišljati logički i bez formalnog obrazovanja iz logike.

Tijekom interakcije s drugima te kompetencije mogu se spontano razviti, pogotovo ako se osoba češće nalazi u prilikama u kojima se ostvaruju više razine kognitivne aktivacije. Istraživanja su pokazala kako se bolje uči i stječe

novi znanje ako potaknemo sudionike na samorefleksiju i samoobjašnjavanje.

Primjerice, istraživanja o učincima samoobjašnjavanja, (de Bruin i dr. 2007.), pokazala su kako početnici u šahu koji trebaju objašnjavati poteze računala, brže postaju bolji u toj igri od onih koji su samo promatrali računalne poteze.



### TIPS & TRICKS:

Polaznike možemo poticati na postavljanje pitanja otvorenog tipa, pri čemu se edukatori ne bi trebali plašiti ako neke odgovore ne znaju. Takvim pristupom polaznici i edukatori uče na vlastitim i tuđim greškama.

bilješke:

---

---

---

---



## 6.2. Kako poticati razvoj kritičkog razmišljanja?

Istraživanja upućuju na potrebu za eksplicitnim poučavanjem vještina kritičkog razmišljanja kako bi polaznici postali bolji u rješavanju problema (Abrami i dr. 2008.).

Kritičko razmišljanje razvijat ćemo ako polaznike učimo i pokazujemo im da:

- Analiziraju analogije
- Kategoriziraju i klasificiraju stvari
- Identificiraju relevantne informacije
- Konstruiraju i prepoznaju valjani deduktivni argument



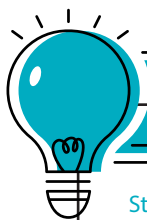
### Analiziranje analogije

Kako bismo omogućili kvalitetno učenje novih pojmova, koncepata i ideja, dobro je koristiti analogije i metafore (Matlen i dr. 2011., Vendetti i dr. 2015., Brown i dr. 2010.), ali pri toj kognitivnoj podršci treba obratiti pozornost na:

- eksplicitno naglašavanje „lomljenje“ analogije
- vizualizaciju analogije

- upotrebu prostornih znakova, gesti i neverbalne komunikacije
- upotrebu različite analogije za različite međudnose.

Jedan od primjera analogije je sljedeći: je li bolje planet Zemlju usporediti s jabukom ili jajetom te koje su prednosti i nedostaci jedne i druge usporedbe?



### TIPS & TRICKS:

Strategija upotrebe analogija u objašnjavanju znanstvenih tema mora biti promišljena i potrebno je detaljno razviti dobru analogiju. Dok polaznici uče o analogiji, potrebno je eksplicitno objasniti strukturu analogije i njezina ograničenja. Kad je moguće, korisno je upotrijebiti više od jedne analogije. To se može postići na ove načine:

- omogućiti polaznicima da usporede netom naučene koncepte s prethodno poznatim idejama;
- predstaviti izvor i cilj analogije istovremeno kako bi polaznici mogli vizualizirati načine na koje su one povezane;

- pružiti dodatne znakove, geste koje povezuju dva konteksta i omogućuju usporedbu te istaknuti analogna preslikavanja;

- istaknuti sličnosti i razlike između originala i analogije te pogotovo naglasiti potencijalna mjesta gdje analogija može dovesti do netočnog zaključka ili miskonceptije. To se postiže eksplicitnim navođenjem dijelova gdje se analogija „kvari“ i objašnjavanjem gdje više nije dobra i zašto;

- koristiti relacijski jezik za usmjeravanje pažnje na zajedničke odnose.



## Kategoriziranje i klasificiranje stvari

Analizom sličnosti i različitosti nekih ideja, pojmova, koncepata i analizom razmišljanja iz spomenute tehnike „snježne grude“, stvaraju se nove mentalne sheme koje se nadograđuju na prethodne.

Švicarski psiholog Jean William Fritz Piaget, tijekom svog proučavanja kognitivnog razvoja u prvoj polovici 20. stoljeća, opisuje učenje kao rezultat stvaranja novih mentalnih shema na temeljima postojećih. U tom kontekstu, prema Piagetu, postoje dva procesa koja vode učenje: organizacija shema i adaptacija shema, odnosno **učenje je proces stalne organizacije shema**.

Adaptacija postojećih shema uključuje slaganje novih informacija u postojeću strukturu ili prilagodbu sheme novoj informaciji koja se ne uklapa u neku od postojećih struktura.

U tom smislu pomaže nam ako razlikujemo kategorizaciju od klasifikacije. Klasifikacija je puno rigidnija i predstavlja skup međusobno isključivih klasa koje su posložene hijerarhijski. Klase su unaprijed određene dok se kategorije slažu po stvarima koje imaju neke međusobne sličnosti.

Primjerice, živi svijet klasificiramo u vrstu, rod, porodicu, red, razred, koljeno, carstvo te je jasna podjela i njezina hijerarhijska struktura, dok se, recimo, vozačka dozvola izdaje za upravljanje vozilima koja su svrstana u različite kategorije.



### TIPS & TRICKS:

Tijekom bilo koje intervencije u kojoj se polaznicima omogućilo da ili samorefleksivnim pristupom analiziraju svoja razmišljanja ili svoja opažanja, dobro je da u nekim daljnjim koracima timovi suradnički rade na grupiranju pojmova.

To se može postići ukoliko u timovima polaznici prvo napišu na papiriće svoja razmišljanja te ih zajednički kategoriziraju i klasificiraju.

Ovisno o samoj temi, tj. slažu li polaznici vlastite stavove ili već unaprijed definirane pojmove, može

im se pružiti prilika da zajedno odluče kako se pojedina kategorija može nazvati, da osmisle rečenicu ili odlomak koji opisuje tu kategoriju ili da predlože svoju definiciju.

Na takav način njihova vlastita shema biva strukturirana, ali se može i nadograditi ako se njihov opis usporedi s nekim službenim, znanstveno točnim ili međunarodno prihvatljivim opisom.

bilješke:

---

---

---

---

---



## Identificiranje relevantne informacije

Zbog specifičnosti vremena u kojem živimo, u kojem vlada zasićenost informacijama svih vrsta i tema, ova vještina nikad nije bila potrebija.

Možemo reći kako **identifikacija relevantnih informacija i određivanje pouzdanosti izvora pripada u kategoriju medijske i digitalne pismenosti**. U svijetu znanosti također postoji način kako se mogu razlikovati kvalitetniji i pouzdaniji radovi od onih drugih.

Na našim se prostorima znanstveni i stručni radovi u većini slučajeva nalaze iza ograničenog, odnosno zaključanog sadržaja (engl. *paywall*), za čije je otključavanje potrebno platiti, zbog čega je mnogim ljudima često

dostupna samo informacija o naslovu članka i znanstveni sažetak. Uz to, ne treba posebno naglašavati kako su stručna literatura i znanstveni članci pisani znanstvenim jezikom te su kao takvi nerazumljivi ljudima koji nisu usko u tim područjima.

Na godišnjoj se razini objavljuje više od 2,5 milijuna znanstvenih publikacija, od kojih je jedan jako malen dio predstavljen u medijima. Te su informacije filtrirane i prezentirane kroz medije, blogove i društvene mreže.



## Konstruiranje i prepoznavanje valjanog deduktivnog argumenta

Kako bismo mogli procijeniti kvalitetu argumenata, bitno je znati razlikovati induktivni od deduktivnog argumenta.

Induktivni argument je zaključak koji se prezentira kao najvjerojatniji nakon izloženih premisa, dok je deduktivni argument onaj koji postavlja određeni zaključak kao nužnost nakon izloženih premisa. Primjer induktivnog argumenta:

Krokodil je gmaz i nema dlaku. Zmija je gmaz i nema dlaku. Vjerojatno je da nijedan gmaz nema dlaku. Primjer deduktivnog argumenta: Svi gmazovi na koži imaju ljuske. Krokodil je gmaz. Krokodil na koži ima ljuske.

bilješke:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 7. Znanstvena metoda – temelj STEM obrazovanja

**Pokus je središnji dio znanstvene metode.** Njime istražujemo prirodu, pokušavamo odgovoriti na postavljena pitanja te na temelju ishoda pokusa postavljamo nova pitanja.

Dobro je birati pokuse čiji ishod ne bude intuitivno očekivan (čak i suprotan očekivanju). Razumijevanje pokusa nadopunjujemo znanstvenim modelima. Na nižim razinama obrazovanja, odnosno s mlađim polaznicima, primarno radimo na vizualizaciji modela da bi se kasnije tijekom obrazovanja oni upotpunili matematičkim opisom.

Kada govorimo o pokusu u okviru STEM edukacije, on je središnji element koji povezuje STEM područja. **Pokus se ne smije svesti na razinu mađioničarskog trika ili videoisječka na internetu**, dakle, promatranja pojave koja nakratko bude zanimljiva i ne ostavlja dublji obrazovni učinak.

Prilikom izvođenja pokusa, s polaznicima razgovaramo njima razumljivim jezikom, povlačeći analogije s onime s čime su upoznati. Međutim, korak po korak, uvodimo temeljne pojmove planirane intervencije. Pritom ne pretjerujemo: ako su polaznici djeca predškolske dobi, u svakoj

intervenciji uvedemo po jedan ključni pojam, dok ostalo objašnjavamo djeci razumljivim jezikom. Na završetku programa djeca opisuju svaki taj pojam i povezuju ga s pokusima ili modelima koje su upoznali. Uvođenje temeljnih stručnih pojmova je važno. Radi se o izgradnji rječnika, slično kao što ga gradimo učeći strani jezik. Oni postaju djeci prihvatljivi, zanimljivi i kada ih ponovno susretnu tijekom obrazovanja, imat će pozitivan stav prema njima i početnu znanstvenu sliku oko koje mogu dalje graditi svoje znanje.

Na sličan način biolog u STEM edukaciji fokus može staviti na temeljne biološke pojmove, kemičar na kemijske itd. U okviru teme treba detektirati temeljne prirodne koncepte i na njih staviti poseban fokus. Na primjer, jedna od ključnih fizikalnih veličina je energija. Energija je matematički apstraktna i time vrlo složena za razumijevanje na svim obrazovnim razinama. Govoriti o energiji ekosustava, npr., nije dobro ako se dublje ne razumije koncept energije. Zato učenje o energiji mora krenuti kroz fiziku.



fotografija: Vedran Metelko

## 7.1. Gdje je granica između pojednostavnjivanja i pogrešnih tvrdnji?

Razumijevanje koncepata zakona prirode temelj je razumijevanju znanstvene metode kojom te zakone istražujemo.

Ulaskom u složene tematike kao što je ova, važno je da se ne prezentira nešto što je temeljno pogrešno. Svakom edukatoru treba biti jasna razlika između znanstvenog modela koji se na određenoj razini ili za određene potrebe može pojednostaviti (to u fizici stalno radimo) i pogrešnih tvrdnji koje su suprotne zakonima prirode.

Pojednostavnjen model lošije će opisivati prirodnu pojavu, ali neće biti temeljno pogrešan. Granica između pojednostavnjivanja i pogrešnih tvrdnji treba biti razumljiva edukatoru.

Uzmimo na primjer model Zemlje. Imamo model Zemlje kao rotacijskog elipsoida, model Zemlje kugle i model Ze-

mlje ravne ploče. Tvrdnja da je Zemlja ravna ploča često se navodi kao primjer pseudoznanstvenih utjecaja putem interneta.

No zaboravljamo da svakodnevno Zemlju promatramo kao ravnu ploču. Svaka geografska ili autokarta prikaz je Zemlje kao ravne ploče. Dakle za naše svakodnevne primjene nije pogrešno Zemlju promatrati kao ravnu ploču, no znamo da je to model koji na manjim prostornim skalama služi našim svakodnevnim potrebama.

No ako krenemo proučavati klimatske procese, kretanja zračnih i oceanskih struja, taj model je pogrešan.

## 7.2. Razlučiti temelje od nadogradnje

Danas znamo da miskoncepcije, odnosno pogrešno razumijevanje prirode, ne proizlazi iz nerazumijevanja složenih prirodnih procesa, već iz nerazumijevanja temeljnih fizikalnih veličina kao što su sila, energija, količina gibanja, naboj itd. STEM intervencijama od rane dobi fokus trebamo usmjeriti upravo na prve korake u razumijevanju tih veličina. Ako smo kroz neformalno STEM obrazovanje pridonijeli razumijevanju tih veličina, napravili smo velik obrazovni iskorak.

STEM edukator treba razlučiti što je najbitnije i što predstavlja temelj razumijevanja, kao i što je nadogradnja te što predstavlja dodatne činjenice o nekoj pojavi.

Bez obzira na to o kojem se formatu radi, STEM edukacije su vremenski ograničene.

Zato je često bolje izostaviti detalje u objašnjavanju pojedine pojave, a fokusirati se na razumijevanje temeljnih veličina. No pristup učenju gdje se fokusiramo isključivo na temeljne veličine, nije učinkovit.

Pristup učenju kroz zanimljive, intrigantne i složene teme donosi širu sliku koja uz pokuse, istraživanja, izradu modela i rješavanje zadataka omogućava stjecanje viših razina znanja, a time i ono što je temeljno za obrazovanje – pridonosi stjecanju trajnih znanja i vještina.

Zadatak je STEM edukatora napraviti fini balans između zanimljivih i poticajnih aktivnosti i učenja temeljnih prirodnih veličina i zakonitosti.

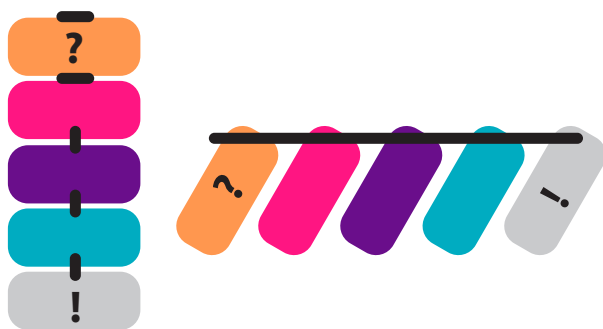
## 7.3. Sva znanja nisu još uvijek otkrivena

Jedna od zanimljivosti s kojima smo se susreli tijekom rada na STEM edukaciji dolazi iz formalnog obrazovnog sustava.

U većini slučajeva, kada se STEM edukatore suoči s njihovim razumijevanjem znanstvene metode i postavljanjem elemenata istraživanja u kontekst, kako svijeta znanosti, tako i svijeta obrazovanja, pojavljuje se princip „kuharice“.

Udžbenici, zbirke i zadatci koje postavljamo pred učenike formulirani su na takav način da uvijek postoji dobro definiran pristup u rješavanju koji dovodi do točnog rješenja. Sve su varijable poznate i „samo“ treba prepoznati formulu koja će dati konačan rezultat sve do pete decimale.

Drugim riječima, u obrazovnom smo sustavu naviknuti na princip rada u kojem svaki problem ima svoje rješenje do kojeg se može doći prateći recept. Taj proces počinje nekom verzijom početnog pitanja i završava zaključkom, a put do tog zaključka prilično je linearan.



bilješke:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Takvim se pristupom stvorila kriva percepcija u društvu. Tako su nas odgojili i obrazovali da znanost uvijek ima rješenje i da su „znanstvenici dokazali“. Na kraju krajeva, tako i funkcionira sustav objavljivanja novog znanja u stručnoj literaturi, prema principu „iz A slijedi B“.

Problem s takvom prezentacijom sadržaja leži u činjenici da takav način razmišljanja nije povezan s realnom situacijom kako znanost funkcionira, kako ljudi dolaze do novih spoznaja, ni kako se život u konačnici odvija. Vrlo često je taj proces pun prepreka, zaobilaznica i područja gdje uopće ne znamo ni što radimo ni kamo idemo ni gdje želimo doći. Edukatori trebaju imati ovo na umu i razmišljati kako polaznicima prenijeti poruku, unatoč pokusima koji su unaprijed zadani i čije rezultate znamo, o tome da sva znanja nisu otkrivena i da je istraživanje put u nepoznato.

Iskusniji edukatori usudit će se provoditi pokuse i/ili istraživanje čije rezultate ne znaju, možda nisu dovoljno detaljno upućeni ni u temu istraživanja, ali na temelju svog iskustva znaju kako biti podrška i mentor takvim polaznicima koji se „bace“ u istraživačke projekte.

## 8. Kada početi s obrazovanjem iz STEM područja? U vrtiću!

### 8.1. Zašto početi od vrtićke dobi?

Djeca u vrtićima nevjerojatno su znatiželjna. Ne samo što istražuju svijet oko sebe svojim osjetilima, oni se već od najranije dobi ponašaju poput znanstvenika.

Izvide brojne pokuse s pomoću igračaka i svih njima dostupnih predmeta i tvari. S takvom znatiželjom iz rane dobi dolaze u školu. Školski programi često su kruti i nisu usmjereni prema individualnim interesima djece. Prostor za istraživanje vlastitih interesa i pronalaženje talenata praktički je jako sužen ili ne postoji.

Zato se ta znatiželja kod većine djece tijekom formalnog obrazovanja gubi, nestaje.

Sir Ken Robinson, cijenjeni ekspert za edukaciju, kreativnost i inovaciju u 21. stoljeću, rekao je: „**Zaigrana djeca će izrasti u velike ljude.**“ Djeci ne smijemo uskratiti radost djetinjstva i vrijeme za igru.

Treba pokušati postići da zadrže u sebi ono najbolje što kao djeca imaju – prirodnu znatiželju, kreativnost i želju za istraživanjem i učenjem.

To će potvrditi svaki vrhunski stručnjak ili znanstvenik. Do svojih dostignuća, među ostalim, došli su zadržavanjem te dječje znatiželje.

Sir Robinson je definirao načela na kojima se bazira procvat ljudskog života koji je u suprotnosti s kulturom obrazovanja u kojoj većina učitelja mora raditi i većina učenika izdržati:

1. Ljudska bića su prirodno različita i raznolika.
2. Načelo koje potiče procvat ljudskog života je znatiželja. **Uspijete li zapaliti iskrnu znatiželje u djetetu, ono će vrlo često učiti bez ikakve pomoći.** Djeca su prirodni učenici. Znatiželja je pokretač postignuća.

3. Poučavanje je kreativno zanimanje. Veliki učitelji poučavaju, stimuliraju, izazivaju, uključuju. Bit obrazovanja je u učenju. Ne zbiva li se učenje, ne događa se ni obrazovanje. Čitav smisao obrazovanja jest u tome da ljude potaknete na učenje. Uloga učitelja je u olakšavanju i poboljšavanju učenja.

4. Uspješne zemlje vrlo visok status pridaju učiteljskom zanimanju. Ondje prepoznaju da nije moguće unaprijediti obrazovanje ne odaberete li sjajne ljude da poučavaju i ne ustrajete li u tome da im pružite stalnu podršku i profesionalni razvoj. Ulaganje u profesionalni razvoj nije trošak. To je investicija.



Djeca nije teško potaknuti da istražuju prirodu, izvode pokuse, čude se i vesele svojim otkrićima.

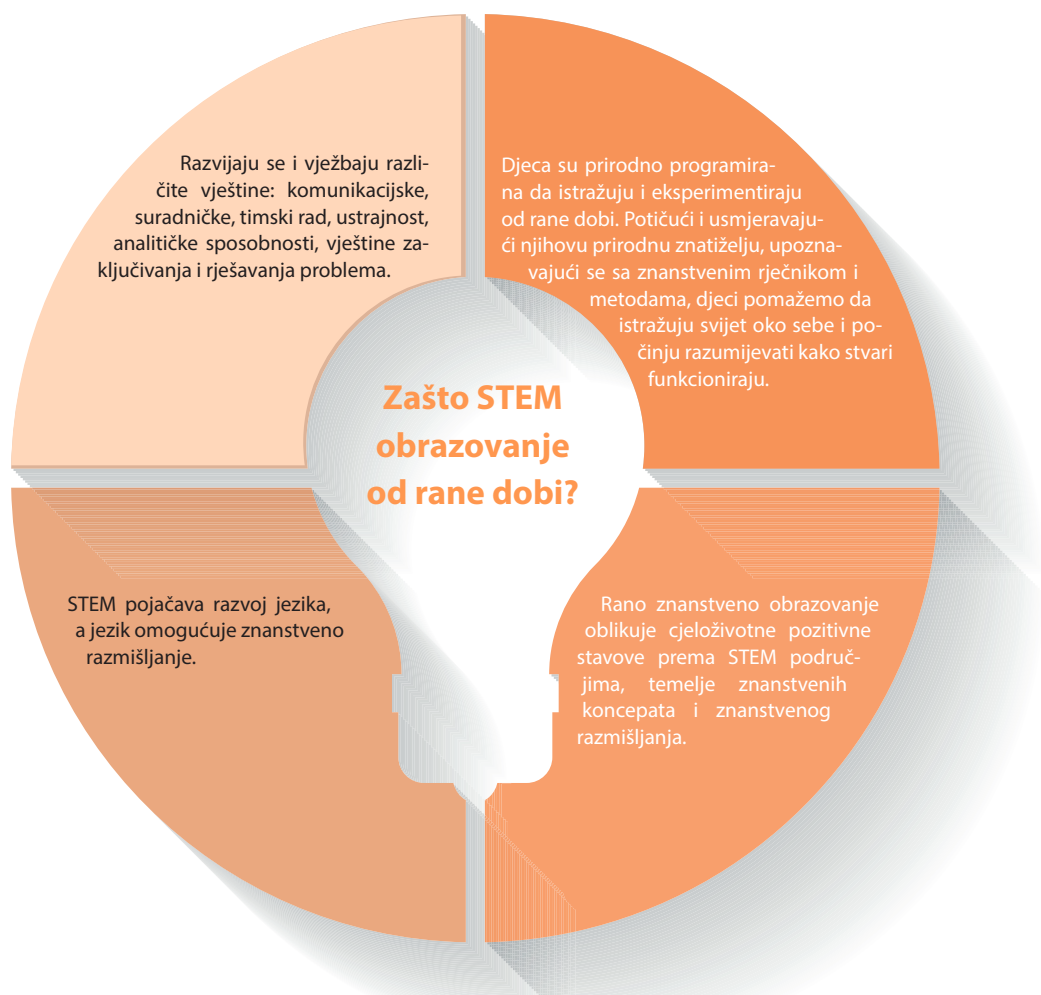
Astrofizičar Mario Livio u svojoj knjizi „Zašto? Što nas čini znatiželjnima?“ istražuje najljudskiju od naših osobina – znatiželju – istražujući našu urođenu želju da znamo zašto. Znatiželja prema znanju je ono što pokreće znanost.

Ako idemo u dubinu, znatiželja je složeni niz stanja i mehanizama. **Znanost još nije razjasnila zašto su ljudi tako znatiželjni i koji su mehanizmi u našem mozgu za to odgovorni.**

Još od 2000. godine stručnjaci u području edukacije predškolske djece usmjeruju svoj fokus na implementaciju STEM

kurikuluma kao fokusa programa ranog djetinjstva. Održavaju se godišnje konferencije s tom tematikom koje okupljaju edukatore, zakonodavce, istraživače i druge subjekte. Djecu treba od rane dobi, najkasnije od 4. godine života, zainteresirati za STEM.

Obrazovanje koje djeca steknu do oko 11. godine života predstavlja obrazovne i motivacijske temelje za cijeli život. Do tada je moguće djecu usmjeriti prema STEM područjima i perspektivnim zanimanjima 21. stoljeća (Ploog et al 2015; Rocard et al, 2007; Shonkoff&Phillips 2000; Styliandou 2014; Worth 2010).



**Suvremeni pristupi obrazovanju u središte stavljaju dijete** te uzimaju u obzir sve formalne i neformalne oblike obrazovanja kojima je dijete izloženo. Podjednaku važnost treba pridati svim temama bitnim za njegov kognitivni i tjelesni razvoj. Bitni su segmenti jezik, kultura, povijest i umjetnost koji razvijaju potencijale djeteta. Ono što ističe-

mo u ovom Priručniku jest da je i STEM jedan od ključnih segmenata u ranom razvoju. STEM edukacije izvan vrtića i škole mogu imati ključnu ulogu u djetetovu kasnijem usmjerenju i uspjehu. Veći i male intervencije mogu imati ogroman učinak.



## 8.2. Kako pobuditi znatiželju prema STEM područjima?

Prođimo kroz nekoliko primjera i pokušajmo detektirati ključne elemente koji mogu tomu pridonijeti.

Prvo ćemo krenuti s primjerima namijenjenima djeci u vrtiću i do sredine osnovne škole, dakle do trenutka kada djeca dolaze u doticaj s predmetnim nastavnicima koji su svojim obrazovanjem bliži pojedinim STEM područjima. Ono što je svojestveno na svjetskoj razini jest da je na nižim razinama obrazovanja premalo angažiranih stručnjaka iz STEM područja.

Način na koji se STEM poučava ima malo poveznica s načinom na koji se znanost i tehnologija stvarno razvijaju. Znanost je prekrasna i zabavna, zahtijeva znatiželju, maštu i kritičko razmišljanje. Nasuprot tomu, sustav evaluacije u školi baziran je na „povijesnim“ činjenicama - brojnim podacima prikupljenima tijekom znanstvenih istraživanja.

Mnoga djeca napuštaju školu ne želeći imati ikakve veze sa znanosti. Djecu ne vodimo do najudaljenijih dijelova svemira ili u molekularne procese u našim tijelima. Njihovu pažnju usmjeravamo na tehničke detalje i činjenice kako bismo ih lakše procijenili. Potičemo li njihovu znatiželju, čuđenje i želju da saznaju te detalje?

Ključna je polazna točka u STEM obrazovanju angažman stručnjaka. STEM edukatori su stručnjaci koji dobro razumiju svoje uže područje. Koristeći svoja znanja i iskustva, mogu odabrane teme iz STEM područja prilagođavati tipu edukacije, dobi sudionika i ciljevima edukacije.



Jednodnevne radionice za učenike osnovnih škola u čijem su središtu fizikalni pokusi



Na primjer, krenimo od zadatka da želimo organizirati STEM radionice u vrtiću. Isti pristup može se primijeniti i za sve više razine, prilagođavajući opseg materijala i krećući od razine koju polaznici mogu razumjeti.

Kada govorimo o STEM edukaciji u ranoj dobi, logično se nameće praktična aktivnost kroz pokuse. Mogli bismo odabrati na primjer teme valovi na vodi, kotrljanje tijela niz kosinu, slobodni pad, elektriziranje balona itd. Zapravo, mogli bismo uzeti jedan od brojnih priručnika dostupnih u svijetu s idejama jednostavnih ili složenih STEM pokusa.

Čak i najjednostavnije aktivnosti mogu upoznati djecu sa znanstvenim pojmovima i potaknuti znanstveno razmišljanje. Poticanjem i usmjeravanjem njihove prirodne znatiže-

lje te upoznavanjem s osnovnim znanstvenim rječnikom, možemo pomoći djeci da počnu shvaćati svijet oko sebe. No mi koji smo stručnjaci u STEM područjima, možemo djeci pružiti puno više.

Jedan od današnjih okvira kojim pokušavamo razumjeti kako funkcionira proces učenja zadan je Bloomovom taksonomijom znanja, koju čini skup od tri hijerarhijska modela koji se koriste za razvrstavanje ciljeva obrazovnog učenja u razine složenosti i specifičnosti. Hijerarhija pokriva ciljeve učenja u kognitivnim, afektivnim i osjetilnim domenama. Inicijalna taksonomija više je puta tijekom posljednjih desetljeća nadopunjavana, stoga revidiranu Bloomovu taksonomiju prikazujemo na ilustraciji niže.



U navedenim primjerima iz vrtića jasno je da se oni dotiču tek najnižih razina Bloomove taksonomije. No i u školama se od djece najčešće traži puko dosjećanje i reprodukcija znanja, dok je neostvaren cilj poput stjecanja sposobnosti za rješavanje složenih problema s kojima će se susresti u životu.

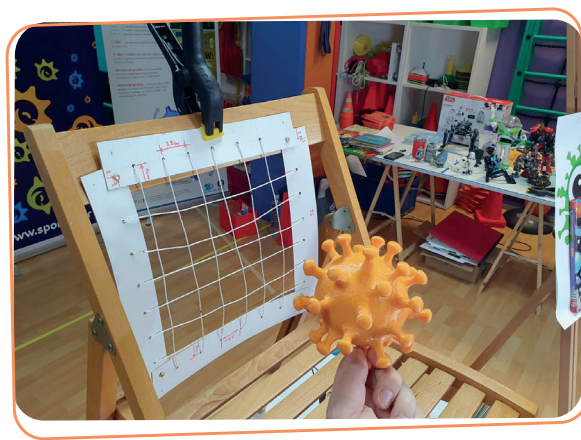
To je razlog što stvari možemo i trebamo u startu postaviti potpuno drugačije. Krenimo od stvarnih problema, događaja, otkrića, dakle, od cjelokupne slike u kojoj onda s djecom istražujemo. Koji su to stvarni problemi koji će pobuditi interes djece?

Evo nekih iskustveno potvrđenih primjera: kvantna računala, klimatske promjene, mikroplastika u okolišu, istraživanje svemira, koronavirusi.

Jesu li to preteške teme za djecu u vrtiću i osnovnoj školi? Apsolutno nisu.

Sustavniji pregled važnih tema današnjice dan je u tablici na sljedećoj stranici. Djecu od rane dobi (a kasnije i odrasle) treba upoznati sa svim navedenim temama. Neformalno STEM obrazovanje nije opterećeno striktno definiranim kurikulumima i propisanim metodama te je time puno dinamičnije od formalnog obrazovanja.

Zato treba iskoristiti prostor da se u ovaj segment obrazovanja odmah uvode suvremene teme i metode. Sve ove teme su interdisciplinarne, što znači da povezujemo različita STEM područja.



Primjer brze prilagodbe neformalnog STEM programa aktualnim temama današnjice. Na slici je 3D ispis modela koronavirusa te pokus s modelom maske (mreža), gdje model virusa ispaljujemo praćkom na masku i demonstriramo što se događa.

U mlađoj dobi je važnije razvijati znanstvene vještine od razumijevanja složenih znanstvenih koncepata.

bilješke:

.....

.....

.....

.....





Na fotografijama su STEM radionice iz geologije. Geologija je znanost koja istražuje Zemlju i zbog toga važna za naše živote, a praktički zanemarena u formalnom obrazovanju. Uloga neformalnog STEM obrazovanja je istaknuti i približiti djeci sva bitna znanstvena područja. Šira slika koju dobiju povećava interes za STEM.



Klimatske promjene su jedna od najvažnijih obrazovnih tema 21. stoljeća. Ova tema mora biti dio formalnog i neformalnog obrazovanja. Upoznavanje s klimatskim promjenama kroz istraživanje leda i upotrebu termokamere.



Svemir je također vrlo važna i inspirativna tema koja je gotovo zanemarena u formalnom obrazovanju. Teme vezane uz svemir interdisciplinarno povezuju STEM područja. Astronomsko promatranje Sunca i fizikalno razumijevanje kako djeluje gravitacijska sila.



## 8.3. Kvantna fizika u vrtiću

U prethodnom poglavlju objasnili smo zašto je važno početi s obrazovanjem iz STEM područja u vrtiću, a u ovom dijelu Priručnika donosimo vam detaljan pregled programa koji se provodi u vrtiću, a koji je sjajan primjer kako složene znanstvene koncepte možemo jako pojednostaviti, a da pritom ne ugrožavamo „temeljne znanstvene istine“ nekog koncepta.

Bez obzira na to koliko nam se ponekad neka tema čini „kompliciranom“ ili su polaznici možda premladi za određene STEM teme, na ovom primjeru možete vidjeti da takve teme ne postoje ako ih osmišljava i provodi vješt (i iskusan) edukator.

Na primjeru STEM programa „Kvantna fizika u vrtiću“, sastavljenog od desetak radionica, istaknut ćemo elemente uvođenja vrlo složene teme već u vrtiću. S kvantnom fizikom djeca se prvi put sretnu u srednjoj školi, no ta tema ne ostavlja dublji obrazovni učinak, prema kasnijim evaluacijama studenata na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu.

Program „Kvantna fizika u vrtiću“ inspiriran je nizom primjera iz svijeta kojima se ističe važnost upoznavanja djece s konceptima suvremene znanosti i tehnologija od najranije dobi. Ideja programa nije samo izlaganje djece vrlo složenoj tematici, već i programu kojim se ulazi u dubinu pojedinih važnih fizikalnih koncepata kojima opisujemo prirodu.

Zašto baš tema kvantne fizike? Dva su razloga. Prvi je znanstveno-tehnološki. Iduća generacija računala i komunikacijskih tehnologija bazirana je na kvantnoj fizici. Dakle, djecu od rane dobi upoznajemo s konceptima suvremenih tehnologija i onih koje tek dolaze.

To je ogroman iskorak u odnosu na formalno obrazovanje koje uvijek značajno kasni za razvojem znanosti i tehnologija.

Drugi razlog je taj što o toj temi većina djece koja završi obrazovanje, odnosno većina građana, ne zna gotovo ništa i smatra je vrlo teškom i nerazumljivom. Kvantna fizika nalazi se u pozadini tehnologija koje danas koristimo, kao što su računalni čipovi ili laseri.

Na koji način ćemo na razini zajednice donositi odgovarajuće strateške odluke vezane uz znanost i tehnologije ako većina ljudi ne zna bar osnove? Zato je kvantna fizika izvrsna tema kojom se može početi intervencija u vrtiću i nastaviti u osnovnoj školi.

Na sličan način, svatko od STEM edukatora kao stručnjak u pojedinom području može izabrati jednu važnu i aktualnu temu iz svog područja te razmisliti kako je na sličnim konceptima prilagoditi za vrtićku ili školsku razinu.



### TIPS & TRICKS:

Ako i niste sigurni što biste izabrali, vrlo izazovan zadatak koji ima mnoštvo opcija može biti sljedeći: izaberite neku od Nobelovih nagrada odabranog područja i osmislite program kojim ćete osnove tog otkrića predstaviti djeci. Time ćete sigurno pokriti neka od najvažnijih znanstveno-tehnoloških dostignuća današnjice.

**bilješke:**

.....

.....

Vratimo se na program kvantne fizike u vrtiću. Istaknimo još jednu osobitost programa, a to je višestruko povezivanje svih komponenti STEM područja, pa i proširenje s A komponentom (A-arts u akronimu STEAM).

Dobro je birati teme koje povezuju važne prirodoslovne koncepte (u ovom slučaju fizikalne koncepte), tehnologije (u ovom slučaju laseri, čipovi, kvantna računala, kvantna komunikacija), inženjerstvo (izvođenje fizikalnih pokusa u svrhu razumijevanja i razvoja tehnologija) te matematiku (matematički modeli i alati za razumijevanje ove tematike).

Temeljna je ideja upoznavanja s važnim temama u ranoj dobi pobuditi interes i na dulje staze inspirirati u smjeru STEM područja. Ako dijete pronade bar jedan segment aktivnosti koji će ga zaokupiti, oduševiti, potaknuti na daljnje istraživanje, to bitno pridonosi pozitivnom stavu prema STEM-u.

Taj stav će biti važan motivator na višim razinama obrazovanja kad učenje fizike, matematike, kemije i drugih područja postaje vrlo zahtjevno.

Mnoga djeca tijekom svog obrazovanja dođu do točke kad izgube motivaciju za učenje, posebno u područjima koja zahtijevaju dugačak i intenzivan angažman, kao što su STEM područja. Zato je za uspjeh u STEM područjima izuzetno bitna unutrašnja motivacija, posebice u kontekstu današnjeg obrazovanja, gdje se nastavnik ne može dovoljno posvetiti svakom učeniku.

Jedna intervencija u vrtiću nije dovoljna, potrebne su intervencije i na višim razinama. No izostanak uvida i motiviranja za STEM u ranoj dobi vrlo je teško kasnije nadoknaditi, čak i uz najbolje obrazovne pristupe.

### bilješke:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## Detalji STEM programa „Kvantna fizika u vrtiću“

U uvodnom dijelu sudionike treba zainteresirati za određenu temu, odnosno problem koji treba riješiti. U suvremenom obrazovanju posebno se pokazuje učinkovitim pristup kroz priče o važnim znanstvenicima ili izumiteljima, detaljima iz njihovih života i istraživanja. Treba poticati djecu da postavljaju pitanja. Kada djeca pitaju zašto, ne moramo odmah dati odgovor. Trebamo ostaviti mogućnost da djeca razviju svoje vlastite vještine razmišljanja na način da njih pitamo koji je odgovor. Ako odgovor nije točan, treba naći način da dijete otkrije točan odgovor. U tome nam izvrsno pomažu pokusi.

