



Sveučilište u Rijeci
University of Rijeka
<http://www.uniri.hr>

Polytechnica: Journal of Technology Education, Volume 8, Number 2 (2024)
Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje, Svezak 8, Broj 2 (2024)



Politehnika
Polytechnica
<https://www.politehnika.hr/journal>
cte@uniri.hr

DOI: <https://doi.org/10.36978/cte.8.2.3>

Stručni članak
Professional paper

Primjena Tinkercad web simulatora u nastavi tehničke kulture

Jozo Pivac

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Ruđera Boškovića 32, 21000 Split

jpivac1@pmfst.hr

Sažetak

Osposobljenost učitelja za korištenje digitalnih tehnologija u nastavi danas se smatra jednom od ključnih strategija i izazova suvremenog obrazovnog sustava. Prepoznavanje njezine važnosti i primjena u nastavi tehničke kulture rezultiraju modernim pristupom poučavanju, koji napušta isključivo korištenje tradicionalnih nastavnih metoda i alata. Ovaj rad bavi se značajem i primjenom simulacijskih alata u nastavi, s posebnim naglaskom na primjenu Tinkercad simulatora u nastavi tehničke kulture. Tinkercad je besplatna web aplikacija koja, između ostalog, podržava izradu i programiranje raznih automatskih elektroničkih sklopova te se može uspješno integrirati u nastavni proces kao alat za provedbu praktičnih radova iz područja elektronike i automatike. U uvodnom dijelu rada daje se pregled digitalnih tehnologija koje se mogu primijeniti u nastavi. Nadalje, opisuju se glavne značajke digitalnih alata za simulaciju u nastavi te njihove prednosti u usporedbi s tradicionalnim alatima. Zaključno, daje se kratak pregled Tinkercad web simulatora, s naglaskom na primjeni u nastavi tehničke kulture.

Ključne riječi: automatika; nastava; simulacijski alati; tehnička kultura; Tinkercad.

1 Uvod

Razvoj digitalnih tehnologija otvara nove mogućnosti za unaprjeđenje metoda učenja i poučavanja. U tom smislu digitalizacija značajno oblikuje suvremeni način života i mijenja načine interakcije nastavnika s učenicima u nastavnom procesu. Digitalne tehnologije trebale bi pritom učenicima olakšati proces učenja, zbog čega se osposobljenost za primjenu suvremenih digitalnih tehnologija smatra jednom od ključnih kompetencija učitelja (Reding, 2004). Međutim, zbog različitih okolnosti nastavnikova razvijenost tih kompetencija često nije slučaj, što se manifestira u nedovoljnom znanju učitelja za korištenje digitalnih tehnologija, neadekvatnoj primjeni u nastavi ili nedostatku osnovnih uvjeta za implementaciju

digitalizacije te informacijskih i komunikacijskih tehnologija u školama (Zovko, Didović, 2013). Neki nastavnici ujedno nisu zainteresirani za primjenu novih metoda učenja i poučavanja, radije se držeći tradicionalnih i uhodanih pristupa. U današnje vrijeme digitalne tehnologije nude brojne prednosti i mogućnosti primjene u nastavi koje mogu značajno povećati motivaciju i interes učenika za predmete i područja u kojima se koriste (Meyer, 2002; Rosić, 2000). Stoga je zanemarivanje primjene digitalnih tehnologija u nastavi jedan od značajnih problema suvremenog školstva.

Uvođenje digitalnih tehnologija u obrazovanje rezultiralo je razvojem različitih pristupa provođenju nastave. Ovisno o razini integracije tehnologije i načinu interakcije nastavnika i učenika, današnji

obrazovni proces može se klasificirati u četiri osnovne kategorije (Afrić, 2014):

1. **Klasična nastava:** nastavnik koristi računalo za prikaz prezentacijskih slajdova bez interakcije s digitalnim uređajima učenika;
2. **Nastava uz pomoć IKT:** nastavnik koristi pametnu ploču i računalnu mrežu za dijeljenje sadržaja i zadataka;
3. **Hibridna nastava:** kombinacija fizičke nastave u učionici i učenja od kuće, uz digitalne materijale i virtualnu učionicu;
4. **Nastava na daljinu:** održava se isključivo putem virtualnih učionica uz primjenu digitalnih tehnologija.

Ova klasifikacija pokazuje različite razine prilagodbe nastavnog procesa suvremenim digitalnim tehnologijama. Dok je u klasičnoj nastavi tehnologija minimalno integrirana, u nastavi na daljinu, kao najvišem stupanju integracije, postala je neizbježna tijekom izvanrednih okolnosti, poput pandemije COVID-19 koja je snažno utjecala na obrazovni sustav. Pandemija COVID-19 ubrzala je široku primjenu nastave na daljinu, temeljene na internetskim tehnologijama, prisiljavajući obrazovni sustav na nužnu prilagodbu i integraciju digitalnih tehnologija u obrazovne procese (Crick i dr., 2021).

