

Čuvanje baštine: nove tehnologije i knjižnica

Anita Pešut

Strojarska škola za industrijska i obrtnička zanimanja, Rijeka

anipesut@gmail.com

Sažetak

Svrha ovoga rada je prikazati provedbu izvannastavnog projekta na temu primjene umjetne inteligencije (UI) u očuvanju baštine i ulogu knjižnice u prihvatanju i primjeni novih tehnologija. Projektom se želio napraviti iskorak u ponudi školskih aktivnosti za učenike koji će im omogućiti povezivanje međupredmetnih nastavnih sadržaja, razvijanje kreativnosti i hobija te navika pohađanja kulturnih sadržaja u školi, ali i izvan nje. Za potrebe projekta su osmišljene ključne aktivnosti i različite metode rada (istraživanje, terenska nastava i stručni posjeti, stvaranje) kroz koje su učenici razvijali multifunkcionalnu pismenost (pretraživanje, vrednovanje informacija i stvaranje vlastitih digitalnih sadržaja), proširivanje znanja stečenih na satovima povijesti te primjenu vještina stečenih na satovima strukovnih predmeta u stvaranju izložaka za vlastiti izložbeni prostor u školi. Tijekom Dana otvorenih vrata škole otvorena je izložba ispisanih predmeta kao rezultata istraživanja i rada s UI u modeliranju i ispisu predmeta, a sve je popratila tiskana i digitalna brošura kao promotivni sažetak višemjesečnog rada. Nakon provedenog projekta uočeno je kako učenici bolje reagiraju na uvođenje novih i nepoznatih sadržaja kroz praktičnu primjenu ujedno stvarajući i osobni stav prema onome što i kako rade. Ostvareni projektni rezultati su bili od šireg značenja za školu jer su doprinijeli promociji škole što se djelomično pokazalo i povećanjem broja upisanih učenika prvih razreda u školsku godinu 2024./2025.

Ključne riječi: aditivne tehnologije, baština, knjižnica, projekti, umjetna inteligencija

1. Uvod

U ovom radu predstaviti će se mogućnosti korištenja umjetne inteligencije u provedbi izvannastavnih projektnih aktivnosti u području aditivnih tehnologija¹. Rad je nastao na temelju provedenog projekta *Baštinski (Ri)industrijalci* u školskoj godini 2023./2024. koji je najvećim dijelom bio financiran sredstvima Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih i manjim dijelom sredstvima Strojarske škole za industrijska i obrtnička zanimanja u Rijeci.

Izvannastavne aktivnosti u školi opisane su u školskom kurikulumu², a organizacijski su mnogo fleksibilnije od redovne nastave i počivaju na dobroj volji i zalaganju učenika uz vodstvo nastavnika (Zubčić, 2016). U srednjim strukovnim industrijskim i obrtničkim školama organizacija izvannastavne aktivnosti je veliki izazov koji je uvjetovan rasporedom redovne nastave i stručne prakse koja se dva dana u tjednu odvija izvan škole u tvrtkama i obrtima. Učenici često imaju prije ili nakon škole izvanškolske sportske aktivnosti koje im oduzimaju mnogo vremena zbog rasporeda treninga. Prosječni dnevni broj nastavnih sati učenika je šest ili sedam, a Strojarska škola dijeli školsku zgradu s dvije škole pa se zbog toga nastava odvija u smjenama jedan tjedan ujutro, a drugi tjedan popodne. Projektne aktivnosti su se odvijale u dogovoru s učenicima uzimajući u obzir raspored njihove redovne nastave. Uključivanje u izvannastavne projektne aktivnosti učenicima je omogućilo razvijanje osobnih potencijala, uključivanje u školski kulturni život, omogućavanje socijalne interakcije i boljeg međusobnog upoznavanja te na kraju uključivanje u donošenje odluka vezanih za sadržaje koji su im važni i zanimljivi (Valjan, 2016). Za odlazak na terensku nastavu i stručne posjete dogovarali su se zasebni termini, kao i za sudjelovanje u Festivalu znanosti. U danima kada su učenici imali slobodne satove zbog bolovanja predmetnog

1 Pojam aditivne tehnologije se odnosi na tehnologije izrade predmeta dodavanjem slojeva materijala po unaprijed određenim parametrima. Aditivne tehnologije su dio novih tehnologija proizvodnje koje su računalno, odnosno numerički upravljane.

2 Školski kurikulum je dokument koji je svaka škola obvezna izraditi za novu školsku godinu i donijeti ga do 7. listopada tekuće godine. Taj dokument je specifičan za svaku školu, a mora sadržavati sve odgojno-obrazovne aktivnosti koje se planiraju provesti u školskoj godini, obrazovne ishode, ciljeve, proveditelje aktivnosti i načine vrednovanja. U izradi sudjeluju nastavnici, a uključeni su i drugi dionici poput ustanova i organizacija s kojima škola ostvaruje suradnju u provedbi planiranih aktivnosti.

nastavnika odrađivali su se manji zadatci kako bi se završili unutar planiranih rokova. Šira tema rada je prikaz srednjoškolske knjižnice kao prostora istraživanja i primjene novih tehnologija u svrhu očuvanja baštine riječkog zapadnog industrijskog bazena.