Svaka radionica u ovom programu ima fokus na jednu od temeljnih fizikalnih veličina ili zakonitosti za koje znamo da ih djeca nedovoljno razumiju tijekom obrazovanja, odnosno imaju miskonceptije o njima. U fizici to su energija, sila, masa, zakoni prirode itd. Za razliku od nekadašnjeg razmišljanja, da rano izlaganje pojedinim pojmovima može

izazvati miskonceptije, mi radimo upravo suprotno. Ranim upoznavanjem s njima utječemo na procese formiranja mišljenja prije pojave miskonceptija. Fizika se počinje sustavno učiti tek u 7. razredu osnovne škole. Prekasno! Do tada djeca steknu brojne miskonceptije koje ne uspijevamo ukloniti ni na fakultetima iz STEM područja.

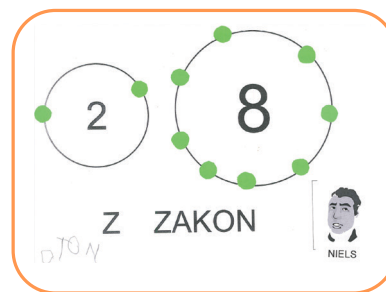
Slijedi primjer pripreme za jednu od radionica u programu „Kvantna fizika u vrtiću“. U okviru izvedbe programa pripreme su prije izvedbe prezentirane odgojiteljima koji su aktivno sudjelovali u izvedbi. Svaka radionica imala je jednu glavnu temu. Najčešće je fokus bio na fizikalnu veličinu koju su djeca na različite načine istraživala i prikazivala. U ovoj radionici fokus je bio na energiji elektrona. S elektronima, kao i s konceptom energije, djecu smo već upoznali na prethodnim radionicama.



Zanimljive priče, znanstveni izazovi i pitanja



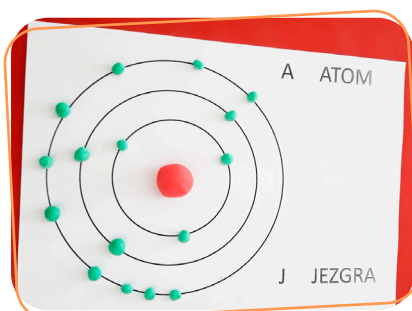
Priče o znanstvenicima



Temeljna fizikalna veličina ili zakonitost



Fizikalni pokusi - aktivno istraživanje



Znanstveni modeli - izrada modela



Diskusija i zaključak

Elementi radionice u programu *Kvantna fizika u vrtiću*



## Naziv aktivnosti: Elektroni imaju energiju



### STEM područje:

prirodoslovlje,  
fizika, matematika



### Tema aktivnosti:

Upoznavanje sa strukturom atoma koji se sastoji od atomske jezgre i elektrona koji imaju različite energije



### Trajanje:

45 min



### Ciljevi aktivnosti:

- upoznavanje sa strukturom atoma, elektronima i njihovom energijom
- poticanje na razmišljanje, povezivanje, zaključivanje
- upoznavanje novih pojmova iz kvantne fizike i povezivanje s već naučenim ili poznatim pojmovima
- izrada modela atoma
- učenje kroz igru



### Materijali:

- plastelin u boji
- baloni, mali listići papira
- slike ili fotografije znanstvenika
- pribor za pisanje i papiri

## Stručna podloga:

Samu razradu radionice, pripremu aktivnosti i radnih listića treba napraviti stručnjak u zadanom području, dakle fizičar. Izvedba je povezana s analogijama (usporedbama) iz svakodnevnog života koje su opće razumljive. Na primjer, kada govorimo o pojmu energije, počinjemo priču o energiji pitajući djecu: Imate li energiju? Na što trošite energiju? Odakle nam energija?

Modele atomske fizike obrađujemo pozivajući se na zakone prirode. Prije toga upoznajemo polaznike s činjenicom da se priroda ponaša prema zakonima. Razgovaramo s djecom o tome što su to zakoni, o zakonima koje donose i provode ljudi te o zakonima prema kojima funkcionira priroda.

## Tijek provedbe:

**Uvod:** ponovimo što smo naučili u prethodnim radionicama.

Od čega se sastoji sve oko nas? Od ATOMA.

No što se krije unutar ATOMA?

U ATOMU se nalaze ELEKTRONI i JEZGRA.



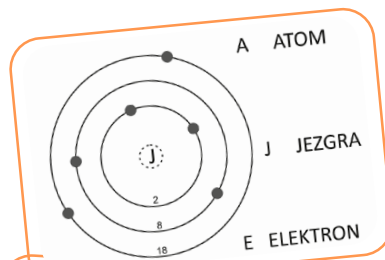
5 min

### Aktivnost 1:

Razmjestimo elektrone i jezgru u atomu. Od plastelina radimo kuglice. Svako dijete radi jednu crvenu kuglicu promjera oko 2 cm (JEZGRA) i po 7-8 plavih kuglica, sve iste veličine i promjera oko 0,5 cm (ELEKTRONI). Atom je prikazan s jezgrom oko koje su koncentrične kružnice. Elektrone možemo stavljati na kružnice. Elektroni ne smiju biti izvan kružnica. Oni mogu skakati s kružnice na kružnicu. Jezgra je uvijek u sredini.

Elektrone možemo rasporediti na različite načine. Bitno je samo da su na kružnicama. Elektroni ne mogu biti na jezgri. Sve je to određeno zakonima fizike (prirode).

Koliko elektrona ima u jednom atomu? Prebrojimo!



Radni listić br. 1, A ATOM, J JEZGRA, E ELEKTRON I



10 min

### Aktivnost 2:

Fizikalni pokus je središnji dio radionice. JEZGRA i ELEKTRONI se privlače. Razgovaramo s djecom o tome što su istražili na prošloj radionici - vidjeli smo da se ELEKTRONI odbijaju. Dva balona s puno elektrona odbijaju se. No JEZGRA i ELEKTRONI se privlače. Kao što balon privlači male listiće papira. Istražimo to pokusom!

#### **Pokus: elektrostatsko privlačenje**

Papir usitnimo na male listiće. Napuhani balon trljajmo sintetičkom krpom ili o odjeću koja ga dovoljno naelektrizira. Približimo balon listićima. Što se događa? Djeca vide da balon privlači listiće. Naslonimo sada balon na zid. Što se sada događa? Balon i zid se privlače.

Zašto se to događa? Odgovor su ELEKTRONI. Trljanjem balona krpom, s krpe dodajemo nove elektrone. Oni se potom privlače s listićima papira ili sa zidom.



Pokusi s elektrostatskim privlačenjem



15 min

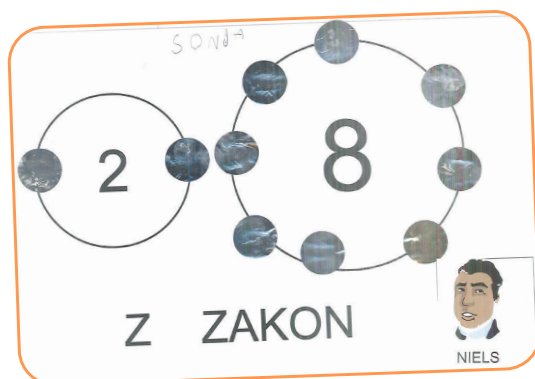
### Aktivnosti 3:

#### Z ZAKON

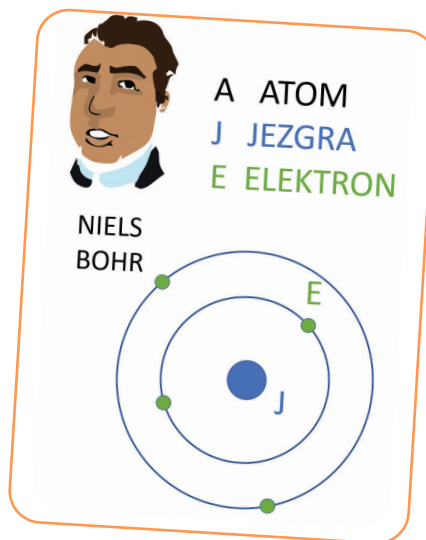
Gdje stavljamo jezgru, a gdje elektrone?  
To nam govori ZAKON. U fizici imamo ZAKONE. Zakone prirode. Jezgru moramo staviti u centar, a elektrone na krugove.

Tko je otkrio što se nalazi u atomu – g. NIELS BOHR. On je bio veliki danski fizičar. I nogometaš. Živio je u prošlom stoljeću.

Kako slažemo elektrone? Prema ZAKONU! ZAKON je da su elektroni na krugovima. ZAKON je da na prvi krug do JEZGRE stavimo samo 2 ELEKTRONA. Na drugi krug možemo staviti 0 do 8 ELEKTRONA. Složimo elektrone prema ZAKONU!



Ispunjeni radni listić br. 2



Radni listić

#### Radni listić br. 2 Z ZAKON

Imamo dva kruga manji i veći. Na manji krug lijepimo 2 kružića – elektrona. Na veći krug lijepimo 8 kružića – elektrona. U kvadrat nalijepimo znanstvenika koji je otkrio ZAKON.

Tko je to? Pokažemo sliku. Je li to RUĐER BOŠKOVIĆ? On je otkrio ATOM. Ne! Je li to NIKOLA TESLA? On je istraživao MUNJU. Ne! Je li to NIELS BOHR? Da! On je otkrio ZAKON u ATOMU – kako se ELEKTRONI slažu u atomu.



10 min

### Završni dio radionice – razgovor s djecom

Što smo danas naučili? Od čega se sastoji sve oko nas? Od ATOMA. Što je manje od atoma? ELEKTRON. Gdje se nalazi elektron? U atomu. Elektron ima ENERGIJU. Od čega se sastoji ATOM? Od JEZGRE i ELEKTRONA. S kojim slovom se piše jezgra? Gdje se nalazi jezgra? U središtu atoma. Koliko jezgra ima u atomu? Jedna. Gdje se nalaze elektroni? Na kružnicama oko jezgre.

Listić za zadaću: Na njemu treba nacrtati elektrone svakom atomu. Elektrone obojiti tako da svaki atom ima elektrone iste boje.



5 min

#### Izvori/literatura:

D. Paar: Kvantna fizika u vrtiću, hfd-steam.eu, 2018.- 2021. / C. Ferrie: Quantum Physics for babies, Sourcebooks, 2018. / N. Poljak: Fizika za djecu: ABC fizike, Školska knjiga, 2020.



## Analiza aktivnosti : Elektroni imaju energiju

### Zašto ova aktivnost?

Radionica je dio STEM programa „Kvantna fizika u vrtiću“ tijekom koje se djeca upoznaju s nekim od temeljnih fizikalnih zakona i veličina te s odabranim svojstvima atomske strukture materije.

Također, kvantna fizika predstavlja područje interesa edukatora koji je osmislio ovu radionicu te ga uvelike veseli prenositi znanje o temi svojim polaznicima, što je važan segment popularizacije znanosti. Entuzijazam edukatora nužan je za kvalitetno provedenu edukaciju/radionicu!

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Praksa pokazuje da su djeca u vrtićkoj dobi i u nižim razredima osnovne škole prirodno znatiželjna i s njima je moguće obraditi ovu tematiku.

Iskustvo s radionice je da su djeca oduševljena pokusima iz fizike i rado sudjeluju u rješavanju zadataka.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Radionica se uz male prilagodbe može održati na različitim razinama u vrtiću ili u razrednoj nastavi. Najbitnije je djecu zainteresirati za tematiku te kroz pokuse i zadatke zadržati njihovu znatiželju.

### Korisni savjeti za edukatora

Fokus treba biti na praktičnom radu, na pokusima u kojima djeca aktivno sudjeluju i s konkretnim zadacima izrade modela i rješavanja problema koji ne trebaju biti trivijalni. Ne treba se ustručavati djeci dati zadatak ili pitanje iz teme koju još nisu svladali ili ih motivirati da naprave bar prve korake u rješavanju (dobar primjer su matematički problemi). Djecu treba učiti da postoje otvorena pitanja, ali i da postoje pitanja na koja ni najbolji znanstvenici ne znaju odgovor. Edukator se nikada ne smije bojati pitanja. Uvijek treba priznati djeci da nešto ne zna i obećati im da će to istražiti ili pitati znanstvenika za pomoć. Ako bude vremena, važno je zajednički pitanje istražiti s djecom ili pitati djecu kako bi oni došli do nekog odgovora. Gdje bi prvo potražili? Dobro je da tema koju obrađujete ima osobni pristup edukatora, gdje se on stavlja u ulogu djeteta koje istražuje zadanu tematiku. Edukator treba priznati djeci da ga nešto posebno zanima, ali i da nešto ne zna i želi to naučiti zajedno s djecom. Istraživanje i otkrivanje zajedno s djecom, pri čemu se djecu potiče da nešto otkriju i istraže prije svog edukatora, vrlo je poticajno. Znanstveni pokusi su dobra podloga za takvo što jer se mnogi edukatori s nekima od njih i nisu prije susreli, tako da iskreno mogu istraživati zajedno s djecom. Obrnuta situacija, u kojoj dijete postavljamo u ulogu učitelja koji otkrića dijeli s drugima i drugima objašnjava kako izvesti neki pokus ili razvoj događaja, vrlo je poticajna i preporučljiva.



## Schroedingerova mačka u vrtiću

Izvicimo iz konteksta još neke konkretne primjere iz programa "Kvantna fizika u vrtiću", koji su posebno oduševili sudionike.

Okosnica svakog cjelovitog STEM programa mora biti znanstvena metoda. Pokus sa Schroedingerovom mačkom smatra se jednim od najznačajnijih pokusa iz povijesti prirodnih znanosti.

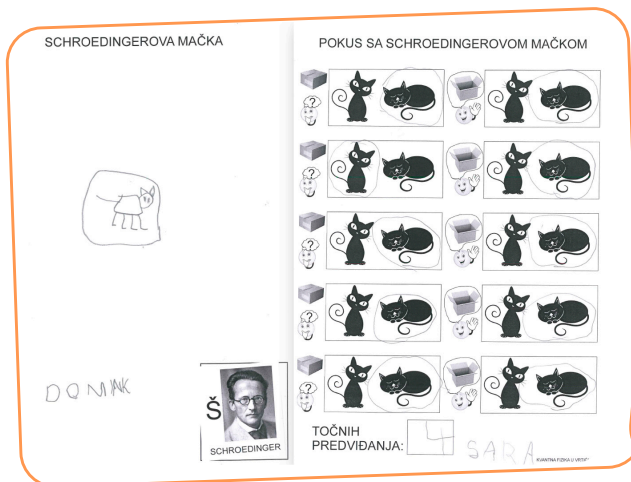
Zato je izvrsno da se s tim pokusom djeca susretnu već u vrtiću. Pokus se ne izvodi s pravom mačkom, a s djecom razgovaramo o ljubavi prema životinjama, kao i da se životinje ne smije uznemiravati. Figuricu mačke koja stoji stavite u uspravnom položaju u kartonsku kutiju i zatvorite. Protresite je, ali pritom ne znate je li mačka ostala uspravna (budna) ili je pala (zaspala). Dijete mora predvidjeti ishod i zaokružiti stanje mačke koje predviđa. Zatim otvara kutiju i vidi je li mačka budna ili spava, što zaokruži na slikama desno. Isti pokus ponavljamo pet puta (svaki redak je jedan pokus).

Na kraju prebrojimo koliko puta smo točno predvidjeli ishod te brojku unesemo u prazni pravokutnik na dnu. Ono

što naučimo iz pokusa jest da ne znamo siguran odgovor dok ne otvorimo kutiju. Tako je i u atomu. Ne znamo gdje se nalazi elektron i koja mu je brzina.

Pri upoznavanju sa znanstvenom tematikom ključno je da polaznici razumiju temeljne pojmove i koncepte. Na primjer, energija je jedna od ključnih veličina u razumijevanju prirode.

Prije nego što je energija spomenuta u kontekstu atoma, djeca su se s tim fizikalnim pojmom upoznala kroz fizikalne pokuse poput slobodnog pada kuglice u posudu s brašnom, priče o superjunacima i primjere iz vlastitog života. Priču o žutoj munji sa slike povezali smo s otkrićima Nikole Tesle i djeca su uživo upravljala s munjama u pokusima s Teslinim transformatorom, koji je u široj primjeni dostupan u obliku plazma kugli.



Radni listić pokusa Schroedingerova mačka i izvedba pokusa u vrtiću.

Ovaj pokus izazvao je ogroman interes djece, bio im je zabavan, intrigantan i o njemu su pričali tjednima nakon radionice.

KVANT je ENERGIJA koju ELEKTRON ima u atomu. Fizičar MAX PLANCK otkrio je KVANT. Za to je dobio veliku nagradu – NOBELOVU! Superjunaci nam pomažu u istraživanju prirode (desno).

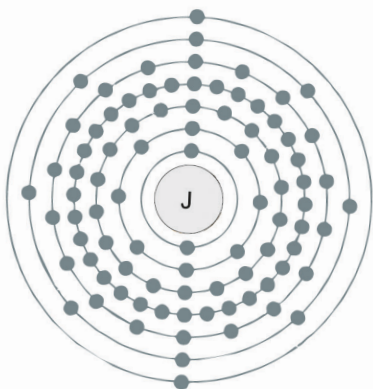


Schroedingerova mačka temelj je razumijevanja kvantnih bitova – osnove kvantnih računala koja će nam doći u ovom stoljeću. Djeci su uz pomoć modela kocke ilustrirani kvantni bitovi. Prije toga smo svladali osnove funkcioniranja današnjih računala, kako radi računalna memorija (desno).



Vrtički model električnog otpornika (gore) i pokusi sa strujnim krugom (desno).

# RADIJ



A ATOM  
E ELEKTRON  
J JEZGRA



OTKRILA

Veliki znanstveni modeli, na primjer Bohrov model atoma u dvorištu vrtića, ostavljaju poseban dojam.



Radni listić kojim su se djeca upoznala s atomom radija (Ra) i njegovom otkrivačicom nobelovkom Marie Curie. Njezinu sliku polaznici su trebali pronaći među slikama znanstvenika i naljepiti u odgovarajući okvir.

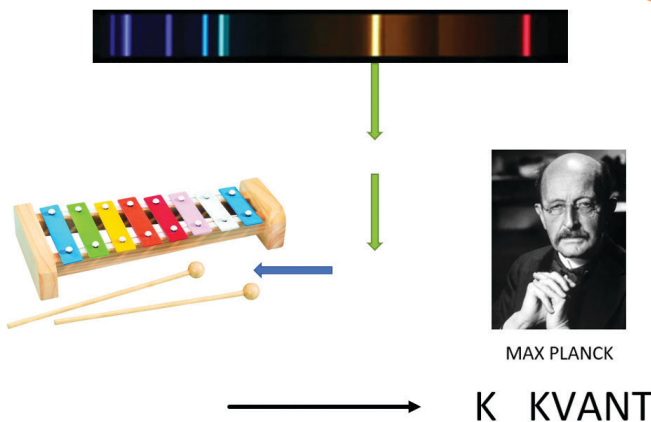
Djeci je postavljen izazov koji ih je zaokupio idućih dvadesetak minuta – da prebroje koliko elektrona ima u atomu radija. To je vrlo zahtjevan zadatak za djecu u vrtiću, a ustanovili smo da im je takav izazov jako zanimljiv.

Zanimljivo je i da djeca u vrtiću značajno razvijaju matematičke vještine i sposobna su percipirati brojeve veće od 10. Jako je dobro da se djeca u ranoj dobi susreću sa složenijim izazovima iz matematike, fizike i drugih STEM područja jer im to stvara temelje za daljnje učenje i unutrašnju motivaciju.

STEM edukator treba omogućiti djeci da puno istražuju i motivirati ih da postavljaju što više pitanja.

Veliki modeli omogućuju aktivno uključivanje djece u razumijevanje modela. Tako su u ovom modelu djeca dobila velike munje na kartonu (kvante energije) s pomoću kojih su preskakala krugove (energijske nivoe).

Aktivnost je bila vrlo zabavna i djeci i odgojiteljima. Uočite i panoe na kojima je izloženo što smo dotad učili, koje smo znanstvenike i znanstvene modele upoznali.



Povezivanje nepovezivog je nešto što intrigira i potiče na dublja razmišljanja.

U radionici smo povezali ton na ksilofonu s kvantom energije u atomu. Zasvirali smo – glazbu atoma. U fizici i prirodoslovlju općenito, analogija je moćan obrazovni alat.

Povezivanje nečega što nam je intuitivno jasno i što donekle razumijemo s potpuno drugim, teže razumljivim temama, pridonosi razumijevanju tih tema. Temu „Glazba atoma“ obradili smo i izvan okvira ovoga programa kao zasebni izložbeno-interaktivni postav na umjetničkom događanju.

Izuzetno je važno da u svakom STEM programu imamo pokuse u kojima djeca mogu sama istraživati prirodnu pojavu. U današnje vrijeme digitalnih tehnologija dijete gubi doticaj s prirodom i prirodnim procesima.

Uloga STEM programa treba biti proučavanje prirode. Zato u samim programima treba manje koristiti računalne tehnologije i fokus staviti na prirodne procese. Uočite na zidu u pozadini prikaze modela koji pojašnjavaju pojavu koju promatraju.



Jedan od najvažnijih pokusa u programu Kvantna fizika: direktno promatranje kvanta energije atoma.



## 9. Kako znati što radimo i u tome postajati bolji?



### 9.1. Zašto ljudi u autobusu govore o znanosti?

Razmislite prije nastavka čitanja ovog dijela, jeste li ikad u autobusu, tramvaju ili na bilo kojem drugom javnome mjestu, čuli ljude kako govore o znanosti?

Nije potrebno znati koje su njihove pozadinske priče, imaju li kakve veze sa znanstveno-istraživačkim procesima, jesu li liječnici, studenti STEM područja ili učenici koji sada rješavaju neke testove. Ovdje mislimo na raznolike grupe ljudi koji razgovaraju o znanosti i znanstvenim temama, konceptima, idejama ili se koriste znanstvenom terminologijom, što je čest slučaj. Prije negoli krenete dalje, probajte navesti riječi i koncepte koje ste načuli, onako slučajno, negdje na ulici, u javnom prijevozu ili čak u medijima, ne uzimajući u obzir specijalizirane članke ili emisije.

Tijekom 2020. i 2021. godine, primjerice, bilo je očito kako su mnogi ljudi govorili o virusima, pandemiji, epidemiologiji, cijepljenju, mRNA, nuspojavama i svemu što je usko povezano s virusom Sars-Cov-2, stoga pokušajmo filtrirati upravo te teme. Izvan pandemije čut ćemo i riječi kao što su: kolesterol, tlak, temperatura, geni, toplina, zasićene masne kiseline, proteini. Vrlo vjerojatno, velika većina ljudi koji će preko svojih usta prebacivati te riječi u suštini ne znaju što one zapravo znače u svijetu znanosti. Koja je, primjerice, razlika između topline i temperature, kako izgleda kolesterol, u čemu je razlika između virusa i bakterije?

Istovremeno će većina imati potrebu govoriti o klimatskim promjenama, fosilnim gorivima, globalnom zagrijavanju, brzini interneta, nedostupnosti signala, mp3 datotekama i sl.

Ono što je zajedničko svim tim pričama jest relevantnost tema za sudionike tih razgovora, što u konačnici utječe i na njihovu motivaciju. O nekim većim i bitnijim, bolje reći prisutnijim temama, većina ljudi ima jasno izražen stav koji se bazira na njihovu znanju, uvjerenju i sustavu vrijednosti. Tako da naše društvo završava s tisućama izbornika nogometne reprezentacije, epidemiologa ili stručnjaka na područjima genetski modificiranih organizama.

Imajući u vidu kompleksnost različitih stavova, uvjerenja i znanja, bitno je razumjeti naše polaznike i probati analizirati njihovu motivaciju i očekivanja. Osmišljavati intervenciju idejom „Sad ću ti ja nešto objasniti“, na samom početku može biti osuđeno na neuspjeh. Ne govorimo da takve intervencije nikada nisu prikladne, štoviše, postoje formati kao što su sajmovi, festivali i ljetne škole, gdje takav pristup može biti vrlo dobar.

Unatoč tome, savjetujemo dubinsko promišljanje kako odabranu temu prezentirati tako da polaznici uvide relevantnost na bilo kojoj razini, onoj osobnoj ili društvenoj, te prepoznaju primjenu i važnost određene teme. Postavljanje teme u kontekst vremena i prostora u kojem živimo, ili u kojem smo živjeli, često može biti dodana vrijednost intervencije.

**bilješke:**

.....

.....

.....

.....



## 9.2. Priprema edukatora prije intervencije

Dobra i kvalitetna priprema edukatora prije intervencije nužan je preduvjet za kvalitetno odrađen posao.

Prije svake intervencije potrebno je od organizatora zatražiti informacije o polaznicima kako bi se bolje prilagodili njima, njihovim željama, očekivanjima i potrebama. Parametri kao što su dobna skupina, rodna pripadnost i stupanj obrazovanja mogu pomoći u odabiru sadržaja i metode intervencije.

Informacije o samome mjestu događanja, načinu privlačenja publike i korištenih promotivnih tehnika, kao i radi li se o urbanim ili ruralnim mjestima, također daju dodatni uvid u profil potencijalnih sudionika. Festivali i sajmovi znanosti velikim dijelom privlače publiku koja je već zainteresirana. Većinom je riječ o mlađim polaznicima koji su došli sa svojim obiteljima i opravdano je pretpostaviti kako je unutar tih obitelji omogućen nekakav kontakt sa znanostu, događanjima koja razvijaju kreativnost i potiču maštu. Informacije organizatora o tome jesu li se ti polaznici već susreli sa sličnim sadržajima, također pomažu u razumijevanju publike i procjeni njihovih mogućnosti.

Prilikom osmišljavanja aktivnosti i pripreme protokola intervencije, potrebno je detaljno pripremiti stručnu podlo-

gu - uvidite koja stručna znanja su vam potrebna, ponovite ih, dopunite i upotrijebite novim saznanjima.

Napominjemo kako edukator treba biti stručan, odnosno imati formalno obrazovanje iz onog sadržaja koje priprema za polaznike kako bi mogao na najvišoj razini pripremiti intervenciju.

Razmislite o redoslijedu aktivnosti, kao i koja vam znanja možda nedostaju ili što bi vas polaznici mogli pitati o temi koju obrađujete. Razmislite i zapišite ciljeve koje intervencijom želite postići, a na papir stavite koje će i kakve aktivnosti i metode rada dovesti do ispunjenja tih ciljeva. Kako ćete znati i kako možete provjeriti jeste li ispunili ciljeve? Ispianirajte metode evaluacije i također ih zapišite!

Prilikom određivanja ciljeva intervencije možete se koristiti SMART metodom koja sadržava 5 osnovnih karakteristika prikazanih u sklopu ilustracije niže:

Vrlo je važno jasno definirati temu intervencije kako bi svi dionici (polaznici, roditelji ako su djeca i maloljetnici u pitanju, drugi edukatori) razumjeli što se konkretno obrađuje.



Pritom se svakako prilagodite polaznicima (ciljanoj skupini) i materijalno-tehničkim uvjetima (prostoru i dostupnoj opremi). Nakon definiranja teme potrebno je jasno definirati konkretne aktivnosti i obujam (satnicu) tih aktivnosti. Sve elemente potrebno je pravodobno promišljati i prilagođavati kako bi se ostvarili svi očekivani rezultati.

Također, proučite protokol intervencije (ukoliko ga imate, a naš je savjet da ga svakako sastavite) i pokušajte predvidjeti neke moguće probleme, kao i njihova rješenja. Primjerice, ako na planiranom mjestu provedbe bude više posjetitelja od planiranog ili ako ste aktivnost planirali za starije polaznike, a na događanju su se pojavili mlađi polaznici - kako intervenciju možete prilagoditi uzrastu polaznika? Pripremite više opcija svoje intervencije i u slučaju puno manjeg ili puno većeg broja polaznika od očekivanog. Takva priprema, čak i ako ne dođe do nenadanih situacija, uči vas prilagođavati sadržaj različitim uvjetima, a ta vještina će vam prije ili kasnije trebati i dobro će vam doći.

Pripremite se za intervenciju kako biste mogli dati najbolje od sebe. Ako je potrebno, uzmite užinu koju možete pojesti s polaznicima tijekom stanke, ponesite tekućinu, razmislite što vam je sve potrebno kako biste profesionalno odradili svoj posao. Uzmite dovoljno vremena za pripremu kako biste izbjegli stresne situacije u zadnji čas. Predložimo i neki ritual, npr. 10 minuta prije početka intervencije „uzeti vrijeme“ za sebe kako biste se opustili i dočekali polaznike ve-

dri i entuzijastični. Ukoliko polaznike prate učitelji ili neka druga vrsta pratnje, prije intervencije dogovorite kako ćete rješavati moguće probleme koji nastanu tijekom intervencije (npr. polaznici su previše nemirni ili se svađaju, raspravljaju između sebe i sl.). Odlučite želite li to rješavati sami s polaznicima ili želite da vam učitelj pomogne, pa jasno, prije početka intervencije dogovorite najprikladniji pristup. Ako želite takve situacije s polaznicima rješavati sami, čeka vas više posla, a ako želite da vam učitelj pomaže, riskirate da vas (često) prekida u provođenju aktivnosti, što onda remeti predviđeni tok misli i aktivnosti, a može utjecati i na kvalitetu same provedbe. Možete se dogovoriti i da nekako signalizirate učitelju ako i kad vam bude potrebna pomoć.

Priprema uključuje i promišljanje o različitim obrascima privole (roditelja za sudjelovanje djece u svim ili određenim aktivnostima, polaznika za fotografiranje i snimanje itd.). Uz to, budući da je važno promovirati STEM intervencije putem medija i društvenih mreža, ne zaboravite tražiti sudionike dopuštenje za fotografiranje i objavu fotografija i snimki, sukladno GDPR-u.<sup>7</sup> U ovoj fazi dobro je promisliti i o promidžbi i vidljivosti vaše intervencije. Sljedeća tablica može pomoći u tome, posebice ako se radi o većim događanjima ili edukativnim programima koje želimo realizirati na dulje staze. Predložene aktivnosti odnose se ne samo na pripremu, već i na vrijeme nakon intervencije, jer su aktivnosti vidljivosti i suradnje s medijima u ovom dijelu jako povezane.

- **Pronaći medije putem kojih se planira proširiti vijest o STEM intervenciji.**

- **U nekoliko rečenica opisati temu, dovodeći je u kontekst važnih tema današnjice, uz problematiku blisku društvu u cjelini ili pak ciljnoj skupini naše STEM intervencije.**

- **Složiti kratak i medijski zanimljiv prikaz događanja i istaknuti reakcije sudionika, ukoliko je moguće.**

- **Izdvojiti nekoliko zanimljivih fotografija/videoa s intervencije koji prikazuju samo one sudionike koji su**

- potpisali privolu za fotografiranje i snimanje. Neke od fotografija trebaju biti iz blizine da se vide zanimljivi detalji izvedbe.**

- **Prikaz intervencije i ostale materijale u formi objave za medije poslati medijima odmah na završetku intervencije da bi vijest bila aktualna.**

- **Objavu u kratkom formatu prilagoditi formi društvenih mreža, uz obavezne foto i video materijale.**

Kako osigurati medijski prikaz STEM intervencije?

<sup>7</sup> UREDBA (EU) 2016/679 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 27. travnja 2016. o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka te o stavljanju izvan snage Direktive 95/46/EZ (Opća uredba o zaštiti podataka): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN>



## 9.3. Edukator tijekom intervencije

Naš rad s polaznicima, sam sadržaj i tema intervencije samo su „kostur“, a kakva će biti intervencija, najvećim dijelom ovisi o edukatorovu pristupu i vođenju.

Drugim riječima, i najbolje zamišljen sadržaj može propasti ako edukator nije dorastao zadatku, kao što i najbolji (iskusni) edukatori mogu „izvući“ sjajnu intervenciju iz sadržaja koji možda nije bio najbolje provedbeno zamišljen.

Vedar i entuzijastičan pristup edukatora, pogotovo u radu s djecom, nužan je za kvalitetno provođenje edukativnog programa. Potrudite se zadržati takav pristup tijekom cijele intervencije. Prije intervencije upozorite polaznike na neka zajednička pravila koja treba poštovati ili na neke sigurnosne rizike ako postoje (npr. rukovanje osjetljivim instrumentima, pravilno korištenje zaštitne opreme, kemikalija itd.).

Ukoliko je to moguće, pobrinite se da ste svi u krugu kada razgovarate ili raspravljate s polaznicima. Tako ćete svi moći čuti i vidjeti jedni druge, poticati jednaku uključenost svih pojedinaca grupe i lakše ćete voditi grupu.

Izbjegavajte vikanje, buku, nadvikivanje i raspravljanje o temama koje nisu dio intervencije. Preporučuje se prije početka intervencije razgovarati s polaznicima o pravilima koja je važno poštovati. Predlažemo da umjesto „naredbe“ o stvarima koje se ne smiju dirati, upitate polaznike koje se opasnosti kriju na stolu i kako se najbolje od njih zaštititi.

Čak i sama priprema intervencije, odnosno razgovor o uputama, može uključivati pitanja o kojima polaznici trebaju razmišljati i zaključivati.

Edukator može pitati pitanja tipa: Što nam se na stolu može razliti? Postoji li negdje izvor topline na koji se možemo opeći? Kako možemo spriječiti da svi govorimo u isto vrijeme? Dogovaranje pravila i razumijevanje pravila te zašto ih je važno slijediti, prema našem iskustvu, pridonosi boljem poštovanju pravila umjesto samog izricanja pravila i očekivanja da su ih svi zapamtili i da ih dosljedno slijede tijekom intervencije.

Osim uputa prije početka intervencije, jako je važno da edukator, ako netko prekrši pravilo, reagira odmah i upozor-

ri polaznike. Ako to ne učini, sva dogovorena pravila mogu „pasti u vodu“ jer će polaznici, posebno djeca, uočiti da niste reagirali, što mogu protumačiti kao vašu nedosljednost ili kao da pravila ipak nisu tako važna.

Govorite glasno, jasno i jednostavnim rječnikom, primjenim uzrastu koji sudjeluje u intervenciji. Razmišljajte o tome znaju li vaši polaznici izraze koje koristite i možete li i kako što jednostavnije artikulirati svoje misli. Ako niste sigurni znaju li polaznici neki termin, slobodno ih pitajte znaju li što ta riječ znači.

Smatrate li da vam je intervencija bogata kompliciranim ili nepoznatim pojmovima, potrebno je prije same intervencije, tijekom planiranja, odrediti kako ćete polaznicima objasniti i približiti sve te pojmove.

Pažljivo slušajte polaznike i strpljivo odgovarajte na njihova pitanja. Ukoliko imaju puno pitanja, znači da ste uspjeli zainteresirati polaznike za sadržaj intervencije, što je znak da dobro radite svoj posao. Često je bolji izbor nastaviti intervenciju odgovaranjem na pitanja polaznika i prilagoditi daljnji tijek intervencije njihovoj znatizelji nego ići onim unaprijed zacrtanim aktivnostima.

Duhovitost edukatora je poželjna, ali sarkazam, ironija, cinizam nisu – izbjegavajte ih, jer bi vas mlađi polaznici mogli shvatiti doslovno.

Imajte na umu da su polaznici došli na intervenciju koja nije dio formalnog obrazovanja. Ako netko nešto nije dovršio na vrijeme ili npr. ako se radi o djeci koja ne žele ispunjavati radni listić – prihvatite da je to u redu. Zamolite polaznika da vam pomogne u nečem drugom ili mu predložite da taj zadatak odradi s prijateljem. Budite prilagodljivi!

Cilj intervencije je, među ostalim, da se polaznici zabave i da žele ponovno doći na neku od vaših sljedećih aktivnosti. Ako je edukator nervozan, zahtjevan ili rigidan npr. oko slijeda aktivnosti, usprkos dobro osmišljenom i zabavnom sadržaju, djeci se to neće svidjeti.

Dok intervencija traje, pobrinite se da dokumentirate njezino trajanje i rezultate. Možete se koristiti različitim oblicima radnih listića, izvedbom pokusa, izrađenim modelima i drugim rezultatima koje možete dokumentirati fotografijom, videom, arhiviranjem radnih listića i na druge načine. Bitno je da u dokumentacijskom materijalu vidite doprinose pojedinih sudionika, ali i grupa, ako se radi o timskom radu.

Na primjer, ako djeca konstruiraju Bohrov model atoma, onda će svatko izrađivati svoj model i imat ćemo uvid u dječju interpretaciju zadatka. Na kraju intervencije ne zaboravite podijeliti evaluacije polaznicima kako biste dobili povratnu informaciju o provedenoj intervenciji.



## 9.4. Edukator nakon intervencije

Nakon intervencije važan korak predstavlja evaluacija rada edukatora, jer je ona jedan od temeljnih mehanizama s pomoću kojih možemo postati bolji u onome što radimo, pod uvjetom da u svakom trenutku kritički analiziramo vlastiti rad i povratnu informaciju te uvijek pokušavamo biti bolji.