Iako se većina nastave na daljinu uspješno izvodila putem videokonferencija kao što su Zoom, Skype, Microsoft Teams, Google Meet i slične platforme, laboratorijske i praktične vježbe, posebice one iz STEM područja, predstavljale su veliki izazov za tehničko obrazovanje. Različiti STEM alati, poput Arduino ili Micro:bit razvojnih platformi, široko se primjenjuju u obrazovanju i sve češće integriraju u osnovnoškolske predmete. Prednosti učenja temeljenog na STEM pristupu i alatima uključuju realizaciju projektnih zadataka koji omogućuju, ne samo stjecanje novih znanja iz prirodoslovlja i tehnologije, već i poticanje učenika na aktivno učenje, interdisciplinarni pristup rješavanju problema, te suradničko učenje (Pathak, Sheth, 2023). STEM obrazovni alati, iako nude kvalitetnu hardversku i softversku podršku za učenje u STEM području, istovremeno predstavljaju značajan izazov u situacijama kada je nastava na daljinu neizbježna (Shen i dr., 2023). Problemi korištenja ovakvih alata su prisutni i tijekom izravne nastave. Jedan od čestih problema u „fizičkoj“ izvedbi nastave, posebice u nastavi tehničke kulture, jest nedostatak potrebne opreme i alata za izvođenje praktičnih vježbi. Pritom visoka cijena predstavlja prepreku mnogim školama u nabavi STEM kompleta za automatiku, poput Arduino i Micro:bit razvojnih platformi (Golubev, Tkach, Makatora, 2023). Slijedom navedenog, tijekom učenja na daljinu ili nedostatka opreme za provođenje praktičnih vježbi iz tehničke kulture nastavnici su primorani tražiti određena

alternativna rješenja kako bi mogli održati primjerenu kvalitetu provođenja nastavnog procesa. Jedno od održivih rješenja ovog problema jest primjena digitalnih simulacija, koje omogućuju virtualizaciju praktičnih vježbi i smanjenje ovisnosti o fizičkoj opremi.

Nekoliko dosadašnjih istraživanja, koja se dalje navode u ovom radu, utvrdila su brojne i značajne prednosti primjene virtualnih simulacija u nastavi, poput utjecaja na ostvarivanje više razine odgojno-obrazovnih ishoda učenja te pozitivnog utjecaja na motivaciju i interes učenika. Zbog toga je cilj ovog rada jest predstaviti prednosti primjene digitalnih simulacija u poučavanju automatike unutar nastavnog predmeta Tehnička kultura, s posebnim naglaskom na unapređenje odgojno-obrazovnih ishoda učenja i povećanje motivacije učenika.

2 Klasifikacija obrazovnih digitalnih alata

Tehnologija u obrazovanju omogućuje prilagodbu nastavnog procesa potrebama učenika i obrazovnim ciljevima. Nastavnici koji žele unaprijediti nastavu tehnologijom trebaju pažljivo birati alate koji najbolje odgovaraju dobi učenika, obrazovnim ciljevima i nastavnom sadržaju koji se namjerava obraditi. Pritom se s razvojem tehnologije kontinuirano otkrivaju i novi načini za njezinu primjenu u nastavi, pa se od nastavnika očekuje permanentno usavršavanje po ovom pitanju.

Digitalni alati u nastavi imaju raznolike primjene ovisno o ciljevima i potrebama obrazovnog procesa. Prema Limu i Tayju (2003), obrazovni digitalni alati dijele se u četiri glavne kategorije prema njihovoj primjeni: informirajući, situacijski, konstrukcijski i komunikacijski alati. Ova klasifikacija pomaže nastavnicima odabrati najprikladniji alat za specifične odgojno-obrazovne ciljeve, zbog čega je važno nastavnikovo razumijevanje navedenih vrsta.

2.1 Informirajući alati

Informirajući alati (engl. informative tools) su alati i aplikacije osmišljeni za pružanje različitih vrsta informacija. Informacije koje pružaju ovi alati mogu biti u obliku zvuka, teksta, slike (grafike) ili video zapisa. Primjeri informirajućih alata uključuju multimedijске enciklopedije i izvore dostupne putem World Wide Web-a (WWW). U ovu se kategoriju ubraja i LMS (engl. Learning Management System), koji nastavnicima omogućuje postavljanje informacija unutar predmeta kreiranog putem ovog sustava.

Prema Lim i Oakley (2013), korištenje alata za informiranje u nastavi, uz očekivanje kritičke analize danih informacija od strane učenika, potiče brži razvoj

pismenosti, komunikacijskih sposobnosti te logičkog i simboličkog razmišljanja. Nadalje, primjena edukacijskih robota i igara u nastavi doprinosi boljem razumijevanju i usvajanju sadržaja, kao i razvoju kreativnijih rješenja za postojeće i nove probleme. Međutim, istraživanje Olivera i Hannafina (2000), koje je ispitivalo korištenje alata za pretraživanje internetskih izvora među učenicima – od traženja relevantnih materijala do prezentacije prikupljenih podataka – pokazalo je da rad na višoj razini razmišljanja predstavlja izazov za učenike, osobito u organizaciji, sintezi, rasuđivanju i evaluaciji informacija. Zaključak istraživanja sugerira da je upotreba informirajućih alata na ovakav način poželjna, ali uz stalnu podršku nastavnika kako bi učenici uspješno svladali izazove.

Primjena informirajućih alata posebno je korisna u predmetima gdje je potrebno osigurati raznolikost i pristupačnost obrazovnih sadržaja, kao što su povijest, biologija i tehnička kultura. Korištenje informirajućih alata omogućuje učenicima pristup raznovrsnim informacijama, potiče razvoj kritičkog mišljenja i osigurava prilagodbu sadržaja različitim obrazovnim potrebama.

2.2 Situacijski alati

Situacijski alati (engl. situating tools) su alati koji učenicima omogućuju da iskuse simuliranu okolinu, stvarajući kontekst za proučavanje određenih događaja ili situacija. Primjeri situacijskih alata uključuju različite vrste simulacija, virtualnu stvarnost i slične tehnologije.