Uža tema rada su konkretne projektne aktivnosti povezane s korištenjem umjetne inteligencije (dalje u tekstu UI) koje su dovele do stvaranja trajnih vrijednosti za odvijanje izvannastavnih aktivnosti i uloga knjižnice u odgojno-obrazovnoj svrsi školske ustanove. Prvi dio rada prikazuje ciljeve koji su definirani u prvom dijelu procesa razrade projektne ideje. Drugi dio rada govori o knjižnici kao logističkom i edukacijskom prostoru koji podupire svaku etapu provođenja projekta te o etičkim izazovima korištenja UI. Treći dio rada opisuje istraživačke aktivnosti koje je bilo potrebno provesti prije započinjanja kreativnog procesa. Četvrti dio daje uvid u praktičan rad s UI koji je omogućio stvaranje nematerijalnih i materijalnih projektnih rezultata popisanih i opisanih u završnom dijelu rada.

2. UI kroz izvannastavne aktivnosti

Strojarska škola za industrijska i obrtnička zanimanja nastala je zbog kadrovskih potreba tadašnjeg Poduzeća Aleksandar Ranković (kasnije Torpedo) i službeno je počela s radom školske godine 1947./1948. (Zubović, 2018). Od osnutka do danas je usko povezana s riječkom industrijom. Nalazi se na rubu zapadnog industrijskog područja, iznad kruga nekadašnje Tvornice Torpedo i Brodogradilišta 3. maj, a nedaleko od zapadnog dijela rafinerije INA što je također posebnost koja ju izdvaja među obrazovnim ustanovama. U školskoj zgradi su smještene radionice za praktičnu nastavu i vježbe te didaktički CNC kabinet³ (Computer Numerical Control) u kojem se izvode praktične izvannastavne aktivnosti Aditivne tehnologije.

U školskoj godini 2022./2023. je uočena potreba za edukacijom učenika o UI, njezinoj primjeni i ograničenjima. Potreba je proizašla iz sve češćeg korištenja ChatGPT-ja prilikom obavljanja obrazovnih zadataka. Uočeno je da učenici nisu provjeravali istinitost i točnost odgovora koje su dobivali po slanju zahtjeva za informacije UI te se brzo pokazalo da ih je potrebno naučiti koristiti se alatima UI. Zbog toga je stručna suradnica školska knjižničarka

3 To je prostorija u kojoj su smješteni računalno upravljani strojevi za obradu metala i drveta, 3D skeneri i 3D printeri. Prostorija je osmišljena i uređena tako da omogućava izvođenje praktičnih vježbi iz područja novih tehnologija. Namijenjena je radu s manjim grupama učenika.

uvela temu UI u program multifunkcionalne pismenosti u knjižnično-informacijsko obrazovanje. UI tema sadržava osnovna znanja o razvoju i vrstama UI, njenoj primjeni u svakodnevnom životu i obrazovnim situacijama te kreativnom izražavanju. Projektну ideju su osmislile nastavnica povijesti i stručna suradnica knjižničarka u rujnu 2023. godine i započele s pisanjem projektne prijave. Odmah je dogovorena i suradnja s nastavnicima koji su održavali nastavu predmeta u području tehničkog crtanja, tehničkih materijala, elemenata strojeva i osnova CNC-a. Nakon projektne ideje su određeni projektni ciljevi koji su isprepleli uporabu novih tehnologija s valorizacijom riječke i školske industrijske prošlosti:

- razviti svijest o važnosti očuvanja kulturnih dobara i baštine
- promocija aktivnosti u školi i strukovnih zanimanja
- potaknuti učenike na promišljanje i valorizaciju industrijske i kulturne baštine
- dokumentirati i očuvati u kolektivnoj svijesti školsku povijes
- pokrenuti postavljanje redovitih izložbi u školskim prostorima i na taj način obogatiti učenički kulturni život u školi
- proširiti kapacitete CNC didaktičkog kabineta
- razvijati poduzetničko promišljanje i znanja o osnovnim propisima u obrtništvu.

Zbog preglednosti i jednostavnosti praćenja ključne aktivnosti i različite metode rada su podijeljene na istraživanje, terensku nastavu i stručne posjete i stvaranje. Sva projektna dokumentacija je bila pohranjena u digitalnom obliku zbog jednostavnijeg i bržeg unosa promjena.

Provoditelji projektnih aktivnosti su bili nastavnica povijesti, dva diplomirana inženjera strojarstva koja su zaposlena kao nastavnici teorijskih predmeta iz područja općeg strojarstva i stručna suradnica školska knjižničarka. Školska knjižničarka provodi izvannastavne aktivnosti iz aditivnih tehnologija i multifunkcionalnu pismenost kroz knjižnično-informacijsko obrazovanje dio kojega je i primjena UI u stvaranju različitih slikovnih, tekstualnih i 3D sadržaja. Vanjski suradnik u dijelu aktivnosti je bio zaposlenik Riječke razvojne agencije Porin. Jezgru grupe učenika koja je pohađala izvannastavnu aktivnost Aditivne tehnologije činili su učenici tadašnjeg prvog razreda u zanimanju CNC operater. Grupi se povremeno pridruživao učenik drugog razreda, a učenici trećih razreda

su sudjelovali u aktivnostima multifunkcionalne pismenosti u dijelu učenja i rada s UI alatima.

Školski prostori u kojima su se odvijale projektne aktivnosti su CNC didaktički kabinet na prvom katu istočnog krila zgrade i školska knjižnica na drugom katu zapadnog krila školske zgrade.