Kada govorimo o evaluaciji, mnogima od nas na pamet prvo pada sustav ocjenjivanja u formalnom obrazovanju. Kao i metode koje danas primjenjujemo u školama, taj sustav evaluacije nije primjeren suvremenim obrazovnim sadržajima i metodama. Svrha takva sustava mogla bi se usporediti s mrkvom i batinom, odnosno učenje po modelu nagrade i kazne. Kada govorimo o vještinama i znanjima za zanimanja 21. stoljeća, kao što su kritičko razmišljanje, timski rad, sposobnost rješavanja problema i druga, takav pristup neće mnogo pomoći.

Evaluacija se često smatra kao aktivnost neovisna o učenju, koja provjerava znanje i vještine koje polaznici usvajaju, a rijetko kao integrativna vještina važna i za sam proces učenja. Stvarnost je takva da i evaluacija može i treba biti dio učenja, jer polaznici sudjelovanjem u procesu evaluacije ujedno provjeravaju koliko su dobro shvatili ono što uče. Na evaluaciju učenika u školama nadovezuje se evaluacija izvedbe nastave i samog kurikuluma. Međunarodni PISA testovi<sup>8</sup>, (najveće svjetsko istraživanje u obrazovanju koje od 2000. g. provodi OECD), objektivniji su alat procjene stanja obrazovnog sustava. Ne treba posebno komentirati da je razina znanja hrvatskih učenika u STEM područjima na PISA testovima ispodprosječna. Potrebno je te nedostatke dobro analizirati i uspostaviti mehanizme oporavka.

U sustavu neformalnog STEM obrazovanja evaluaciju možemo osmišljavati i provoditi na mnoštvo načina i bez striktno zadanih okvira. Prednost je neformalnog obrazovanja u tome **što ih možemo brzo sadržajno i metodički mijenjati i prilagođavati polaznicima**. Cilj nam je kontinuirano, dvosmjernom komunikacijom, prikupljati podatke o učincima naše edukacije i odmah implementirati u praksi ono što treba doraditi ili potpuno mijenjati teme i pristupe.

U svijetu znanosti evaluacija je dio istraživačkoga procesa, odnosno znanstvene metode. Istraživači redovito objavljuju svoj istraživački progres na sastancima, konferencijama i publikacijama.

Recenzije znanstvenih članaka sastavni su dio istraživačkoga procesa, objave novih saznanja i vrlo bitan element u sustavnoj samoregulaciji kvalitete zaključaka. Istina je da takva vrsta evaluacije ima i svoje nedostatke, pogotovo uzevši u obzir kompetitivnost različitih aktera i potrebe za napredovanjem u karijeri, a izgradnja novog znanja često se temelji na procesu evaluacije znanja sa strane sustručnjaka, individua ili zajednice.

<sup>8</sup> PISA test - OECD-ov program za međunarodno ocjenjivanje učenika. PISA mjeri sposobnost 15-godišnjaka da iskoriste svoja znanja i vještine čitanja, matematike i prirodoslovja kako bi se suočili sa izazovima iz stvarnog života.

Evaluacija nužno propitkuje ostvarenje ishoda i osim što se njom cilja na polaznike, implicitno dobar STEM edukator, ravnajući se povratnom informacijom, nadograđuje svoje metode.

#### Dva uobičajena pristupa su:

- **procjena razine stjecanja kompetencija polaznika i**
- **direktan upit o kvaliteti intervencije.**

Za dobrog STEM edukatora, koji kontinuirano tijekom izvedbe na sebi provodi opažanja i prakticira tehnike aktivnog slušanja svojih sudionika, evaluacija predstavlja bitan element slike vlastitog rada. Uz to, nakon intervencije, polaznici, putem ispunjenih upitnika, daju edukatoru bitne elemente za poboljšanje rada i uočavanje dijelova koji eventualno nisu dobro odrađeni.

Mišljenje sudionika treba ozbiljno razmotriti, a njihovu povratnu informaciju tražiti promišljeno i u pravom trenutku.

Evaluaciju treba izvoditi kontinuirano, kombinacijom različitih metoda, prikupljajući povratnu informaciju svih dionika procesa. Osim što želimo detektirati što polaznici dobivaju iz pojedine STEM intervencije, važna su mišljenja drugih dionika, koji sa svoje pozicije provode određenu vrstu evaluacije naših aktivnosti.

Tako će odgojitelj ili učitelj jasno vidjeti ima li program utjecaja na dijete, na primjer, govore li djeca danima o tome što su doživjela na edukacijama. Isto tako, roditelji mogu prenijeti govore li djeca o programu kod kuće, a uključivanjem medija možemo vidjeti jesmo li pobudili interes javnosti za teme kojima se bavimo.



### TIPS & TRICKS:

„Tko treba dodatno objašnjenje?“ ili „Tko nije razumio zadatak?“, primjeri su pitanja koja upućujemo polaznicima tijekom izvedbe.

Formulacijom pitanja na takav način traže se polaznici zbog kojih je potrebno ponoviti ili drukčije artikulirati izazov. Suprotno tomu bilo bi pitanje: „Jeste li shvatili?“, koje omogućava stvaranje lažne iluzije o kvaliteti izvedbe jer edukator često jedan afirmativni odgovor generalizira kao odgovor cijele grupe.

Osim standardnih pitanja, edukator može osmisлити drugačija pitanja ili komentare koje polaznici ne očekuju ili ih potiču na reakciju. Na primjer, može namjerno netočno izreći nešto što su polaznici ranije naučili. Ako je reakcija polaznika takva da ispravljaju edukatora, to puno govori koliko su se upoznali s tematikom. Duhovite interpretacije

koje izazivaju smijeh polaznika mogu biti vrlo poticajne za povratnu reakciju polaznika.

Jednostavnim upitnikom, s malim brojem pitanja na kraju intervencije, omogućuje se polaznicima promišljanje o sadržaju, a edukatoru stvara temelj za unaprjeđenje. Pitanja otvorenog tipa nakon izvedbe mogla bi biti:

- Što sam naučio / ponovno osvijestio / čega sam se podsjetio...
- Iznenadilo me...
- Želim promijeniti to što...
- Ovo mogu upotrijebiti ...

Imajte na umu da ovakav tip evaluacije može biti iznimno subjektivan jer polaznici o postavljenim pitanjima razmišljaju neposredno nakon intervencije, dok su dojmovi i informacije još uvijek svježi.

Konkretnije i dublje evaluacije ostvaruju se nakon vremenskog odmaka, kada polaznici apsorbiraju sadržaj edukacije i kada se emocije malo stišaju.

Otprilike dva tjedna nakon izvedbe moguće je dobiti kvantitativniju povratnu informaciju i uvidjeti je li i sam sadržaj uspješno prenesen na polaznike. Te evaluacije mogu kombinacijom različitih tipova pitanja, skala i otvorenih odgo-

vora pružiti puno bolji uvid u rad edukatora i njegove vještine prijenosa znanja.

Pregled nekih metoda prikupljanja podataka kojima možemo evaluirati naše aktivnosti, iskazan je u tablici. Važno je naglasiti da STEM edukatori moraju inicirati i utjecati na tijek prikupljanja tih podataka jer to, u pravilu, nitko neće odraditi umjesto njih.

- **Samoevaluacija kroz interakciju s polaznicima**
- **Radni listići ili anketni listići**
- **Reakcije stručnjaka - odgojitelji, pedagozi, učitelji, obrazovne ustanove i Ministarstvo znanosti i obrazovanja**
- **Dijalog s polaznicima i ostalim zainteresiranim stranama (roditelji/odgojitelji/učitelji)**
- **Reakcije javnosti i medija**

Metode prikupljanja podataka na temelju kojih možemo izvesti evaluaciju



## Samoevaluacija kroz interakciju s polaznicima

Ako imamo grupe s kojima odrađujemo više intervencija, na početku razgovaramo s polaznicima. Na primjer, postavljamo pitanja: Što smo zadnji put doznali? Tko je to otkrio? Što se dogodilo? Zašto se to događa?

Svrha pitanja je ponavljanje i povezivanje sadržaja, ali i evaluacija onoga što su polaznici zapamtili u prethodnim aktivnostima, što ih se dojmilo ili im je bilo jako zanimljivo.



## Radni listići ili anketni listići

Uloga radnih listića na STEM intervencijama je višestruka. Radni listići edukatoru mogu biti pokazatelj kako polaznici svladavaju pojedine sadržaje, a polaznicima, osim oblika aktivnog angažmana, mogu kasnije biti podsjetnik na ono što su radili/vidjeli/doživjeli.



## Reakcije stručnjaka - odgojitelji, pedagozi, učitelji, obrazovne ustanove i MZO

Jedan je od ciljeva naših programa popularizacija STEM područja. Da bi se to postiglo, potrebno je izazvati pozitivne reakcije polaznika programa, ali i ostalih dionika. Tako, na primjer, kada na STEM radionicu dolaze djeca u pratnji učitelja, posebno nam je bitna reakcija učitelja na intervenciju. Pozitivna reakcija, gdje pobudimo interes iskusnih edukatora kao što su učitelji, pokazatelj je dobro odrađene teme. Komunikacija sa stručnjacima iz različitih područja i na različitim razinama može pridonijeti uspješnosti aktivnosti.



## Dijalog s polaznicima i ostalim zainteresiranim stranama (roditelji/odgojitelji/učitelji)

Izvedbom programa u vrtiću ili školi, interakcija se može proširiti na roditelje. Odgojitelji komuniciraju s roditeljima koji prenose reakcije djece kod kuće.

Izvrstan pokazatelj uspješnosti je kada roditelji počnu pričati kako djeca kod kuće oduševljeno objašnjavaju STEM

pokuse. Evo primjera konkretnih reakcija na program „Kvantna fizika u vrtiću“.

Ovakav način bilježenja reakcija izuzetno je vrijedan i poticajan edukatorima za razvoj daljnjih edukativnih programa.

### Djeca (mlađa vrtićka skupina) – preneseno onako kako su djeca to izrekla

- **Josip:** „Svidjelo mi se kad su izlazile one male munjice, kad smo atomima munje popunjavali, pa onim kružićima, na kružiće smo stavljali minuse. Ruđer Bošković je izumio atome i sjećam se Nikole Tesle, on je izumio munje. „Ninus Bohr“ izumio je da su atomi od drugog atoma, u jednom krugu ima dva atoma, a u drugom osam atoma.“
- **Ivano:** „Meni je najdraže bilo sa Šredingerovom mačkom. Šredinger je znanstvenik istraživanja stvari. Protresli smo kutiju u kojoj je mačka, pa smo provjeravali je li mačka budna ili spava.“

- **Benjamin:** „Svidjelo mi se kad smo dodirivali prstićima munju i mogli smo je micati. Sjećam se kad smo lijepili kružiće na broj 2 i 8, kad smo morali brojiti kružiće na velikom krugu, prebrojio sam ih 13. Profesor je spominjao Ruđera Boškovića, Nikolu Teslu, Marie Curie. Oni su bili znanstvenici koji su radili sa strujom, munjom i s tim. Ja bih htio biti fizičar i to raditi, ali pošto mi je mama kemičarka, uči me sve o kemiji, onda baš i ne mogu biti fizičar.“

- **Veronika:** „Sviđalo mi se kad smo morali prebrojiti od Marie Curie one male elektrone. Marie Curie je cura koja je najviše izmislila malih elektrona u velikom krugu. Ruđer Bošković je znao da je sve od malih atoma. Nikola Tesla je izmislio struju.“

### Roditelji

- **Matiasova majka:** „Matias kaže da ste radili puno stvari. Svidjelo mi se kad je profesor pisao na ploču o strujama, energijama i atomima. Zadovoljna sam vašim radom i načinom na koji obrazujete djecu.“
- **Ivanova majka:** „Ivano je bio oduševljen, jedva je čekao petak da čuje nešto o atomima i elektronima. Ivano mi je ispričao da su znanstvenici jako pametni i da otkrivaju stvari. Da je Ruđer Bošković otkrio kako se sve sastoji od atoma. Nikola Tesla otkrio je struju. Uglavnom je bio fasciniran.“

- **Josipova majka:** „Puno je pričao o atomu, elektronu, zakonu velikog atoma, elektronu malog. Mislim da je bilo zanimljivo za njega i da će se sjetiti jednog dana kako je on to učio u vrtiću.“

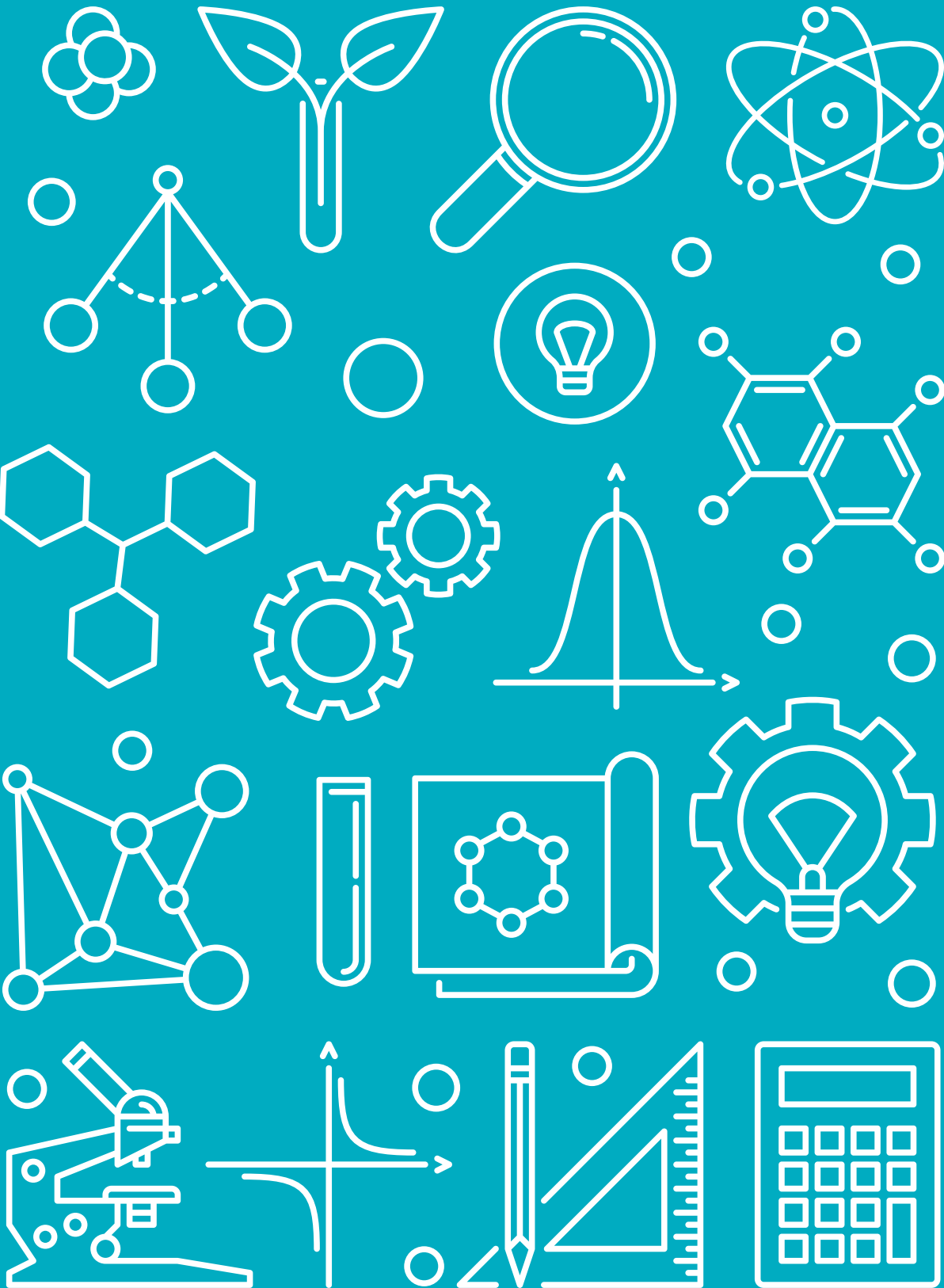
- **Rokova majka:** „Roko je s velikim oduševljenjem pričao o radionici. Puno toga je zapamtio i naučio. Veselio se svakom petku kada su bile radionice. Prepričavao nam je što su sve radili, koje znanstvenike su učili te koji znanstvenik je što izumio, otkrio. Ovakav način učenja i radionica je vrlo zanimljiv te sam kao roditelj jako zadovoljna.“



## Reakcije javnosti i medija

Medijsko praćenje i izvještavanje o provedbi programa popularizacije znanosti i o STEM području veoma je važno. Pozitivna percepcija javnosti i zanimljivi prikazi naših aktivnosti u medijima potiču širi interes zajednice za ove programe. U ranoj dobi roditelji usmjeravaju djecu u razna područja, pa su medijski kanali u tom kontekstu izuzetno

važni. Treba se izboriti da edukativni STEM programi zauzmu dio medijskog prostora, proporcionalno njihovoj važnosti. Temeljne ideje neformalne STEM edukacije trebaju biti učestalo prisutne u medijima na podjednak način kao što su to danas sport i umjetničke aktivnosti.





## 10. Formati popularizacije

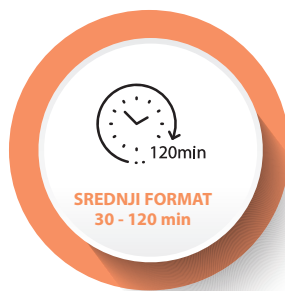


### 10.1. Uvod u formate

Uzimajući u obzir iskustva autora Priručnika, prilikom provođenja aktivnosti popularizacije znanosti, znanja i vještina koje su potrebne STEM edukatoru, odlučili smo, nakon teoretskog uvoda u kojem smo iznijeli neke osnovne postavke STEM edukacije, predstaviti „formate popularizacije znanosti“.

Formate smo grupirali na praktičan i razumljiv način koji predstavlja neformalnu podjelu intervencija. Svakako nije isto ima li STEM edukator dva sata u radu s djecom u dobi od 10 godina, organizira li popularno-znanstvena predavanja u trajanju od 40 minuta za građane ili pak priprema petodnevni ljetni STEM kamp za srednjoškolski uzrast. Stoga smo formate podijelili prema:

#### - vremenu koje STEM edukator ima na raspolaganju



#### - tipu aktivnosti koje provodi



#### • ciljnoj skupini – polaznicima kojima je aktivnost namijenjena

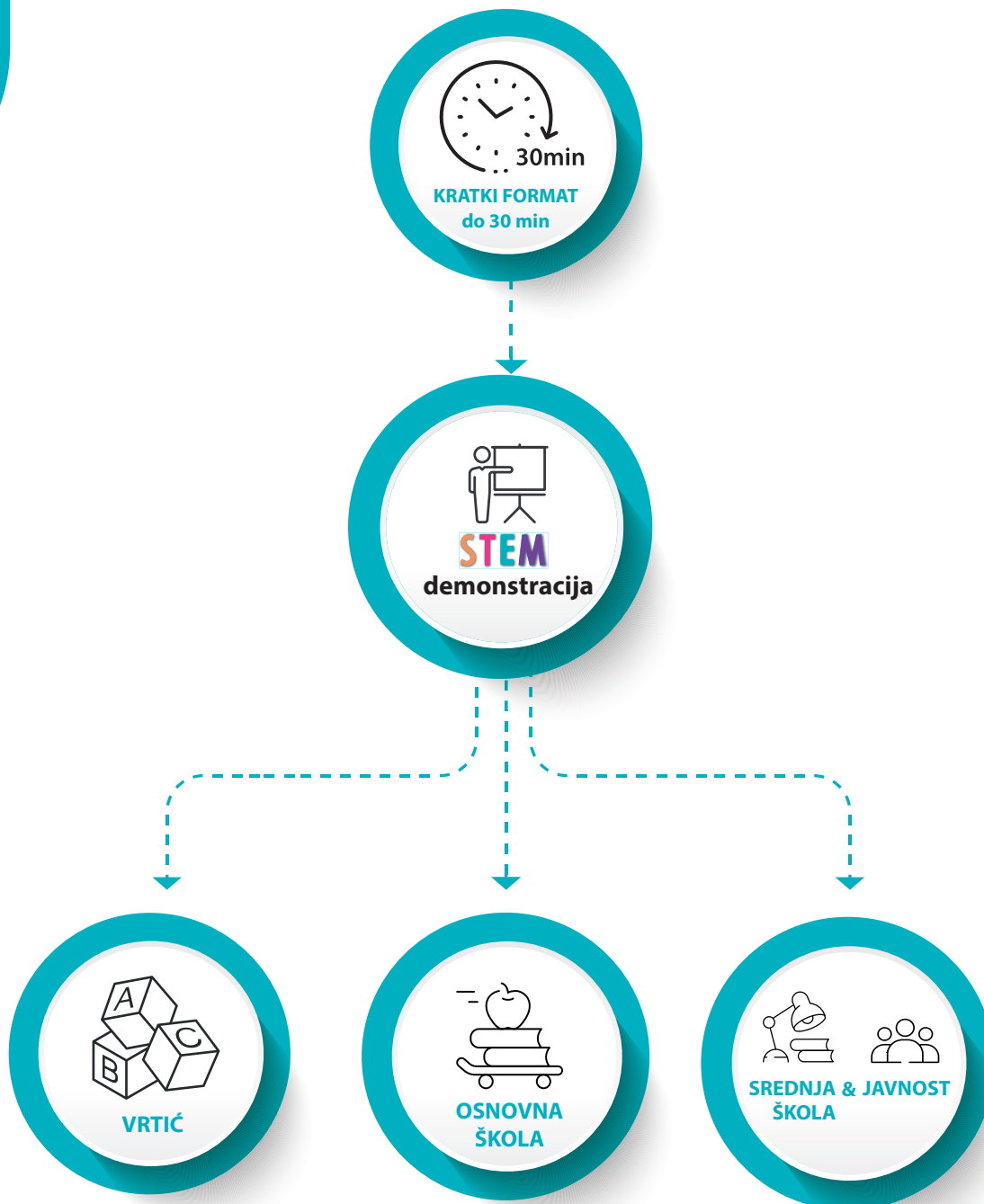




KRATKI FORMAT

## Kratki format

Kratkim formatom u Priručniku prikazali smo STEM demonstraciju/radionicu na čijem primjeru prikazujemo aktivnosti za vrtićki uzrast, osnovnoškolski uzrast, srednjoškolski uzrast i javnost.





- ✓ Prilika za poticanje „wow efekta“ koji polaznici jako vole
- ✓ Zainteresirati polaznike za neku određenu temu/ područje
- ✓ Prilika za poziv polaznicima da se uključe u druge, sadržajnije STEM aktivnosti
- ✓ Obično se ovakav format primjenjuje na događanjima, sajmovima, festivalima koje posjećuje zainteresirana publika, koja se onda može upoznati s programima vaše organizacije
- ✓ Prilika za umrežavanje s drugim organizacijama



- ✗ „Wow efekt“ je površan, može izazvati početno oduševljenje polaznika, ali obično ne uključuje detaljnije razumijevanje procesa koji izaziva taj efekt
- ✗ Nema vremena ili je veoma izazovno „dublje“ ući u znanstvenu temu
- ✗ Znanstveni koncepti se upoznaju uglavnom kroz kratku demonstraciju, najčešće polaznici nemaju priliku za sadržajan praktičan rad ili tu priliku dobije nekolicina polaznika

bilješke:

---

---

---

---

---

---

---

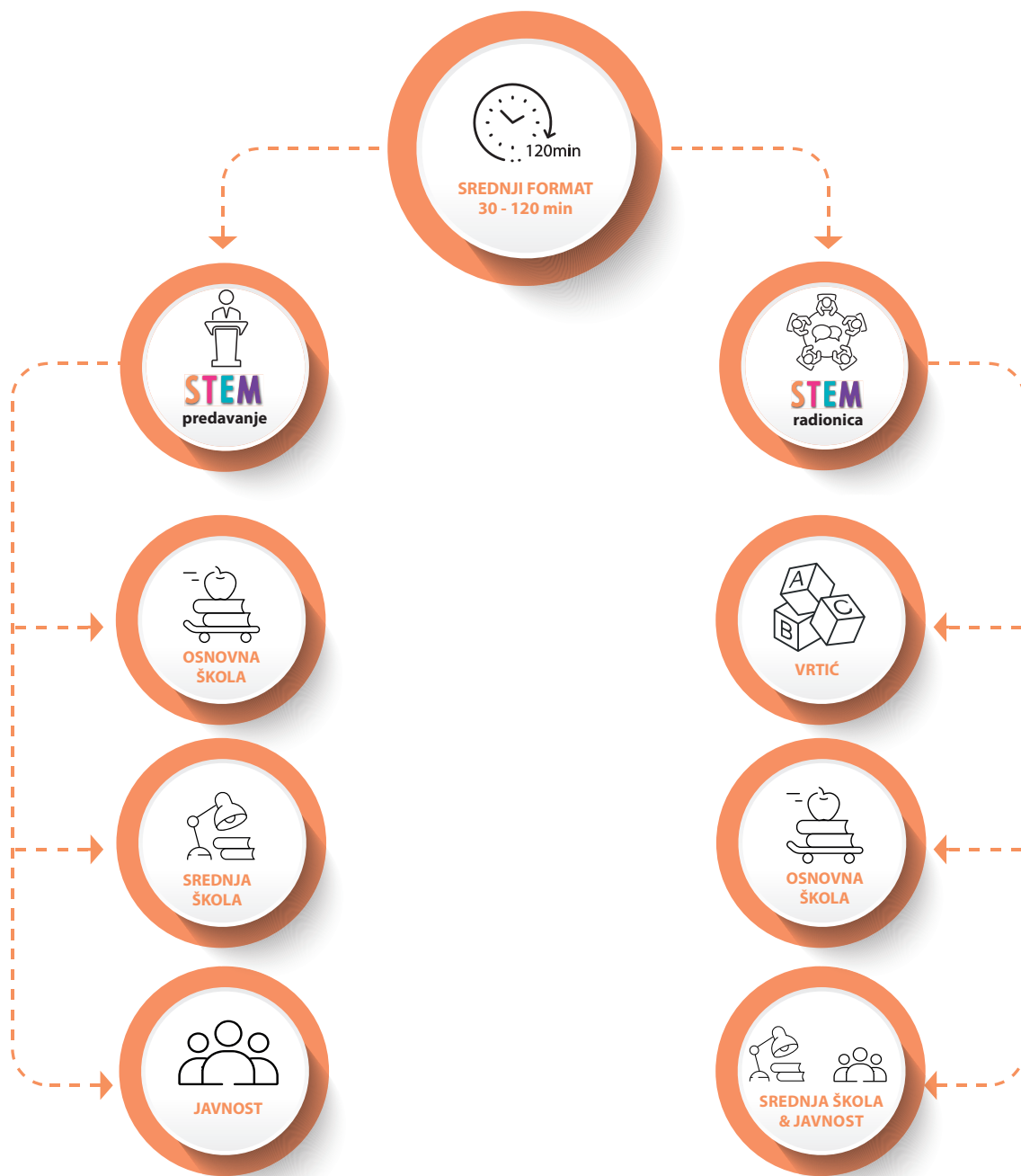
---



SREDNJI FORMAT

## Srednji format

Srednji format u Priručniku predstavljaju STEM radionice i STEM predavanja u trajanju od 30 do 120 minuta. Ovo je vjerojatno jedan od najčešćih formata u neformalnom obrazovanju koji provode STEM edukatori. U ovom Priručniku dajemo primjere i analizu predavanja za osnovnu školu, srednju školu i javnost te primjere i analizu STEM radionica za vrtić, osnovnu i srednju školu te javnost.





✓ Dovoljno je vremena za postizanje zadanih ciljeva i odgojno-obrazovnih ishoda pri provedbi intervencije, odnosno format omogućuje detaljniju obradu neke znanstvene teme ili koncepta

✓ Omogućuje aktivno uključivanje polaznika u procese istraživanja

✓ Omogućuje svakom polazniku da se uključi u praktičan rad (radionice)

✓ Omogućuje razvoj kreativnosti, sposobnost rješavanja problema, poticanje logičkog i kritičkog razmišljanja, kao i pozitivnih stavova prema znanosti



✗ Osigurati materijal i pribor za sve polaznike ponekad je (financijski) zahtjevno, ovisno o opremi koja se koristi

✗ Zahtjevan format; voditi intervenciju, pratiti polaznike, reagirati na vrijeme, održati razinu entuzijazma – izazovan zadatak za svakog edukatora

bilješke:

.....

.....

.....

.....

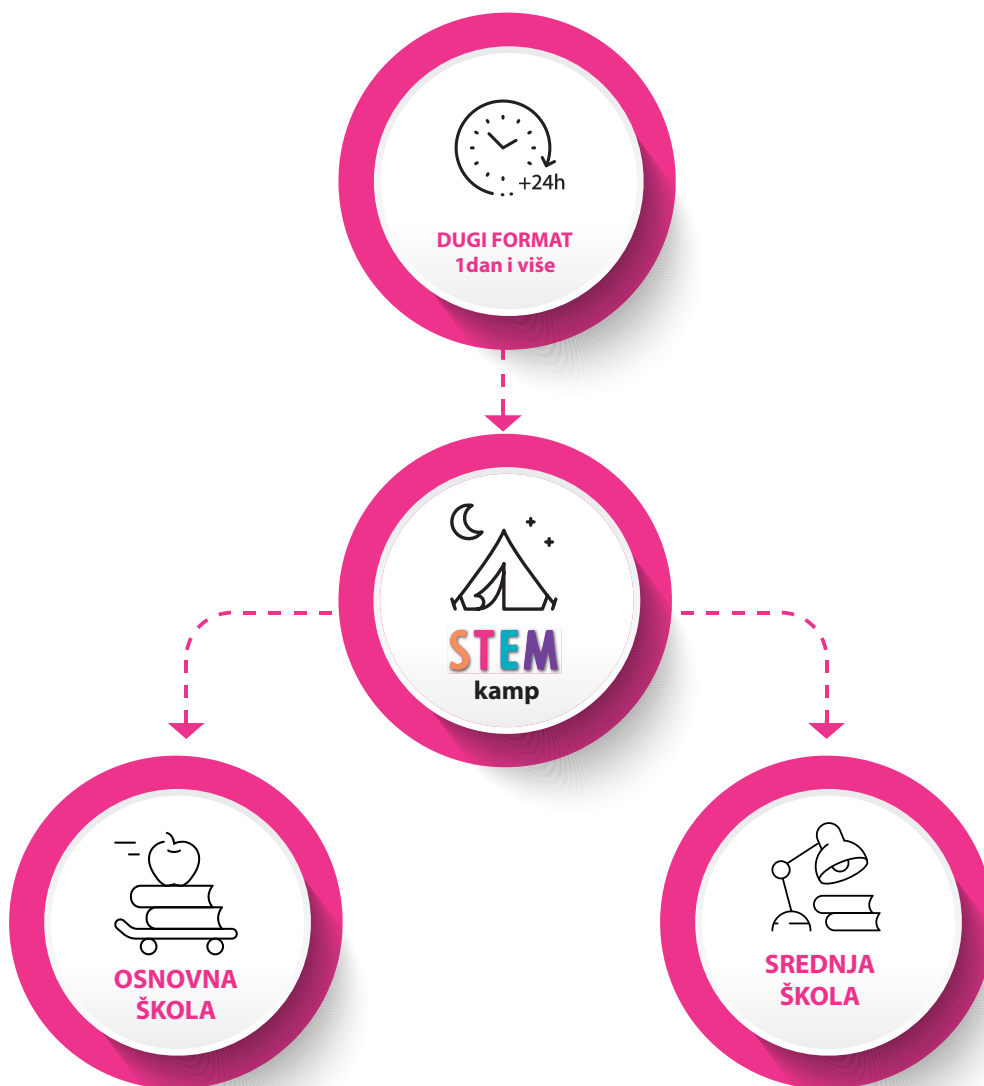
.....



## DUGI FORMAT

# Dugi format

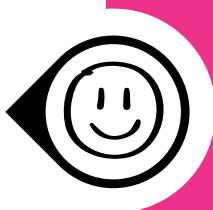
Dugi format obuhvaća STEM intervencije koje traju više od jednog dana, nešto poput STEM kampa. U ovom dijelu Priručnika prikazane su osnovne informacije koje trebaju svakome tko organizira ili planira organizirati STEM kamp te su prikazani primjeri aktivnosti u kampu namijenjeni osnovnoškolskim i srednjoškolskim polaznicima.





## DUGI FORMAT

- ✓ Omogućuju usvajanje novih znanja i vještina te produbljivanje postojećih znanja
- ✓ Mentorska podrška dostupna tijekom trajanja kampa
- ✓ Dovoljno vremena za intenzivniju projektnu, problemsku i istraživačku nastavu
- ✓ Potiče samostalnost polaznika
- ✓ Omogućeno vrijeme za razmjenu znanja i iskustva među vršnjacima
- ✓ Vjerojatno dugoročniji učinak na polaznike (u odnosu na prijašnja dva formata)



- ✗ Logistički, financijski, organizacijski i vremenski zahtjevan format
- ✗ Obično malen broj polaznika može sudjelovati
- ✗ Često je potrebno predznanje polaznika ili se organiziraju za određenu skupinu polaznika

bilješke:

---

---

---

---

---

---

---

---



KRATKI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Vječni led na Velebitu



### STEM područje:

klimatologija, fizika,  
speleologija, geologija



### Tema aktivnosti:

Upoznati se sa značajem leda  
u kontekstu klimatskih promje-  
na.



### Trajanje:

30 min



### Ciljevi aktivnosti:

- upoznati polaznike s lokacijom Sjevernog Velebita i njegovim prirodnim fenomenima
- istaknuti važnost praćenja klimatskih promjena i njihov utjecaj na naše živote i prirodu
- učenje kroz igru i zabavu



### Materijali:

- komadi leda u kojima su zamrznute različite male igračke (figure životinja itd.)
- čekić za razbijanje leda
- termometar ili termokamera

## Stručna podloga:

U dubokim jamama Sjevernog Velebita nalazi se stalni snijeg i led koji se ne topi ni tijekom ljeta. Prema dosadašnjim istraživanjima led se u njima akumulirao tijekom malog ledenog doba prije oko 400 godina. Danas znanstvenici prate stanje tog leda kako bi utvrdili mijenjaju li bitno aktualne klimatske promjene uvjete na Zemlji. Edukator bi trebao detaljno istražiti ovu temu i pripremiti se za ovu aktivnost s polaznicima.

## Tijek provedbe:

Upoznavanje polaznika s atraktivnim fotografijama i videozapisima lokacija na Velebitu sa stalnim snijegom i ledom – dubokih jama. Pričamo o globalnoj klimi i kako ona lokalno utječe na Velebit i njegove jame.



5 min

Istražujemo led. Zajednički istražujemo što se krije u ledu. Pitamo polaznike sastoji li se led samo od molekula vode? Može li u ledu biti još nečega? Kako to može dospjeti u led? Pred polaznicima je veći komad leda. Što se nalazi u njemu? Kako ćemo to istražiti? Polaznike navedemo na dva načina istraživanja sadržaja leda - mehaničkim djelovanjem (čekićem) ili termičkim djelovanjem (zagrijavanjem - topljenjem).



20 min

Govorimo o tome što smo otkrili u ledu. Kako smo ga otopili? Što će se dogoditi ako se otopi led na Arktiku i Antarktiku?



5 min

Izvori/literatura: G. Rnjak (ur.): Speleologija, ISBN 978-953-57151-2-2, PDSV, HGSS, 2019.





## Analiza aktivnosti : Vječni led na Velebitu



KRATKI FORMAT



### Zašto ova aktivnost?

Djeci treba od rane dobi na različite načine prezentirati važnost tematike klimatskih promjena kao jedne od gorućih tema današnjice, kojoj se ne posvećuje dovoljno pažnje, bar ne na našim prostorima.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Led kao tema polaznicima je zanimljiv te ga se može proučavati pokusima na različite načine od rane dobi. Pritom se ulazi i u neke temeljne koncepte iz fizike i klimatologije. Bilo bi dobro da svako dijete može sudjelovati u razbijanju leda, pa je aktivnost primjenjiva kad u njoj sudjeluje manji broj djece ili manja skupina djece.

Pazite i na to da pripremite dovoljne količine leda koji može tijekom radionica ostajati na hladnome kako se led ne bi otopio.

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Tijekom izvedbe radionice djeca su jako angažirana, zanimljivo im je istraživati što se krije u ledu. Razvijaju vlastite metode kako što prije otopiti ili usitniti komad leda.

Edukator treba biti spreman na kreativna rješenja kako otopiti ili usitniti komad leda. Treba dopustiti polaznicima da isprobaju sva ona rješenja koja im padnu na pamet, a da ne ugrožavaju svoju i sigurnost ostalih.

### Korisni savjeti za edukatora

U kratkom formatu treba paziti da se ne pretjera s količinom novih informacija koje prezentiramo polaznicima.

Dobro osmišljen pokus u kojem polaznici aktivno sudjeluju može biti ključan element po kojem će oni zapamtiti radionicu.

Pokus mora sadržavati elemente koji nisu trivijalni, odnosno svaki polaznik može upotrijebiti različitu strategiju u rješavanju. I mlađa djeca mogu biti vrlo kreativna u eksperimen-tiranju.