Hogle (1996) istraživao je primjenu računalnih igara u nastavi i njihov utjecaj na povećanje interesa, motivacije i usmjeravanje pažnje. Istraživanje je pokazalo da upotreba situacijskih alata može unaprijediti organizacijske sposobnosti, fokusiranje pažnje, samovrednovanje, pamćenje i (samo)motivaciju učenika. Za uspješno igranje igre bile su potrebne razvijene vještine kritičkog razmišljanja i rješavanja problema. Ipak, Hogle (1996b) ističe da obrazovne dobrobiti igara uvelike ovise o njihovoj svrsi i kontekstu primjene. Kearney i Treagust (2001) istraživali su utjecaj multimedijskog sadržaja na razinu usvojenog znanja pomoću videozapisa stvarnih uzročno-posljedičnih događaja i simulacija iz fizike. Njihovo istraživanje pokazalo je da takav pristup potiče bolju artikulaciju vlastitih ideja, kvalitetnije vrednovanje tuđih ideja, kao i kritičku refleksiju i organizaciju znanja.

Ovi alati posebno su primjenjivi u predmetima poput tehničke kulture, gdje učenici kroz simulacije mogu istražiti tehničke koncepte i rješavati stvarne probleme. Primjena situacijskih alata omogućuje učenicima razvoj praktičnih vještina u sigurnom virtualnom okruženju, čime se olakšava prijenos

znanja u stvarne situacije. Situacijski alati posebno su korisni za predmete koji zahtijevaju razumijevanje složenih procesa ili simulaciju stvarnih situacija, poput tehničke kulture i fizike.

2.3 Konstrukcijski alati

Konstrukcijski alati (engl. construction tools) su alati opće namjene koji omogućuju korisnicima upravljanje informacijama, konstruiranje vlastitog znanja i vizualizaciju razumijevanja. Pojam 'konstruktivan' odnosi se na mogućnost ovih alata da učenicima omoguće stvaranje materijala prilagođenog određenoj nastavnoj svrsi. Primjer konstrukcijskih alata su aplikacije za izradu web stranica, koje učenicima omogućuju stvaranje vlastitih web stranica i prenošenje ideja široj publici. U tom smislu je samostalno istraživanje učenika i diskusija, često poticana u osnovnim školama, u skladu s principima konstruktivističke pedagogije. Prema istraživanju Neo i Neo (2001), korištenje multimedijских alata temeljenih na web-u, poput Macromedia Dreamweavera i Flasha, potaknulo je učenike na analitičko i kritičko razmišljanje, traženje informacija i veću motivaciju za učenje.

U STEM području ovi alati omogućuju učenicima realizaciju projekata, vizualizaciju tehničkih koncepata i praktičnu primjenu znanja. Konstrukcijski alati su ključni za razvoj praktičnih vještina i poticanje aktivnog učenja kroz stvaranje. Osim toga ovi alati omogućuju učenicima aktivno sudjelovanje u obrazovnom procesu kroz stvaranje sadržaja, čime razvijaju vještine poput kreativnosti, analitičkog razmišljanja i suradnje.

2.4 Komunikacijski alati

Komunikacijski alati (engl. communication tools) omogućuju provođenje komunikacije između nastavnika, učenika ili oboje. Primjeri ovih alata uključuju e-mail klijente, blogove, forume i LMS sustave.

Prema Limu (2003b), korištenje komunikacijskih alata unapređuje organizacijske sposobnosti i povezivanje informacija dobivenih timskim radom. Shang (2007) zaključuje da korištenje elektroničke pošte poboljšava vještine samostalnog pisanja. Lai i Zhao (2006) otkrili su da *online* razgovor (chat) potiče razvoj sposobnosti prepoznavanja gramatičkih pogrešaka u usporedbi s razgovorom uživo iste duljine trajanja. Zatim, korištenje digitalnih alata za vrijeme osnovnog obrazovanja može dovesti do bržeg savladavanja gramatičkih pravila jer se učenici ne trebaju fokusirati na tehniku oblikovanja slova na papiru (Hartley, 2007). Osim toga, korištenje blogova potiče razvoj digitalne pismenosti kod učenika. Halsey

(2007) izvještava da je u novozelandskoj osnovnoj školi blog omogućio učenicima objavljivanje i dijeljenje radova s roditeljima, učenicima iz drugih škola i širom javnošću. Huffaker (2005) ističe da blogovi, kroz osobni prostor i povezanost s internetskom zajednicom, omogućuju individualni izraz i suradničke interakcije poput pripovijedanja i dijaloga, čime potiču pismenost u razredu.

Komunikacijski alati proširuju proces učenja izvan učionice, potičući suradnju i interakciju. Ovi alati potiču razvoj digitalnih i socijalnih vještina, omogućujući učenicima pripremu za rad u digitalno povezanom društvu.

Iz prethodno navedenih obilježja i prednosti može se zaključiti da obrazovni digitalni alati pružaju nastavnicima i učenicima širok raspon mogućnosti za poboljšanje obrazovnog procesa. Svaka kategorija alata ima specifične prednosti, od osiguravanja dostupnosti informacija do poticanja suradnje i kreativnosti. S obzirom na posebnosti nastave tehničke kulture, koja je često situacijski determinirana, u sljedećem poglavlju će se detaljno obraditi situacijski alati i njihove specifične primjene u ovoj nastavi.