3. Knjižnica u školskom projektu

Knjižnice su plodno tlo za prihvaćanje i primjenu novih tehnologija, naročito onih koje će korisnicima usluge učiniti zanimljivijima i dostupnijima. Paradigma pružanja usluga u knjižnicama posljednjih dvadeset godina je doživjela snažne promjene koje su nove tehnologije i zahvaljujući njima nove usluge pratile i omogućile (Galić, 2012). Školske knjižnice su knjižnice u sastavu, a njihovo djelovanje itekako može biti od velike važnosti za većinu aktivnosti koje škola provodi, naročito zbog percepcije školske knjižnice kao multimedijskog centra. Rad školske knjižnice u mnogočemu je definiran dugoročnim razvojnim planom škole i strateškim smjernicama, a kratkoročno godišnjim planom i programom te školskim kurikulumom (Zubčić, 2016). Resursi školskih knjižnica su vrlo ograničeni što značajno utječe na razinu usluge, odnosno mogućnosti razvoja usluga. Ulaganja u materijalne uvjete (prostor, oprema, fond i plaće zaposlenika) uglavnom ne prate potrebe suvremenog odgoja i obrazovanja te visoke standarde bogatijih zemalja koje se vrlo često uzimaju kao primjeri uspješnog školstva. Uključivanje školskih knjižnica u osmišljavanje i provođenje različitih projekata te njihovo financiranje iz projektnih sredstava, je dobar način na koji je donekle moguće nadomjestiti nedostatak resursa i stvoriti preduvjete za osmišljavanje budućih aktivnosti. To je također način da se učenicima boravak u knjižnici učini primamljivijim, a knjižnicu prostorom u kojem mogu provoditi slobodno vrijeme. Upravo zbog toga knjižnica Strojarske škole za industrijska i obrtnička zanimanja godinama prati i prijavljuje projekte na nacionalnoj i lokalnoj razini, a provodi ih u izvannastavnim aktivnostima. U školskoj godini 2023./2024. odlučili smo prijaviti projekt *Baštinski (Ri)industrijalci* koji će potaknuti suradnju između profesora strukovnih predmeta i profesora općih predmeta, a učenike motivirati za razvoj osobnih i profesionalnih kompetencija.

Školska knjižnica Strojarske škole je specifična jer dijeli prostor s knjižnicom Prometne škole i knjižnicom Drvodjeljske i strojarske škole. Osim toga s Prometnom školom dijeli knjižnični program Zaki i ima zajednički smještaj i posudbu knjižnične građe. Sva kulturna i javna djelovanja Strojarske škole najčešće se odvijaju u organizaciji knjižnice. Stručna suradnica školska knjižničarka uključena je i u školske projekte i inicijative kojima se unapređuje rad škole. Zbog toga je knjižnica u projektu *Baštinski (Ri)industrijalci* određena kao administrativni i edukacijski prostor u kojem se radilo na razradi projektne ideje i izradi projektne dokumentacije od čitanja projektnog poziva do izrade projektne prijave. Dogovarali su se termini posjeta Palači šećera i Riječkoj razvojnoj agenciji Porin, administrativno se pratilo aktivnosti, izrađivali su se promotivni materijali, održavala su se predavanja i radionice na temu UI, provodilo se istraživanje literature o industriji u Rijeci. Treba istaknuti i činjenicu da knjižnice Strojarske i Prometne škole čuvaju preko stotinu jedinica građe koji se odnose na riječku povijest, industrijsku povijest i monografije velikih riječkih tvrtki. Navedena knjižnična građa je poslužila kao izvor informacija o razvoju riječke industrije.

Aktivnosti u projektu su bile podijeljene na istraživanje, praktično korištenje i stvaranje. U prvom području smo istražili što je UI (razvoj, industrijske grane u kojima se UI dulje vrijeme koristi, profesionalno, hobijsko i umjetničko korištenje UI, UI u rješavanju nastavnih zahtjeva) (Kager, 2023). Zatim je definirano koji su besplatni UI alati dostupni učenicima i nastavnicima i koja su ograničenja tih alata (potrebna registracija i odabir korisničkog profila, određeni dnevni broj uradaka, mogućnost trajne pohrane, kvaliteta i cjelovitost rezultata). U dijelu praktičnog korištenja i stvaranja učenici trećeg razreda su na satu u knjižnici radili u mobilnoj aplikaciji Remix u besplatnom profilu i imali su zadatak pomoću teksta, fotografija i UI izraditi fotografije grada Rijeke u budućnosti. Osnovne naredbe su sadržavale sve specifičnosti grada Rijeke (lučki grad, industrija, neboderi, dizalice, brodovi, manjak zelenih površina, Rječina, itd.). Svaki učenik je imao dnevno ograničenje od 16 fotografija – rezultata rada UI od kojih smo odabrali one najbolje, međusobno ih prokomentirali i ocijenili. Već tijekom rada su uočene pogreške u shvaćanju pojedinih naredbi, odnosno UI u besplatnoj verziji ponekad na neočekivan način protumači upute.