Neki šaljivi ili neočekivan element u pokusu dodatno će utjecati na ukupan dojam polaznika. U ovom primjeru djeca istražuju povijesne zapise u ledu i pronalaze zamrznute različite igračke koje nisu očekivali.



KRATKI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Istražujemo neandertalce



### STEM područje:

arheologija, geologija



### Tema aktivnosti:

neandertalci



### Trajanje:

30 min



### Ciljevi aktivnosti:

- upoznati polaznike s arheologijom
- aktivno sudjelovanje polaznika u arheološkom istraživanju – primjena znanstvene metode.



### Materijali:

- posude sa sedimentima
- modeli arheoloških nalaza
- radni listić – arheološki zapisnik

## Stručna podloga:

Uzbudljivu povijest čovjeka obilježili su neandertalci. Oni su i danas predmet niza često intrigantnih studija kojima se pokušava razumjeti što im se dogodilo prije tridesetak tisuća godina. I ne samo to! Novije spoznaje pokazuju da mi, moderni ljudi, u genskom zapisu nosimo i gene neandertalaca, i to u puno većoj mjeri nego što se mislilo. Edukator treba detaljno proučiti ovu temu i pripremiti se za provedbu aktivnosti.

## Tijek provedbe:

Uvod – što znamo o neandertalcima?



5 min

Arheološko istraživanje.

Polaznici prolaze sve bitne korake znanstvene metode.

**Element 1:** Uvod – zanimljive priče bazirane na znanstvenim spoznajama, arheološkim nalazima i interpretacijama s dane lokacije kroz koje se pobuđuje interes za daljnje istraživanje na samoj lokaciji.

**Element 2:** Problem – pred učenike se postavlja zanimljiv istraživački problem, pitanja koja će djeca, uz manju ili veću pomoć edukatora, samostalno ili timski, nastojati odgovoriti.

**Element 3:** Metode – upoznavanje djece s odabranim metodama terenskog istraživanja koje će primijeniti u svom istraživanju. Ako se radi o nekom instrumentu ili metodi, uvježbava se njihova primjena na terenu.

**Element 4:** Istraživanje – djeca u grupama izvode istraživanje – traže odgovore na postavljena pitanja. Nalazimo se na arheološkom nalazištu, npr. u špilji. Gdje bismo mogli pronaći tragove nekadašnjeg boravka ljudi i životinja? U tlu! Kako ćemo doći do njih? Koje alate pri tome koristimo? Prikazat ćemo im neke od alata i instrumenata, a djeca će pokušati otkriti čemu oni služe.

Istraživački proces može obuhvaćati fotodokumentiranje, iskapanje modela arheoloških nalaza u simuliranim uvjetima, bilješke o nalazima itd.

U ovom elementu djeca primjenjuju znanstvenu metodu u okviru konkretnog istraživanja. Pri tome treba predvidjeti dodatne istraživačke izazove za darovitu djecu.

**Element 5:** Presentacija rezultata - kritičke diskusije i prijedlozi zaključaka. Na samom terenu istraživačke grupe mogu prezentirati svoja otkrića, a detaljnije diskusije mogu se potaknuti kasnijim izvješćima i prezentacijama rezultata koje se mogu raditi u učionici.



U posudama su u sedimentu skriveni arheološki nalazi koje djeca trebaju pronaći, zabilježiti i spremiti za daljnje analize.

Kratka prezentacija pronađenih arheoloških uzoraka

Izvori/literatura:

Ivor Janković, Issa Bratinčević (2016): Mala knjiga evolucije čovjeka. AMZ, Alfa.



30min

KRATKI FORMAT



20 min



5 min



KRATKI FORMAT



## Analiza aktivnosti: Istražujemo neandertalce

### Zašto ova aktivnost?

Arheologija je znanstveno područje koje nije sustavnije obuhvaćeno u školskim kurikulumima. Stoga se ovom radionicom djeca upoznaju s arheologijom i sa znanstvenim pristupom arheološkom istraživanju.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost je primjenjiva od djece u vrtiću do srednjoškolaca. Aktivnost ne preporučujemo održavati u zatvorenom prostoru zbog rada sa zemljom, kopanja i puno čišćenja poslije radionice. Edukator treba pripremiti dovoljan broj modela koje polaznici trebaju pronaći (bar 1 po polazniku), u odnosu na broj polaznika koje očekuje na radionici.

Ukoliko na radionici bude puno više polaznika od očekivanog i/ili dogovorenog, edukator se može snaći npr. tako da prije traženja modela podijeli polaznike u grupe i organizira natjecanje u kojem se traži najuspješnija grupa arheologa. Pravila treba osmisliti tako da svaki polaznik dobije bar jednu priliku da pronađe pripremljeni model u zemlji.

### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Istraživanje sedimenata i pronalaženje arheoloških nalaza polaznicima je izuzetno zanimljivo i uzbudljivo.

Na to se može nadovezati priča o lokacijama, gdje arheolozi pronalaze brojne zanimljive nalaze poput neandertalaca.

### Korisni savjeti za edukatora

Izazov pred stručnjacima jest osmisliti zanimljiva, neočekivana, motivirajuća pitanja koja će djecu potaknuti na istraživanje. Kvalitetno postavljena pitanja neće imati jednostavne i jednoznačne odgovore.

Istražujući i odgovarajući na pitanja, djeca će shvatiti da nijedna znanstvena spoznaja nije konačna, nego da ih treba stalno preispitivati i unaprjeđivati. Edukator se mora dobro pripremiti i osmisliti bar pet dobrih, intrigantnih pitanja otvorenog tipa, na koja polaznici mogu smišljati odgovore. To nije lagan zadatak.





# Naziv aktivnosti: Einsteinov svemir



KRATKI FORMAT



## STEM područje:

astrofizika



## Tema aktivnosti:

Einsteinova teorija relativnosti



## Trajanje:

30 min



## Ciljevi aktivnosti:

- razvijanje fizikalnog načina razmišljanja i upoznavanje sa znanstvenim pristupom u kojoj je pokus središnji dio
- pobuđivanje interesa za astrofiziku
- poticanje kritičkog razmišljanja, povezivanja i znatiželje



## Materijali:

- model prostorno-vremenskog kontinuuma može se djelomično ilustrirati principom trampolina, odnosno napete površine.
- loptice različitih dimenzija i masa koje ilustriraju zvijezde ili planete

## Stručna podloga:

Povezivanje prostora i vremena otvara brojna uzbudljiva pitanja, od putovanja kroz vrijeme do toga da se pitamo koji je mehanizam djelovanja gravitacijske sile. To su vrlo aktualne teme, a za otkrića s ovog područja dodijeljene su i neke od recentnih Nobelovih nagrada za fiziku (2017. za otkriće gravitacijskih valova i 2020. za otkrića crnih rupa). Edukator mora detaljno istražiti ovo područje i pripremiti se za aktivnost.

## Tijek provedbe:

Uvod u temu počinjemo diskusijom o gravitacijskoj sili. Sila teža djeluje na sva tijela na površini Zemlje. Pustimo li lopticu iz mirovanja, ona će se početi gibati prema površini Zemlje pod utjecajem sile teže. No koji je mehanizam djelovanja te sile?



5 min





KRATKI FORMAT

U velikom modelu Einsteinova svemira promatramo gibanja različitih masa (zvezda ili planeta). Izvodimo pokuse u kojima dajemo različite početne brzine planetima. Kakve putanje dobivamo? Što se zapravo događa s prostorom i vremenom kad u njega stavimo masu? Kako to utječe na putanje drugih masa u tom prostoru?



Pokusi u modelu Einsteinova svemira



25 min



Razgovaramo i raspravljamo o tome što smo opazili kroz pokuse, odnosno modele.



5 min

Izvori/literatura:

Andreja Lasić (2020): Rano učenje fizike: Geometrija prostora i vremena od Galileja do Einsteina. Diplomski rad, Fizički odsjek PMF-a, Sveučilište u Zagrebu. Chris Ferie (2017): General relativity for babies. Soucebooks.



## Analiza aktivnosti : Einsteinov svemir



KRATKI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Einsteinove teorije relativnosti primjer su za učitelje vrlo zahtjevnih, a učenicima vrlo zanimljivih, neobičnih i izazovnih tema.

Upoznajući učenike s konceptima tih teorija, dovodimo ih u doticaj s frontom istraživanja i nekim od najvažnijih pitanja današnje fizike i prirodoslovlja općenito.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost se može izvoditi na različitim razinama te je prilagodljiva za provođenje među svim uzrastima.

U vrtićima fokus stavljamo na izvođenje pokusa i opažanje, a u školi uvodimo pojedine fizikalne koncepte.

### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Možemo očekivati brojna pitanja. Ovdje izdvajamo još jednom važnost da radionice provodi stručnjak, u ovom slučaju fizičar, koji će uglavnom znati odgovoriti na većinu pitanja polaznika radionice.

### Korisni savjeti za edukatora

Ako djecu rano izlažemo složenim tematikama kao što su Einsteinove teorije relativnosti, od njih ne moramo očekivati niti tražiti da dublje shvate cijeli teorijski koncept. Dovoljno je da djecu zainteresiraju manji elementi samog prikaza i da ih provedemo kroz korake znanstvene metode.

Važno je i da edukator bude svjestan miskonceptija - pogrešnih shvaćanja unutar određene tematike, da ranim izlaganjem tim temama ne bi izazvao još veće miskonceptije.

S druge strane, istraživanja pokazuju da se s miskonceptijama treba suočiti u ranoj dobi jer ih je kasnije, ako ih djeca steknu, teško ukloniti.





SREDNJI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Kako saznati tko je polizao markicu?



### STEM područje:

biologija, genetika, tehnologija



### Tema aktivnosti:

genetski kod, DNK



### Trajanje:

45 min



### Ciljevi aktivnosti:

- naučiti i shvatiti pojmove: DNA, PCR metoda, genetski kod
- razvijati vještine logičkog mišljenja i zaključivanja
- utvrditi komu pripada ispitivani uzorak na temelju duljine repetitivnih fragmenata DNK koda
- poticati aktivno sudjelovanje polaznika u predavanju



### Materijali:

- slike, snimke, mobitel, ovisno o mogućnostima (termocikler – laboratorijska oprema za DNK testiranje, Agarozni gel)
- laptop (računalo), projektor, prezentacija itd.



### Stručna podloga:

Prije početka poučavanja edukator treba znati što je DNK kod, kako se izoliraju njegovi pojedinačni fragmenti, što je PCR metoda, koje se metode i uređaji koriste za proučavanje DNK koda. Trebao bi znati i zanimljive činjenice vezane uz proučavanje DNK koda kako bi dodatno pobudio interes polaznika za tematiku. Napominjemo kako edukator treba biti stručnjak iz područja koje prezentira polaznicima. Nadalje, edukator se ne treba bojati kontakta s polaznicima i trebao bi što je više moguće poticati polaznike da aktivno sudjeluju u predavanju.

### Tijek provedbe:

Na početku predavanja pozdravite polaznike. Predstavite temu predavanja i započnite razgovor o korištenju poštanske marke. Postavite pitanja poput ovih:

1. Što je ostalo na poštanskoj marci nakon što ste je polizali?
2. Što je u slini?
3. Je li netko vidio DNK?



4 min



Na temelju dobivenih odgovora kratko objasnite: u slini se nalazi DNK, ali to ne možemo vidjeti okom. DNK je otkrivena još u 19. stoljeću, a prije više od 100 godina pokušima je utvrđeno da sve stanice u našem organizmu sadrže DNK. Slavna znanstvenica, kemičarka Rosalind Franklin, prva je uspjela snimiti fotografiju DNK. Pokažimo polaznicima njezinu fotografiju i slavnu „fotografiju 51“. Objasnite da ovo izgleda malo drugačije od DNK kakvom je inače zamišljamo i dajte tri prijedloga kako je ta slika snimljena. Polaznici glasaju. Ukratko ispričajte kako je fotografija nastala.



4 min

Pitajte jesu li oblici na fotografiji regularni ili nasumični? Pokažite sliku DNK koju su polaznici zamislili. S pomoću mobitela pokažite da postoje aplikacije (npr. *Marge paper cube*) koje omogućuju da točno vidimo kako DNK izgleda u trodimenzionalnome prikazu.



3 min

Objasnite da neki znanstvenici nisu vjerovali ovoj metodi, nego su htjeli izravno vidjeti kako DNK izgleda. Napravili su mikroskop koji umjesto svjetlosti za promatranje koristi jako sitne čestice koje imamo u prirodi - elektrone. Pitajte polaznike jesu li čuli za elektrone? Imaju li elektroni kakve veze s električnom strujom? Elektronskim mikroskopom vidimo atome, pa onda i veće strukture kao što je DNK. Pokažite fotografiju i objasnite kako ovaj mikroskop radi, uspoređujući ga s optičkim mikroskopom u kojem materiju promatramo s pomoću vidljive svjetlosti. Vidljiva svjetlost je val. Taj val ima svoju razlučivost (valnu duljinu), pa sitnije od toga ne možemo vidjeti. U elektronskom mikroskopu elektron se pretvori u val koji ima puno veću razlučivost. Njime onda vidimo atome.



4 min

Pitajte polaznike zašto je DNK dvostruka spirala. Prikupite njihova mišljenja. Naglasite da imamo DNK tate i DNK mame, odnosno da kromosomi dolaze u parovima, pa svaki čovjek u tjelesnim stanicama ima 46 kromosoma poredanih u 23 para. Svaki se par sastoji od jednog kromosoma naslijeđenog od majke i jednog kromosoma naslijeđenog od oca.



2 min

Objasnite kako se DNK umnožava u našem tijelu i zašto ima spiralnu strukturu. Predstavite sliku ili kratki video koji prikazuje podjelu DNK lanca. Objasnite da DNK izgrađuje naš genetski materijal koji je poseban i individualan za svakog čovjeka, zbog čega, među ostalim, i svatko od nas drugačije izgleda.



2 min

Upitajte polaznike je li moguće napraviti DNK u laboratoriju. Ispričajte kako je nakon nekog vremena to postignuto korištenjem termociklera te se sada taj stroj koristi na dnevnoj bazi. Pokažite fotografiju termociklera ili stroj koji ste donijeli. Upitajte polaznike koja je cijena termociklera, a polaznici neka glasno izgovaraju prijedloge cijena. Polaznici glasaju na prijedloge edukatora, koji na kraju polaznicima otkrije točnu cijenu.



4 min

Demonstrirajte rad uređaja – objasnite da uređaj u velikom broju kopija može umnožiti samo odabrani fragment DNK. To je prednost jer, na primjer, možete izolirati gen (dio DNK) iz meduze koji je odgovoran što ona sjaji zeleno (pokažite sliku meduze i pojašnjajte zašto svijetli zeleno). Objasnite da je to otkriće čovjeka koji je radio na sveučilištu i zapitao se: zašto meduze svijetle zeleno. Ispričajte kako je nakon toga taj znanstvenik ulovio meduze, izolirao DNK i uspio pronaći fragment odgovoran za sjaj. Za to je dobio Nobelovu nagradu.



2 min







SREDNJI FORMAT

Pokažite kratki film u kojem se može vidjeti mehanizam kopiranja odabranog dijela DNK koda. Objasnite da se kopiranje odabranih fragmenata DNK radi tehnikom zvanom PCR.



Objasnite da je većina polaznika u ovoj prostoriji ostavila svoj DNK, poput kose, kože itd. Osim upute o našem izgledu, DNK nosi i različit broj ponavljajućih sljedova koje ste naslijedili od mame i tate. Ponekad se broj ponavljanja razlikuje od osobe do osobe – pokažite fotografiju sa ženom i muškarcem koji imaju različit broj ponavljanja DNK koda.

Broj ponavljanja u DNK kodu				
1				
2				
3		✓	✓	✓
4	✓			✓
5		✓	✓	
6	✓			

Broj ponavljajućih sljedova u DNK kodu



Objasnite kako se DNK umnaža. Jedan primjerak proizvodi dva, dva primjerka četiri, četiri - osam. Ako ovo ponovimo 30 puta, dobit ćemo oko milijardu primjeraka. Ako izoliramo DNK iz poštanske markice, napravimo PCR, dobit ćemo velik broj primjeraka DNK koji možemo dalje analizirati s pomoću tehnike koja se zove gel elektroforeza.



Pokažite sliku želea za DNK testiranje (ili, ako je moguće, sam žele). Agarozni gel (žele) je vrlo gusto umrežena struktura. Stavljamo DNK u udubine na vrhu želea i priključimo struju te tada DNK počinje putovati kroz žele. Pitajte: Hoće li kroz mrežu putovati kraći ili duži dijelovi DNK? Usporedite ovu situaciju npr. s prolaskom kroz džunglu. U ovom slučaju trebamo pustiti kroz žele tri uzorka da bismo uočili duljinu sljedova njihova DNK koda. Fragmenti DNK putuju odozgor prema dolje kroz žele zbog prilagodbe električnog polja. Brzina kojom prolaze obrnuto je proporcionalna duljini pojedinačnih kodnih sekvenci. Što je kraći, to se brže spušta. Dakle, ovom metodom može se utvrditi broj ponavljajućih sljedova u DNK kodu. Pokažite još jednom fotografiju žene i muškarca, čiji su fragmenti DNK različite duljine, te rezultate DNK testa. Pitajte polaznike: tko je polizao markicu. Polaznici glasaју. Nakon glasanja, pitajte polaznike zašto misle da je muškarac polizao markicu i objasnite rješenje.



Pokažite sliku: Broj ponavljanja u DNK kodu i pitajte je li moguće da je treća osoba sin muškarca i žene? Polaznici glasaju.

Pitajte polaznike zašto tako misle i pokušajte izvući zaključke onih koji žele podijeliti svoje logičko razmišljanje. Objasnite zašto je čovjek sin spomenutih muškarca i žene.

Ako vam je ostalo vremena, ispričajte priču o faraonu Tutankamonu i njegovim dvjema kćerima pokopanim u istoj grobnici.

Iznoseći zaključke, skrenite pozornost na činjenicu da se metodama o kojima ste učili mogu rješavati razne vrste zagonetki, ne samo otkriti tko je polizao markicu, već i vrlo složene zagonetke poput one tko je zakopan u grobnici te nabrojite (ili još bolje, upitajte polaznike) za još nekoliko primjena ove tehnologije u današnjem svijetu.



2 min



2 min



3 min



SREDNJI FORMAT

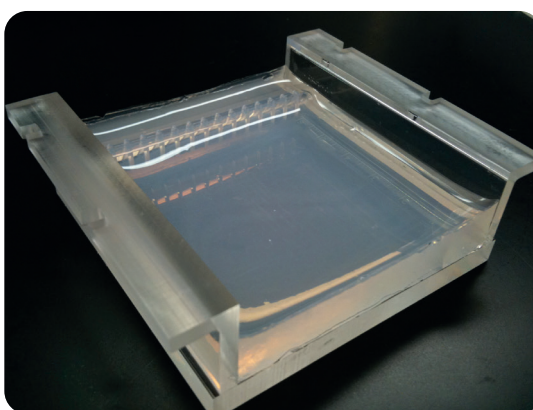


Izvori/literatura: <https://www.youtube.com/watch?v=65YfiXTMHRk> - Mount Sinai Health System "How is genetic testing done?"

<https://www.youtube.com/watch?v=a5jmdh9AnS4> - Amoeba Sisters "PCR (Polymerase Chain Reaction)"



Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eppendorf\\_Mastercycler\\_Pro\\_S.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eppendorf_Mastercycler_Pro_S.jpg)



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two\\_percent\\_Agarose\\_Gel\\_in\\_Borate\\_Buffer\\_cast\\_in\\_a\\_Gel\\_Tray\\_\(Front,\\_angled\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two_percent_Agarose_Gel_in_Borate_Buffer_cast_in_a_Gel_Tray_(Front,_angled).jpg)



## Analiza aktivnosti: Kako saznati tko je polizao markicu?

### Zašto ova aktivnost?

Aktivnost spaja temu koja se tiče svakog od nas (DNK kod) sa suvremenim tehnikama i uređajima koji se koriste u istraživanju organizama. Tijekom predavanja možete koristiti mnoge zanimljive činjenice iz područja istraživanja DNK koda.

Tema je još aktualnija zbog pandemije, odnosno korištenja PCR testova za dijagnosticiranje infekcija Sars-Cov-2. Osim toga, polaznici uče zašto su slični svojim roditeljima. Predavanje također potiče na proširenje znanja iz ovog područja jer se temelji na zagonetkama i traženju rješenja ispitivanjem DNK koda.

### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Na početku predavanja možete očekivati da će polaznici biti glasni i zaigrani. Važno ih je na primjeren način pozdraviti kako biste njihovu pažnju usmjerili na sebe. Polaznici će komentirati svaki dio predavanja, no ne brinite se, to upravo i želimo postići da polaznici budu aktivni i fokusirani. Kada postavljate otvorena pitanja publici, možete očekivati ekstremne odgovore i glasno komentiranje.

Tada vrijedi koristiti metodu glasovanja – dizanja ruku. Izlazak k polaznicima i pitanje zašto su glasali na ovaj način može dati vrlo iznenađujuće odgovore koji će ponekad odstupiti od glavne teme. Kao koordinator procesa učenja, edukator treba paziti da ne odluta predaleko od teme predavanja. Vrijedno je angažirati publiku na ovaj način svake 3-4 minute i na taj način usmjeravati pozornost na predavanje.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Predavanje neće biti moguće bez audiovizualne opreme, jer polaznici neće moći zamisliti pojedine primjere koji se pojavljuju tijekom predavanja.

Polaznici ne moraju znati kako DNK kod izgleda niti gdje se nalazi ili kako se radi DNK testiranje, jer im ta znanja nisu potrebna da bi sudjelovali na predavanju. Stoga se predavanja mogu izvoditi za polaznike od 4. razreda OŠ nadalje.

### Korisni savjeti za edukatora

Uputno je unaprijed se uvjeriti da oprema dostupna u učionici (prostoru) radi i procijeniti koliko će polaznika sudjelovati u predavanju.

Također je vrijedno napomenuti da je ovo predavanje za djecu te da roditelji ne bi trebali biti u prostoriji niti sjediti s djecom. Roditelji koji su često uključeni u odgojno-obrazovni proces djeteta žele da ono bude što bolje i daju djeci odgovore na pitanja, što sprječava da polaznici razmišljaju i pokušaju samostalno doći do rješenja.

No, prije svega, „znanstveni jezik“ treba prilagoditi znanju grupe za koju će se predavanje održati te uključiti samo ključne pojmove koje želimo da polaznici zapamte. Sve ostalo opisujemo rječnikom koji im je razumljiv. Na primjer, umjesto naziva agarozni gel može se koristiti riječ žele.



## Naziv aktivnosti: Što jedu astronauti?



SREDNJI FORMAT



### STEM područje:

tehnologija, biotehnologija, elektrotehnika, astronautika



### Tema aktivnosti:

suvremene metode prerade hrane



### Trajanje:

50 min



### Ciljevi aktivnosti:

- karakterizacija prehrambenih proizvoda koje konzumiraju astronauti
- shvatiti što je to bestežinsko stanje i kako ono utječe na astronaute
- upoznati se s nekim osnovama prehrambene tehnologije
- poticati logičko razmišljanje i zaključivanje



### Materijali:

- slike, filmovi, liofilizirana hrana
- laptop (računalo), projektor, prezentacija itd.

### Stručna podloga:

Prije predavanja edukator bi trebao znati kako se tijelo ponaša u svemiru. Potrebno je imati znanja o termičkoj obradi hrane, kao i o metodama uklanjanja bakterija iz hrane kako bi se produljio njezin rok trajanja. Edukator bi trebao biti upoznat s poviješću svemirskih letova. Trebao bi znati što su astronauti jeli i u kojem razdoblju. Također edukator mora znati koja se hrana dostavlja na svemirsku stanicu i kako je konzumirati u bestežinskim uvjetima. Osim toga, trebao bi potražiti zanimljive činjenice vezane uz prehranu u svemiru, korisne fotografije i video zapise.

### Tijek provedbe:

Pozdravite polaznike. U uvodnom dijelu objasnite da pojmovi kozmonaut i astronaut imaju isto značenje.



2 min

Pitajte znaju li polaznici što astronauti jedu. Izađite pred publiku i potičite polaznike na odgovaranje. Polaznici odgovaraju na pitanja.



2 min

Ukratko im recite o prvim svemirskim letovima, uključujući i Gagarinov let. Za to koristite fotografije. Aludirajte na ono što je astronaut jeo i prikažite fotografije tubi s hranom.



3 min





Zatim se pozovite na istraživanje američkih astronauta koji su testirali mogu li ljudi jesti obrok u bestežinskom stanju.



2 min

Pitajte znaju li polaznici što je liofilizacija i dajte tri moguća odgovora. Polaznici glasaju podižući ruke. Zatim na temelju kratkog videa pokažite što je proces liofiliziranja i kako izgledaju uređaji koji se u tom procesu koriste. Pojasnite da se liofilizirani proizvodi s pomoću vode mogu ponovno rehidrirati.



4 min

Objasnite ukratko kako je poznata metoda liofilizacije i tko ju je prvi upotrijebio.



1 min

Pitajte koji se proizvodi mogu liofilizirati i dobivaju li astronauti sušene jagode koje potom zalijevaju u svemiru. Ističite i da se postupkom liofiliziranja iz hrane uklanjaju bakterije, čime se produljuje rok trajanja.



2 min

Pitajte što je s mesom koje je termički obrađeno. Pitajte može li se termički obrađeno meso liofilizirati. Polaznici glasaju. Objasnite da je dio hrane koju astronauti jedu podvrgnut ionizirajućem zračenju i prikažite kratki video o tehnici ioniziranja hrane.



5 min

Pitajte bi li polaznici htjeli probati hranu i priđite dobrovoljcima koji žele objasniti svoj odgovor na pitanje.

Pitajte znaju li polaznici druge metode uklanjanja bakterija iz hrane? Ako termin toplinske obrade nije naveden, uputite polaznike na ovaj odgovor.



1 min

Objasnite da astronauti mogu birati jelovnik koji će im biti dostavljen u svemirsku stanicu. Pokažite fotografiju ruske posade koja jede sadržaj tuba s votkom i pitajte polaznike: tko misli da je unutra stvarno alkoholno piće? Polaznici glasaju. Objasnite da tube sadrže boršč.



2 min

Pitajte jesu li proizvodi koje konzumiraju kozmonauti dostupni za kupnju u zemaljskim trgovinama. Polaznici glasaju.



2 min

Pokažite liofilizirane proizvode i ukratko objasnite gdje se mogu kupiti i čemu služe. Polaznici proučavaju ambalažu.

Pokažite video u kojem možemo vidjeti proces kuhanja obroka te kako ih astronauti konzumiraju.



2 min

Pitajte kako napraviti sendvič s maslacem od kikirikija s medom na zemlji. Dobrovoljac odgovara. Zatim pitajte kako pripremiti takav sendvič u bestežinskom stanju i prikažite kratki film.



1 min

Na temelju videa pitajte s kakvim se izazovima astronauti susreću dok jedu? To se odnosi na činjenicu da u bestežinskom stanju ne možemo kontrolirati što i gdje leti, pa su astronauti opremljeni posebnim ladicama s magnetima, oprugama i čičak trakom, koji im pomažu da drže obrok na jednome mjestu. Pokažite fotografiju takvog pladnja.



2 min



Pitajte znaju li polaznici za još neke prepreke s kojima se astronauti moraju suočiti dok jedu. Ako polaznici nemaju ideja, napomenite da su astronautima nosovi stalno začepljeni, zbog čega im se hrana čini bljutavom. Kako bi to promijenili, astronauti imaju na raspolaganju sol, papar i druge začine koji su u tekućem obliku. Pokažite fotografiju i pitajte zašto je važno da su u tekućem obliku. Objasnite da bi zrnca začina letjela oko svemirske stanice, mogla bi oštetiti opremu ili bi ih astronauti udisali.



4 min

Zatim pitajte polaznike što misle o ispijanju gaziranih sokova u svemiru i je li dopušteno te ima li nuspojava. Nakon glasanja istaknite da se u prirodnim uvjetima, u kojima je zrak puno lakši od tekućina, plin iz gaziranih sokova prirodno „diže“ prema gore, dok u svemirskim uvjetima ostaje na mjestu i pojačava osjećaj nelagodnosti u želucu.



3 min

Iznesite zanimljive činjenice vezane uz prehranu astronauta te prikažite fotografije i videomaterijal koji je naveden u izvorima/literaturi.

1. Lavazza aparat za kavu - fotografija
2. Pizza iz PizzaHuta - film
3. Kultivirane biljke - film

Istaknite da danas astronauti u laboratoriju Huston isprobavaju 74 različite namirnice i 20 pića te biraju one koje će jesti i piti u svemiru. Neke od omiljenih namirnica su im koktel od škampa i špageti bolonjez.



4 min

Iznoseći zaključke, dajte primjer menija koji se može nalaziti u svemirskoj postaji. Tako astronaut može izabrati:

1. goveđi odrezak koji je steriliziran ionizirajućim zračenjem kako bi se spriječilo kvarenje hrane;
2. sušene kobasice ili goveđe meso – proizvod koji ima malo vlage, ali nema dovoljno vlage da izazove trenutno kvarenje;
3. orašasti plodovi, keksi i muesli pločice – trajne namirnice koje su spremne za jelo;
4. dehidrirani makaroni i sir, piletina i riža – ovaj proces zagrijava hranu kako bi se uništili patogeni, mikroorganizmi i enzimi koji mogu uzrokovati kvarenje;
5. termostabilizirano goveđe sedlo s gljivama, rajčicama i patlidžanom - konzerviranje toplinom, obično pod pritiskom, za uklanjanje bakterija iz hrane;
6. kruh s produljenim rokom trajanja - lepinje, vafli i peciva s posebnom formulom koja osigurava trajnost do 18 mjeseci;
7. liofilizirane mješavine pića (kava ili čaj) ili aromatizirana pića (limunada ili naranča) isporučuju se u zatvorenim vrećicama za piće koje su zatvorene vakuumom;
8. svježe voće, povrće i tortilje koje osiguravaju misije za nabavu. Ove namirnice se brzo kvare i moraju se pojesti tijekom prva dva dana od dolaska paketa.



5 min

Izvori/literatura: Filmovi dostupni na YouTube kanalu: Mikromotor doo „Liofilizator MM 250 MikroMotor - Freeze Dryer MM 250“, Vertigo produkcija „Sušenje voća, liofilizacija“ (vrijeme: 2:08), VideoFromSpace “Space makes eating a lot more fun! Astronauts explain food prep”, Canadian Space Agency “Chris Hadfield’s Space Kitchen”, Elea GmbH - Pulsed Electric Fields (PEF-) Technology “ELEA GmbH Pulsed Electric Field Animation”, NASA Johnson “Pizza Night!”, NASA Video “Radishes Growing in Space: 27 Days in 10 Seconds”  
Članak: “A Salty Tale: Study Examines Sodium Regulation in Space” Melissa Gaskill <https://www.nasa.gov/>



SREDNJI FORMAT



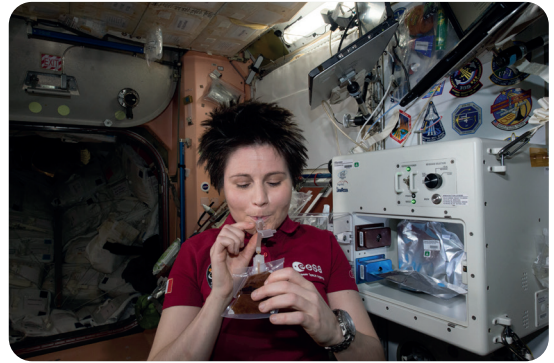
Izvor: <https://www.flickr.com/photos/nasa-2explore/10840567255>



Izvor: <https://www.flickr.com/photos/nasamarshall/19157226883/>



Izvor: [https://www.flickr.com/photos/x-ray\\_delta\\_one/5807352854](https://www.flickr.com/photos/x-ray_delta_one/5807352854)



Izvor: <https://www.flickr.com/photos/nasa2explore/16763012973>





## Analiza aktivnosti : Što jedu astronauti?



SREDNJI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Aktivnost vam omogućuje spajanje znanja o preradi hrane iz svakodnevnog života s praktičnom primjenom tog znanja u svemirskim misijama.

Ukazuje na probleme s kojima se susreće ljudski organizam u uvjetima bestežinskog stanja te ih povezuje s učincima konzumacije određenih namirnica. Pokazuje kako jednostavna rješenja (npr. korištenje magneta) mogu poboljšati udobnost života izvan Zemlje.

Također potiče polaznike da saznaju više o sve popularnijem letu u svemir.

Tema je izabrana jer su ovakve teme podzastupljene u formalnom obrazovanju (ili ih uopće nema), a iz iskustva predavača, „svemirske“ teme fascinantne su polaznicima.

### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Ne zaboravite stalno uključivati polaznike u predavanje kako biste njihovu pozornost usmjerili na sadržaj. Mladi se mogu doimati neangažiranima, pa je vrijedno često tražiti njihova mišljenja, ali i komentirati s njima odgovore koje prikupite tijekom rasprave.

Na taj ćete način osigurati ne samo fokusiranost na temu, već će vam olakšati vođenje i komunikaciju s polaznicima na predavanju.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Predavanje neće biti moguće bez audiovizualne opreme jer polaznici neće moći zamisliti pojedine primjere koji se pojavljuju tijekom predavanja.

Aktivnost nije prikladna za polaznike koji ne poznaju osnove fizike i biologije, npr. pojam bestežinskog stanja, bakterija, koliko vode ima u hrani itd.

### Korisni savjeti za edukatora

Može se pokazati da grupa koja nema puno predznanja neće biti pretjerano voljna za suradnju (npr. ne sudjeluju u glasovanju i ne odgovaraju na pitanja).

Tada ih trebate pokušati ohrabriti govoreći im da je ovo proces učenja i da svatko ima pravo na pogreške.

Također je važno prilagoditi tempo predavanja mogućnostima određene grupe. Predavanje nije potrebno održati u cjelini - edukator može odabrati elemente predavanja koji su po njegovu mišljenju najatraktivniji.

Također treba imati na umu da valja prilagoditi jezik razini publike i da ne treba koristiti previše kompliciranih i teško pamtljivih naziva.





SREDNJI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Što nam leti iznad glava?



JAVNOST



### STEM područje:

astronautika, inženjerstvo,  
astronomija



### Tema aktivnosti:

umjetni sateliti



### Trajanje:

50 min



### Ciljevi aktivnosti:

- upoznavanje s karakteristikama umjetnih satelita
- uvidjeti brojnost objekata koje je napravio čovjek u zraku i orbiti oko Zemlje
- zainteresirati polaznike za svemirske tehnologije
- potaknuti raspravu o umjetnim satelitima



### Materijali:

- slike, filmovi
- laptop (računalo), projektor, prezentacija itd.



## Stručna podloga:

Prije početka predavanja edukator treba znati pripremiti odgovore na nekoliko pitanja tipa:

1. Što je umjetni satelit?
2. Koje vrste satelita razlikujemo?
3. Kako su podijeljene orbite oko Zemlje?
4. Koliko se umjetnih satelita kreće oko Zemlje?
5. Kolika je veličina umjetnih satelita?
6. Čemu služe umjetni sateliti?

Edukator bi se također trebao informirati o povijesti satelita i naučiti neke zanimljive činjenice.

Osim toga, trebao bi pažljivo pregledati web stranicu koja prati promet zrakoplova i obratiti posebnu pozornost na web stranicu *Stuff in Space* (<http://stuffin.space/>)

## Tijek provedbe:



SREDNJI FORMAT



Započnite dobrodošlicom polaznicima, a zatim predstavite temu predavanja. Pitajte polaznike predavanja o tome što misle – što nam leti iznad glava? Polaznici odgovaraju.



2 min

Počnite od onoga što nam je fizički najbliže i spomenite avione. Prikažite online kartu neba Flightradar24 (<https://www.flightradar24.com>) i prokomentirajte statistiku letova. Možete označavati najveće putničke zrakoplove i njihove rute. Pokažite da se na karti nalaze i helikopteri i čarter zrakoplovi.



3 min

Pitajte polaznike što je orbita. Dopustite da se javi dobrovoljac iz publike i odgovara. Zatim prikazite film koji objašnjava što je orbita i koje vrste orbita možemo razlikovati.



3 min

Pitajte polaznike, što leti više od aviona. Polaznici odgovaraju. Pokažite satelite i nabrojite vrste umjetnih satelita koristeći fotografije.

- istraživački (znanstveni) satelit
- meteorološki satelit
- navigacijski satelit
- tehnološki satelit (tehnički, eksperimentalni)
- telekomunikacijski satelit (komunikacija, komunikacija, relej)
- izviđački satelit (špijunski satelit)
- orbitalna stanica



3 min

Ukratko opišite povijest umjetnih satelita osvrćući se na prvi satelit u orbiti – Sputnik 1. Detaljno opišite konstrukciju i vrijeme kad je satelit bio u orbiti. Također pojasnite svemirsku utrku koja je započela između Rusije i SAD-a.