3 Glavne značajke simulacijskih alata u obrazovanju

Digitalni alati danas igraju ključnu ulogu u obrazovanju, omogućujući široku primjenu različitih pristupa, poput prezentacija, video animacija, aplikacija i simulacija. Ovo poglavlje fokusirat će se na simulacijske alate, koji pripadaju kategoriji situacijskih digitalnih alata, pojašnjениh u prethodnom poglavlju. Simulacijski alati u nastavi odnose se na digitalne alate dizajnirane za realističnu simulaciju rada tehničkih sklopova ili uređaja.

Različiti STEM alati omogućuju učenicima rješavanje problema kroz primjere iz stvarnog svijeta, potičući timski rad i natjecanje. Prilagodljivost ovih alata omogućuje njihovu integraciju u širok spektar predmeta, čime se povećava fleksibilnost obrazovnih kurikuluma (Souza i dr., 2018). STEM alati također potiču kreativnost i motivaciju kod učenika, osobito u tehničkim predmetima (Sapounidis, Alimisis, 2021). Ipak, troškovi nabave i održavanja STEM alata često predstavljaju izazov za obrazovne institucije (Mistretta, 2022; De Jong i dr., 2013). Uz početne troškove, ovi alati zahtijevaju redovito održavanje, uključujući zamjenu potrošnih dijelova poput baterija i vodiča, što nastavnicima može predstavljati dodatno opterećenje. Povezivanje STEM alata putem interneta također može zahtijevati tehničku podršku školskog IT odjela. Nadalje, visoki troškovi sprječavaju mnoge škole da omoguće učenicima korištenje ovih alata izvan učionice, čime se smanjuje prilika za dodatno

vježbanje (Stein i dr., 2023). Sve navedeno u fokus stavlja simulacije i simulacijske alate.

Simulacijski alati, koji realistično oponašaju rad stvarnih uređaja, postali su popularna alternativa fizičkim STEM alatima, osobito tijekom pandemije COVID-19, kada su se istaknuli kao učinkovito rješenje za obrazovanje na daljinu. Simulacijski alati imaju brojne prednosti u obrazovanju, posebno u STEM predmetima. Istraživanje Thisgaard i Makransky (2017) na uzorku od 128 učenika srednjih škola biotehnike pokazalo je kako simulacije značajno povećavaju znanje i interes učenika za STEM sadržaje u usporedbi s tradicionalnim metodama poučavanja. Slična istraživanja ukazuju na povećanje motivacije učenika za učenje i interes za STEM područja uz primjenu simulacija (Bonde, 2014; Makransky i dr., 2016; Honey, Hilton, 2011). Thisgaard i Makransky (2017b) ističu kako učenici razvijaju interes za STEM predmete kada postignu visoku razinu samoučinkovitosti i imaju pozitivna očekivanja o ishodima takvih aktivnosti. Simulacije ujedno omogućuju iskustveno učenje, pružajući povratne informacije koje potiču učenike na razvoj samoučinkovitosti i interesa. Dodatna istraživanja pokazuju da virtualne simulacije potiču inovativnost i učenje temeljeno na istraživanju, što doprinosi razvoju kreativnosti i analitičkih vještina (Honey, Hilton, 2011; Furtak i dr., 2012).

Kad je riječ o tehničkom obrazovanju, današnje tržište nudi širok izbor simulatora za automatiku, prilagođenih različitim obrazovnim potrebama. Pri odabiru simulatora ključno je osigurati da alat realno i konzistentno oponaša rad tehničkih sklopova ili uređaja, čime se učenicima omogućuje učinkovita primjena stečenih znanja i vještina u stvarnim situacijama.

4 Primjena simulacijskih alata u nastavi tehničke kulture

Simulacijski alati postali su nezaobilazni dio suvremene nastave tehničke kulture, omogućujući učenicima sigurno istraživanje i testiranje tehničkih koncepata u virtualnim okruženjima. Njihova primjena posebno je korisna u obrazovanju osnovnoškolaca jer nudi realistično oponašanje rada tehničkih sklopova, čime učenici mogu primijeniti teorijska znanja prije nego što pristupe praktičnim aktivnostima. Prijedlog Nacionalnog kurikuluma za osnovnoškolski odgoj i obrazovanje u Republici Hrvatskoj prepoznaje važnost razvijanja informacijskih i digitalnih kompetencija, kao i kreativnosti, kritičkog razmišljanja i praktičnih vještina, pružajući time snažnu podršku integraciji simulacijskih alata u nastavu tehničke kulture (MZO, 2017). Primjena ovih alata u nastavnom procesu zahtijeva odgovarajuću računalnu infrastrukturu,

pristup internetu i osposobljenost nastavnika. U tom smislu simulacije omogućuju demonstraciju tehničkih principa, provedbu predvježbi, dodatno vježbanje, ali i djelomičnu zamjenu praktičnih vježbi u uvjetima ograničenih resursa. Njihova svestranost čini ih korisnim za različite obrazovne scenarije, od učenja osnovnih elektroničkih pojmova do kompleksnih tehničkih koncepata.