3.1. Zakonski i etički izazovi povezani s UI

Zakonske i etičke nedoumice povezane za korištenje UI u ovom projektu odnose se na potencijalnu zlorabu tehnologije umjetne inteligencije u stvaranju sadržaja, zlorabu autorskih prava, čuvanja podataka i utjecaja na druga područja ljudskoga života. Budući da se sustavi UI razvijaju sve brže, nemoguće je istodobno pratiti promjene i negativne posljedice, ali je moguće razvijati općeprihvaćena pravila postupanja s poučavanjem i testiranjem algoritama (Kager, 2023). Zakonodavni okvir na razini EU je postavljen kroz Akt o umjetnoj inteligenciji koji je prvi takav na svijetu. Aktom se želi omogućiti sigurno korištenje UI i tehnološki razvitak temeljen na inovacijama. Osim razvijanja UI u području gospodarstva, u uredbi se naglašava i zaštita ljudskog zdravlja. Akt je stupio na snagu 1. kolovoza 2024., a u trenutku provođenja projektnih aktivnosti pratili smo povremeno novosti na stranicama EU i Narodnih novina.

Istražili smo na koji način postupati prema radovima stvorenim pomoću UI u trenutku dok ne postoje obvezne zakonske smjernice i pronašli smo kako bi se na takve radove mogle primijeniti licence zajedničkog kreativnog dobra (Creative Commons) koje su međunarodno valjane. Ove licence su u skladu sa stvaralačkom etikom koja se temelji na dobroj volji, suradnji i dijeljenju kao i sa dobrom praksom razmjene iskustava osoba koje se tehnologijom bave iz entuzijazma i altruizma. Aktualni paket licenci je iz 2013. godine verzija 4.0. Ukupno je šest različitih licenci unutar kojih se nalaze uvjeti komercijalnog dijeljenja.⁴ Učenici su usvojili stav da modele nastale uz pomoć UI treba označiti kao potpuni ili djelomični rad UI i podijeliti ih uz CC licence. U odabiru licence je potrebno imati na umu kompleksnost izrade modela, korištenje besplatnih alata koji su omogućili stvaranje modela i edukacijsku svrhu provođenja aktivnosti.

3.2. Povijest Ulice Milutina Barača i Strojarske škole za industrijska i obrtnička zanimanja

Industrija u Rijeci razvijala se zahvaljujući dobroj prometnoj povezanosti, izlazu na more, obilju nepresušnih izvora vode, strancima koji su dolazili poslovati i ulagati, te domaćim vizionarima poduzetničkog duha. Najraniji industrijski pogoni smještali su se u

4 Zajedničko kreativno dobro. Dostupno na <https://creativecommons.org/>

tadašnju gradsku periferiju. Kako je grad rastao tako je industrija srasla s njime, a proizvodni pogoni, upravne zgrade i popratna infrastruktura se uklapala u gradsku vizuru. Proizvodnja se razvijala na zapadnoj i istočnoj strani Rječine.

Na zapadnom gradskom dijelu u užem obalnom području rasle su tvrtke koje su bile hraniteljice brojnih riječkih obitelji, a nerijetko su članovi istih bili generacijama zaposlenici iste tvrtke. To područje je danas Ulica Milutina Barača, slavnog kemičara i direktora rafinerije, znana i pod svojim nekadašnjim imenom: Industrijska ulica. Velid Đekić je u svojoj knjizi tu ulicu identificirao kao žilu kucavicu radništva. Početak te pomalo tmurne ulice obilježene najviše teškom industrijom nalazi se na Mlaci i krasi ga simbolično svjetionik koji je davnih dana prenesen s Mololonga⁵. Bivši Hotel Emigranti iz kojega su ljudi emigrirali u svijet se smjestio odmah do svjetionika, s obje strane ulice je INA sa svojim tankovima i dimnjacima, u nastavku remiza kao podsjetnik na nekada važan željeznički promet u dopremi i otpremi sirovina i roba, Torpedo i 3. maj kao živući spomenik hrvatskoj brodogradnji. Da se o estetici pomno razmišljalo dokaz su predivna pročelja i vile nekadašnje Industrijske ulice koji unatoč zapuštenosti govore o vremenu suživota. Osim toga, to je ulica potoka, luke, molova i vrtova. U svemu tome pomalo neobično, ali i prirodno, smjestila se Strojarska škola za industrijska i obrtnička zanimanja.

Učenici su s knjižničarkom pregledali literaturu u školskoj knjižnici i odabrali one naslove koji su odgovarali potrebama projekta. Informacijsko vrelo je bila knjiga Velida Đekića *Zvali su me industrijska*. Autor je u toj knjizi detaljno opisao razvoj riječke industrije na zapadnoj periferiji grada kroz opise ključnih poduzeća koja su utjecala na razvoj riječke i državne privrede (Đekić, 2023). Odabrane su tvrtke koje su činile industrijsku kralježnicu gospodarstva i ključna mjesta ulice. Važno je napomenuti da Baračevu ulicu čini još zaista mnogo manjih ili većih tvrtki i obrta koji su tamo djelovali ili djeluju u sadašnjosti, ali zbog vremenske zadanosti provedbe projekta bilo je nužno ograničiti izbor.