3 min

Pitajte koliko je satelita postavljeno u Zemljinu orbitu i dajte tri moguće opcije odgovora, polaznici glasaju. Zatim pokažite video u kojem možemo vidjeti kako se broj satelita mijenjao tijekom godina.



4 min

Navedite da film prikazuje razdoblje do 2016. godine i pitajte koliko satelita trenutno kruži oko Zemlje. Polaznici glasanjem biraju jedan od tri moguća odgovora. Zatim, koristeći film Geospatial World "How many satellites are there in Space?", koji je dostupan na YouTube kanalu, upoznajte polaznike s brojem satelita iznad naših glava.



3 min

Zatim pitajte koliko su veliki najmanji sateliti. Dajte tri moguća odgovora i pratite glasanje polaznika. Pokažite video (RED SIDE "Satellites and Spacecraft size Comparison") koji informira polaznike o veličini satelita. Predstavite podjelu umjetnih satelita prema njihovoj veličini.



8 min



SREDNJI FORMAT



Pitajte jesu li potrebni sateliti i možemo li danas zamisliti život bez satelita. Prikazite film koji pokazuje koliko je rad znanstvenika u svemiru važan za planet i život na Zemlji.



3 min

Iznesite nekoliko zanimljivosti o satelitima, npr.:

1. Većina satelitskih antena namijenjenih televizijskom signalu na sjevernoj hemisferi okrenuta je prema jugu. Na južnoj hemisferi – na sjever. To je zbog činjenice da su telekomunikacijski sateliti postavljeni u geostacionarnu orbitu - 35,7 tis. kilometara iznad ekvatora - na satelitima Hot Bird na poziciji 13°E. Sateliti Hot Bird nikada ne mijenjaju svoj položaj u odnosu na površinu Zemlje. Dakle, satelitske antene su uvijek usmjerene na isto mjesto gdje primaju signal, a zbog čega mi možemo gledati TV.



3 min

2. Sateliti putuju ogromnim brzinama od oko 29.000 kilometara na sat. To znači da svaki dan prijeđu udaljenost koja odgovara udaljenosti od 14 krugova oko Zemlje.

Istaknite da se sateliti mogu pratiti i da u svakom trenutku možemo provjeriti vidimo li astronomske pojave ili satelit u prolazu. Ukažite na web stranicu <http://stuffin.space/>



10 min

Ako imate vremena, možete pokazati različite vrste satelita ili što nam trenutno leti iznad glave. Također objasnite značenje svake boje.

Na kraju prikazite film o svemirskom otpadu i pitajte polaznike što misle kako će orbita satelita oko Zemlje izgledati za 20, 50 godina.



5 min

Izvori/literatura: Filmovi na YouTube: Guessproject "Satellite orbits", Stuart Grey "Space Debris 1957 - 2016" Geospatial World "How many satellites are there in Space?", RED SIDE "Satellites and Spacecraft size, Comparison", NASA Video "Earth from Orbit 2019: How NASA Satellites", COMSPOC <https://comspoc.com/>, Članak u Research\*eu Magazine "Satellites: A mini revolution unfolds above us", <https://cordis.europa.eu/>



## Analiza aktivnosti : Što nam leti iznad glava?



SREDNJI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Cilj je aktivnosti osvijestiti polaznike o satelitima iznad naših glava, iako znaju koliko je naš svijet tehnološki složen.

Za većinu polaznika informacije dobivene tijekom predavanja iznimno su iznenađujuće, fascinantne i predstavljaju im temelj za daljnja razmišljanja.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost je primjenjiva za polaznike koji su upoznati s konceptom satelita i orbite oko Zemlje, a osobito za one koji koriste moderne tehnologije, poput prijenosa podataka, gledanja satelitske televizije ili korištenja GPS navigacijskog sustava i vremenske prognoze.

Uz to, važno je da je predavaonica opremljena projektorom i računalom koji omogućuju projekcije filmova. Također je važno da računalno ima stalnu vezu s internetom.



### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Većina polaznika izrazito je zainteresirana za tu temu. S obzirom na to da se radi o odraslim osobama, koje su svjesno odabrale temu predavanja, možete očekivati da će vam biti lako predavati, ali isto tako možete očekivati puno pitanja iz publike na koja možda neće znati odgovor.

Međutim, možda neće biti voljni govoriti ili glasovati. Naravno, polaznike treba poticati na aktivno sudjelovanje.

### Korisni savjeti za edukatora

Polaznici mogu postaviti detaljna i konkretna pitanja. Ukoliko edukator ne zna odgovoriti na zadano pitanje tijekom aktivnosti, sugestija je da kontaktira polaznika predavanja (preporučeno putem e-maila) i odgovori na pitanje u najkraćem mogućem roku.

Imajte na umu da su svi videozapisi na engleskom jeziku. Ako polaznici predavanja ne znaju engleski jezik, uključite automatski prijevod (dostupno na YouTubeu) ili tijekom trajanja videa postavljajte pitanja polaznicima kako biste se uvjerali da polaznici razumiju sadržaj. Također možete ponoviti najvažnije informacije iz filma nakon prikazivanja.



SREDNJI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Grad iz mojih snova



### STEM područje:

informatika, inženjerstvo,  
matematika



### Tema aktivnosti:

Grad iz mojih snova



### Trajanje:

90 min



### Ciljevi aktivnosti:

- korištenje suvremene tehnologije
- digitalna izgradnja grada
- uočiti i definirati razlike između urbanih i ruralnih sredina
- poticati maštu, kreativnost, vještine rješavanja problema



### Materijali:

- tableti za svako dijete



## Stručna podloga:

Prije početka nastave edukator bi trebao instalirati aplikaciju za izgradnju grada (preporučuje se Hoopa City 2) na tablete. Zadaća edukatora je upoznati se s osnovnim funkcijama aplikacije kako bi ih polaznicima objasnili.

Kako bi polaznicima olakšao gradnju, edukator može pripremiti fotografije građevina karakterističnih za urbani razvoj, koje su dostupne za gradnju u aplikaciji Hoopa City 2, te fotografije materijala koji se koristi za gradnju određene građevine.

Edukator također može snimiti zvukove i pripremiti fotografije vezane uz selo i grad.

Također je vrijedno pokazati polaznicima kratki video s uputama koji pokazuje kako graditi u aplikaciji, kako kombinirati materijale i koji su likovi dostupni.

Edukator treba odabrati objekte koje će polaznici graditi. Također im je moguće ostaviti punu slobodu u tom pogledu.

## Tijek provedbe:



SREDNJI FORMAT



Na početku radionice raspravite s polaznicima razliku između sela i grada. Možete koristiti prethodno pripremljene snimke i fotografije tražeći od polaznika da razvrstaju one koje su povezane s gradom i one koje prikazuju selo.



15 min

Zajedno s polaznicima nabrojite koje se zgrade obično nalaze u gradu. U razgovoru s polaznicima koristite slike objekata.



10 min

Tražite od polaznika da pokušaju izgraditi kuću u aplikaciji. Zatim ih zamolite da sagrade još nekoliko zgrada kako bi otkrili još neke materijale potrebne za izgradnju grada.



15 min

Možete zadati polaznicima zadatak da izgrade cestu, školu, muzej, policijsku postaju, bolnicu, park, aerodrom itd. Svaki put pitajte koji su resursi potrebni za izgradnju određenog objekta. Polaznici kroz pokušaje i pogreške otkrivaju što je potrebno za izgradnju zadanog objekta ili građevine.



20 min

Kako bismo polaznicima olakšali rad i učenje, svaki put kada netko uspije izgraditi određeni objekt, uz fotografiju objekta postavite i materijale od kojih je objekt izgrađen.

Nakon izgradnje nekoliko predmeta, zadajte polaznicima zadatak da izgrade grad iz snova i pritom eksperimentiraju u stvaranju novih objekata u gradu, kao i s likovima dostupnim u igri.



20 min

Iznesite zaključke i ponovite aktivnosti kojima su se polaznici bavili.



10 min



SREDNJI FORMAT



## Analiza aktivnosti: Grad iz mojih snova

### Zašto ova aktivnost?

Aktivnost jako dobro funkcionira kod djece predškolske dobi jer oni vole ovu vrstu aktivnosti koja zahtijeva tablet. Uz to, kombiniranje svih triju osjetila odgovornih za učenje (vida, sluha, dodira) znači da, bez obzira na djetetov stil učenja, ono brže i učinkovitije pamti informacije.

Trodimenzionalna obrazovna igra, koja je vizualno privlačna i jednostavna za korištenje, pojednostavnjuje razvoj prostornog planiranja i razmišljanja.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost je preporučljivo izvoditi u manjim grupama kako bi edukator po potrebi mogao pomoći svakom polazniku.

Aktivnost će dobro funkcionirati za djecu od 5-6 godina. Nastavu je najbolje izvoditi nakon kraćeg izleta ili posjeta gradu kako biste imali „podlogu“ za ovu radionicu, ali to nije preduvjet.

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Polaznici mogu vrlo entuzijastično reagirati na igru, pogotovo kad uspiju izgraditi nešto novo. Neki polaznici mogu biti nezadovoljni činjenicom da nisu uspjeli ništa otkriti. U takvoj situaciji vrijedi obratiti pažnju na ono što su do sada postigli i pohvaliti njihov napredak. Neki polaznici će htjeti igrati se likovima dostupnim u igri dok grade. Vrijedi napomenuti da će likove moći koristiti nakon izgradnje grada. Tada će biti moguće provjeriti sve izgrađene objekte i igrati se s likovima.

Obratite pozornost na to što polaznici rade i pohvalite svaki novi objekt. Tako ćete usmjeriti pozornost polaznika na izgradnju, a ne na likove. Pazite da vježbe nisu prestatične. Ponekad je vrijedno tijekom radionice uključiti i pokrete i razgibavanje.

### Korisni savjeti za edukatora

Kad polaznicima postane monotono graditi samostalno, budite fleksibilni i dopustite im da se igraju likovima umjesto da ih usmjeravate da nužno slijede scenarij.

Svaki od izgrađenih gradova može se slikati s pomoću opcije dostupne u Hoopa City 2 ili je moguće napraviti sliku zaslona. Vrijedi isprintati slike i stvoriti zajedničku galeriju gradova iz snova.





# Naziv aktivnosti: Čudesni život vode



SREDNJI FORMAT



## STEM područje:

biologija, kemija, fizika, znanosti o okolišu



## Tema aktivnosti:

Upoznavanje s ciklusom vode u prirodi, interakcijom vode i krša i važnosti očuvanja kakvoće vode.



## Trajanje:

60 min



## Ciljevi aktivnosti:

Ciljevi aktivnosti:

- senzibilizirati polaznike o važnosti vode za život na Zemlji
- razumijevanje kruženja vode u prirodi
- uvidjeti bogatstvo podzemnih voda
- upoznavanje sa zaštitom voda u kršu



## Materijali:

- prikazi svojstava vode, ciklusa vode i interakcije s kršom postavljene u izložbenom formatu.
- golf kuglice i plastelin za izradu modela molekula vode i prikaz njihovih interakcija u različitim agregatnim stanjima.
- prozirne plastične posude, kantice za vodu, boja za vodu, pijesak različitih dimenzija za izvedbu pokusa kojima se simulira kretanje vode i zagađenja kroz krš.

## Stručna podloga:

Radionica je namijenjena učenicima 4. i 5. razreda osnovne škole, premda se može prilagoditi mlađem ili starijem uzrastu.

Voda je zlato 21. stoljeća. U Hrvatskoj se pitka voda u značajnom dijelu nalazi duboko ispod površine krša, zagonetnog reljefa s tisućama ponora, izvora, špilja i jama koji prekriva gotovo pola teritorija države. Doznat ćemo da i danas u potpunosti ne razumijemo život vode, da ona odlazi u podzemlje i tamo ponekad boravi stotinama godina.

## Tijek provedbe:

U uvodnom i završnom dijelu koristi se izložbeni dio radionice koji se sastoji od plakata s osnovnim konceptima, modelima, primjerima iz prirode koji prikazuju tematiku radionice. U ovom primjeru izložbeni dio radionice sastoji se od prikaza svojstava vode i kretanja vode u kršu. U uvodnom dijelu, uz pregled pojedinih naglasaka vezanih uz vodu, djecu upoznajemo s tematikom.



10 min

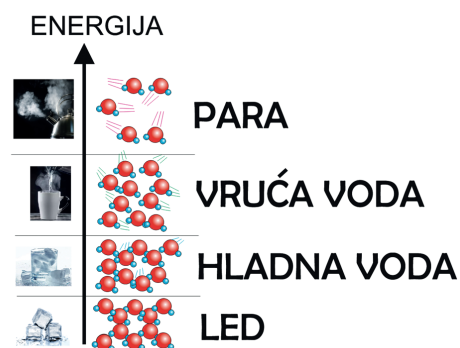




SREDNJI FORMAT

Čistiji svijet vode

# STANJA



## Stanja vode

Voda je na sobnoj temperaturi tekućina. Ako ju ohladimo na 0 Celzijeva stupnja, voda se pretvori u led (krutinu). Ako vodu zagrijemo na 100 Celzijevih stupnjeva, ona se pretvori u vodenu paru (plin). Vodu u prirodi nalazimo u sva tri navedena stanja.

Primjer plakata o stanjima vode, gdje se obrađuje tema „Stanja vode“. U ovakvim prikazima je važno da se modelima grafički prikažu prirodne pojave ili procesi.

## ZADATAK: Složimo najmanje čestice vode

Najmanje čestice vode zovu se MOLEKULE vode. One se sastoje od 3 ATOMA. 2 ATOMA koji se zovu vodik H predstaviti ćemo kuglicom jedne boje. 1 ATOM koji se zove kisik O predstaviti ćemo kuglicom druge boje. Spojimo kuglice plastelinom prema predlošku. Sada smo napravili jednu molekulu vode.

Napravite više molekula.

Ako su one gusto složene na stolu – dobili smo LED.

Ako su rjeđe složene – dobili smo tekuću VODU.

Ako neke dižemo sa stola – dobili smo vodenu PARU.



Izvedbeni elementi ovog dijela radionice: golf loptice i plastelin za izradu modela molekula te plakati s temeljnim pojmovima.



20 min



SREDNJI FORMAT



## ZADATAK: Kako voda protječe kroz krš?

Krš je poseban reljef koji je jako propustan za vodu. Zato voda u kršu ulazi duboko u podzemlje i kreće se špiljama do izvora.

U posudu stavimo više slojeva kamenčića različitih dimenzija. Lijevajmo odozgor obojenu vodu. Što primjećujemo, kojom brzinom voda prolazi kroz slojeve? Istražite različite debljine slojeva.



Pokusi s protjecanjem vode kroz krš.



25 min

Zašto je važno da zagađena voda i smeće ne ulaze u vode u kršu? Možemo li onda piti vodu na izvorima?

Pogledajte prikaze na slikama na izložbi!

Što smo danas naučili o vodi?

Zašto se moramo brinuti o zaštiti vode?

Zašto se ne smije zagađivati voda u kršu?



5 min

### Izvori/literatura:

G. Rnjak (ur.): Speleologija, ISBN 978-953-57151-2-2, PDSV, HGSS, 2019.

D. Lacković: Kapljica i kamen. ISBN 978-953-6645-42-8, HPM, 2008.



SREDNJI FORMAT



## Analiza aktivnosti : Čudesni život vode

### Zašto ova aktivnost?

Radionica upoznaje polaznike s jednom od važnih tema današnjice, a to je pitka voda u prirodi. Upoznaje ih s nekim od fizikalnih i kemijskih koncepata o vodi te s kruženjem vode u prirodi, s naglaskom na kretanje u kršu.

Krš je reljef važan na svjetskoj razini zbog pitke vode u njegovu podzemlju i krških izvora. Kao nadopuna ovoj tematici, koja se u određenim oblicima nalazi u školskim kurikulumima, ideja je da se djeci kroz praktične aktivnosti ponudi širi pogled na tematiku od mikroskopskih svojstava do globalnih procesa.

Temeljni principi, kao što su molekularne strukture, izotopna svojstva i dr., djeci se prezentiraju na zanimljiv način koristeći znanja koja imaju na određenoj razini.

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Iskustvo s radionice potvrdilo je da su djeci i njihovim učiteljima pokusi i aktivnosti bili zanimljivi. U školi nedostaje praktičnih aktivnosti, pokusa i istraživanja stavljenih u odgovarajući obrazovni kontekst.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Radionica je u praksi izvedena za učenike osnovne škole. Praktične aktivnosti i prikazi kroz modele primjenjivi su uz manju prilagodbu za sve dobne skupine. Radionica je prilagođena za rad na otvorenom, polaznici u ovoj radionici imaju puno slobode ispitujući različite dimenzije pijeska i kako voda prolazi kroz slojeve. Polaznici imaju priliku (sami, u paru, grupi) postavljati puno hipoteza i svaku odmah isprobati na modelu. Radionica je odličan primjer kako polaznici mogu napraviti većinu posla samostalno (od hipoteze preko izvedbe do zaključka) uz minimalnu pomoć edukatora. Edukator treba vođenjem i raspravom kroz radionicu i na samom kraju osigurati da su izvedeni zaključci polaznika točni.

### Korisni savjeti za edukatora

Aktivnost se može koristiti i kao edukativan primjer pokusa koji neće uvijek uspjeti. Svaki neuspješno izveden pokus ili loše konstruiran model pridonose razumijevanju istraživačkog procesa i uklanja granice koje su često postavljene oko poznatih činjenica. Edukator treba prihvatiti da neki pokus neće uspjeti ili će dati drugačiji rezultat od onoga koji očekuje. Kako u takvoj situaciji reagirati? Tako da kažemo kako mi radimo isto što i znanstvenici. Djeci ispričati priču o neuspjehu koji je doveo do velikih otkrića. O tome da znanstvenici izvode mnoštvo neuspješnih pokusa dok ne pronađu najbolju metodu ili ne dođu do cilja za kojim tragaju. U znanosti je najvažnije dokumentirati ishod pokusa točno onako kako je dobiven. A to je li ishod onakav kakvoga smo htjeli, očekivali ili nam je netko tako rekao - nije bitno. Kasnije, što više naučimo o nekoj tematici, više ćemo moći razumjeti različite ishode pokusa.





## Naziv aktivnosti: Kratka priča o svemiru



SREDNJI FORMAT



### STEM područje:

fizika, astronomija,  
inženjerstvo



### Tema aktivnosti:

let u svemir



**Trajanje:**  
120 min



### Ciljevi aktivnosti:

- ponavljanje vokabulara koji se odnosi na svemir, samoobjašnjavanje usvojenih pojmova
- razvijanje mašte
- poticanje kreativnog izražavanja
- poticanje vještina za rješavanje problema



### Materijali:

- računala/tableti s pristupom internetu

## Stručna podloga:

Prije početka nastave, edukator treba otvoriti račun u Storybirdu (web aplikaciji za stvaranje knjiga, stripova i pjesama) kao edukator. Također je potrebno da se upozna s mogućnostima koje nudi aplikacija. Edukator bi trebao samostalno pripremiti kratku knjigu, strip ili pjesmu kako bi mogao pomoći polaznicima u slučaju tehničkih problema. Na web stranici Storybird dostupni su video zapisi s uputama za pripremu edukatora za izvođenje nastave s aplikacijom.

Osim toga, preporučljivo je stvoriti razred (grupu) polaznika. Aplikacija vam omogućuje jednostavnu i brzu pripremu popisa polaznika, zajedno s automatski generiranim korisničkim računima i lozinkama. Imajte na umu da se grupa stvara na ograničeno vremensko razdoblje. Pripremljene korisničke račune i lozinke edukator može jednostavno ispisati i podijeliti polaznicima, ako je potrebno.

Edukator može pripremiti kratku uputu za polaznike kako se prijaviti na Storybird račun i započeti izradu e-knjige ili prikazati pojedine korake prikazujući ih s pomoću projektora (proći ih zajedno s polaznicima). Preporuča se da pripremite temu ili grupu tema o svemirskim putovanjima koje će također biti teme priča vaših polaznika. Dodatno, edukator bi trebao imati osnovno znanje o pojmovima povezanim sa svemirom, Sunčevim sustavom i svemirskim putovanjima.

Važno je da edukator može koristiti Storybird aplikaciju za implementaciju raznih vrsta tema, ne samo za opisanu temu. Aplikacija sadržava velik broj crteža autora iz cijelog svijeta koji se mogu koristiti za stvaranje kratkih priča, stripova i pjesama o najrazličitijim temama. Autori mogu biti osobe bilo koje dobi.





SREDNJI FORMAT



## Tijek provedbe:

U uvodnom dijelu predstavite svrhu radionice, a to je ponavljanje i produblji-  
vanje informacija o letovima u svemir. Ponovite vokabular osnovnih pojmova  
potrebnih za provedbu radionice.



7 min

Podijelite polaznike u parove.



2 min

Obavijestite polaznike da će tijekom nastave izraditi elektroničku knjigu. Dajte in-  
formacije o načinu njezina nastanka i prezentaciji uratka.



7 min

Dajte polaznicima zadatak da pokrenu računala i u web preglednik unesu adresu  
<https://storybird.com/>.



5 min

Dodijelite polaznicima korisničke račune i lozinke.



2 min

Prikažite (namijenjeno za mlađe polaznike) na projektoru proces prijave na  
Storybird i zajedno s polaznicima prođite sve korake.



10 min

Koristeći projektor, pokažite osnovne funkcije aplikacije Storybird (gdje kliknuti za  
izradu knjige, kako odabrati zanimljive crteže, kako dodati fotografije, tekst, stra-  
nice).



15 min

Imajući na umu uzrast i mogućnosti polaznika, zadajte polaznicima teme za izradu  
knjiga.



2 min

Polaznici pripremaju knjige na zadanu temu. Na kraju radionice svaka grupa pola-  
znika trebala bi imati gotovu knjigu na zadanu temu. Pomozite polaznicima kada  
je to potrebno.



45 min

Pojedinačne grupe prezentiraju e-knjige koje su pripremile, a edukator ih prikazu-  
je na projektoru (3-5 minuta po grupi).



20 min

Kratko iznesite zaključke.



5 min

Izvori/literatura:  
<https://storybird.com/>



## Analiza aktivnosti : Kratka priča o svemiru



SREDNJI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Stvaranje knjige u Storybirdu izvrstan je način za ponavljanje znanja i demonstraciju vještina u raznim područjima.

Ne odnosi se nužno na temu navedenu kao primjer. Izrada e-knjige zahtijeva od polaznika ne samo znanje o zadanoj temi, već i razvija kreativnost, potiče na spajanje povezanih stvari u smislenu cjelinu, razvija kritičko mišljenje te društvene vještine poput grupnog rada, verbalne komunikacije ili aktivnog slušanja.

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Imajte na umu da polaznike treba podijeliti u grupe. Ukoliko poznajete polaznike, rasporedite ih na način da npr. dvoje polaznika koji najviše znaju o određenoj temi, kao i polaznici koji su najkreativniji, ne budu u istoj grupi.

Može se dogoditi da grupa dobije temu koju jednostavno ne može riješiti. Za uspješno rješavanje ove situacije dobro je pripremiti nekoliko pričuvnih tema.

Dobra je ideja dopustiti grupi da sama odabere zamjensku temu.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost će dobro funkcionirati u slučaju ponavljanja sadržaja ili njegovih dijelova jer polaznici, koristeći svoja dotadašnja znanja i vještine, stvaraju priče vezane uz zadanu temu. Neće funkcionirati kada se uvodi potpuno nova tema ili sadržaj o kojem polaznici nemaju saznanja.

Međutim, može biti inspiracija za uvod u novu temu. U slučaju svemira, tema može biti „Što vidi astronaut?“, a polaznici će, koristeći stečena znanja i vještine, moći opisati kako svemir izgleda iz perspektive astronauta. Zatim se izvođenjem budućih radionica uradak polaznika može nadopunjavati i ispravljati u skladu s dinamikom stjecanja novih znanja.

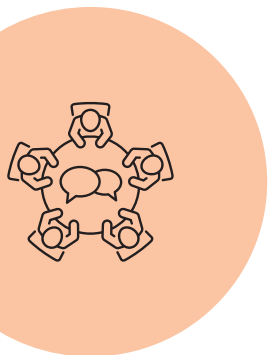
### Korisni savjeti za edukatora

Dobro je unaprijed se uvjeriti da oprema dostupna u učionici radi. Najgora je noćna mora edukatora savršena priprema sata s nesavršeno pripremljenom opremom. Iskustvo pokazuje da polaznici mogu stvoriti fantastične knjige o vrlo teškoj temi.





SREDNJI FORMAT



## Naziv aktivnosti:

# Samoodrživa zajednica



### STEM područje:

tehnologija, klimatologija, zaštita prirode i okoliša, energetika



### Tema aktivnosti:

debata o klimatskim izazovima i budućnosti planeta



### Trajanje:

100 min



### Ciljevi aktivnosti:

- pronaći relevantan podatak i argumente
- prepoznati neutemeljene (pseudoznanstvene) vijesti i tvrdnje
- poticati argumentirano raspravljanje
- poticati osjećaj vlastite odgovornosti za budućnost planeta
- naučiti i/ili ponoviti pojmove i procese kao što su staklenički plinovi, efekt staklenika, gospodarenje otpadom, bioraznolikost, globalno zatopljenje, održivi razvoj
- uočiti složenost i međuovisnost žive i nežive prirode
- jačati kapacitete polaznika za donošenje odluka na dobrobit cjelokupne zajednice



### Materijali:

- internet (računala, tableti, mobiteli)
- papiri; A4 format, post-it papirići, flipchart papiri
- bojice, flomasteri, olovke, gumice

## Stručna podloga:

Eduikator treba biti stručna osoba koja razumije klimatske izazove današnjeg svijeta i složenost ove problematike. Također, upoznat je s obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije te koji je omjer dobivanja energije iz obnovljivih, a koji iz neobnovljivih izvora energije u Hrvatskoj i Europskoj uniji (svijetu).

Također, edukator se treba upoznati i s primjerima „zelenih“, tehnoloških rješenja koja se primjenjuju u gradovima, a pridonose očuvanju prirode i okoliša. Eduikator u ovoj radionici moderira i vodi raspravu među polaznicima, upozorava na relevantnost izvora, prati argumente polaznika te naglašava i traži polaznike dodatna objašnjenja ako neki prijedlozi polaznika nisu dovoljno jasni ili su neutemeljeni.



## Tijek provedbe:

U uvodnom dijelu suočite polaznike s nekim od dramatičnih podataka s kojima se danas susrećemo. Primjerice, predviđa se da će do 2050. godine Sjeverni pol biti bez leda tijekom ljetnih mjeseci, neki obalni gradovi bit će potopljeni zbog globalnog rasta razine mora, zbog klimatskih promjena milijuni ljudi će bježati iz pretopljenih područja poput afričkog kontinenta itd. Klimatske promjene samo su jedan od velikih izazova s kojima se suvremeno društvo susreće te svatko od nas treba promišljati i djelovati na način da se smanji negativan utjecaj ljudi na klimu.



5 min

Podijelite polaznike u grupe od 4 – 5 osoba. Objasnite polaznicima kako svaka grupa treba osmisliti samoodrživi, odnosno samodostatan grad/zajednicu, u kojem svi stanovnici mogu lijepo i ugodno živjeti. U gradu živi 100.000 građana, a trebaju osmisliti grad za koji vrijede sljedeće postavke:

- 1) energetski samodostatan grad; to znači da se svi resursi i pogoni potrebni za proizvodnju struje, tople vode, grijanja za kućanstva i industrije nalaze u gradu
- 2) sustav gospodarenja otpadom (ne mogu izvoziti otpad iz grada)
- 3) uređena infrastruktura grada (stanovi, kuće, škole, vrtići, bolnice, prometna infrastruktura)
- 4) bioraznolikost, parkovi i zelene površine grada su sačuvane
- 5) žele živjeti u tom gradu

Ove postavke možete zapisati na ploču ili prikazati u prezentaciji tako da polaznicima budu vidljive tijekom cijelog trajanja radionice. Podijelite polaznicima papire, olovke, bojice, gumice te im objasnite da imaju pomoćne papire (A4 papire, post-it papiriće, itd.) na koje mogu zapisivati i skicirati ideje, a prezentacijski papir (flip-chart papir ili hamer-papir) služi im kako bi ostalim grupama pri kraju radionice prezentirali svoj grad; skicu, nacrt grada te jesu li i kako u njihovu gradu ispunjeni navedeni ciljevi grada (5).



10 min



Polaznicima objasnite da su sva rješenja koja osmisle prihvatljiva, dokle god slijede dva pravila. Prvo pravilo je da moraju poštovati 5 gore navedenih postavki, a drugo pravilo je da svatko od njih mora razmišljati hoće li taj grad odobriti:

- a) ekolog – koji razmišlja jesu li njihova rješenja prihvatljiva za prirodu i okoliš
- b) predstavnik građana – političar koji razmišlja kako određena rješenja utječu na standard građana, kvalitetu života i njihovo zdravlje

Upozorite polaznike da je ovaj dio važan i zbog toga što kada prezentiraju grad drugim grupama, druge grupe će predstavljati ekologe i političare te će se morati argumentirati s njima suočiti i objasniti da je grad prihvatljiv i ekolozima i građanima koje predstavlja političar. Iz tog razloga, prilikom osmišljavanja grada, trebaju misliti i na te dvije perspektive.



Polaznici trebaju imati vremena da istraže na internetu potrebne im informacije, da raspravljaju među sobom kako će grad izgledati. Polaznici se unutar grupe mogu sami podijeliti kako žele; hoće li se svatko od njih baviti samo jednim dijelom ili će svi zajedno prolaziti svaku postavku samodostatnoga grada. Objasnite im kako glavne postavke svoga rada trebaju zapisati na papirima.

Eduktor u ovom dijelu, dok polaznici osmišljavaju gradove, treba prolaziti između grupa i potpitanjima ih navoditi na „slabosti“ njihova grada, kao i da poboljšaju svoje nacрте gradova. Primjerice, ako su se polaznici odlučili da će grad dobivati energiju iz termoelektrane na ugljen, suočite ih s posljedicama tog izbora. Ili ako odaberu vjetroelektrane, gdje će one točno biti smještene i kakav je njihov utjecaj na ptice, primjerice? Nijedan izbor nije bez posljedica, ali edukator svojim potpitanjima treba navoditi polaznike na razmišljanje, raspravu među polaznicima i opciju koju smatraju najboljom. Nakon istraživanja i osmišljavanja gradova, recite polaznicima kako je sljedeći korak skicirati grad.



45 min

Recite polaznicima kako imaju 20 minuta da nacrtaju, skiciraju svoj grad na prezentacijski papir i pripreme svoje obrazloženja i argumente zašto i kako njihov grad ispunjava svih 5 postavki. Svaka grupa ima 3 minute za prezentaciju svoga grada.



20 min

Svaka grupa prezentira svoj grad, nakon čega edukator i polaznici mogu postavljati pitanja ako im nešto nije jasno. Ohrabrite druge polaznike iz grupa da promatraju grad kroz perspektivu ekologa i političara te da trebaju pronaći „slabosti“ grada, dok grupe prezentiraju gradove. Ukoliko vi uočite neki propust, tražite grupe objašnjenje za određene odluke koje su donijeli u svom „gradu“.



15 min

Nakon što su prezentacije završene, odaberite najbolji samoodrživi grad. Svaka grupa neka poreda sve gradove (prezentacije) od 1 do npr. 5 (broj grupa koji ste imali). Broj 1 predstavlja najbolje osmišljen grad, a 5 predstavlja najlošiji. Grupa s najmanje bodova je pobjednička!



5 min



Rasprava o održivom razvoju zajednice

Izvori/literatura: Sudbrock & Pearce (2012). ATACC: Handbook for action against climate change. IFM-SEI, Brussels. Dostupno na: [https://www.salto-youth.net/downloads/toolbox\\_tool\\_download-file917/ATACC%20Publication%20WEB.pdf](https://www.salto-youth.net/downloads/toolbox_tool_download-file917/ATACC%20Publication%20WEB.pdf), [https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/environment.html?locale=hr&root\\_default=SUM\\_1\\_CODED%3D20](https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/environment.html?locale=hr&root_default=SUM_1_CODED%3D20)



## Analiza aktivnosti : Samoodrživa zajednica



SREDNJI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Za proaktivne građane koji sudjeluju u životu zajednice, trebamo poticati i odgajati djecu i mlade da budu proaktivni kako bi odrasli u aktivne građane svoje zajednice. U primjeru ove radionice ta se proaktivnost potiče time što šaljemo poruku polaznicima da oni mogu i trebaju smisliti primjenjiva rješenja za tekuće probleme današnjice. Poznavanje činjenica ili izazova s kojima se danas susrećemo nije dovoljno.

Također, da bi osmislili grad u ovoj radionici, potrebna je zahtjevna razina znanja pa će polaznici međusobno ponavljati pojmove koje do sada znaju, ali isto tako moći će popuniti svoje „rupe u znanju“ kroz istraživanje na internetu i raspravu s vršnjacima i edukatorom. Polaznici vjerojatno nisu svjesni koliko zapravo tijekom ovog procesa uče jer su usmjereni na rješavanje problema. Ova radionica je dobar primjer kako kroz ovakav način rada, intelektualnim rješavanjem nekog problema, možemo potaknuti najviše razine kognitivne aktivacije kod polaznika.

### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Možete očekivati na trenutke žustru i uzavrelu raspravu (ako radionica ide svojim očekivanim i planiranim tijekom). Dopustite konstruktivnu i argumentiranu raspravu, no ako se rasprava „zahukta“, smirite je i nemojte dopustiti agresivne ispade, izljeve nepoštovanja i slične neprihvatljive oblike ponašanja, na što edukator i inače treba uvijek upozoriti.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost je primjenjiva za skupinu polaznika koju već poznajete jer ste s njima već radili neke radionice. Poznavanje polaznika olakšat će vam vođenje grupe, a i bit će vam se lakše pripremiti i voditi radionicu jer ćete znati procijeniti razinu (ne)znanja koju imaju polaznici.

Aktivnost je primjenjiva kada treba ponoviti ili dopuniti neko gradivo ili kad su se polaznici kroz školovanje dovoljno upoznali s osnovnim pojmovima radionice, no nije primjenjiva ako polaznici ne poznaju osnovne pojmove potrebne za provođenje radionice.

### Korisni savjeti za edukatora

U ovoj radionici za edukatora je jako važan uvodni dio u kojem temu radionice treba predstaviti strastveno, entuzijastično i iskoristiti uvodni dio kako bi zainteresirao polaznike. Razmislite i posvetite se pripremi dijela kojim ćete zainteresirati svoje polaznike jer u ovoj radionici edukatorov pristup na početku radionice jako utječe na daljnji tijek i uspjeh radionice.

Također, edukatoru će biti lakše voditi radionicu ako prilikom pripreme sam osmisli grad, kako je to zamišljeno u ovoj radionici. To će mu uvelike olakšati vođenje radionice jer će si postaviti vjerojatno slična pitanja kao i polaznici u ovoj radionici.





120min

SREDNJI FORMAT



## Naziv aktivnosti: Razvoj društvene igre: Smart City



JAVNOST



### STEM područje:

matematika, inženjerstvo, računalstvo



### Tema aktivnosti:

Canva mogućnosti u kreiranju društvene igre o pametnom gradu



### Trajanje:

120 min



### Ciljevi aktivnosti:

- korištenje stečenih znanja u praksi
- učenje kroz zabavu; stvaranje društvene igre
- poticanje timskog rada
- razvijanje mašte, kreativnosti i snalažljivosti



### Materijali:

- računala s pristupom internetu za svaku skupinu
- papiri i kemijske olovke

## Stručna podloga:

Prije početka jasno definirajte kakav se rezultat očekuje u radu s polaznicima. Nadalje, ako će polaznici izraditi društvenu igru, treba napomenuti koje elemente treba uključiti (npr. broj polja), osnovne funkcionalnosti (npr. kockice), trajanje igre itd.

Korisno je polaznicima dati primjere uspješnih Smart Cityja i rješenja za njihovo održavanje. Prilikom korištenja ove metode, potrebno je voditi računa ne samo o postignutom krajnjem rezultatu, već ponajviše o timskoj suradnji, uključenosti pojedinih članova u provedbu projekta i usklađenosti izvedenih radova s rasporedom.

Upoznajte se detaljno s Canva aplikacijom kako biste mogli objasniti polaznicima kako koristiti alate. Bilo bi jako dobro da unaprijed kreirate igru koju ste sami smislili. Na taj ćete način voditi polaznike koji ne mogu samostalno izvršiti ovaj zadatak.