Istraživanja potvrđuju da kombinacija fizičkih i virtualnih alata nudi značajne prednosti u nastavi. Smetana i Bell (2012.), De Jong i dr. (2013b) te Makransky i dr. (2016b) ističu da se najbolji rezultati postižu kada se simulacije koriste kao dopuna tradicionalnim metodama, a ne kao njihova zamjena. Učenici tako kroz simulacije stječu konceptualno razumijevanje, koje zatim primjenjuju u stvarnim situacijama, čime se postiže dublje i trajnije učenje. Simulacije također potiču inovativno razmišljanje i istraživački pristup, čime se povećava angažman učenika i razvijaju njihove tehničke i analitičke vještine. Za učinkovitu primjenu simulacijskih alata u nastavi tehničke kulture važno je odabrati one koji su prilagođeni osnovnoškolcima, besplatni, dostupni online i omogućuju simulaciju strujnih krugova. Među preporučenim alatima ističe se Tinkercad Circuits, koji nudi jednostavno i intuitivno sučelje za izradu i simulaciju elektroničkih sklopova, te osnovno 3D modeliranje (Autodesk, 2024). PhET Interactive Simulations, razvijen od strane Sveučilišta Colorado, pruža atraktivne i interaktivne simulacije prilagođene osnovnoškolcima, s naglaskom na istraživačko učenje (PhET Interactive Simulations, 2024). Falstad Circuit Simulator omogućuje vizualizaciju toka električne energije i napona u stvarnom vremenu, što ga čini idealnim za početnike (Falstad, 2024). Ovi alati ne zahtijevaju instalaciju, što ih čini pristupačnima za škole s ograničenim tehničkim resursima. Korištenjem alata kao što su Tinkercad, PhET i Falstad, nastavnici mogu obogatiti obrazovni proces, potaknuti učenike na istraživanje i eksperimentiranje te ih pripremiti za izazove suvremenog tehničkog okruženja.

U sljedećem poglavlju detaljno će se razraditi primjena Tinkercad simulacijskog alata, koji se ističe kao najprikladniji izbor za nastavu tehničke kulture zbog svoje jednostavnosti, funkcionalnosti i prilagođenosti osnovnoškolskom uzrastu.

5 Tinkercad web simulator

Tinkercad je besplatna web aplikacija razvijena od strane tvrtke Autodesk, namijenjena učenju i stvaranju u području 3D dizajna, elektronike i programiranja. Jedna od glavnih prednosti ovog alata je njegova dostupnost i jednostavnost korištenja jer ne zahtijeva instalaciju na računalo, već se koristi putem web preglednika, što ga čini idealnim za

osnovnoškolsko obrazovanje. Uz to, Tinkercad omogućuje učenicima istraživanje i razvijanje vještina u području računalnog razmišljanja, kreativnosti, algoritamskog razmišljanja, suradnje i rješavanja problema (Eryilmaz, Deniz, 2021).

Osim 3D dizajna, Tinkercad nudi mogućnost kreiranja i simulacije elektroničkih sklopova te osnovno programiranje mikroupravljačkih sklopova, poput Arduino i Micro:bit razvojnih platformi (Tupac-Yupanqui i dr., 2022). Sučelje ove platforme je intuitivno, a ugrađeni vodiči pomažu početnicima u prvim koracima. Korištenjem opcija poput „Circuits“ i „Code Blocks“, učenici mogu vizualno dizajnirati i programirati sklopove te razumjeti njihovo funkcioniranje u realnom vremenu. Osim toga Tinkercad omogućuje i vizualizaciju toka električne energije (struje) i napona u električnim krugovima, što pomaže učenicima u boljem razumijevanju temeljnih elektroničkih koncepata.

Jedna od ključnih prednosti Tinkercad-a je mogućnost virtualne administracije razreda od strane nastavnika. Nastavnici tako mogu izraditi vlastiti korisnički račun, kreirati virtualna razredna odjeljenja i dodavati korisničke račune učenika. Na taj način moguće je pratiti napredak učenika, ocjenjivati njihov rad i dijeliti povratne informacije unutar same platforme. Projekti se automatski pohranjuju u oblaku, čime su učenicima dostupni na bilo kojem uređaju s pristupom internetu, a dijeljenje radova olakšava suradnju među učenicima.

Osim administracije i dijeljenja, Tinkercad pruža i bogat izbor elektroničkih komponenti, poput otpornika, svjetlećih (LE) dioda, kondenzatora, tranzistora i elektromotora, te podržava rad s mikroupravljačima. Platforma također omogućuje simulaciju kodiranja putem blokovskog ili tekstualnog programiranja, što je korisno za početnike i naprednije učenike.

Tinkercad je prilagođen obrazovnim potrebama jer omogućuje sigurno eksperimentiranje u virtualnom okruženju, smanjujući troškove i rizike povezane s fizičkim radom na elektroničkim komponentama. Ovaj alat je posebno koristan u školama s ograničenim resursima jer je besplatan i ne zahtijeva instalaciju. Rad učenika na ovoj platformi potiče inovativnost i omogućuje učenicima primjenu teorijskog znanja u simuliranim praktičnim situacijama, čime se razvijaju ključne kompetencije poput kritičkog razmišljanja i tehničkih vještina, a potiče se i kreativnost učenika. Kako bi se u potpunosti iskoristile mogućnosti Tinkercad-a, nastavnik može koristiti ovu platformu za simulaciju strujnih krugova, vježbe programiranja i dizajn 3D modela povezanih s praktičnim zadacima u nastavi tehničke kulture.

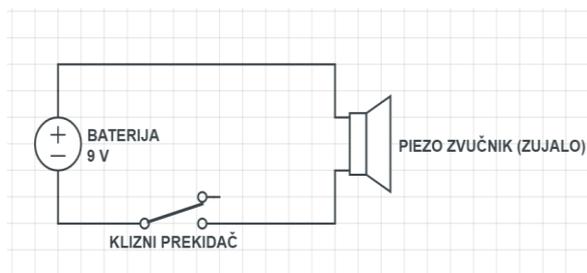
U sljedećem dijelu rada bit će predstavljeni konkretni primjeri primjene Tinkercad simulatora u nastavi, s naglaskom na razvoj ključnih kompetencija

učenika i integraciju u predmetni kurikulum Tehničke kulture.