Po istraživanju literature organizirana je terenska nastava koja je započela šetnjom od škole zatim Baračevom ulicom do Palače šećera. Pri tome su učenici mobitelima fotografirali sva mjesta koja smo pronašli u literaturi i neka koja su izgrađena u novije vrijeme. Određena

5 Baštinski (Ri)industrijalci – povijest riječkog industrijskog zapada kroz aditivnu tehnologiju – Industrijska ulica. Dostupno na: https://drive.google.com/file/d/168KWlwfRwc_yptaBF1jPAPt7KTzuxGGH/view

su kao ključna mjesta u ulici: svjetionik, Hotel Emigranti, bivši Metalografički kombinat, INA, remiza, vila Whitehead u Torpedovom krugu, školska zgrada i 3. maj (Đekić, 2023). Fotografiranje je rezultiralo s preko dvjesto fotografija od kojih su najbolje kasnije poslužile kao predložak za izradu 3D litografija. Unutar planiranih aktivnosti terenske nastave i stručnog posjeta bilo je zamišljeno kako ćemo obići izložbu Riječki torpedo – prvi na svijetu i Palaču šećera. Budući da je došlo do građevinskih radova zbog izgradnje autobusnog kolodvora, izložbu, koja je bila smještena u jednom od željezničkih skladišta namijenjenih za rušenje, nije bilo moguće posjetiti. Zbog toga je organiziran posjet uz stručno vodstvo Palače šećera koja ima vrijednu izložbu o razvoju grada Rijeke, riječkoj povijesti, kulturi i industriji. Važan dio izložbe je postav o Robertu Whiteheadu, Ivanu Luppisu i torpedu. Prilikom posjeta izložbi je nabavljena i knjigu o nastanku torpeda. Po povratku u školu nastavljeno je istraživanje školske povijesti o kojoj ne postoji mnogo podataka u literaturi. Najviše informacija je pronađeno u Ljetopisu Prometne škole u kojem je stručna suradnica školska knjižničarka – savjetnica Madlen Zubović pisala o nastanku školske zgrade, osnivanju Vojno-industrijske škole Aleksandar Ranković 1947. godine, pokretanju obrazovnih programa i mijenjanju ustroja (Zubović, 2018). Autorica je poduzela velike napore kako bi pokušala skupiti što više podataka iz vrlo oskudnih izvora. Zanimljiv je detalj da je gotova cijela tehnička dokumentacija zgrade izgubljena.

Budući da je Strojarska škola za industrijska i obrtnička zanimanja pravni sljednik poduzeća Torpedo, odnosno Tehničkog školskog centra, prilikom zatvaranja tvornice bivša školska knjižničarka – savjetnica gospođa Ivana Vladilo je bila pozvana kako bi odabrala knjižnu građu za školsku knjižnicu. Tada je ponijela i inventarne knjige knjižnice poduzeća Torpedo iz kojih je jasno da se sustavno ulagalo u knjižnični fond i građu iz područja strojarstva namijenjenu stručnjacima. U knjižnom fondu Strojarske škole krije se zanimljiva kronologija koja kroz knjižnične pečate prati promjene ustrojstava i naziva škole što je detaljno popisano i fotografijama prikazano u brošuri⁶ koja je nastala kao projektni rezultat. Tijekom pretraživanja literature u knjižnici i pregledavanja knjižničnih pečata, zaključeno je da škola ostvaruje uvjete za stvaranje povijesne knjižnične zbirke, a jednako važno bi bilo

6 Baštinski (Ri)industrijalci – povijest riječkog industrijskog zapada kroz aditivnu tehnologiju – Industrijska ulica. Brošura je objavljena u digitalnom i tisaknom izdanju u ograničenoj količini. Dostupno i na: https://drive.google.com/file/d/168KWlwfRwc_yptaBF1jPAPt7KTzuxGGH/view

istražiti povijest nastanka školske knjižnice jer su posebno sačuvane najstarije inventarne knjige knjižnice Strojarske škole, kao i rukom pisani katalozi. Naime, otvoreno je pitanje početka djelovanja školske knjižnice iako je poznato u kojoj prostoriji je školska knjižnica bila smještena prije preseljenja na drugi kat zapadnog školskog krila i tko je u to vrijeme bila školska knjižničarka čiji rukopisi su sačuvani.

4. Primjena UI u izvannastavnim aktivnostima: Odabir alata

CNC didaktički kabinet postojao je u školi dugi niz godina za potrebe izvođenja vježbi na didaktičkoj CNC tokarilici i CNC glodalici. Tijekom 2019. godine počeli su se stvarati temelji za sustavno opremanje kabineta. U njemu se učenicima omogućuje učenje i rad na novim tehnologijama koji se nastavljaju i nadopunjuju znanjima i vještinama stečenim na redovitoj nastavi u području CAD-CAM-CNC (Computer-Aided Design - Computer-Aided Manufacturing - Computer Numerical Control). U 2020. godini škola je nabavila nove printere i pokrenula izvannastavnu aktivnost 3D printanje, a kabinet se pretvorio u malu radionicu. Od tada do danas se osmišljavaju i prijavljuju projekti kojima je cilj nastaviti opremati CNC kabinet suvremenom opremom te na razini škole promovirati učenje temeljeno na radu i poduzetnički duh. To je sada radionički prostor opremljen s tri CNC glodalice, CNC tokarilicom, dva resin pisača, četiri FDM pisača, jednim UV uređajem i dva 3D skenera. U prostoru se nalaze i materijali za 3D ispis, ručni alati za održavanje strojeva i obradu ispisanih predmeta te računala i šest radnih mjesta za učenike.

