

# Revolucioniranje obrazovanja: komparativna analiza društvenih igara proširene stvarnosti na različitim obrazovnim razinama

---

Cerjak, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:765811>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Diplomski rad br. 116-MMD-2023**

**Revolucioniranje obrazovanja: komparativna analiza  
društvenih igara proširene stvarnosti na različitim  
obrazovnim razinama  
Sveučilište Sjever, 0035212055**

Varaždin, listopad 2023. godine





**Sveučilište  
Sjever**

**Multimedija**

**Diplomski rad br. 116-MMD-2023**

**Revolucioniranje obrazovanja: komparativna analiza  
društvenih igara proširene stvarnosti na različitim  
obrazovnim razinama**

**Karlo Cerjak**

Sveučilište Sjever

**Mentor**

Dr. sc. Andrija Bernik

Varaždin, listopad 2023. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Multimedija		
PRISTUPNIK	Karlo Cerjak	MATIČNI BROJ	0035212055
DATUM		KOLEGIJ	Virtualna i proširena stvarnost
NASLOV RADA	Revolucioniranje obrazovanja: komparativna analiza društvenih igara proširene stvarnosti na različitim obrazovnim razinama		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Revolutionizing education: A comparative analysis of Augmented Reality board games in various educational levels		
MENTOR	doc.dr.sc. Andrija Bemik	ZVANJE	Decent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik 2. izv.prof.dr.sc. Emil Dumić - član 3. doc.dr.sc. Andrija Bemik - mentor 4. doc.art.dr.sc. Robert Geček - zamjenski član 5.		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	116-MMD-2023	
OPIS	<p>Ovaj diplomski rad istražuje potencijal proširene stvarnosti (AR) povezane s društvenim igrama da transformira tradicionalno obrazovanje. Analizom deset studija slučaja koje obuhvaćaju predškolsko, osnovno, srednjoškolsko i post-diplomsko obrazovanje, istražuje se utjecaj AR društvenih igara na iskustva učenja studenata. Znanstvena pitanja koja se adresiraju uključuju utjecaj AR društvenih igara na motivaciju studenata, kognitivni razvoj, suradničko učenje, izazove implementacije, utjecaj dizajna, stavove nastavnika i studenata, integraciju u kurikulum te šire implikacije. Rezultati istraživanja ukazuju na to da AR društvene igre imaju pozitivan učinak na obrazovanje, potičući veću uključenost studenata, motivaciju, kritičko razmišljanje i suradničke vještine rješavanja problema. Međutim, istraživanje također identificira izazove poput tehničkih ograničenja, obuke nastavnika i usklađivanja s kurikulumom. Studija pruža vrijedne uvide u uspješnu integraciju AR društvenih igara u obrazovanje i potiče promjene u tradicionalnom obrazovnom sustavu kako bi se potaknula interaktivna i transformacijska iskustva učenja.</p>	
ZADATAK URUČEN	POTPIS MENTORA	

## Sažetak

Ovaj diplomski rad istražuje potencijal proširene stvarnosti (AR) povezane s društvenim igrama da transformira tradicionalno obrazovanje. Analizom deset studija slučaja koje obuhvaćaju predškolsko, osnovno, srednjoškolsko i diplomsko obrazovanje, istražuje se utjecaj AR društvenih igara na iskustva učenja studenata. Znanstvena pitanja koja se adresiraju uključuju utjecaj AR društvenih igara na motivaciju studenata, kognitivni razvoj, suradničko učenje, izazove implementacije, utjecaj dizajna, stavove nastavnika i studenata, integraciju u kurikulum te šire implikacije. Studije su se detaljno obradile, definirajući ciljeve svake, kao i okolnosti u kojima su odrađivane. Prezentirale su se izvedbe AR tehnologije, na koji način je tehnologija integrirana u edukativnu nastavu, te kako se učenici odnose prema njoj. Definirali su se dobiveni rezultati i moguće nadogradnje na specifičnu tehnologiju. Daljnjom analizom sažeci su se zaključci studija, te su prezentirani rezultati. Rezultati istraživanja ukazuju na to da AR društvene igre imaju pozitivan učinak na obrazovanje, potičući veću uključenost studenata, motivaciju, kritičko razmišljanje i suradničke vještine rješavanja problema. Međutim, istraživanje također identificira izazove poput tehničkih ograničenja, obuke nastavnika i usklađivanja s kurikulumom. Studija pruža vrijedne uvide u uspješnu integraciju AR društvenih igara u obrazovanje i potiče promjene u tradicionalnom obrazovnom sustavu kako bi se potaknula interaktivna i transformacijska iskustva učenja. Predlažu se buduća istraživanja sa većim brojem sudionika, kao i dugoročnim praćenjem zadržavanja znanja radi dobivanja dosljednih zaključaka o efektivnosti AR društvenih igara u okviru obrazovanja.