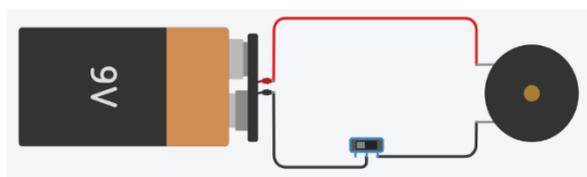
6 Primjer primjene Tinkercad-a u nastavi tehničke kulture

Tinkercad, kao jedan od vodećih simulacijskih alata, omogućuje značajno unapređenje nastavnog procesa tehničke kulture kroz povezivanje teorijskog znanja i praktične primjene. Njegova jednostavnost korištenja i širok raspon funkcionalnosti čine ga idealnim za učenike osnovnoškolske dobi. Kroz konkretan primjer integracije u nastavu u 8. razredu, unutar domene "Tvorevine tehnike i tehnologije", primjerom se demonstrira kako Tinkercad podržava odgojno-obrazovne ishode i potiče učenike na inovativno razmišljanje. Predstavljenim primjerom doprinosi se ostvarivanju ishoda učenja B. 8. 3. (učenik opisuje osnovna obilježja i primjenu elektroničkog sklopa koji je sastavio), iz predmetnog kurikuluma (NN 7/2019).

Cilj predviđene aktivnosti je omogućiti učenicima razumijevanje pretvorbe energije kroz praktične primjere elektroničkih sklopova. U prvom zadatku učenici sastavljaju osnovni strujni krug prema elektroničkoj shemi koristeći komponente poput baterije, piezo zujala i spojnih vodiča (Slika 1). Ova vježba omogućuje im uvod u osnove elektronike i vizualizaciju toka električne energije unutar sklopa (Slika 2). Korištenje Tinkercad-a omogućuje sigurno eksperimentiranje, istovremeno osiguravajući dublje razumijevanje tehničkih pojmova.



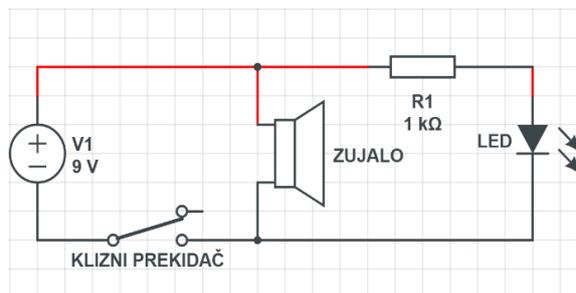
Slika 1. Prikaz elektroničke sheme sklopa 1



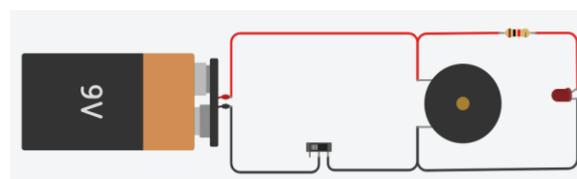
Slika 2. Prikaz rješenja sklopa 1 izrađenog u Tinkercad-u

U nastavku aktivnosti, osnovni sklop se nadograđuje dodavanjem svjetleće (LE) diode kako bi se, osim zvučnog signala, dobila i svjetlosna signalizacija (Slika 3). Ovom nadogradnjom se demonstriraju složeniji tehnički principi i omogućuje učenicima kreativno

prilagođavanje sklopa specifičnim potrebama (Slika 4). Osim toga, ovakva aktivnost bi trebala potaknuti učenike na istraživanje i rješavanje problema, pod pretpostavkom da se učenicima predstave zahtjevi, a ne predstavlja gotovo rješenje.

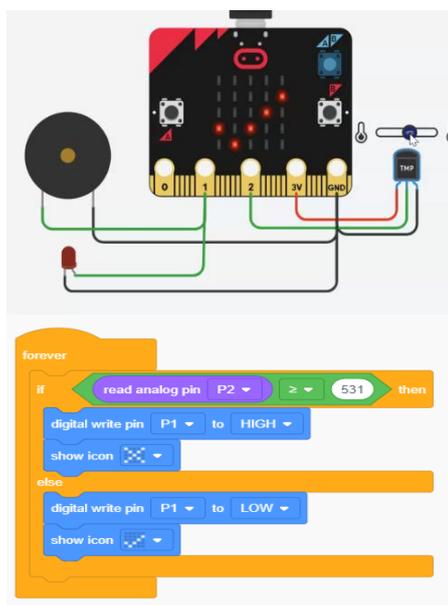


Slika 3. Prikaz elektroničke sheme sklopa 2



Slika 4. Prikaz rješenja sklopa 2 izrađenog u Tinkercad-u

Završna aktivnost može primjerice uključivati izradu automatiziranog vatrodojavnog sustava koristeći mikroupravljač (Arduino ili Micro:bit), temperaturni senzor, piezo zujalo i svjetleću (LE) diodu (Slika 5). Učenici pritom istražuju i uče kako kombinirati različite elemente u funkcionalni sustav, istovremeno razvijajući osnovne vještine programiranja i razumijevanje automatskih sklopova.



Slika 5. Prikaz rješenja sklopa 3 izrađenog u Tinkercad-u.