U sklopu izvannastavne aktivnosti Aditivne tehnologije učenici uče o osnovama 3D modeliranja, 3D skeniranja i 3D ispis u plastici te lijevanje epoxy smole za izradu predmeta i kalupa. Od 2023. godine koristi se sve više UI prilikom modeliranja predmeta iako treba naglasiti da je UI prisutna u aditivnim tehnologijama odavno u upravljačkom programu (Škaler, Pobi i Lešković, 2019) i u samom procesu ispisa. Sadržaji izvannastavne aktivnosti su ugrađeni u praktični dio projektnih aktivnosti. Učenici su najprije upoznati s načinima pristupa UI alatima i platformama, a zatim su počeli savladavati korištenje alata kroz rad na fotografijama odabranih znamenitih osoba. Za modeliranje je korištena platforma Tinkercad⁷ koja omogućava besplatno korištenje alata te za modeliranje i skulpturiranje

⁷ Platformi se pristupa na <https://www.tinkercad.com/> uz obaveznu registraciju i odabir profila. Osim samostalnog rada, omogućuje otvaranje virtualnih razreda i paralelno praćenje napredovanja učenika u izradi modela.

softver Blender koji sadrži iznimno veliki broj alata i mogućnosti za izradu različitih digitalnih sadržaja. U samom radu na 3D modelima u kojima je primarni alat bila UI korištene su dvije platforme: CSM.AI⁸ i 3D Meshy⁹ koji imaju mogućnost besplatnog korištenja osnovnih alata sa solidnim rezultatima. Ove alati su korišteni za izradu bista: Milutina Barača, Ivana Luppisa, Roberta Whiteheada i Giovannija Ciotte koji je uz Ljudevita Adamića vjerojatno najuspješniji riječki gradonačelnik po pitanjima komunalnog i gospodarskog razvoja grada u dugoj riječkoj povijesti. Vježbe izrade modela dobivenih od fotografija loga različitih brendova provedene su na platformi Online image converter¹⁰ na kojoj je od .jpeg, .jpg i .png sadržaja izrađen .svg sadržaj pogodan za laserski rezač i tako dobiveni sadržaj doraden je u 3D model. Ista platforma je upotrijebljena za pretvorbu QR koda s pristupom školskim mrežnim stranicama u 3D model.

Korištenjem UI u dobivanju 3D modela iz 2D fotografije sudionici projekta su naučili da fotografije moraju biti dobre kvalitete i sa što manje boja i detalja, da je za bolje rezultate potrebno nekoliko puta ponoviti rekonstrukciju dobivenog 3D modela te da je u post-obradi 3D modela moguće ispraviti određene nedostatke i pojednostaviti strukturu samoga modela kako bi se dobio kvalitetan ispis. Uz pomoć Blendera učenici su rekonstruirali 3D model iz 2D nacrt originalnog izgleda svjetionika prije preseljenja s Mololonga. U istom alatu je modelirana lansirna rampa torpeda na temelju fotografija, nacrt i modela rampe izloženog u Palači šećera.

Do nacrt svjetionika došlo se sasvim neočekivano za vrijeme pretraživanja informacija dostupnih u mrežnim izvorima. Na platformi Grabcad korisnik Froggondark je postavio CAD datoteku *Fiume old lighthouse* (Froggondark, 2015) u kojoj se nalazi nacrt, stare fotografije i 3D modeli dijelova svjetionika. Budući da je nakana bila uz 2D fotografije izraditi i 3D fotografije, UI je korištena pri izradi 3D litografija uz pomoć platformi 3Dp.rocks litho i Itslitho. 3Dp.rocks litho¹¹ je jednostavna platforma koja omogućuje stjecanje osnovnih

8 Platformi se pristupa na <https://3d.csm.ai> uz obaveznu registraciju i odabir profila. Ova platforma je među pionirima razvoja programa otvorenog koda UI u modeliranju.

9 Platformi se pristupa na meshy.com uz obaveznu registraciju i odabir profila. Platforma se neprestano razvija i ima respektabilnu zajednicu korisnika uz omogućavanje osnovnih edukacija o korištenju UI u modeliranju.

10 Platformi se pristupa na <https://image.online-convert.com/> bez obaveze registracije i ostavljanja podataka. Riječ je o starijem alatu koji omogućava veliki broj mogućnosti promjena ekstenzije.

11 Platformi se pristupa na <https://3dp.rocks/lithophane/> bez obaveze registracije i ostavljanja podataka. Ova platforma je već zastarjela, ali može jako dobro poslužiti za stjecanje osnovnih vještina u stvaranju litografija.

vještina u izradi 3D litografija, a Itslitho¹² omogućava izradu kompleksnijih i kvalitetnijih litografija. Učenici su savladali rad u obje platforme, a istovremeno su naučili ponešto o osnovama fotografije: o kontrastu, pozitivu i negativu, dubini i svjetlu. Nužno je istaknuti i to da radovi nastali na besplatnim UI platformama ostaju na njima bez posebne pohrane, a često pružatelj usluge može i uvjetovati dostupnost modela drugim korisnicima platforme.