Prikupite email adrese polaznika kako biste ih organizirali u timove na svojem Canva profilu. Prije početka bilo bi dobro provesti istraživanje o ulozi u timu (Belbinov test<sup>9</sup>). Ovo istraživanje omogućit će da polaznike na početku podijelite u skupine prema ulozi koju imaju u timu. To omogućuje eliminaciju situacije u kojoj će jedan tim uključivati, npr. dvoje voditelja ili će u timu biti samo izvođači.

9 dr. Meredith Belbin razvio je teoriju timskih uloga prema kojoj pojedinci prilikom timskog rada preuzimaju jednu od 9 uloga. Belbin navodi kako visoka inteligencija i sposobnost kritičkog razmišljanja nisu uvijek točan prediktor ranga timova u natjecanju, budući da su u njegovim istraživanjima timove koje sačinjavaju pojedinci visokih intelektualnih sposobnosti i visoke sposobnosti kritičkog razmišljanja kontinuirano pobjeđivali timovi u prosjeku nižih sposobnosti. Belbin tvrdi da različiti ljudi na različite načine pridonose uspjehu tima (npr. davanje novih ideja ili motiviranje drugih članova tima na rad) te je u skladu s tim odredio i 9 timskih uloga: Kreativac, Koordinator, Timski radnik, Promatrač i procjenjivač, Primjenjivač, Oblikovatelj, Istraživač, Dopršitelj i Specijalist.



## Tijek provedbe:

Uvod – objasnite polaznicima što će danas raditi. Obavijestite ih da će društvenu igru Smart Zagreb kreirati u grupama.



3 min

Pokažite primjere Smart Cityja na svijetu:

1. Beč – <https://smartcity.wien.gv.at/en/>
  2. Singapur – <https://www.smartnation.gov.sg/>
  3. Chicago – <https://meetingoftheminds.org/smart-city-chicago-27152>
- Pitajte znaju li polaznici neke primjere Smart Cityja.



7 min

Pitajte koja bi rješenja iz drugih gradova polaznici najradije primijenili u Zagrebu, bez obzira na cijenu. Zajedno s polaznicima prokomentirajte njihov izbor.

To mogu biti npr. pametna rasvjeta, videokamere u javnom prijevozu koje registri-  
raju broj putnika, pametno prikupljanje otpada, akustični senzori, digitalne držav-  
ne službe, senzorske platforme, dronovi za borbu protiv komaraca, sustav za pra-  
ćenje starijih osoba, fasade ukrašene biljkama, kontinuirano praćenje potrošnje  
energije u školama i vrtićima i sl.



10 min

Detaljno objasnite zadatak koji polaznici trebaju izvršiti. Riječ je o pripremi druš-  
tvene igre koja će se zvati Smart Zagreb. Informirajte polaznike da ploča za igranje  
treba sadržavati najmanje 20 polja i objekata, kao što su: bolnica, pošta, policijska  
postaja, škola, park, kino/kazalište, tržnica, sveučilište, muzej, benzinska postaja,  
restoran, banka.

Svaki od objekata ima posebnu funkciju koju će definirati polaznici igre. Njihova  
je zadaća i razvijanje pravila, dodatnih kartica s posebnim zadacima (izazovima) i  
Smart City elementima, koji će omogućiti stjecanje dodatnih bodova ili brže zavr-  
šavanje igre (ovisno o pravilima koja su postavili polaznici).



15 min

Zapišite na ploču sve elemente koje treba uključiti u igru.

Informirajte polaznike da je vrijeme za planiranje igre 10 minuta.

Tijekom provedbe planiranja spojite timove u Canva aplikaciji.

Zatražite od polaznika da se prijave na svoje Canva račune i obavijestite ih da su  
raspoređeni u timove. Zatim od polaznika zatražite da otvore prazan dokument  
koji ste im ranije pripremili. Zatim pokažite alate korak po korak i objasnite funkci-  
onalnost svakog od njih.



20 min





## SREDNJI FORMAT

Informirajte polaznike da imaju još 5 minuta za završne konzultacije u vezi s podjelom pojedinačnih zadataka u grupi i obavijestite ih da nakon toga imaju 45 minuta za pripremu društvene igre u Canva aplikaciji.



5 min

Dok polaznici rješavaju zadatak, pomognite grupama ili polaznicima kojima je to potrebno.



40 min

Pojedine skupine prezentiraju igre koje su izradile.



15 min

Iznesite zaključke.



5 min



Angažirani sudionici znak su dobro osmišljene radionice

Izvori/literatura: <https://smartcity.wien.gv.at/en/>, <https://www.smartnation.gov.sg/>, <https://meetingoftheminds.org/smart-city-chicago-27152>, <https://www.canva.com/>, Film na YouTube kanalu: How to make fun games using Canva <https://www.youtube.com/watch?v=6JiXcL7xxl4>



## Analiza aktivnosti : Razvoj društvene igre: Smart City



SREDNJI FORMAT

### Zašto ova aktivnost?

Aktivnost je odlična za rad s bilo kojom vrstom grupe. Zahvaljujući prethodno definiranim ulogama u timu, zadatak će obavljati i grupa polaznika koji se dugo poznaju i oni koji su se tek upoznali.

Aktivnost omogućuje održavanje stalnog kontakta između članova tima koji obavljaju određene uloge i brzo reagiraju na sve promjene.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Aktivnost će odlično funkcionirati nakon Belbinova testa, koji se predlaže prije pokretanja bilo kojega grupnog projekta.

Međutim, nije dobra za rad u parovima niti u timovima od 3 osobe, kao ni među mlađom djecom koja nemaju vještine planiranja.



### Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Prilikom izvođenja zadatka od polaznika se može očekivati emotivna reakcija na određene situacije, što ne treba sputavati.

### Korisni savjeti za edukatora

Dobro je promatrati rad tima, kako međusobno komuniciraju, kako raspodjeljuju zadatke. Ako primijetimo da grupa ima poteškoća, najčešće kroz manjak ideja, treba im pomoći konkretnim prijedlozima.



## Dugi format popularizacije znanosti

STEM kampove većinom organiziraju različite organizacije civilnog društva (udruge) koje imaju osigurane kapacitete (ljudske i materijalne resurse) za provedbu složenih aktivnosti kakve su potrebne za uspješno ostvarenje kampova.

Organizacija i provedba STEM kampa uključuje brojne komponente koje je potrebno pravovremeno uskladiti, od financiranja koje uvjetuje sve ostale komponente, do ljudskih i materijalnih resursa.

Naravno, organizator STEM kampa treba imati osiguran kredibilitet, odnosno, treba biti prepoznat kao organizator kvalitetnih STEM aktivnosti za ciljanu skupinu korisnika. Pri organizaciji STEM kampa potrebno je sve aktivnosti uskladiti s važećim zakonskim propisima Republike Hrvatske.

Zahvaljujući sve naprednijem neformalnom sustavu obrazovanja koji počiva upravo na kvalitetnim aktivnostima organizacija civilnog društva, aktivnosti kao

što su STEM kampovi, u Republici Hrvatskoj imaju svijetlu budućnost.

U ovom dijelu Priručnika nalaze se smjernice za organizaciju i provedbu STEM kampa te metodičke smjernice za pripremu praktičnih radionica za polaznike viših razreda osnovne škole i polaznike srednjoškolskog uzrasta.

Prikazani primjeri dobre prakse temelje se na osobnom iskustvu i mogu se koristiti kao smjernice za pripremu radionica i u ostalim STEM područjima te za pripremu radionica kratkih formata.



## Ciljevi, aktivnosti, tema – što radimo i što želimo postići?

Svaki STEM kamp ima opći cilj – poticanje interesa za STEM područja i usmjeravanje k STEM zanimanjima. Takve opće ciljeve potrebno je konkretizirati specifičnim ciljevima koje ostvarujemo konkretnim aktivnostima kojima dolazimo do očekivanih rezultata u zadanom vremenu.

### Što to konkretno znači?

Ako želimo organizirati STEM kamp robotike s općim ciljem usvajanja specifičnih znanja i vještina u području robotike, potrebno je prvo definirati temu, aktivnosti, specifične ciljeve i očekivane rezultate za svaku od tih aktivnosti.

Na primjer, STEM kamp robotike s temom izrade autonomnog robotskog vozila ostvaruje se kroz 5 različitih područja/aktivnosti (elektrotehnika, auto-

matika, robotika, 3D projektiranje i modelarstvo). Za svako je područje potrebno definirati konkretne specifične ciljeve koje je potrebno ostvariti, aktivnosti kojima ćemo to postići i rezultate koje očekujemo na završetku aktivnosti.

Na primjer, ako su specifični ciljevi radionice elektrotehnike usvajanje znanja o serijskim i paralelnim strujnim krugovima i razvoj vještina lemljenja električnih sklopova, onda su aktivnosti kojima ćemo to ostvariti konkretne vježbe i demonstracije na kojima će polaznici ostvariti očekivane rezultate. Prilikom planiranja specifičnih ciljeva i konkretnih aktivnosti, potrebno je osigurati da planirane aktivnosti i očekivani rezultati ispune specifične ciljeve i pridonesu ostvarenju općeg cilja.



## STEM kamp i izazovi ishoda učenja

Pri provedbi STEM kampa, voditelji kampa se često suočavaju s različitim izazovima. Voditelj kampa u svojim rukama ima sve organizacijske komponente koje uključuju materijalne resurse (prostor, prijevoz, smještaj, oprema...) i ljudske resurse (projektni tim, edukatore i polaznike), komunikaciju sa svim dionicima (horizontalnim – projektni tim, edukatori i vertikalnim – donatori, uprava, roditelji, polaznici), marketinške aktivnosti, izradu programa rada i organizaciju dnevnog rasporeda. Sve navedeno su jednako bitne komponente jer je cilj svakog STEM kampa da funkcionira kao dobro ugođena cjelina koja vodi do očekivanih rezultata.

STEM kampovi se u suštini razlikuju upravo po području STEM-a oko kojeg se gradi cijela priča, odnosno središnjoj temi koja određuje sve ostale komponente – od odabira aktivnosti, metoda rada, edukatora do odabire opreme. Pri izradi programa

rada potrebno je jasno definirati što će se raditi, tko će to raditi, čime će to raditi, gdje će se to raditi, kako će se to raditi, u kojem obujmu i koji su očekivani rezultati. Jednostavnije rečeno – definirati skup ishoda učenja. Vjerujemo da je pojam i više nego poznat svim edukatorima koji dolaze iz formalnog sustava obrazovanja.

Najkraće rečeno, organizatori kampa bi, u suradnji s edukatorom, za svaku radionicu trebali definirati što se od korisnika radionica u okviru STEM kampa očekuje da znaju, razumiju, naprave i/ili demonstriraju, nakon pohađanja određenih radionica. Ovdje se nećemo baviti metodologijom izrade skupova ishoda učenja, ali ćemo svakako uputiti edukatore i voditelje da opća načela metodologije koriste prilikom praktične provedbe programa radionica (Primjena ishoda učenja, 2013.).



## Kako odabrati dobrog edukatora?

Bez obzira na to koje područje STEM-a je u fokusu kampa – biologija, tehnička kultura, robotika, programiranje i sl., svaki program STEM kampa počiva upravo na dobrom odabiru edukatora.

### Što to konkretno znači?

Eduktor nije samo izvršitelj aktivnosti koje vode do zadanih ciljeva, edukator povezuje aktivnosti u smislenu cjelinu i temelj je uspješnih rezultata. Iako su nam u fokusu polaznici koji trebaju ostvariti određene rezultate, taj se proces ne događa sam od sebe. Možemo imati savršenu opremu, savršeno posložene ciljeve na papiru, ali ako edukator nema odgovarajuće stručne i pedagoške kompetencije, cijela se priča vrlo lako može urušiti. Važno je poznavati način rada edukatora, provjeriti njegove kompetencije. Nije dovoljno da netko može i zna izvesti određeni zadatak, pokus, demonstraciju.

Dobar edukator mora imati razvijene stručne i pedagoške kompetencije. Često se postavlja pitanje jesu li važnije pedagoške ili stručne kompetencije edukatora? Ispravan odgovor je – obje su jednako važne.

Kod odabira edukatora za održavanje praktičnih radionica u području STEM-a, najveći je izazov pronaći odgovarajućeg stručnjaka za konkretno područje, a još je veći izazov pronaći edukatora za određeno područje koji svoja znanja može prilagoditi specifičnim programima STEM kampova i heterogenim skupinama polaznika.

STEM kamp okuplja polaznike koji imaju razvijen interes za određenim STEM područjem.

Taj interes je prethodno prepoznat bilo kroz školske ili izvanškolske aktivnosti, sa strane učitelja, pedagoga, drugih edukatora ili roditelja. Indikatori interesa mogu biti angažman djeteta na natjecanjima ili izložbama iz STEM područja, ali i to da kod kuće izvodi pokuse ili stalno priča o nekim temama iz STEM područja.



“Nije znanje znanje znati,  
već je znanje znanje dati.”

Narodna izreka



Ilustracija - stem edukator

IZVOR: <https://www.elmhurst.edu/blog/stem-teachers/>

Praksa je pokazala da su edukatori koji u takvim aktivnostima vode djecu zapravo edukatori koji imaju razvijene potrebne stručne kompetencije, žele se dodatno razvijati i usavršavati, ne boje se novih izazova i mogu postojeća znanja prilagoditi novonastalim izazovima – ukratko, moraju imati kompetencije edukatora za 21. stoljeće (Vrkić; Dimić, 2013.).

Važno je da voditelj kampa, odnosno, osoba/osobe koje odabiru edukatora, znaju koga i gdje treba tražiti. Pritom je važno izbjegavati odabir naslijepo, odnosno, idealno bi bilo imati neposredan uvid u konkretan rad s ciljanom skupinom. Na taj ćemo način provjeriti razinu razvijenosti pedagoških kompetencija i način rada s djecom i mladima. Ako navedeno nije operativno izvedivo, preporuka osobe koja točno zna vaša očekivanja može biti od velike pomoći. Pri odabiru edukatora, u razgovoru/ intervjuu važno je pravovremeno, jasno i precizno prenijeti zadatke, ciljeve, očekivane rezultate, načine (metode) rada, ali naravno i operativne detalje koji se odnose na honorar i uvjete rada.

STEM kamp je ujedno i prilika za razvoj različitih edukatorovih kompetencija jer uključuje: snalaženje u novom odgojno-obrazovnom scenariju, rad s polaznicima s kojima se ne susreće svaki dan i koji su motivirani za STEM izazove, odabir i primjenu drugačijih i fleksibilnijih nastavnih metoda, rad s materijalima i opremom koja, nažalost, ne postoji u učionicama

unutar formalnog sustava obrazovanja te rješavanje praktičnih STEM izazova koji su sami po sebi izazovni. Svakako je to prilika i za stjecanje i razvoj postojećih ili novih ideja, stvaranje suradničke mreže te poticaj za daljnjim učenjem i sudjelovanjem u sličnim aktivnostima.

## Kako odabrati polaznike?

U STEM kampovima, u pravilu, sudjeluju polaznici koji imaju razvijen interes za određenim STEM područjem. Naravno, u STEM kampovima mogu sudjelovati i polaznici bez prepoznatog interesa, baš s namjerom da se potakne njihov interes za STEM. Dobna granica sve se više pomiče na sve mlađu djecu jer su programi kampova sve manje ovisni o predznanjima iz formalnog sustava obrazovanja. Pri planiranju STEM kampa važno je utvrditi koje polaznike (ciljane korisnike) želimo okupiti.

To će nam dati i polazište za utvrđivanje svrhe STEM kampa - za produbljivanje znanja onih koji već imaju interes i/ili za pobuđivanje interesa djece koja nemaju puno iskustva sa STEM sadržajima izvan formalnog školskog programa. Prilikom planiranja STEM kampa, važno je odrediti i na koji način ćemo okupiti polaznike – slobodnim prijavama ili prijavama po pozivu. Otvorene prijave na STEM kamp podrazumijevaju da se na kamp prijavljuju zainteresirani polaznici ili polaznici kod kojih želimo potaknuti interes za STEM područjem, sukladno



Ilustracija - stem polaznici

IZVOR: <https://www.waltonledale.lancs.sch.uk/blog/2020-09-20-21-43-44-21st-september-2020>

određenim kriterijima (najčešće dob ili geografska pripadnost). STEM kampovi s polaznicima po pozivu uključuju prethodno navedene kriterije, a najčešće uključuju i dodatne kriterije, kao što su: predznanje, sudjelovanje i/ili plasman na određenim natjecanjima. U ovu kategoriju ulaze i STEM kampovi u sklopu različitih STEM projekata koji uključuju polaznike iz škola projektnih partnera ili koji su u određenoj suradnji s projektnim partnerima. Nakon što smo uspješno okupili polaznike, od iznimne je važnosti dobro ih grupirati. Ako je riječ o manjoj grupi polaznika, svi mogu raditi u jednoj grupi, ali u slučaju većeg broja polaznika, poželjno ih je grupirati sukladno dobi i određenom predznanju. Metode utvrđivanja predznanja polaznika su dodatan izazov i ne treba pritom ići previše u širinu – dovoljno je prikupiti informacije o izvannastavnim i izvanškolskim aktivnostima, o sudjelovanju u STEM natjecanjima i slično. Grupiranje na djevojčice i dječake nikako nije poželjno jer su generalizacije o STEM području kao području za dječake neispravne i neopravdane.

Broj polaznika u grupi ovisi o prostorno-materijalnim uvjetima i zahtjevnosti rada, a praksa je pokazala da su za provedbu praktičnih aktivnosti u području STEM-a optimalne grupe od 8 do 10, a maksimalno 16 polaznika. Za grupe do 10 polaznika, potrebno je predvidjeti 1 edukatora, a u slučaju grupa s više od 10 polaznika, optimalno je predvidjeti 1 edukatora i 1 asistenta. U slučaju polaznika s poteškoćama u razvoju, preporučujemo da se formiraju još manje grupe polaznika.

## **Odabir nastavnih metoda, strategija i postupaka**

Nastavne metode su načini rada kojima razvijamo određene vještine, stječemo znanja, oblikujemo stavove i kojima dolazimo do određenih ciljeva (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

Tradicionalne nastavne metode - verbalne, vizualne metode i metode praktičnih radova, mogu biti dobra polazišna točka i temelj na kojem će se izraditi strategija, odnosno, akcijski plan KAKO voditi polaznike STEM kampa da ostvare očekivane rezultate.

**Najbolji učitelji ujedno su i najzahtjevniji učitelji: oni od učenika zahtijevaju razmišljanje.**

W. Glasser (1925. - 2013.)

Nastavne metode koje se primjenjuju u STEM kampovima često uključuju razmišljanje „izvan okvira“ jer voditelj kampa/projekta sigurno želi da aktivnosti budu zanimljive, atraktivne, dinamične, i naravno, da vode do očekivanih rezultata. Važno je razumjeti da i najzanimljivija tema/ aktivnost može propasti i ostati neshvaćena ako se odabere pogrešan način (metoda) kojom će se polaznici pokušati dovesti do cilja.

Pogrešna metoda dovodi do nezainteresiranih polaznika, nezadovoljnih edukatora, nezadovoljnih voditelja STEM kampa i samim time do izostanka očekivanih rezultata. Na primjer, monološko izlaganje, kao jedna od tradicionalnih nastavnih metoda, može u STEM kampu dovesti upravo do takvih rezultata. Ne treba je isključiti, već promišljeno i funkcionalno dozirati. Ljepota rada u STEM kampu je upravo činjenica kako način rada omogućuje određenu fleksibilnost pri odabiru nastavnih metoda te isto tako omogućuje izmjenu metoda ako se na licu mjesta utvrdi da određena metoda ne funkcionira. Univerzalni recept za metode, strategije i postupke u STEM kampovima ne postoji. Ono što je primjenjivo na kampu tehničkih aktivnosti možda nije primjenjivo na kampu biologije ili robotike.

Zato je najvažnije dobro razmisliti, jasno definirati ciljeve i odabrati nastavne metode, strategije i postupke koji će biti funkcionalni, odnosno u skladu s prirodom teme, tipom i složenosti praktičnog rada, veličinom skupine te dobi, predznanjem i očekivanjima polaznika. Kraće rečeno, potrebno je odabrati funkcionalne aktivnosti i metode koje ćemo prema potrebi prilagođavati i kojima ćemo ostvariti željene rezultate (ciljeve). U procesu odabira nastavnih metoda vrlo važnu ulogu ima i voditelj STEM kampa/projekta. Voditelj kampa je najodgovornija osoba koja povezuje sve elemente i dionike kampa i koji jasno mora znati koje ciljeve STEM kamp mora ostvariti. Kako će se to ostvariti, voditelj STEM kampa planira zajedno s edukatorima. Naravno da svi žele da polaznicima bude fora i zanimljivo i da svoja iskustva zadovoljno komuniciraju izvan kampa.



Think outside the box  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

Kako to ostvariti? Među ostalim, pravilnim odabirom metoda. Voditelj kampa u inicijalnim dogovorima s edukatorom treba jasno definirati očekivanu primjenu suvremenih nastavnih metoda koje uključuju aktivno sudjelovanje učenika – istraživanje, igru, simulaciju, rješavanje problema, izlaganje, vrednovanje i samovrednovanje te time izbjeci mogući pogrešan odabir nastavne metode.

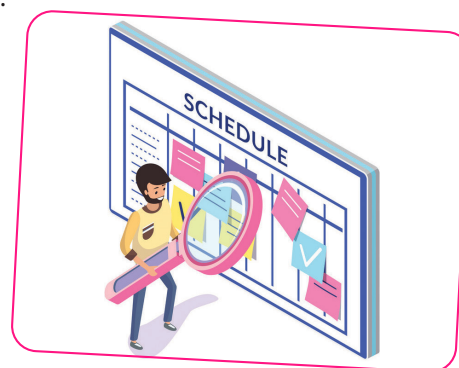
Hoće li to biti PAR metoda<sup>10</sup>, Metoda dizajnerskog promišljanja<sup>11</sup> ili bilo koja druga suvremena nastavna metoda, ovisi o iskustvu edukatora, dogovoru voditelja kampa i edukatora, prirodi teme, tipu i složenosti praktičnoga rada, uvjetima rada te specifičnostima i veličini skupine. Pritom voditelj kampa treba biti otvoren za sugestije i uvažavati autonomiju i stručnost edukatora. Najbitnije je da dogovorena nastavna metoda bude funkcionalna i da vodi do željenih rezultata. Voditelj kampa mora znati što želi dobiti, na koji način želi doći do rezultata i procijeniti može li mu edukator biti funkcionalan partner na tom putu.

### Satnica – u kojem opsegu radimo?

STEM kampovi su višednevne aktivnosti različitih koncepata - višednevni kampovi sa smještajem i višednevni kampovi bez smještaja. U svakom slučaju treba dobro promisliti dnevni raspored i satnicu radi-

onica, uzimajući u obzir temu i zahtjevnost radionica i metode rada, prostorno-materijalne uvjete, očekivane rezultate, uzrast i psihofizičke sposobnosti polaznika. Planiranu satnicu potrebno je utvrditi zajedno s edukatorom jer je upravo edukator taj koji vodi učenike u izvršenju određenih zadataka.

STEM kampovi uključuju nastavne/radioničke aktivnosti i nenastavne/izvanradioničke aktivnosti/slobodno vrijeme. Važno je pravilno kombinirati radioničke i izvanradioničke aktivnosti, kraće pauze između radionica, duže pauze za obroke, uz jasno navedene termine obroka te termine ustajanja i odlaska na počinak (u višednevnim kampovima sa smještajem).



Satnica stem kampa  
IZVOR: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/schedule-or-time-management-organizer-or-calendar-vector-24828691>

Satnica se utvrđuje prije početka radionica i po potrebi se prilagođava, sukladno unutarnjim razlozima (dinamici grupe) i vanjskim razlozima (prostorno-vremenskim uvjetima). Na primjer, ako neka grupa sporije napreduje u izvršenju zadataka, potrebno im je osigurati dodatno vrijeme za uspješno izvršenje zadataka.

Također, ako netko od polaznika želi unaprijediti svoj rad, realizirati svoju ideju ili diskutirati s edukatorom i ostalim polaznicima o svojim idejama, potrebno im je osigurati dodatno vrijeme. Isto tako, ako su slobodne aktivnosti planirane na otvorenome, a vremenski

10 PAR model učenja - metoda aktivnoga učenja koju karakteriziraju tri faze – prezentiraj, apliciraj i revidiraj, u kojoj polaznici suradničkim učenjem konstruiraju vlastite koncepte i ispravljaju greške u fazi učenja novih nastavnih sadržaja.

11 Metoda dizajnerskog promišljanja - metoda aktivnog učenja koja služi za stvaranje inovativnih ideja koje zadovoljavaju stvarne potrebe okruženja u kojem se nalazimo. Kad se primijeni na edukacijski kontekst, dizajnersko promišljanje postaje metodologija koja potiče polaznike da razmišljaju, razvijaju svoje ideje te da pogreške doživljavaju kao dio procesa učenja. Nadalje, dizajnersko promišljanje omogućuje daljnji razvoj polaznika, poput razvoja emocionalne inteligencije i povećanja motivacije pri rješavanju „stvarnih“ problema, jezičnog izražavanja, aktiviranja kreativnog razmišljanja i povećanja poduzetničkih vještina među učenicima.

uvjeti su nepovoljni, potrebno je prilagoditi raspored i odraditi radionice planirane za neki drugi dan, naravno, uz dogovor s edukatorom, poštujući psihofizičke sposobnosti i dnevna radionička opterećenja polaznika.

Važno je satnicu i dnevni raspored podijeliti sa svim dionicima kampa (polaznicima i njihovim roditeljima, edukatorima) kako bi svi mogli znati što ih čeka i kako bi mogli prilagoditi aktivnosti (pozivi roditelja, dolazak roditelja po polaznike, uzimanje propisane medicinske terapije...). Sukladno pedagoškim standardima za osnovne i srednje škole te primjerima dobre prakse, optimalno je satnicu složiti na sljedeći način:

#### POLAZNICI OSNOVNE ŠKOLE

- 6 školskih sati dnevno  
(3 bloka po 2 školska sata s minimalnim pauzama od 30 minuta između blokova)

#### POLAZNICI SREDNJE ŠKOLE

- maksimalno 8 školskih sati dnevno  
(4 bloka po 2 školska sata s minimalnim pauzama od 30 minuta između blokova). Iako se po pedagoškim preporukama praktične radionice mogu odvijati do 8 školskih sati dnevno, u slučaju višednevnih kampova, preporuka je da se praktične radionice održavaju maksimalno do 6 školskih sati dnevno.

### Prostorno-tehnički uvjeti za provedbu STEM kampa

Za održavanje STEM kampa važno je osigurati primjeren prostor, kako za održavanje radioničkih aktivnosti, tako i za održavanje izvanradioničkih aktivnosti. Što to konkretno znači? Najbolje rješenje je broj potrebnih prostorija odrediti sukladno broju grupa polaznika kako bi sve grupe mogle istovremeno sudjelovati u radioničkim aktivnostima te, isto tako, istovremeno sudjelovati i u izvanradioničkim aktivnostima. Dodatna vrijednost svakog STEM kampa je upravo činjenica da u njemu sudjeluju polaznici iz različitih sredina, različitih uzrasta, spola itd. Nekim polaznicima će u sjećanju ostati ono što su radili, što su

naučili, što su napravili svojim rukama, a nekima će u sjećanju ostati nova prijateljstva i iskustva s izvanradioničkim aktivnostima. Dakle, zbog specifičnosti praktičnih radionica, jasno je da polaznike treba podijeliti u manje grupe i prema tome definirati broj prostorija, a upravo zbog socijalizacije potrebno je osigurati primjerenu zajedničku prostoriju za izvanradioničke aktivnosti.

Državni pedagoški standard jasno propisuje minimalne uvjete u formalnom sustavu obrazovanja, a koliko će se organizator STEM kampa moći približiti propisanim standardima, ovisi o mogućnostima, budžetima itd. U svakom slučaju je Državni pedagoški standard potrebno konzultirati kao putokaz u kojem je smjeru potrebno ići.

Radionički prostori moraju biti čisti, sigurni i prozirni prostori s dovoljnom količinom prirodnog svjetla te radnim mjestima koja svakom polazniku omogućuju neometan rad u jednakim uvjetima te izvođenje praktičnih vježbi. Kolika će ta radna mjesta biti, ovisi o specifičnostima STEM kampa. Bitno je pravovremeno promisliti o potrebnim resursima – strujnim priključcima, vodi, računalima, mrežnim priključcima, broju potrebnih stolova i stolaca, ploči/projekcijskom platnu i prostor prilagoditi specifičnostima STEM kampa.

STEM kampovi se održavaju na različitim mjestima – u školama, centrima tehničke kulture, udrugama, hotelima, kampovima, odmaralištima, muzejima, tvrtkama, fakultetima, učilištima...



Stem učionica

IZVOR: <https://spaces4learning.com/articles/2020/06/29/versatility-is-a-critical-design-element-for-modern-learning-spaces.aspx>

Potrebno je prije početka kampa dogovoriti sve potrebne prostorno-tehničke uvjete kako bi se izbjegli nesporazumi i moguća uništenja inventara domaćina, primjerice, uništavanje skupih stolova vrućom lemilicom, zemljom, bojom ili „tekućim nezgodama“, kao što je izvođenje pokusa s vodom pokraj računala.

Isto tako, važno je s edukatorom provjeriti i predvidjeti dodatne prostorno-tehničke potrebe za održavanje radionice kako bi se izbjegle situacije u kojima, primjerice, senzori na robotu očitavaju pogrešne vrijednosti zbog previše vanjskog svjetla ili nemogućnosti zamaćivanja prostorije.

Uz radioničke i izvanradioničke prostore važno je da prostor u kojem se održava STEM kamp ima osigurane primjerene sanitarne prostorije, prostor za užinu te ured/ zbornicu za okupljanje voditelja kampa i edukatora. U slučaju STEM kampova s uključenim smještajem potrebno je osigurati primjereni smještaj u višekrevetnim sobama, u kojima je moguće pola-

## Edukacijska STEM oprema

U pripremi STEM kampa važno je definirati sav potreban pribor, opremu, alat i potrošni materijal, a koja će to oprema biti, ovisi o specifičnostima STEM kampa, programu i metodama rada, polaznicima, budžetu... Količine se utvrđuju prema broju dionika (polaznika i edukatora), uz dodatak opreme za nepredviđene situacije (pokvarena ili uništena oprema).

Važno je osigurati jednake uvjete za svakog polaznika. Poželjno je da za svakog polaznika bude osiguran komplet pribora, alata, potrošnog materijala i opreme, ali ako polaznici rade u paru/ grupi, nije nužno da svaki polaznik ima svoju opremu, već je bitno da rad u paru/ grupi bude smislen te da zadaci budu podijeljeni tako da svaki polaznik može ravnopravno sudjelovati. Isto tako, s edukatorom je potrebno dogovoriti koja će se konkretno oprema koristiti, kako bi se edukator pravovremeno pripremio, i naravno, prije svega provjeriti je li odabrana oprema sigurna za korištenje.

Na početku radionica potrebno je utvrditi pravila ponašanja kako bi svaki polaznik znao kako se odnositi

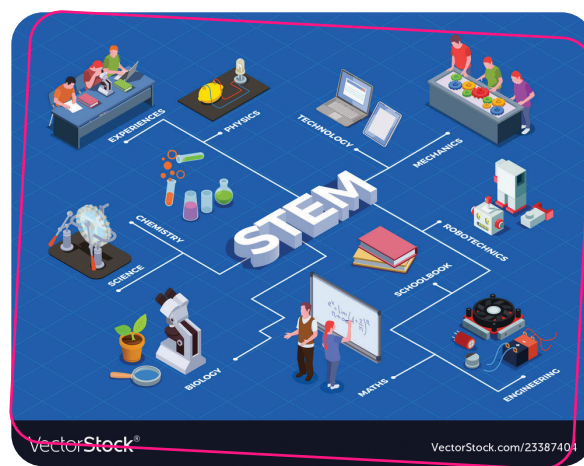
znike obavezno raspodijeliti po spolu ili po nekim drugim specifičnim preferencijama.

Budući da STEM kampovi redovito uključuju aktivno sudjelovanje učenika u različitim praktičnim radionicama, potrebno je poduzeti sve moguće mjere kako bi se bilo kakve potencijalne ozljede sanirale na primjeren način, u najkraćem mogućem roku.

Obavezno je osigurati ormarić prve pomoći, najaviti aktivnosti i dogovoriti se s najbližom zdravstvenom ustanovom o mogućim potrebnim intervencijama, a najsigurnije je u ekipi imati medicinskog djelatnika (medicinski tehničar/sestra, doktor) koji će intervenirati na licu mjesta.

Isto tako, organizatori STEM kampova moraju provjeriti sve zakonske propise iz područja Zaštite na radu te osigurati ovlaštenu osobu za pružanje prve pomoći.

prema kompletima opreme i materijala te kako bi se izbjeglo neracionalno trošenje potrošnog materijala ili uništavanje opreme. Pravila ponašanja konkretno znače jasno definiranje što se koristi u radionicama, a što se nosi doma te kako i gdje pospremiti opremu nakon korištenja.



Edukacijska stem oprema

IZVOR: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/isometric-stem-education-flowchart-vector-23387404>



## Naziv: STEM kamp za osnovnoškolce



DUGI FORMAT

### Ciljana skupina

polaznici osnovnoškolskog uzrasta, od 11 do 15 godina



### Trajanje:

10 dana



### Satnica:

50 školskih sati ukupno, 5 područja, deset školskih sati po području. Nastava u ciklusima od 90 minuta, ukupno 25 termina.



### Opći cilj:

Razvijanje tehničke pismenosti polaznika osnovnoškolskog uzrasta, što uključuje usvajanje i primjenu znanja, razvoj vještina, stavova, odgovornosti i samostalnosti u različitim područjima tehničke kulture, multidisciplinarni pristup uz aktivno sudjelovanje korisnika u izradi složenijih tehničkih tvorevina te rješavanje praktičnih izazova, uz sigurno i pravilno korištenje opreme i alata za rad.



### Metode rada:

Verbalne (predavanja i diskusija), vizualne metode (prezentacije, video) i metode praktičnog rada uz aktivno sudjelovanje učenika - istraživanje, igru, simulaciju, rješavanje problema, izlaganje, vrednovanje i samovrednovanje.

### Dnevni raspored:

Prvi dan uključuje dolazak, smještaj, upoznavanje sudionika i edukatora, podjelu po grupama od 8 do 10 polaznika, upoznavanje polaznika s programom i satnicom kampa, kućnim redom, upoznavanje s prostorom kampa, upoznavanje s opremom i materijalima, upoznavanje polaznika s općim ciljevima kampa te s ciljevima pojedinih radionica. Preporučljivo je da se prvi dan održi i prva radionica. Na taj se način svi polaznici kampa bolje upoznaju.

Ostalih 8 dana organizirano je kroz 6 sati radioničkih vježbi i 2 sata slobodnih aktivnosti (ukupno 8 školskih sati raspoređenih u četiri blok sata, dva prijepodne i dva poslijepodne). Raspored i satnica pojedinih aktivnosti ovise o projektnom zadatku te se tako trebaju i planirati.

Posljednji dan uključuje pripremu za odlazak kući, raspremanje opreme, alata i materijala, podjelu diploma, zahvalnica, zatvaranje kampa i oproštaj.

### Tema: Izrada autonomnog robotskog vozila (projektni rad)

Radionice kroz koje polaznici prolaze u međusobnoj su korelaciji, na svakoj se radionici izrađuje jedan dio projektnog rada.