Osim sastavljanja i programiranja, simulacija u Tinkercad-u omogućuje testiranje sklopa i prilagodbu funkcionalnosti bez potrebe za fizičkom opremom,

čime se smanjuju troškovi i povećava dostupnost takve nastave. Ujedno se za manje vremena u nastavnom procesu može provesti znatno više aktivnosti, te se učenicima omogućuje samostalno eksperimentiranje u virtualnom okruženju i izvan učionice. Na taj način primjena Tinkercad-a može značajno doprinijeti razvoju ključnih kompetencija kod učenika, kao što je kritičko razmišljanje, suradnja i komunikacija te timski rad, ali se doprinosi i razvoju kreativnosti i praktičnih vještina učenika. Kroz ove aktivnosti učenici stječu, ne samo tehničko znanje, već i dublje razumijevanje tehničkih sustava, pripremajući se za buduće izazove u STEM područjima.

Za nastavnike, Tinkercad nudi dodatnu vrijednost kroz mogućnost praćenja napretka učenika, organizaciju virtualnih razreda i vrednovanje rada učenika unutar digitalnog okruženja. Ovakav pristup omogućuje fleksibilniju i suvremeniju nastavu, čineći obrazovni proces učinkovitijim i relevantnijim za digitalno doba.

Unatoč navedenim prednostima, razvoj praktičnih vještina učenika ipak zahtijeva izravno suočavanje i eksperimentiranje učenika s tehničkim tvorevinama. Pritom prethodne aktivnosti učenika u simulacijskom okruženju mogu znatno ubrzati praktične aktivnosti učenika i učiniti ih znatno uspješnijima.

7 Zaključak

Primjena digitalnih alata, poput Tinkercad-a, u nastavi tehničke kulture pruža široke mogućnosti za unapređenje obrazovnog procesa. Kroz jednostavno i intuitivno sučelje, Tinkercad omogućuje učenicima sigurno eksperimentiranje, povezivanje teorijskih znanja s praktičnim vještinama te razvoj kreativnosti i kritičkog razmišljanja. Njegova dostupnost kao besplatnog web alata čini ga izuzetno pristupačnim za osnovne škole, omogućujući nastavnicima da uz minimalna ulaganja prošire mogućnosti poučavanja. Uvođenje simulacijskih alata u nastavu tehničke kulture ujedno doprinosi razvoju ključnih kompetencija učenika, poput razumijevanja tehničkih sustava i timskog rada. Pored toga, učenici stječu praktična znanja koja im mogu poslužiti u svakodnevnom životu, kao i temelj za daljnje obrazovanje u STEM područjima.

Predstavljenim jednostavnim primjerom primjene Tinkercad-a za realizacije elektroničkog sklopa za dojavu požara pokazano je kako se ovakav alat može koristiti za ostvarenje odgojno-obrazovnih ishoda u nastavi tehničke kulture i motivaciju učenika za ovakvo učenje i nastavu. Ovakvi zadaci, prilagođeni osnovnoškolcima, potiču istraživački duh, omogućuju razumijevanje kompleksnih tehničkih procesa i uvode učenike u svijet modernih tehnologija na kognitivno primjeren i atraktivan način.

Zaključno, Tinkercad ne samo da može olakšati nastavni proces, već može približiti tehničku kulturu učenicima na način koji je prilagođen njihovim interesima i sposobnostima. Integracija ovakvih digitalnih alata u kurikulum predstavlja korak naprijed prema suvremenijem, interaktivnijem i učinkovitijem obrazovanju, pripremajući tako učenike za izazove tehnološki naprednog društva.

Literatura

- Afrić, V. (2014). Tehnologije e-obrazovanja i njihov društveni utjecaj. U: Lasić Lazić, J. (ur.), *Informacijska tehnologija u obrazovanju*, (str. 5-25). Zagreb: Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske i komunikacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta.
- Autodesk (2024). *Autodesk Tinkercad*. Dostupno na: <https://www.tinkercad.com/>
- Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., i sur. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nat. Biotechnol.* 32, 694–697. doi: <https://doi.org/10.1038/nbt.2955>
- Crick, T., Knight, C., Watermeyer, R., Goodall, J. (2021). The International Impact of COVID-19 and “Emergency Remote Teaching” on Computer Science Education Practitioners, *2021 IEEE Global Engineering Education, Conference (IEEE)*, str. 1048–1055. doi: <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453846>
- De Jong, T., Linn, M. C., Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Eryilmaz, S., Deniz, G. (2021). Effect of Tinkercad on students’ computational thinking skills and perceptions: A case of Ankara Province. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(1), 25–38.
- Falstad (2024). *Falstad*. Dostupno na: <https://www.falstad.com/circuit/>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. *Rev. Educ. Res.* 82, 300–329. doi: <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Golubev L. P., Tkach M. M., Makatora, D. A. (2023). Using tinkercad to support online the laboratory work on the design of microprocessor systems at