Suradnju s Riječkom razvojnom agencijom Porin škola njeguje godinama i ta hvalevrijedna suradnja učenicima i nastavnicima omogućava uvid u industrijsko korištenje aditivnih tehnologija i mnoga nova rješenja u proizvodnji. Njihov voditelj laboratorija gospodin Danijel Đuranović je bio angažiran u provođenju osnovne edukacije učenika o industrijskom 3D skeniranju. Osim toga je demonstrirao ispis u metalu i pijesku. Tijekom dva stručna posjeta Porinu učenici su se upoznali s pripremom predmeta i provođenjem skeniranja na industrijskom 3D skeneru, kao i post-obradom skeniranog modela u profesionalnom CAD-CAM softveru za obradu te je demonstriran ispis modela biste Roberta Whiteheada nastale uz pomoć UI na industrijskom 3D pisaču u pijesku. U drugoj stručnoj posjeti promatrana je priprema, industrijsko skeniranje i obrada originalne statue Brodograditelja koja se dodjeljivala djelatnicima 3. maja za uspješnu neprekinutu 25. obljetnicu rada u tvrtki. Model je ispisan umanjen za 20 posto u odnosu na originalnu veličinu statue zbog ograničenja u dimenzijama pisača. Na vježbama skeniranja u CNC didaktičkom kabinetu korištena su dva Shiningova 3D skenera i Einscan program koji ima mogućnost post-obrade. Na školskim skenerima su skenirane šahovske figurice kao vježba za pripremu predmeta, post-obradu i pripremu modela za njegovu manipulaciju u upravljačkom programu.

Po dobivanju 3D modela u .stl i .obj¹³ obliku učenici su započeli rad u upravljačkim programima za pripremu modela za ispis na 3D pisaču. Prvi program na kojem su radili pripremu je Cura, zatim Bambu Lab i Orca slicer kao izvrsni univerzalni upravljački program. Pojednostavljeno rečeno, upravljački programi "režu" 3D model u .stl ili .obj

12 Platformi se pristupa na <https://itslitho.com/> uz obaveznu registraciju za rad. Platforma omogućava naprednije stvaranje litografija uz manje modelarske mogućnosti izrade postolja i nosača rasvjetnog tijela.

13 .stl (Stereolithography) i .obj (Wavefront Object) su najpoznatiji i najpopularniji formati za digitalne 3D uratke, odnosno 3D geometriju. .stl sadrži mrežu trokutova i općeniti je standard za osnovno 3D printanje. .obj format je napredniji format jer sadrži i podatke o boji, teksturi i materijalu 3D uratka. Nijedan od tih formata nije čitljiv na 3D printeru dok se ne pretvori u, najčešće, Gcode zapis.

format i pretvaraju ga u skup naredbi pod nazivom Gcode. Pisači čitaju skup naredbi i postupaju prema tim naredbama: koraci po osima x, y i z, temperatura, ispušni materijal, hlađenje i ostali parametri nužni za stvaranje predmeta. Bilo je potrebno savladati osnovne postavke za ispisivanje na Creality i Bambu Lab pisačima u različitim vrstama plastomera, odnosno termoplastika. Učenici su se upoznali s terminologijom, naredbama i radili su na određivanju osnovnih parametara poput odabira profila, visine sloja, debljine stijenke ili stjenke predmeta, vrste i količine ispune, podešavanja temperature grijanja platforme i temperature taljenja materijala, brzine i potpora. Tijekom ispisa je svaki ispisani komad evidentiran snimkama i fotografijama kamere koja se nalazi u komori pisača. Za upoznavanje tehnologije je značajna bila i daljinska mogućnost upravljanja pisačem pomoću mobilne aplikacije te povezivanja računala i pisača koja je omogućavala cjelodnevni nadzor rada pisača. Predmete je nakon ispisa trebalo obraditi: ukloniti ostatke potpora za ispis, pobrusiti u nekoliko navrata nakon špricanja kitom u spreju, po potrebi zalijepiti dijelove predmeta koji je podijeljen zbog dimenzija i staviti završni sloj boje.

Ovo je u projektu bila jedina aktivnost koja se oslanjala isključivo na motoričke vještine i korištenje ručnih alata.

5. Projektni rezultati

Projektni rezultati nastali tijekom provođenja aktivnosti su podijeljeni u sedam cjelina. Korištenje UI kao dominantnog alata je zastupljeno u gotovo svim cjelinama, a naročito tijekom cijelog procesa stvaranja modela. Prvu cjelinu čine programi i platforme za stvaranje različitih digitalnih sadržaja od 3D modela do digitalne brošure. Korišteni su upravljački programi za pripremu 3D modela za određeni pisač. Tijekom modeliranja je nastalo preko šezdeset .stl i .obj formata modela koji su pohranjeni na školskom Gdisku i dostupni su na školskim mrežnim stranicama. Tijekom ispisivanja je zabilježeno više od tristo fotografija i na desetke snimki ispisa odabranih modela za izložbu i promotivne aktivnosti. Dio snimki je objavljen na školskom You Tube kanalu. Za školsku knjižnicu su iz projekta nabavljena četiri nova naslova knjižne građe na temu digitalnih vještina, ispisani su nosači, držači, natpisi za police i poznate scene iz najpoznatijih književnih djela kao knjižnična dekoracija. U CNC didaktičkom kabinetu je uređen prostor za odlaganje alata, nabavljeni su novi materijali za

ispis i novi писаč. Pripremljena je dokumentacija za pokretanje školske zadruge, stvoreni su uvjeti za uspostavljanje zavičajne i povijesne zbirke u knjižnici. Otvorena je izložba pod nazivom *Riječka industrijska povijest kroz aditivne tehnologije* koja je bila predstavljena tijekom Dana otvorenih vrata 5. lipnja 2024. godine. Na školskim mrežnim stranicama je otvorena podstranica o projektu na kojoj su sve informacije dostupne javnosti.