## Primjer plana aktivnosti po radionicama

### Satnica 50 nastavnih sati

dan 1	grupa A	grupa B	grupa C
9:00 - 13:00	Dolazak na Kamp		
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Upoznavanje s polaznicima, edukatorima i programom Kampa Uvodno predavanje		
17:00 - 18:30	WoodoBot1	Struji li struja?1	Program mog robota1
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 2	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Program mog robota1	WoodoBot1	Ostvari svoju 3D ideju1
11:00 - 12:30	Ostvari svoju 3D ideju1	Izvanradioničke aktivnosti	Pokreni robota1
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Izvanradioničke aktivnosti	Program mog robota1	Struji li struja?1
17:00 - 18:30	Struji li struja?1	Pokreni robota1	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 3	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Pokreni robota1	Ostvari svoju 3D ideju1	WoodoBot1
11:00 - 12:30	WoodoBot2	Struji li struja?2	Program mog robota2
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Ostvari svoju 3D ideju 2
17:00 - 18:30	Program mog robota2	WoodoBot2	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 4	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Ostvari svoju 3D ideju2	Program mog robota2	Pokreni robota2
11:00 - 12:30	Struji li struja?2	Pokreni robota2	WoodoBot2
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Pokreni robota2	Ostvari svoju 3D ideju2	Struji li struja?2
17:00 - 18:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 5	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	WoodoBot3	Struji li struja?3	Program mog robota3
11:00 - 12:30	Program mog robota 3	WoodoBot3	Ostvari svoju 3D ideju3
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Struji li struja?3	Program mog robota3	Pokreni robota3
17:00 - 18:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 6	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Ostvari svoju 3D ideju3	Pokreni robota3	Izvanradioničke aktivnosti
11:00 - 12:30	Pokreni robota3	Ostvari svoju 3D ideju3	Struji li struja?3
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Woodobot3
17:00 - 18:30	WoodoBot4	Struji li struja?4	Program mog robota4
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 7	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Program mog robota4	WoodoBot4	Ostvari svoju 3D ideju4
11:00 - 12:30	Ostvari svoju 3D ideju4	Program mog robota4	Pokreni robota4
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Struji li struja?4	Pokreni robota4	Program mog robota 5
17:00 - 18:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 8	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Pokreni robota4	Ostvari svoju 3D ideju4	WoodoBot4
11:00 - 12:30	Izvanradioničke aktivnosti	WoodoBot5	Struji li struja?4
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	WoodoBot5	Struji li struja?5	Pokreni robota5
17:00 - 18:30	Program mog robota5	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 9	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 10:30	Ostvari svoju 3D ideju5	Program mog robota5	Ostvari svoju 3D ideju5
11:00 - 12:30	Struji li struja5	Pokreni robota5	WoodoBot5
13:00 - 14:45	Ručak, odmor		
15:00 - 16:30	Pokreni robota5	Ostvari svoju 3D ideju5	Struji li struja?5
17:00 - 18:30	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti	Izvanradioničke aktivnosti
19:00 - 20:00	Večera		
20:00 - 22:00	Izvanradioničke aktivnosti		

dan 10	grupa A	grupa B	grupa C
8:00 - 8:30	Doručak		
9:00 - 11:30	Podjela pohvalnica i zahvalnica, završna priredba / izložba radova		
11:00 - 13:00	Odlazak kućama		

## Radionica elektrotehnike: Struji li struja?

10  
školskih  
sati

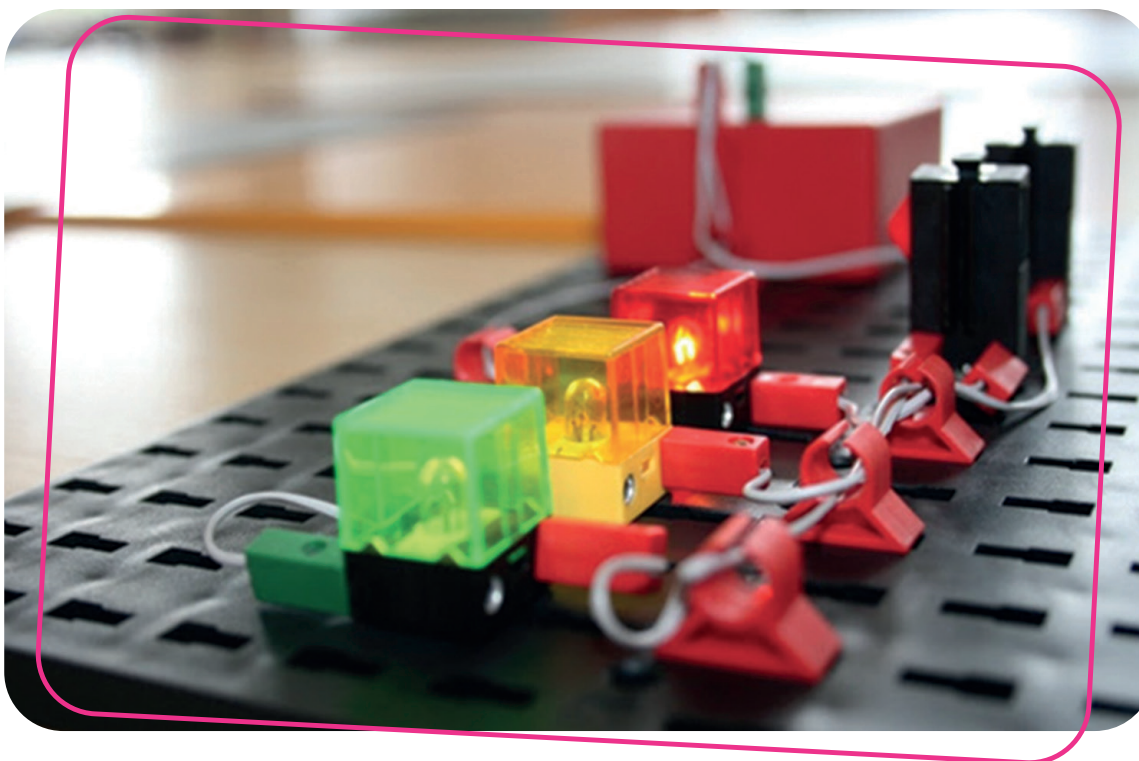


OSNOVNA  
ŠKOLA



### Teme:

1. Strujni krugovi, vježbe na eksperimentalnoj pločici, 90 min
2. Strujni krugovi, vježbe lemljenja na tiskanoj pločici, 90 min
3. Izrada upravljačkog sklopa projektnog rada, 90 min
4. Izrada upravljačkog sklopa projektnog rada, provjera funkcionalnosti sklopa, 90 min
5. Montaža upravljačkog sklopa na projektni rad, 90 min



Model strujnog kruga

Izvor: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice elektrotehnike polaznici će moći:

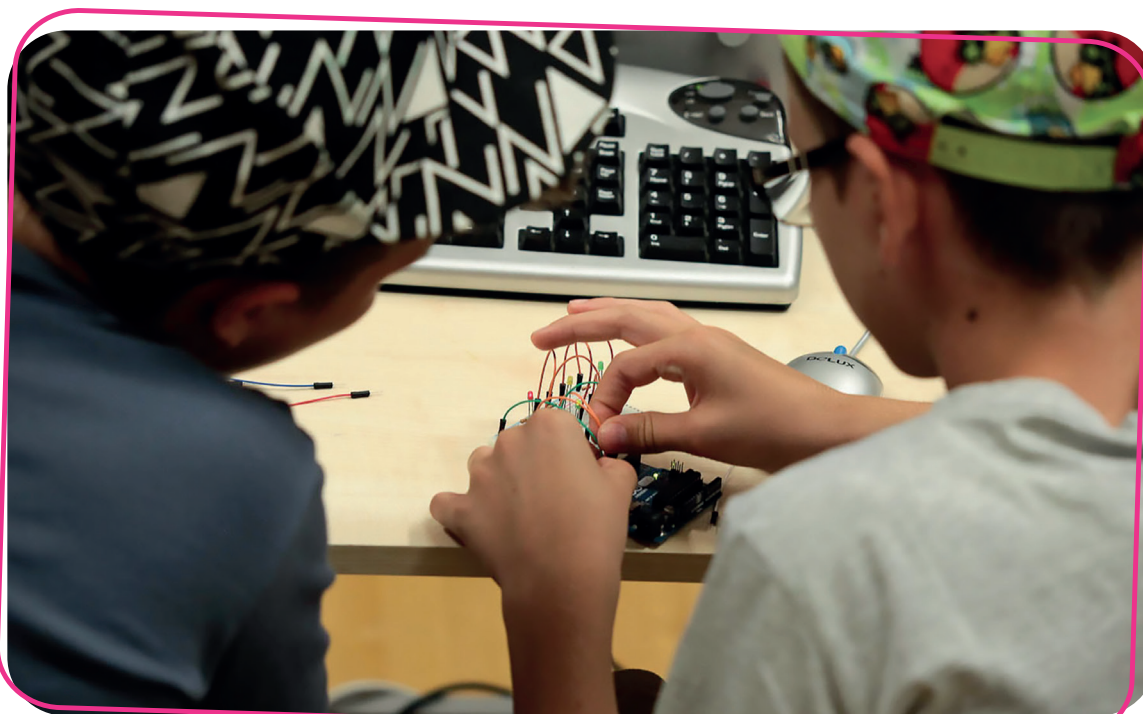
- objasniti elemente strujnoga kruga
- razlikovati paralelno i serijsko spajanje elemenata u strujnom krugu
- prepoznati elektroničke elemente upotrijebljene u upravljačkom sklopu
- objasniti funkcije elektroničkih elemenata upotrijebljenih u upravljačkom sklopu
- pravilno koristiti lemnicu i ispravno zalemiti elektroničke dijelove na tiskanu pločicu
- objasniti funkciju upravljačkog sklopa.

## Radionica automatike: Program mog robota

10  
školskih  
sati

### Teme:

1. Digitalni izvodi mikroupravljačkog sučelja, 90 min
2. Analogni izvodi mikroupravljačkog sučelja, upotreba senzora, 90 min
3. Kontrola rada elektromotora, 90 min
4. Izrada programa za upravljanje projektnim radom, 90 min
5. Dorada programa prema vlastitim idejama, 90 min



Radionica automatike  
Izvor: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice automatike polaznici će moći:

- objasniti što su to mikroupravljačka sučelja i zašto ih koristimo
- navesti nekoliko najčešće korištenih mikroupravljačkih sučelja
- razlikovati digitalne i analogne izvode mikroupravljačkog sučelja
- spajati razne uređaje na mikroupravljačko sučelje
- objasniti funkcije unutar programa za upravljanje projektnim radom
- napraviti manje promjene u svom programu za upravljanje projektnim radom.

## Radionica 3D projektiranja: Ostvari svoju 3D ideju

10  
školskih  
sati

### Teme:

1. Upoznavanje s programom za 3D projektiranje, projektiranje personaliziranog privjeska za ključeve, 90 min
2. Projektiranje po vlastitom odabiru, prema zadanim mjerama i vremenu ispisa, 90 min
3. Projektiranje personaliziranog kućišta projektnog rada, 90 min
4. Montaža kućišta na projektni rad, 90 min
5. Funkcionalne nadogradnje prema vlastitim idejama, 90 min



Personalizirani privjesak za ključeve  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

- Na završetku radionice 3D projektiranja polaznici će moći:
- na internetu pronaći program za 3D projektiranje
  - nacrtati jednostavan 3D model koristeći osnovne funkcije programa
  - pokrenuti program za pripremu ispisa na 3D pisaču, ovisno o modelu 3D pisača
  - podesiti postavke 3D ispisa, ovisno o materijalu koji koriste
  - zamijeniti nit na 3D pisaču
  - podesiti radnu ploču 3D pisača.

## Radionica robotike: Pokreni robota

10  
školskih  
sati

### Teme:

1. Upoznavanje s konstruktorskim elementima za provedbu vježbi, 90 min
2. Vježbe sastavljanja jednostavne statične konstrukcije, 90 min
3. Vježbe sastavljanja mobilne robotičke konstrukcije, robotskog vozila, 90 min
4. Izrada programa za upravljanje robotskim vozilom, 90 min
5. Vježbe vožnje robotskog vozila po crti, uza zid, izbjegavajući prepreke, 90 min



Radionica robotike  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice robotike polaznici će moći:

- opisati osnovne konstrukcijske elemente izrađene robotičke konstrukcije
- samostalno sastaviti robotsko vozilo sa sensorima za samostalnu vožnju
- napisati program za samostalnu vožnju robotskog vozila po zadanoj stazi
- predložiti moguće nadogradnje za unaprijeđenje funkcionalnosti robotskog vozila

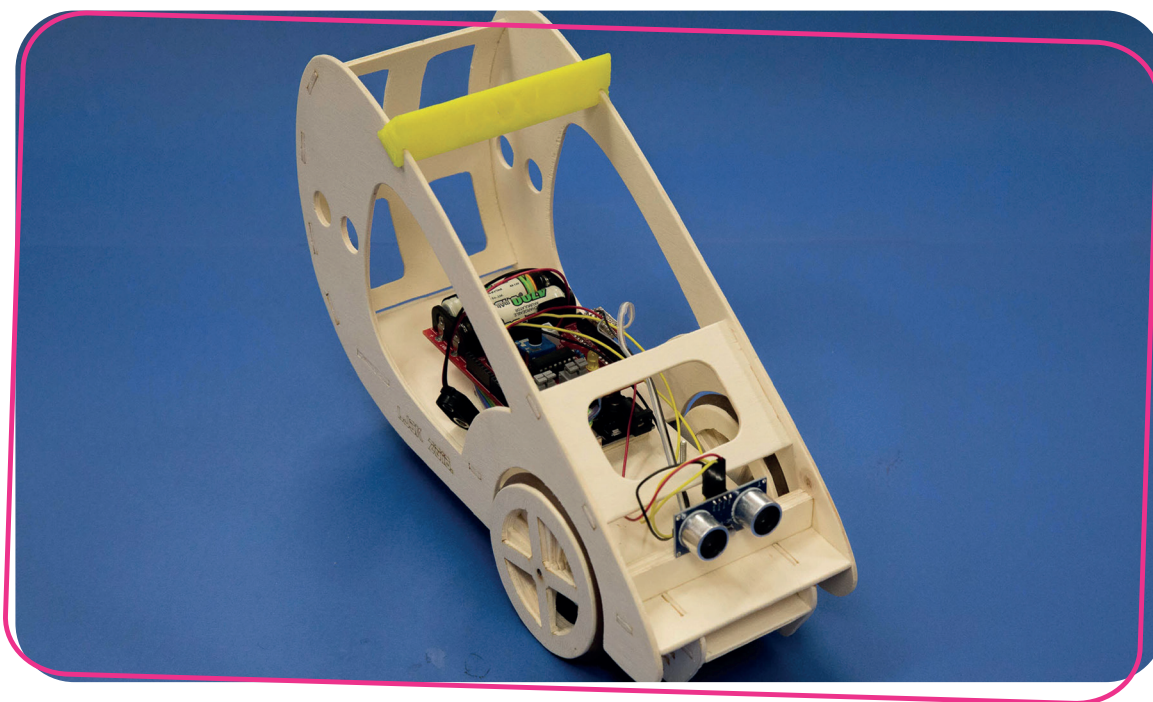
## Radionica modelarstva: WoodoBot

10  
školskih  
sati



### Teme:

1. Izrada dijelova projektnog rada od šperploče, 90 min
2. Izrada dijelova projektnog rada od šperploče, fina završna obrada, 90 min
3. Sklapanje projektnog rada, 90 min
4. Sklapanje projektnog rada, 90 min
5. Završna provjera funkcionalnosti projektnog rada, po potrebi dorada, 90 min



Robotsko vozilo od šperploče  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice modelarstva polaznici će moći:

- pravilno koristiti modelarske strojeve, alat i pribor za obradu drva
- primijeniti pravilne postupke zaštite na radu
- demonstrirati finu završnu obradu izrezanih dijelova
- uredno spojiti dijelove u funkcionalnu cjelinu
- popraviti i zamijeniti eventualne neispravne dijelove konstrukcije
- predložiti moguće nadogradnje za unapređenje funkcionalnosti izrađene konstrukcije.



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE



## Naziv aktivnosti: Struji li struja?



### STEM područje:

elektrotehnika, strujni krugovi istosmjerne struje, vježbe lemljenja na tiskanoj pločici



### Tema aktivnosti:

Strujni krugovi, vježbe lemljenja na tiskanoj pločici



### Trajanje:

2 školska sata



### Pribor, alat i materijal:

- univerzalni mjerni instrument
- elektronička i montažna shema zadataka za vježbu
- pribor za lemljenje
- eksperimentalna pločica
- komplet elektroničkih elemenata za provedbu vježbe (baterija s kućištem, svjetleće diode, otpornici, tipkalo, eksperimentalna pločica, eksperimentalna tiskana pločica)
- spojni vodiči
- kliješta za skidanje izolacije
- ravni i križni odvijač

## Očekivani rezultati - Što će polaznici moći nakon sudjelovanja u ovoj aktivnosti?

- Odabrati potrebne elektroničke elemente prema elektroničkoj i montažnoj shemi.
- Ispravno postaviti i spojiti elektroničke dijelove na eksperimentalnoj pločici.
- Ispravno postaviti i zalemiti elektroničke dijelove na tiskanu eksperimentalnu pločicu.
- Pravilno koristiti lemilicu poštujući pravila zaštite na radu.
- Navesti razne materijale i njihova toplinska svojstva.

## Stručna podloga:

- Edukator mora poznavati elektroničke elemente, pojmove vezane uz električnu struju (napon, jakost, snaga, otpor. . .) te mora znati objasniti putanje električne energije kroz razne grane strujnog kruga.
- Edukator mora imati razvijene vještine lemljenja.
- Edukator treba koristiti puno primjera iz svakodnevnog života kako bi polaznicima dočarao primjenu lemljenja.
- Edukator treba znati objasniti prijenos topline kroz različite materijale primjerima koji su polaznicima poznati, npr.: Materijali se, među ostalim, razlikuju i prema svojim toplinskim svojstvima, npr. drvo je dobar toplinski izolator, voda i zrak također. S druge strane, željezo, bakar, kamen su loši izolatori, odnosno dobri vodiči topline. Kroz takve se materijale toplina brzo širi, što znači da



se brzo ugriju, ali se isto tako brzo i hlade. S druge strane, voda ili drvo su loši vodiči topline ili, drugim riječima, dobri su izolatori.

Ako zamislimo drveni štap koji je s jedne strane zapaljen, možemo li držati taj štap u ruci? Što bi se dogodilo ako jedan kraj željezne šipke zagrijemo na temperaturu od npr. stotinjak stupnjeva. Bismo li tu šipku mogli držati u ruci? Neka polaznici pokušaju objasniti što se i zašto dešava.

Izvori/literatura za pripremu radionice: Udžbenici Tehničke kulture za 8. razred osnovne škole raznih izdavača, Vrhovski, H. (2019.) – Elektrotehnika – priručnik tehničke kulture za učenike osmog razreda osnovne škole/Mačinko, Maja; Radigović, Janko; Nađ, Đula (ur.), Školska knjiga, Zagreb. [14]



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu

RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE

### Tijek provedbe:

#### Uvodni dio i podjela materijala, alata i opreme:

- Objasnite polaznicima što će na ovoj aktivnosti konkretno raditi i koji je cilj.
- Podijelite materijal za vježbe.



5 min

#### Zaštita na radu:

- Upozorite polaznike na opasnosti prisutne u ovoj aktivnosti (vruća lemilica, vrući elementi - ako se koji polaznik i opeče, najbolje je da odmah opečeni dio tijela stavi pod tekuću hladnu vodu, odnosno, potrebno je što prije višak topline ukloniti s tog mjesta).
- Navedite razne materijale i njihova toplinska svojstva. Možete koristiti usporedbu s poznatim pojmovima, primjerice, usporediti temperaturu tijela, ili vode za tuširanje s temperaturom vrha lemilice, koja je otprilike 375°C, dakle, oko deset puta veća od temperature tijela.
- Budući da na radnim stolovima ima dosta lemilica i električnih kabela, više puta upozorite polaznike na pravilno rukovanje lemilicom kako se ne bi ozlijedili ili oštetili električne kabele.



15 min

**Napomena:** Zagrijana lemilica smije doći u kontakt samo s elementima koji se leme, nikako s plastikom, gumom, drvom i slično, jer će se vrh lemilice zaprljati i više neće provoditi toplinu, odnosno, neće biti moguće provesti ispravan postupak lemljenja. Neke žice za lemljenje sadržavaju primjese olova, čija su isparavanja pri lemljenju štetna za zdravlje. Zbog toga se preporuča upotreba bezolovne žice za lemljenje.





## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE



### Objašnjavanje električne sheme i glavnih dijelova sklopa:

- Navedite i objasnite elektroničke elemente koje ćete koristiti za izradu sklopa.



5 min

### Jednostavni strujni krug istosmjerne struje:

- Pri provedbi vježbi izrade strujnih krugova objasnite pojmove poput serijskog i paralelnog spoja. Navedite primjere, kao što su ukrasne lampice za bor, stubišna rasvjeta ili slično.
- Pri objašnjavanju stručnih i manje poznatih pojmova usporedite nove pojmove sa svakodnevnim pojavama oko nas. Na primjer, usporedite protok električne struje kroz vodiče s protokom vode kroz slavinu. Prodiskutirajte s polaznicima o tome što se događa s protokom vode i pritiskom u vodovodnim instalacijama prilikom odvrtnja ili zavrtnja ventila te zaključke usporedite sa strujnim krugom i raznim otporima unutar njega.
- Objasnite elemente jednostavnog strujnog kruga.
- Na ploči nacrtajte elektroničku shemu.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata.
- Na ploči nacrtajte montažnu shemu i objasnite kako su elementi međusobno povezani.



10 min

Polaznici postavljaju odabrane elemente na eksperimentalnu pločicu te ih povezuju međusobno i s izvorom električne struje, baterijom.

### Serijski spoj trošila:

- Objasnite što je strujni krug sa serijski spojenim trošilima i navedite koji će se elementi koristiti u ovoj vježbi.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata.
- Na ploči nacrtajte izmjene u strujnom krugu koje polaznici trebaju izvesti.
- Potaknite polaznike da te izmjene naprave na svojim eksperimentalnim pločicama.
- Upitajte polaznike o promjenama koje su uočili u odnosu na jednostavni strujni krug. Navedite polaznike da zaključe što je uzrok tih pojava.



5 min

### Paralelni spoj trošila:

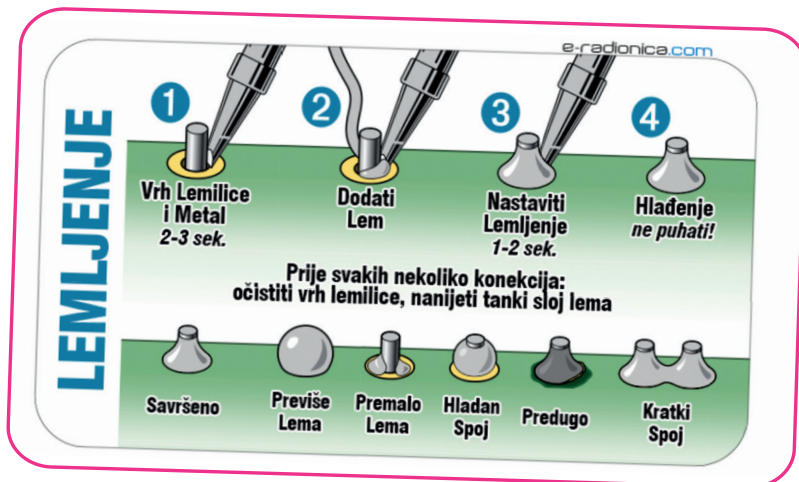
- Objasnite što je strujni krug s paralelno spojenim trošilima i na ploči nacrtajte izmjene u strujnom krugu koje polaznici trebaju izvesti.
- Potaknite polaznike da te izmjene naprave na svojim eksperimentalnim pločicama.
- Upitajte polaznike o promjenama koje su uočili u odnosu na jednostavni strujni krug i strujni krug sa serijski spojenim trošilima. Navedite polaznike da zaključe što je uzrok tih pojava.



5 min

### Izrada elektroničkog sklopa lemljenjem:

- Uputite polaznike na pripremu radnog mjesta za lemljenje te navedite što će sve koristiti u ovoj vježbi.
- Objasnite i demonstrirajte polaznicima postupak pravilnog lemljenja.



Prikaz pravilnog lemljenja

IZVOR: <https://e-radionica.com/hr/blog/2017/01/28/kockica-od-leda-ili-kako-lemiti/>

- Potaknite polaznike na pripremu potrebnog materijala i alata (lemilice, spužvice).
- Ponovite postupke zaštite na radu bitne za ovaj dio sata i provjerite jesu li sva radna mjesta spremna za rad.
- Na ploči nacrtajte elektroničku shemu sklopa koji će polaznici izraditi. Također, nacrtajte i montažnu shemu kako bi polaznici mogli ispravno postaviti elemente na eksperimentalnu tiskanu pločicu.
- Objasnite redoslijed lemljenja elemenata (od najnižeg prema najvišem) te pokažite kako se ispravno koristi lemilica i kako izgledaju loše i dobro izvedeni lemní spojevi. Objasnite kako izgleda loše izveden lemní spoj, takozvani „hladni lem“ i kako ga izbjeći.
- Pokažite koji će se prvi element zalemiti i potaknite polaznike da odaberu, postave i zaleme prvi element.
- Provjerite sve izvedene spojeve te upozorite na eventualne lošije izvedene spojeve.
- Potaknite polaznike da, prema uputama, redom zaleme preostale dijelove elektroničkog sklopa.

### Diskusija o provedenim vježbama, samovrednovanje:

- Razgovarajte s polaznicima o provedenim vježbama. Potaknite polaznike da daju primjere strujnih krugova. Također, potaknite polaznike da sami ocijene kako su zadovoljni svojim vještinama lemljenja.

### Raspripremanje radnih mjesta

- Potaknite i uputite polaznike da pribor, alat i opremu pospreme na predviđena mjesta.



### DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu

RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE



30 min



10 min



5 min



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE



## Analiza aktivnosti: Struji li struja?

### Zašto ova aktivnost?

- Vježbe izrade strujnih krugova istosmjerne struje pomažu polaznicima da shvate kako se električna struja kreće elektroničkim sklopom te uviđaju kako sklop funkcionira i što mogu napraviti u slučaju kvara.
- Polaznici usvajaju pojmove kao što su serijski i paralelni spoj, samostalno ih izrađuju te uče kada se i zašto koji od tih spojeva koristi u strujnome krugu.
  - Izradom elektroničkog sklopa lemljenjem polaznici razvijaju finu motoriku i vještine lemljena i upoznaju jedan od najlakših i najbržih načina spajanja metala, koji se često koristi i u kućnoj okolini kada treba popraviti neki električni spoj. Na primjer, ako se neki električni vodič iz pletene žice ne može sigurno umetnuti i učvrstiti u predviđenu priključnicu, dovoljno mu je vrh prelemiti žicom za lemljenje te ga na taj način ukrutiti pa će se lakše umetnuti u utičnicu i sigurno učvrstiti. Izrada sklopa vlastitim rukama daje dodanu vrijednost radu.
- Ovakve se aktivnosti u školama ne provode zbog pomanjkanja vremena i opreme, ali i zato što edukatori, u većini slučajeva, nemaju potrebnog iskustva u provođenju ovakvih praktičnih radionica.
- Polaznici se upoznaju s toplinskim svojstvima različitih materijala, a novostečena znanja primjenjuju u svakodnevnom životu.

### Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Za ovu aktivnost nije potrebno posebno predznanje, osim onoga koje se stječe formalnim školovanjem. Ipak, vježbe koje se provode u ovoj aktivnosti moraju biti jednostavne i lako objašnjive. Sklop koji se lemi u ovoj vježbi ne smije biti presložen. Cilj je usvajanje vještina lemljenja.

Ova je aktivnost u pravila primjenjiva kod učenika viših razreda osnovne škole. Aktivnost je posebno primjenjiva na kampu, gdje ima dovoljno vremena da svaki polaznik može raditi svojim tempom bez straha da neće stići napraviti predviđeno.

### Što možete očekivati od polaznika na ovoj aktivnosti?

Neki od polaznika će ovu radionicu odraditi bez teškoća, no nekima će ići teže te će im trebati dodatna pomoć edukatora. Elektronički dijelovi za vježbe smatraju se potrošnim materijalom pa se može očekivati da se pokoji element izgubi ili uništi pri izradi vježbe. Zbog toga treba osigurati dovoljno dodatnih elemenata. Polaznike treba podsjećati da paze na elemente, a eventualna nenamjerna oštećenja dijelova treba tolerirati. Svakako je potrebno pojasniti polaznicima kako je uredno i organizirano radno mjesto preduvjet za uspješan i siguran rad. Unatoč svim sigurnosnim preporukama edukatora, poneki će se polaznik vjerojatno i opeći pri radu s vrućom lemlicom. Poželjno je pripremiti ormarić za prvu pomoć i pokoji posudu s hladnom vodom za bržu reakciju.



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu

RADIONICA  
ELEKTROTEHNIKE

### Korisni savjeti za edukatora

#### Općenite napomene:

- U uvodnom dijelu sata, nakon podjele materijala, alata, pribora i opreme, posebno treba naglasiti postupke provedbe pravila zaštite na radu. Od opreme za zaštitu na radu poželjno je koristiti zaštitne naočale jer se pri rezanju izvoda elektroničkih elemenata može dogoditi da neki sitni dio odleti polazniku u oko. Mogu se koristiti i zaštitne rukavice, ali one ne smiju biti od lako zapaljivih i lako taljivih materijala, poput gume, lateksa i slično. Ako su na raspolaganju platnene rukavice, moguće ih je koristiti, ali moraju potpuno prianjati uz ruku, jer polaznici inače neće moći baratati sitnim elektroničkim dijelovima.
- U uvodu treba djecu upoznati s time da postoje DC i AC (istosmjerna i izmjenična električna struja) i da su AC strujni krugovi

(primjer električna mreža) opasni i ne smiju s njima izvoditi pokuse.

- U ovom slučaju važnija je pravilna primjena postupaka za zaštitu na radu, nego zaštitna oprema. Idealno bi bilo da svaki polaznik ima svoju lemilicu. Ako više polaznika radi u paru, obavezno naglasiti da se lemilice nikada ne smiju međusobno dodavati. Kad je polaznik zalemio svoj dio, odlaže lemilicu u stalak. Drugi polaznik ju uzima sa stalka, nikako iz ruke nekog drugog polaznika. Lemilice moraju imati svoje stalke. Spužvice za čišćenje vrha lemilice moraju biti vlažne.

- Za vježbe lemljenja mogu se nabaviti gotovi kompleti, ali isto tako se vježbe mogu provoditi koristeći eksperimentalne pločice za lemljenje. U tom slučaju potrebno je na školskoj ploči nacrtati montažnu shemu elemenata na tiskanoj pločici.



### Dodatna zanimljivost

#### Radionica elektrotehnike:

Edukator pita:

„Znate li što je to integrirani krug?“

Klinac odgovara:

„Znam, to je ono s mrvicama!“

Edukator malo zastane, promisli, pa napiše na ploču:

#### Integralni kruh $\neq$ integrirani krug

**Poanta:** Djeca su danas bombardirana podacima, no sustav školovanja ih ne potiče da te podatke pretvaraju u njima korisne informacije. Stoga edukator mora smišljati svakojake zanimljive primjere kad spominje nove, pogotovo stručne izraze.

Poželjno je da svaku novu lekciju prati zanimljiva priča, anegdota, kako bi polaznici lakše usvojili nove pojmove.



DUGI FORMAT



## Naziv: STEM kamp za srednjoškolce

### Ciljana skupina

polaznici srednjoškolskog uzrasta, od 14 do 18 godina



### Trajanje:

10 dana



### Satnica:

50 školskih sati, 8 dana po 6 sati radionica, podijeljenih u blok sate od 90 minuta i jedna radionica u trajanju od 90 min (2 školska sata) prvog dana Kampa.



### Opći cilj:

Razvijanje tehničke pismenosti polaznika srednjoškolskog uzrasta, što uključuje usvajanje i primjenu znanja, razvoj vještina, stavova, odgovornosti i samostalnosti u različitim područjima tehničke kulture, multidisciplinarni pristup uz aktivno sudjelovanje korisnika u izradi složenijih tehničkih tvorevina, uz sigurno i pravilno korištenje opreme i alata za rad.



### Metode rada:

Verbalne (predavanja i diskusija), vizualne metode (prezentacije, video) i metode praktičnog rada uz aktivno sudjelovanje učenika - istraživanje, igru, simulaciju, rješavanje problema, izlaganje, vrednovanje i samovrednovanje.

## Dnevni raspored:

Prvi dan uključuje dolazak, smještaj, upoznavanje polaznika i edukatora, podjelu po grupama od 8 do 10 polaznika, upoznavanje polaznika s programom i satnicom Kampa, kućnim redom, upoznavanje s prostorom Kampa, upoznavanje s opremom i materijalima, upoznavanje polaznika s ciljevima Kampa, kao i s ciljevima pojedinih radionica.

Preporuka je da se prvi dan održi i prva radionica. Na taj se način svi polaznici Kampa bolje upoznaju. Posljednji dan uključuje pripremu za odlazak kućama, raspoređivanje opreme, alata i materijala, podjelu pohvalnica, zahvalnica, završnu priredbu/izložbu radova Kampa i odlazak.

Dnevni raspored uključuje 6 sati radioničkih vježbi i 2 sata slobodnih aktivnosti (ukupno 8 školskih sati raspoređenih u četiri blok sata, dva prijepodne i dva poslijepodne). Raspored i satnica pojedinih aktivnosti ovise o projektnom zadatku, pa se tako trebaju i planirati. Iako se po pedagoškim preporukama praktične radionice mogu odvijati do 8 školskih sati dnevno, u slučaju višednevnih kampova preporuka je da se praktične radionice održavaju maksimalno do 6 školskih sati dnevno. Jedan blok sat predviđen je za slobodne aktivnosti, društvene igre, sportske aktivnosti, odlazak na plažu i slično.

## Tema: Izrada hidraulične robotske ruke s mikroupravljačem (projektni rad).

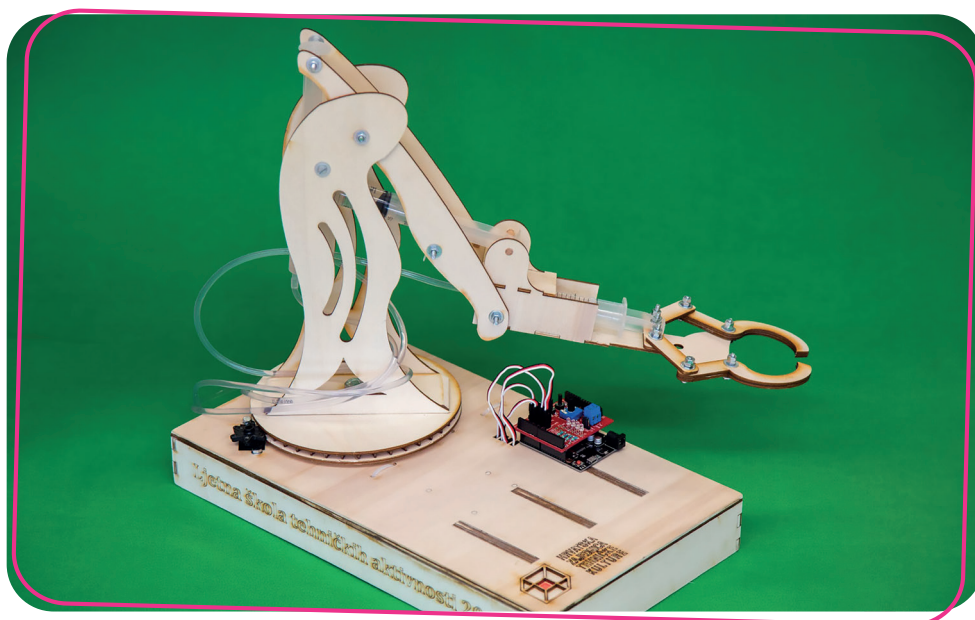
Radionice kroz koje polaznici prolaze u međusobnoj su korelaciji, na svakoj se radionici izrađuje jedan dio projektnog rada.





### Teme:

1. Strujni krugovi, vježbe na eksperimentalnoj pločici, 90 min
2. Strujni krugovi, vježbe lemljenja na tiskanoj pločici, 90 min
3. Izrada upravljačkog sklopa robotske ruke, 90 min
4. Izrada upravljačkog sklopa robotske ruke, provjera funkcionalnosti sklopa, 90 min
5. Montaža upravljačkog sklopa na robotsku ruku, 90 min



Hidraulična robotska ruka s mikroupravljačem  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice elektrotehnike polaznici će moći:

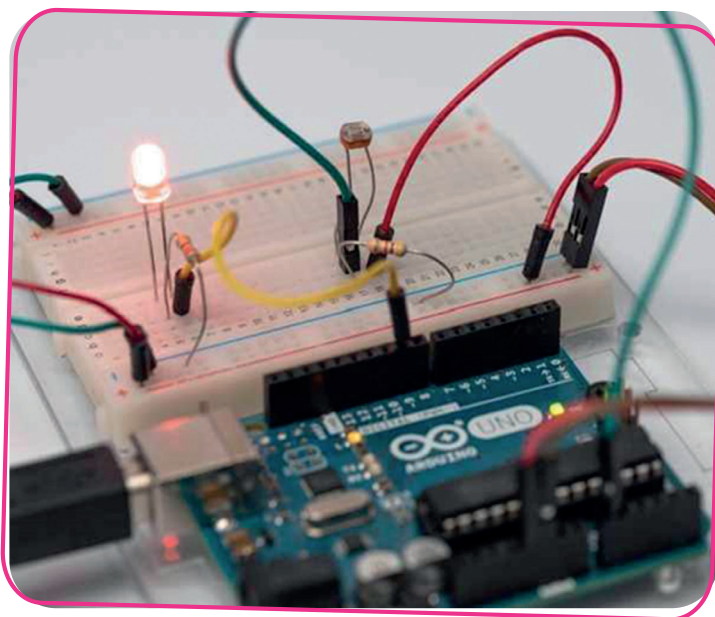
- objasniti elemente strujnog kruga
- razlikovati paralelno i serijsko spajanje elemenata u strujnom krugu
- prepoznati elektroničke elemente upotrijebljene u upravljačkom sklopu
- objasniti funkcije elektroničkih elemenata upotrijebljenih u upravljačkom sklopu
- pravilno koristiti lemilicu i ispravno zalemiti elektroničke dijelove na tiskanu pločicu
- objasniti funkciju upravljačkog sklopa
- popraviti eventualne kvarove na upravljačkom sklopu
- doraditi upravljački sklop dodatnim modulima prema svojim idejama.