- technical university. *ILIT*, 93(1), 80-95. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.4817>
- Halsey, S. (2007). Embracing emergent technologies and envisioning new ways of using them for literacy learning in the primary classroom. *English Teaching: Practice and Critique*, 6(2), 88-107
- Hartley, J. (2007). Teaching, learning and new technology: A review for teachers. *British Journal of Educational Technology*, 38(1), 42-62. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00634.x>
- Hogle, J. G. (1996). Considering games as cognitive tools: In search of effective "Edutainment." Department of Instructional Technology: University of Georgia. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 425 737)
- Honey, M. A., Hilton, M. L. (eds). (2011). *Learning science through computer games and simulations, in Board on Science Education and Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Huffaker, D. (2005). The educated blogger: Using weblogs to promote literacy in the classroom. *AACE Journal*, 13(2), 91-98. doi: <https://doi.org/doi:10.5210/fm.v9i6.1156>
- Kearney, M., Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64-79. doi: <https://doi.org/10.14742/ajet.1773>
- Lai, C. i Zhao, Y. (2006). Noticing in text-based online chat. *Language Learning and Technology*, 10(3), 102-120.
- Lim, C.P., Tay, L.Y. (2003). Information and communication technologies (ICT) in an elementary school: Engagement in higher order thinking'. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(4), 425-451.
- Makransky, G., Bonde, M. T., Wulff, J. S. G., Wandall, J., Hood, M., Creed, P. A., i sur. (2016). Simulation based virtual learning environment in medical genetics counseling: an example of bridging the gap between theory and practice in medical education. *BMC Med. Educ.* 16, 98. doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-016-0620-6>
- Meyer, H. (2002). *Didaktika razredne kvake*. Zagreb: Educa.
- Mistretta, S. (2022). Virtual robotics in hybrid teaching and learning, in *New Updates in E-Learning*. London, UK: IntechOpen. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.102038>
- MZO (2017). *Nacionalni kurikulum za osnovnoškolski odgoj i obrazovanje (Prijedlog nakon javne rasprave)*. Dostupno na: <https://mzom.gov.hr/>
- Neo, K. T. K., Neo, M. (2001). A constructivist learning experience: reconstructing a web site using web based multimedia authoring tools. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(3), 330-350. doi: <https://doi.org/10.14742/ajet.1799>
- NN 7/2019 (2019). *Odluka o donošenju kurikulumu za nastavni predmet Tehničke kulture za osnovne škole u Republici Hrvatskoj*. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_161.html
- Oliver, K., Hannafin, M.Y. (2000). Student Management of Web-based Hypermedia Resources during Open-Ended Problem Solving. *Journal of Educational Research*, 94(2). doi: <https://doi.org/10.1080/00220670009598746>
- Lim, C. P., Oakley, G. (2013). Information and Communication Technologies (ICT) in Primary Education. U: TAY, L.Y., LIM, C.P. (ur.) *Creating Holistic Technology-Enhanced Learning Experiences*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-086-6_1
- Pathak R., Sheth M. (2023). Stem education: an interdisciplinary and integrated approach of teaching. U Eknath Mundhe S. M. (ur.) *Interdisciplinary approaches and strategies for sustainable development*, str. 80-87. Maharashtra, (India): Joshi College.
- PhET Interactive Simulations (2024). *Interactive Simulations for Science and Math*. Dostupno na: <https://phet.colorado.edu/>
- Reding, V. (2004). *Preface Key Data on Information and Communication Technology in Schools in Europe*. Brussels: Eurydice.
- Rosić, V. (Ur.), *Nastavnik i suvremena obrazovna tehnologija*. Zbornik radova s međunarodnoga znanstvenoga kolokvija. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Odsjek za pedagogiju.
- Sapounidis, T., Alimisis, D. (2021). Educational robotics curricula: current trends and shortcomings. *Stud. Comp. Intellig.* 982, 127–138. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_12
- Shang, H. (2007). An exploratory study of e-mail application on FL writing performance. *Computer*

- Assisted Language Learning*, 20(1), 79-96. doi: <https://doi.org/10.1080/09588220601118479>
- Shen FY., Roccosalvo J., Zhang, J., Tian Y., Yi Y. (2023). Online technological STEM education project management. *Education and Information Technologies* (2023) 28,12715–12735 doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11521-7>
- Smetana, L. K, Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370. doi: <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Souza, I. M. L., Andrade, W. L., Sampaio, L. M. R., Araujo, A. L. S. O. (2018). A Systematic Review on the use of LEGO Robotics in Education. *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, str. 1–9. doi: <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658751>
- Stein, G., Jean, D., Brady, C., Lédeczi, Á. (2023) Browser-based simulation for novice-friendly classroom robotics. *Front. Comput. Sci.*, 4, 1031572, doi: <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.1031572>
- Thisgaard, M., Makransky, G. (2017). Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice. *Front. Psychol.*, 8, 805. doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00805>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C., Pavesi-Farriol, L., Sanchez Ortiz, A., Cardenas-Cobo, J., i Pereira, F. (2022). Exploiting Arduino Features to Develop Programming Competencies. *IEEE Access*, 10, 20602–20615. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3150101>
- Zovko, V., Didović, A. (2013). The Use of ICT in Primary Schools – Analysis of the Digital Divide in the Republic of Croatia. *Croatian Journal of Education*, 15(2), 331-364.

Application of Tinkercad web simulator in the teaching of technical culture

Abstract

Empowering teachers to use digital technologies in the classroom is now considered one of the most important strategies and challenges of the modern education system. Recognising its importance and application in technology education leads to a modern approach to teaching that abandons the exclusive use of traditional teaching methods and tools. This article addresses the importance and application of simulation tools in the classroom, focussing on the use of the Tinkercad simulator in the teaching of technical culture. Tinkercad is a free web application that supports, among other things, the creation and programming of various automatic electronic circuits and can be successfully integrated into the classroom as a tool for carrying out practical work in the field of electronics and automation. The introductory part of the article gives an overview of digital technologies that can be used in the classroom. It also describes the main features of digital simulation tools for teaching and their advantages over traditional tools. Finally, a brief overview of the web simulator Tinkercad is given, focussing on its application in teaching technical culture.

Keywords: *automatics; simulation tools; technical culture; technology education; Tinkercad.*