Učenici koji sudjeluju u izvannastavnoj projektnoj aktivnosti Aditivne tehnologije su predstavili mogućnosti korištenja UI u modeliranju tijekom Festivala znanosti 2024. u riječkoj gradskoj vijećnici i pri tome su dobili ovacije zbog prikaza konkretne primjene UI u stvaranju novih vrijednosti. Stručna suradnica školska knjižničarka je predstavila začetak projekta tijekom Županijskog stručnog vijeća knjižničara Primorsko-goranske županije 8. veljače 2024. Na izornoj skupštini Knjižničarskog društva Rijeka održanoj 20. lipnja 2024. projekt je predstavljen u kontekstu predavanja o korištenju tehnologija u knjižnicama. U svrhu predstavljanja projektnih aktivnosti i informiranja o izvannastavnim aktivnostima koje se provode u školi napravljena je brošura pod nazivom *Baštinski (Ri)industrijalci – Povijest riječkog industrijskog zapada kroz aditivnu tehnologiju – Industrijska ulica*. Brošura je tiskana u 70 primjeraka i objavljena je u digitalnoj verziji na školskim mrežnim stranicama. Izvannastavna projektna aktivnost se provodila od rujna 2023. godine do lipnja 2024. godine. Osim materijalnih doprinosa, projekt je omogućio podizanje kvalitete provođenja izvannastavne aktivnosti kroz različite pristupe odabranoj temi.

Zaključak

Provedbom projektne izvannastavne aktivnosti *Baštinski (Ri)industrijalci* uspješno je integrirana UI i aditivne tehnologije u povijesnu temu. Kroz istraživanje literature, terensku nastavu, stručne posjete i kreativni rad u CNC didaktičkom kabinetu i školskoj knjižnici, učenici su razvili multifunkcionalnu pismenost, kreativnost i svijest o kulturnoj baštini, povezujući povijest s modernim tehnologijama.

Školska knjižnica bila je centar za istraživanje, edukaciju i administraciju, potvrđujući svoju ulogu u prihvaćanju novih tehnologija unatoč ograničenim resursima. Projekt je otvorio mogućnosti za daljnji razvoj povijesne knjižnične zbirke, osnivanje školske zadruge i redovite izložbe, potičući suradnju između strukovnih i općih predmeta. Primjena UI alata,

uz etičke i zakonske smjernice, naglašava potrebu kontinuiranog usavršavanja djelatnika i učenika za odgovorno korištenje tehnologija u obrazovanju. Ovaj pristup doprinosi očuvanju baštine i priprema učenike za buduće privatne i profesionalne interese.

Literatura

- Akt o umjetnoj inteligenciji. (2024.). Uredba (EU) 2024/1689 o utvrđivanju usklađenih pravila o umjetnoj inteligenciji (ISSN 1977-0677). [citirano: 2024-13-12]. Dostupno na: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- Đekić, V. (2023). *Zvali su me Industrijska: biografski hod riječkom Baračevom ulicom dug tri stoljeća*. Rijeka: KUD Baklje : Udruga Pro Torpedo.
- 5 reasons why ABS plastic needs to go away. [citirano 2024-09-12]. Dostupno na: <https://all3dp.com/2/is-abs-plastic-safe-toxic/>
- Froggondark. (2015). *Rijeka – Fiume old lighthouse*. [citirano 2024-15-12]. Dostupno na: <https://grabcad.com/library/rijeka-fiume-old-lighthouse-1>
- Galić, S. (2012). Suvremeno školsko knjižničarstvo. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja* 28, 58: 207-217. [citirano: 2024-10-12]. Dostupno i na: <https://hrcak.srce.hr/file/140279>
- Kager, D. (2023). *Umjetna inteligencija: razvoj i primjena*. Zagreb: Školska knjiga.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih (2023). Odluka o financiranju projekata u sklopu izvannastavnih aktivnosti osnovnih i srednjih škola te učeničkih domova u školskoj godini 2023./2024. [citirano 2024-10-12]. Dostupno na: <https://mzom.gov.hr/vijesti/odluka-o-financiranju-projekata-u-sklopu-izvannastavnih-aktivnosti-osnovnih-i-srednjih-skola-te-ucenickih-domova-u-skolskoj-godini-2023-2024/5922>
- Škaler, K., Pobi, D. i Lešković, R. (2019). *Naučimo osnove 3D ispisa: priručnik za uzrast 10 – 20 godina*. Zagreb: Alfa.
- Zajedničko kreativno dobro. [citirano 2024-10-12]. Dostupno na: <https://creativecommons.org/>
- Valjan Vukić, V. (2016). Izvannastavne i izvanškolske aktivnosti učenika - višestruke perspektive. *Školski vjesnik* 65, 1: 33-57. [citirano 2024-10-12]. Dostupno i na: <https://hrcak.srce.hr/177319>
- Zubčić, M. (2016). Izvannastavne aktivnosti u kurikulumu škole. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja* 62, 3: 173-182. [citirano 2024-10-12]. Dostupno i na: <https://hrcak.srce.hr/176927>
- Zubović, M. (ur.) (2018.). *Ljetopis Prometne škole: 1968. – 2018.: 50 godina Prometne škole u Rijeci*. Rijeka: Prometna škola.