## Radionica programiranja mikroupravljača: Robote, poslušaj me

10  
školskih  
sati

### Teme:

1. Digitalni i analogni izvodi mikroupravljačkog sučelja, 90 min
2. Senzori kao ulazni uređaji mikroupravljačkog sučelja, 90 min
3. Kontrola rada elektromotora, 90 min
4. Izrada programa za upravljanje robotskom rukom, 90 min
5. Dorada programa prema vlastitim idejama, 90 min



Mikroupravljačko sučelje  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice automatike polaznici će moći:

- objasniti što su to mikroupravljačka sučelja i zašto ih koristimo
- navesti nekoliko najčešće korištenih mikroupravljačkih sučelja
- razlikovati digitalne i analogne izvode mikroupravljačkog sučelja
- spajati razne senzore i elektromotore na mikroupravljačko sučelje
- objasniti funkcije korištenih senzora
- objasniti funkcije unutar programa za upravljanje robotskom rukom
- napraviti zadane promjene u svom programu za upravljanje robotskom rukom.

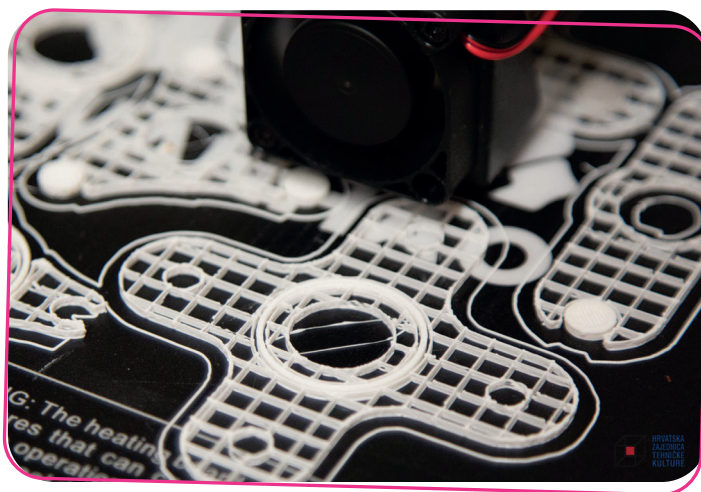
## Radionica 2D/3D projektiranja: Što je kocka bez kvadrata?

10  
školskih  
sati



### Teme:

1. Upoznavanje s programom za 2D projektiranje, projektiranje zadanog 2D modela, podešavanje za izrezivanje prema različitim materijalima (šperploča, pleksiglas), 90 min
2. Projektiranje prema vlastitom odabiru i prema zadanim mjerama, podešavanje za izrezivanje prema odabranom materijalu, 90 min
3. Upoznavanje s programom za 3D projektiranje, projektiranje zadanog 3D modela, podešavanje za ispis, 90 min
4. Projektiranje funkcionalne nadogradnje robotske ruke prema vlastitim idejama, 90 min
5. Projektiranje personaliziranog privjeska za ključeve prema zadanim mjerama i vremenu ispisa, 90 min



Prikaz 3d ispisa

IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

- Na završetku radionice 3D projektiranja polaznici će moći:
- na internetu pronaći programe za 2D i 3D projektiranje
  - nacrtati jednostavan 2D model koristeći se osnovnim funkcijama programa
  - pripremiti 2D model za izrezivanje na CNC uređaju
  - nacrtati jednostavan 3D model koristeći se osnovnim funkcijama programa
  - podesiti postavke 3D ispisa ovisno o materijalu koji koriste
  - zamijeniti nit na 3D pisaču
  - podesiti radnu ploču 3D pisača.

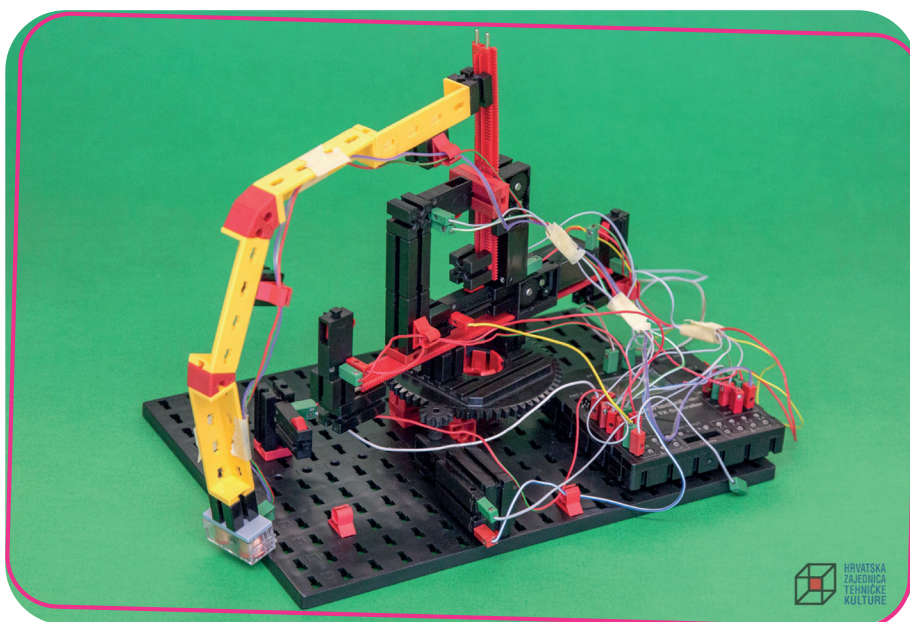
## Radionica robotičkih konstrukcija: Od kockice do robota

10  
školskih  
sati



### Teme:

1. Vježbe sastavljanja statične konstrukcije, 90 min
2. Vježbe sastavljanja konstrukcije s pomičnim dijelovima, 90 min
3. Vježbe sastavljanja konstrukcije robotske ruke, 90 min
4. Izrada programa za upravljanje robotskom rukom, 90 min
5. Vježbe upravljanja robotskom rukom prema zadanim uvjetima, 90 min



Model robotske ruke

IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

Na završetku radionice robotike polaznici će moći:

- opisati osnovne konstrukcijske elemente izrađene robotičke konstrukcije
- objasniti funkcije i način rada upotrijebljenih senzora
- samostalno sastaviti robotsku ruku s elektromotorima
- napisati program za upravljanje robotskom rukom
- predložiti moguće nadogradnje za unaprijeđenje funkcionalnosti robotske ruke.

## Radionica konstruktorstva: Sastavi robota!

10  
školskih  
sati



### Teme:

1. Izrada konstrukcijskih elemenata robotske ruke, 90 min
2. Izrada i fina obrada konstrukcijskih elemenata robotske ruke, 90 min
3. Sastavljanje konstrukcije robotske ruke, 90 min
4. Montaža elektromotora na konstrukciju robotske ruke, 90 min
5. Završna provjera funkcionalnosti modela, dorada po potrebi, 90 min



Radionica konstruktorstva  
IZVOR: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### Očekivani rezultati:

- Na završetku radionice konstruktorstva polaznici će moći:
- izraditi i objasniti pojedine elemente konstrukcije robotske ruke
  - koristiti elektromotor kao pogonski uređaj prijenosnog mehanizma
  - popraviti i zamijeniti eventualne neispravne dijelove konstrukcije
  - predložiti moguće nadogradnje za unapređenje funkcionalnosti izrađene konstrukcije.



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampusu  
RADIONICA  
AUTOMATIKE



## Naziv aktivnosti: Robote, poslušaj me!



### STEM područje:

Robotika



### Tema aktivnosti:

Automatika, vježbe upravljanja izvodima mikroupravljačkog sučelja, digitalni i analogni izvodi



### Trajanje:

2 školska sata



### Pribor, alat i materijal:

- univerzalni mjerni instrument
- mikroupravljačko sučelje i USB kabel za spajanje na računalo
- elektronička i montažna shema elektroničkih sklopova za vježbe
- eksperimentalna pločica
- elektronički elementi za vježbe (svjetleće diode, otpornici, tipkala)
- spojni vodiči
- kliješta za skidanje izolacije
- pinceta ili kliješta za hvatanje (špicasta)

## Očekivani rezultati - Što će polaznici moći nakon sudjelovanja u ovoj aktivnosti?

- Objasniti funkciju mikroupravljačkog sučelja.
- Objasniti razlike pojedinih mikroupravljačkih sučelja.
- Odabrati potrebne elektroničke elemente prema elektroničkoj i montažnoj shemi.
- Provjeriti ispravnost elektroničkog sklopa.

## Stručna podloga:

- Edukator mora poznavati elektroničke elemente, pojmove vezane uz električnu struju (napon, jakost, snaga, otpor...)
- Edukator mora znati objasniti putanje električne energije kroz razne grane strujnog kruga.
- Edukator mora poznavati razna mikroupravljačka sučelja.

Izvori/literatura: Zenzerović, P. (2016.): Arduino kroz jednostavne primjere, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb.

Hrvatska zajednica tehničke kulture: Primjeri zadataka iz automatike (raspoloživo na: <https://www.hztk.hr/automatika-zadaci.aspx>), [pristupljeno 15. 11. 2021.].



## Tijek provedbe:

### Uvodni dio i podjela materijala, alata i opreme:

- Objasnite polaznicima što će na ovoj aktivnosti raditi i koji je cilj.
- Podijelite polaznicima materijal za vježbe.



5 min

### Zaštita na radu:

- Navedite redoslijed operacija pri izvođenju vježbi.
- Upozorite na opasnosti kratkog spoja (tek nakon što je sklop izveden, provjerava se ispravnost izvedenih spojeva i samo ako je sve ispravno, spaja se izvor napajanja).



5 min

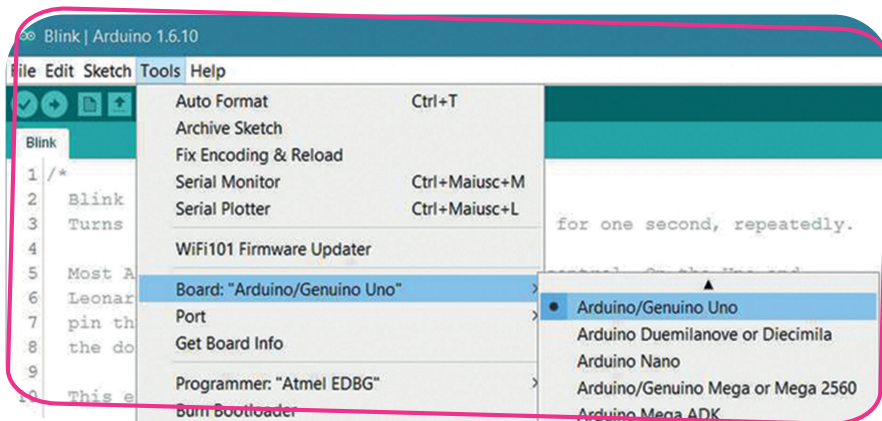
### Upoznavanje s mikroupravljačkim sučeljem:

- Objasnite općenito osnovne dijelove mikroupravljačkog sučelja (izvodi, USB priključak, priključak za napajanje, mikroupravljač...).
- Navedite svrhu i tip izvoda mikroupravljačkog sučelja.



5 min

Postavljanje radne okoline programskog sučelja za programiranje mikroupravljačkog sučelja:



Podešavanje korisničkog sučelja

IZVOR: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>

- Objasnite i pokažite kako pokrenuti programsko sučelje za programiranje mikroupravljačkog sučelja.
- Navedite osnovne dijelove sučelja.
- Pokažite kako se podešavaju osnovne postavke za rad s određenim mikroupravljačkim sučeljem.
- Potaknite polaznika na pokretanje programskog sučelja te na podešavanje osnovnih postavki.



10 min



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu

RADIONICA  
AUTOMATIKE

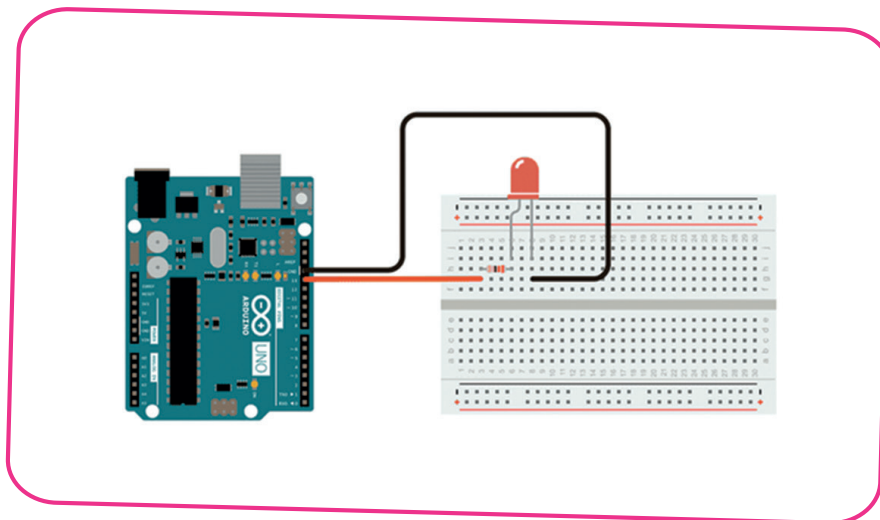




## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampusu  
RADIONICA  
AUTOMATIKE

### Upravljanje radom jedne svjetleće diode:



Upravljanje radom jedne svjetleće diode

IZVOR: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/Blink>



5 min

- Objasnite električna svojstva i funkciju svjetleće diode.
- Objasnite potrebu upotrebe zaštitnog otpornika i formulu po kojoj se izračunava potrebna vrijednost otpornika.
- Nacrtajte ili pokažite pripremljenu montažnu shemu.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata, postavljanje na eksperimentalnu pločicu i spajanje spojnim kabelima.
- Provjerite ispravnost sklopova te nakon toga neka polaznici, prema uputama, spoje napajanje sklopa.
- Objasnite razliku između ulaznog i izlaznog načina rada izvoda mikroupravljačkog sučelja.
- U programskom sučelju napišite kod za upravljanje radom jedne svjetleće diode.
- Neka polaznici prepisu kod, učitaju ga u mikroupravljačko sučelje te pokrenu program.
- Prodiskutirajte o provedenoj vježbi, provjerite jesu li polaznici naučili kako mogu upravljati izvodima mikroupravljačkog sučelja.

### Upravljanje radom više svjetlećih dioda:

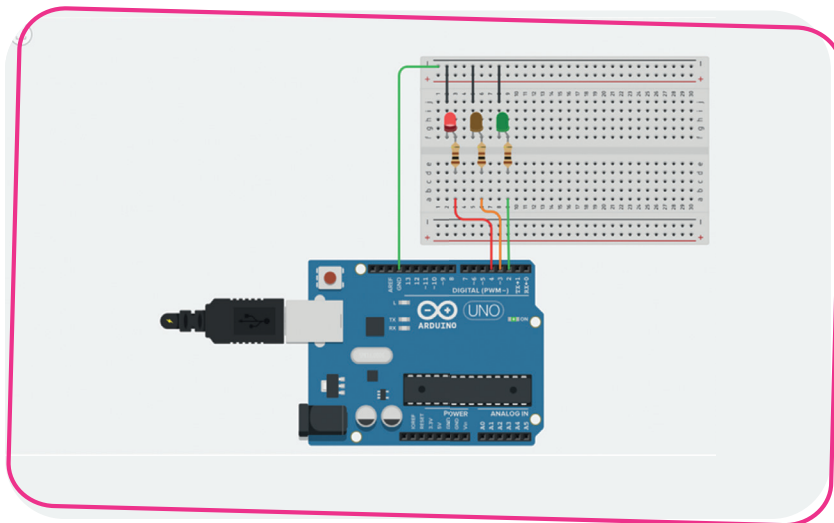
- Nacrtajte na školskoj ploči ili pokažite pripremljenu montažnu shemu.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata, postavljanje na eksperimentalnu pločicu i spajanje spojnim kabelima.
- Provjerite ispravnost sklopova te nakon toga neka polaznici prema uputama spoje napajanje sklopa.
- Dopunite postojeći kod.
- Neka polaznici prepisu kod, učitaju ga u mikroupravljačko sučelje i pokrenu program.



5 min



## Izrada modela semafora:

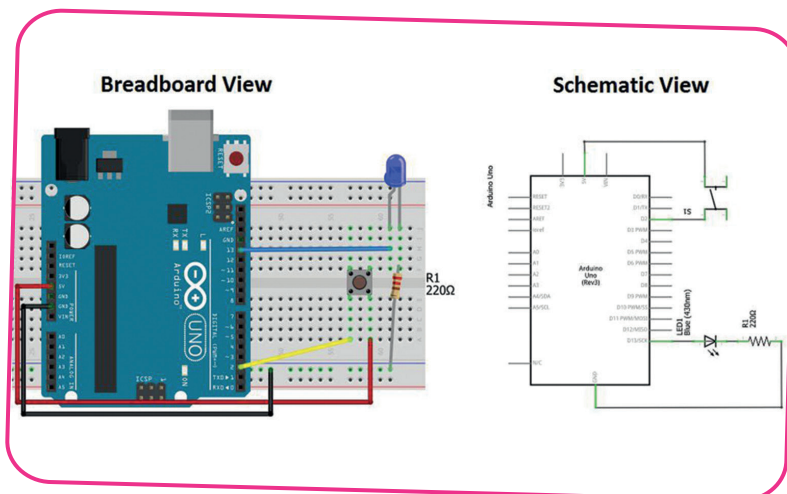


Upravljanje modelom semafora

IZVOR: <https://www.hobbygeek.me/mikrokontroleri/arduino-napravi-svoj-semafor/>

- Zadajte zadatak izrade semafora.
- Pitajte polaznike znaju li kojim se tempom svjetla na semaforu pale i gase. Većina ih vjerojatno neće znati navesti ispravan tempo (crveno, crveno i žuto, zeleno, žuto...), pa je to prilika da povežete mikroupravljače sa stvarnim životom. Neka se prisjete nekog križanja na putu do škole i rada semafora na tom križanju.
- Nakon što zajedno s polaznicima odredite potreban tempo, neka sami odaberu dodatne potrebne elemente, postave ih na eksperimentalnu pločicu, povežu s mikroupravljačkim sučeljem te napišu kod za rad semafora.

## Upotreba tipkala, kontrola rada svjetleće diode tipkalom:



Prikaz uporabe tipkala

IZVOR: <https://create.arduino.cc/projecthub/muhammad-aqib/arduino-button-tutorial-using-arduino-digitalread-function-08adb5>



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RACIONICA  
AUTOMATIKE





## DUGI FORMAT

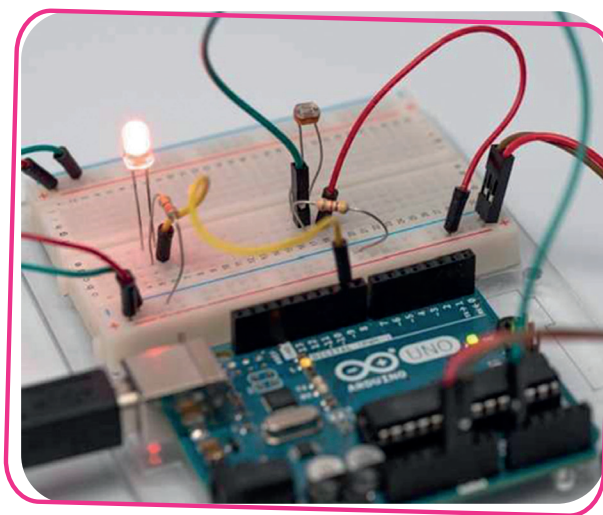
Primer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RADIONICA  
AUTOMATIKE

- Objasnite konstrukciju tipkala, kako su izvodi unutar tipkala povezani, kako se ono postavlja na eksperimentalnu pločicu te povezuje s mikroupravljačkim sučeljem.
- Objasnite kako pritiskom na tipkalo dolazi do kratkog spoja između uzemljenja i aktivnog izvoda mikroupravljačkog sučelja.
- Pokažite kako se kratki spoj izbjegava upotrebom dodatnog zaštitnog otpornika serijski spojenog s tipkalom ili upotrebom unutarnjeg otpornika na izvodima mikroupravljačkog sučelja.
- Odlučite koji ćete način upotrijebiti te neka polaznici odaberu potrebne elemente, postavite ih na eksperimentalnu pločicu i spoje s mikroupravljačkim sučeljem.
- Pokažite kod za kontrolu ulaza mikroupravljačkog sučelja na koje je spojeno tipkalo.
- Potaknite polaznike da uoče - pritiskom na tipkalo svjetleća dioda bi se trebala upaliti, otpuštanjem tipkala, dioda bi se trebala ugasisi.
- Neka polaznici prepisu kod, učitaju ga u mikroupravljačko sučelje i pokrenu program.



10 min

### Upotreba fotootpornika:



Prikaz spajanja fotootpornika

IZVOR: <https://duino4projects.com/light-sensor-photoresistor-with-arduino-in-tinkercad/>



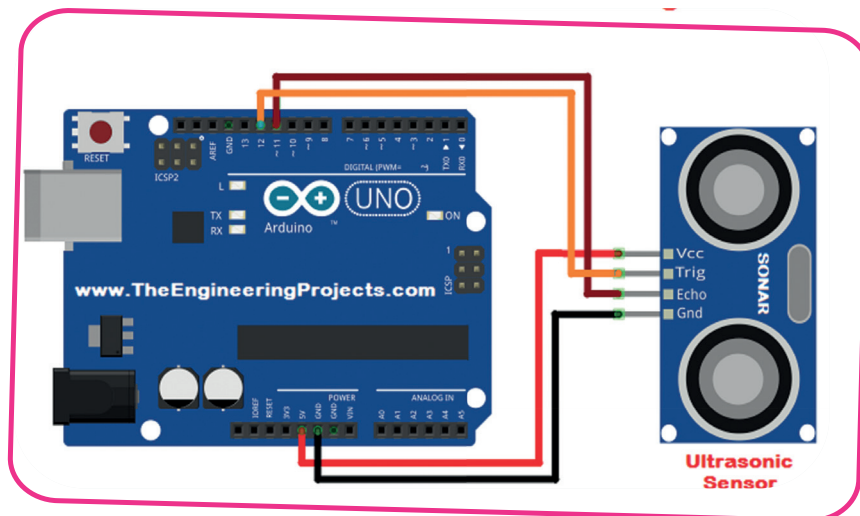
10 min

Pokažite montažnu i električnu shemu spajanja fotootpornika.

- Zadajte zadatak: neka fotootpornik upravlja radom ulične rasvjete, kada je fotootpornik osvijetljen, svjetleća dioda koja predstavlja uličnu rasvjetu ne svijetli, kada je otpornik u sjeni, ulična rasvjeta se pali.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata, postavljanje na eksperimentalnu pločicu i spajanje spojnim kabelima te s mikroupravljačkim sučeljem.
- Potaknite polaznike na pisanje koda, učitavanje u mikroupravljačko sučelje te pokretanje programa.
- Provjerite jesu li svi sklopovi ispravni i zajedno s polaznicima otklonite greške.



## Upotreba ultrazvučnog senzora:



Prikaz upotrebe ultrazvučnog senzora

IZVOR: <https://www.theengineeringprojects.com/2017/08/ultrasonic-sensor-arduino-interfacing.html>

- Pokažite montažnu i električnu shemu spajanja ultrazvučnog senzora.
- Zadajte zadatak: neka polaznici s pomoću ultrazvučnog senzora izmjere širinu i duljinu prostorije u kojoj rade.
- Potaknite polaznike na odabir potrebnih elemenata, postavljanje na eksperimentalnu pločicu i spajanje spojnim kabelima te s mikroupravljačkim sučeljem.
- Potaknite polaznike na pisanje koda, učitavanje u mikroupravljačko sučelje te pokretanje programa.
- Provjerite jesu li si sklopovi ispravni i zajedno s polaznicima otklonite greške.

### Diskusija o provedenim vježbama, samovrednovanje:

- Prodiskutirajte o provedenim vježbama.
- Potaknite polaznike na navođenje primjera iz svakodnevnog života.

### Raspoređivanje radnih mjesta:

- Potaknite polaznike da pripor, opremu, materijal i alat pospreme na mjesto.



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampu  
RADIONICA  
AUTOMATIKE



10 min



10 min



5 min



## DUGI FORMAT

Primjer  
aktivnosti u  
STEM kampusu  
RADIONICA  
AUTOMATIKE



# Analiza aktivnosti : Robote, poslušaj me!

## Zašto ova aktivnost?

U ovoj aktivnosti polaznici uče razliku između ulaznih i izlaznih signala te kako mikro-upravljačka sučelja koriste ulazne podatke za upravljanje raznim uređajima. Povezuju vježbe s primjerima iz svakodnevnog života, na primjer, načinom rada automatske ulične rasvjete ili semafora na križanju.

Potrebe suvremenog doba sve više uključuju automatizirane procese, a netko to sve treba projektirati, izraditi i programirati, stoga polaznici ove aktivnosti dobivaju uvid u dio procesa kojima se bave programeri i usmjeravaju se prema STEM zanimanjima.

## Što možete očekivati od polaznika ove radionice?

Možete očekivati aktivno sudjelovanje polaznika, predlaganje poboljšanja u vježbama, navođenje primjera iz svakodnevnog života.

Također, možete očekivati i oduševljenje polaznika kada im prvi radovi prorade i prve svjetleće diode zasvijetle prema njihovim željama.

Neki će polaznici vrlo brzo odraditi zadatke pa pripremite dodatne zadatke za njih.

## Kada ova aktivnost jest/nije primjenjiva?

Polaznici moraju poznavati osnove rada na računalu kako bi se mogli snalaziti u programskom sučelju za programiranje mikro-upravljača.

Aktivnost je primjenjiva ako svaki polaznik ima svoje računalo i svoj komplet dijelova za vježbu. Ako se radi u paru, u pravilu je jedan polaznik puno aktivniji i preuzima na sebe sve aktivnosti pa drugi na kraju postaje samo promatrač. U tom slučaju edukator mora zadavati konkretne zadatke pojedinom polazniku, svaki polaznik mora odraditi svoj dio, a zadatak će se izvršiti samo ako oba polaznika ispune svoj dio.

## Korisni savjeti za edukatora

Pri objašnjavanju stručnih i manje poznatih pojmova, povežite nove pojmove s pojavama iz svakodnevnog života.

U vježbama s tipkalom navedite razliku između tipkala i prekidača i navedite nekoliko primjera - tipkalo za zvono na ulaznim vratima, prekidač za svjetlo u sobi i slično.

U vježbi s ultrazvučnim senzorom navedite primjere jek u praznoj dvorani. Također, možete navesti primjer šišmiša - kako šišmiš leti, kako se snalazi, kako hvata hranu? Šiš-



# Literatura

1. Abrami PC., Bernard RM., Borokhovski E., Wadem A., Surkes MA., Tamim R., Zhang D. (2008.): Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: a stage 1 meta-analysis. *Rev. Educ. Res.* 78:1102–1134. doi:10.3102/0034654308326084
2. Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih – Tjedan cjeloživotnog učenja: Pojmovnik (raspoloživo na: <http://www.cjelozivotno-ucenje.hr/pojmovnik/>) [21. 12. 2021.]
3. AZVO: Pojmovnik (raspoloživo na: [www.azvo.hr/hr/pojmovnik/](http://www.azvo.hr/hr/pojmovnik/)) [18. 12. 2021.]
4. Carson RL. (1998): *The Sense of Wonder. A Celebration of Nature for Parents and Children*, Harper Perennial, 113 p.
5. Bioteka – udruga za promicanje biologije i srodnih znanosti (raspoloživo na: [udruga.bioteka.hr/hr/](http://udruga.bioteka.hr/hr/)) [14. 11. 2021.]
6. De Bruin ABH., Rikers RMJP., Schmidt HG. (2007): The Effect of Self-Explanation and Prediction on the Development of Principled Understanding of Chess in Novices. *Contemporary Educational Psychology* 32(2):188-205, (raspoloživo na: doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.01.001)
7. Dewar, Gwen (2012): *Teaching critical thinking: An evidence-based guide* (raspoloživo na: [parentingscience.com/teaching-critical-thinking/](http://parentingscience.com/teaching-critical-thinking/))
8. Društvo za edukaciju van okvira, (raspoloživo na: [www.drustvo-evo.hr/](http://www.drustvo-evo.hr/)) [20. 11. 2021.]
9. Državni pedagoški standard osnovnoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/2008), (raspoloživo na: [narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_06\\_63\\_2129.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_63_2129.html)) [12. 11. 2021.]
10. Državni pedagoški standard srednjoškolskog sustava odgoja i obrazovanja (NN 63/2008), (raspoloživo na: [narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_06\\_63\\_2130.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_63_2130.html)) [12. 11. 2021.]
11. Esterle, John & Clurman, Dan: *Conversations with Critical Thinkers*. The Whitman Institute. San Francisco, CA. 1993.
12. Facione PA. (2007): *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts: Update*, Millbrae, CA: Insight Assessment
13. Firestein S. (2015): *FAILURE: Why Science Is So Successful*. New York, NY, USA: Oxford University Press. 286 p.
14. Hamilton FA. (2016): *From the Voices of Kindergarten Teachers: Factors That Impact Decisions about When to Engage the Natural Curiosities of Their Students in Science*. Dissertation, Middle Tennessee State University.
15. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. (raspoloživo na: [www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=43056](http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=43056)) [7. 12. 2021.]
16. Hrvatska zajednica tehničke kulture: Internet (raspoloživo na: [www.hztk.hr/](http://www.hztk.hr/)) [14. 11. 2021.]
17. Hrvatska zajednica tehničke kulture: Primjeri zadatka iz automatike (raspoloživo na: [www.hztk.hr/automatika-zadaci.aspx](http://www.hztk.hr/automatika-zadaci.aspx)) [15. 11. 2021.]
18. Institut za razvoj i inovativnost mladih – Croatian Makers: Internet (raspoloživo na: [croatianmakers.hr/](http://croatianmakers.hr/)) [14. 11. 2021.]
19. JOBSTEM, (raspoloživo na: [www.jobstem.eu](http://www.jobstem.eu)) [14. 11. 2021.]
20. Kloos H. et al. (2012): *Preschoolers Learning Science: Myth or Reality? Psychology "Current Topics in Chi-*

- Idren's Learning and Cognition", book edited by Heidi Kloos, Bradley J. Morris and Joseph L. Amaral, ISBN 978-953-51-0855-9.
21. Korak do znanosti, (raspoloživo na: korakdoznanosti.com) [14. 11. 2021.]
22. Livio M. (2017): *Why? What Makes us Curious*. Simon & Schuster, New York, NY.
23. Lukša Ž., Radanović I. & Garašić D. (2013): Očekivane i stvarne miskoncepcije učenika u biologiji. *Napredak*, 154(4), 527-548
24. MASS – Motivate and Attract Students to Science (2021): *Lifelong Learning Programme of the European Union* (raspoloživo na: [www.mass4education.eu](http://www.mass4education.eu))
25. McConnell TJ., Parker J., Eberhardt J. (2018): *Problem-based Learning in the Physical Science Classroom, K-12*. National Science Teachers Association, 271 p.
26. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta: *Primjena ishoda učenja – serija o Europskom kvalifikacijskom okviru; Publikacija br. 4, Zagreb, 2013.* (raspoloživo na: [www.kvalifikacije.hr](http://www.kvalifikacije.hr)) [14. 11. 2021.]
27. National Research Council (NRC), USA (2021): *Next Generation Science Standards (NGSS)*, (raspoloživo na: [www.nextgenscience.org](http://www.nextgenscience.org))
28. Olson J. & Schwartz R. (2013): *Misconceptions about teaching the nature and process of science. Understanding Science 101 website* (raspoloživo na: [undsci.berkeley.edu/teaching/misconceptions2.php](http://undsci.berkeley.edu/teaching/misconceptions2.php))
29. Organisation for Economic Cooperation and Development (2005): *Definition and selection of key competencies: executive summary*, OECD, Paris (raspoloživo na: [www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf))
30. Paar D. (2019): *Nacionalni park Sjeverni Velebit kao vrhunsko edukativno-turističko središte*. *Senj. zb.* 46, 105-118.
31. Paar D., Erhardt J., Lacković D., Lang Balija M., Tvrtković N. (2021): *Terenska nastava u suvremenom obrazovanju – priručnik*. STEAM Lika, Gospić, 96 str.
32. Pelivan A.: *Povezanost timskih uloga sa zadovoljstvom timom u hrvatskim startup tvrtkama*, (raspoloživo na: <http://darhiv.ffzg.unizg.hr/id/eprint/6839/1/apelivan2015.pdf>) [7. 3. 2022.]
33. Ploog M., Rathgeber M., Ahlgrimm A. (2015): *Pedagogic approach of the "Haus der kleinen Forscher" foundation. A guide to facilitating learning in science, mathematics and technology*. 5th ed. (raspoloživo na: [www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/practice/pedagogic-vision/](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/practice/pedagogic-vision/))
34. Quitadamo JJ., Faiola CL., Johnson JE. & Kurtz MJ. (2008): *Community-based inquiry improves critical thinking in general biology*. *CBE Life Sci. Educ.* 7: 327-337 (raspoloživo na: [www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.07-11-0097](http://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.07-11-0097))
35. Rocard M. et al. (2007): *Science Education NOW – A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society
36. *Science in School* (2021): *The European journal for science teachers*, (raspoloživo na: [www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org))
37. Shonkoff JP. & Phillips DA. (2000): *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. Washington D.C. National Academy Press.
38. Shwe Hadani H. & Rood E. (2018): *The Roots of STEM Success: Changing Early Learning Experiences to Build Lifelong Thinking Skills*. Center for Childhood Creativity at the Bay Area Discovery Muse-

um, 42 p.

39. STEM Education Coalition, (raspoloživo na: [www.stemedcoalition.org](http://www.stemedcoalition.org)) [18. 11. 2021.]

40. Stylianidou A. et al. (2014): Creative Little Scientists. Recommendations to Policy Makers and Stakeholders: Executive Summary. European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013). Epinoia S. A., 23 p.

41. Sweeney A. & Posavec M. (2017): Utjecaj primjene PAR modela poučavanja u konstruktivističkom pristupu na usvajanje pojmova i koncepata. Napredak, 158. (4.), 503-525. (raspoloživo na: [hrcak.srce.hr/188297](http://hrcak.srce.hr/188297)) [28. 11. 2021.]

42. Školski portal: Design thinking ili 'dizajnersko promišljanje' u edukaciji (2017) (raspoloživo na: [www.skolskiportal.hr](http://www.skolskiportal.hr)) [25. 11. 2021.]

43. Ted talks, Sir Ken Robinson: Do schools kill creativity? (raspoloživo na: [www.youtube.com](http://www.youtube.com)) [7. 3. 2022.]

44. Tvornica znanosti (raspoloživo na: [www.tvornica-znanosti.org](http://www.tvornica-znanosti.org)) [20. 11. 2021.]

45. UR institut (raspoloživo na: [www.ur-institute.org](http://www.ur-institute.org)) [20. 11. 2021.]

46. Vrhovski H. (2019): Elektrotehnika – priručnik tehničke kulture za učenike osmog razreda osnovne škole / Mačinko, Maja; Radigović, Janko; Nađ, Đula (ur.), Školska knjiga, Zagreb.

47. Vrkić Dimić J.: Kompetencije učenika i nastavnika za 21. stoljeće. Acta Iadertina [Internet] 2013 10(1):0-0. (raspoloživo na: [hrcak.srce.hr/190113](http://hrcak.srce.hr/190113)) [14. 11. 2021.]

48. Vujičić L. i sur. (2016): Razvoj znanstvene pismenosti u ustanovama ranog odgoja, Rijeka. Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet u Rijeci, Centar za

istraživanje djetinjstva. 170 str.

49. Worth K. (2010): Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process. Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference, University of Northern Iowa, Cedar Falls, Iowa, USA (raspoloživo na: [ecrp.uiuc.edu/beyond/seed](http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed))

50. Zenzerović P. (2016.): Arduino kroz jednostavne primjere, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb.

51. Znanstveno-edukacijski centar Višnjan, (raspoloživo na: [www.sci.hr](http://www.sci.hr)) [20. 11. 2021.]



**Kontakt za više informacija:**

Bioteka – udruga za promicanje biologije i srodnih znanosti

Vladimira Preloga 7

10 000 Zagreb

[kontakt@bioteka.hr](mailto:kontakt@bioteka.hr)

[www.udruga.bioteka.hr](http://www.udruga.bioteka.hr)

Za više informacija o EU fondovima posjetite web stranicu Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije [www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr).