**Ključne riječi:** proširena stvarnost, društvene igre / aktivnosti, edukacija, cjeloživotno obrazovanje, poboljšanje obrazovnih ishoda

## **Abstract**

This master's thesis explores the potential of augmented reality (AR) connected to social games to transform traditional education. Through the analysis of ten case studies covering preschool, elementary, middle, and graduate education, it investigates the impact of AR social games on students' learning experiences. Scientific questions addressed include the influence of AR social games on student motivation, cognitive development, collaborative learning, implementation challenges, design impact, teacher and student attitudes, curriculum integration, and broader implications. The studies were thoroughly examined, defining the goals of each, as well as the circumstances in which they were conducted. The performances of AR technology were presented, how the technology was integrated into educational instruction, and how students responded to it. The obtained results and possible technology-specific upgrades were defined. Through further analysis, the study's conclusions were summarized, and the results were presented. Research results indicate that AR social games have a positive impact on education, encouraging greater student engagement, motivation, critical thinking, and collaborative problem-solving skills. However, the research also identifies challenges such as technical limitations, teacher training, and alignment with the curriculum. The study provides valuable insights into the successful integration of AR social games into education and encourages changes in the traditional education system to promote interactive and transformative learning experiences. Future research is recommended with a larger number of participants, as well as long-term knowledge retention tracking to obtain consistent conclusions about the effectiveness of AR social games within the education framework.

**Keywords:** augmented reality, social games/activities, education, lifelong learning, improvement of educational outcomes.

## Popis korištenih kratica

<b>AR</b>	Proširena stvarnost
<b>GMB</b>	Učenje bazirano na igri
<b>HMD</b>	Head-mount display
<b>HUD</b>	Heads-up display
<b>IMMS</b>	Anketa o motivaciji prema nastavnim sredstvima
<b>PBL</b>	Problem-based learning
<b>PBL</b>	Project-based learning
<b>QR</b>	Quick response
<b>TAM</b>	Model prihvaćanja tehnologije
<b>VR</b>	Virtualna stvarnost



## Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Pozadina i važnost	1
1.2.	Cilj istraživanja	6
1.3.	Obuhvat i ograničenja	7
2.	Pregled literature	8
2.1.	Proširena stvarnost u obrazovanju	8
2.2.	Gamifikacija obrazovanja	9
2.3.	Teorijski okvir	11
3.	Metodologija	13
3.1.	Kriterij odabira studija	13
3.2.	Obrazovni ishodi:	14
3.3.	Metode prikupljanja podataka.	15
4.	Analiza studija slučaja	16
4.1.	Studija 1: Kombinacija AR i QR za osnove glazbe	16
4.1.1.	Pregled	16
4.1.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	17
4.1.3.	Rezultati studije:	18
4.2.	Studija 2: AR društvena igra za poboljšanje kompjuterskih vještina	22
4.2.1.	Pregled	22
4.2.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	22
4.2.3.	Rezultati studije:	23
4.3.	Studija 3: Sustav kolaborativnog učenja CARDS	27
4.3.1.	Pregled	27
4.3.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	28
4.3.3.	Rezultati studije:	28
4.4.	Studija 4: Usporedba e-Knjiga i AR-a u potpori projektnog učenja	32
4.4.1.	Pregled	32

4.4.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	32
4.4.3.	Rezultati studije	33
4.5.	Studija 5: Korištenje AR-a u nastavi tjelesnog odgoja	37
4.5.1.	Pregled	37
4.5.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	37
4.5.3.	Rezultati studije	38
4.6.	Studija 6: Poboljšavanje akademskog uspjeha i motivacije AR-om	41
4.6.1.	Pregled	41
4.6.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	42
4.6.3.	Rezultati studije	42
4.7.	Studija 7: AR edukativna društvena igra o zdravlju	46
4.7.1.	Pregled	46
4.7.2.	Sakupljanje podatka i evaluacija	46
4.7.3.	Rezultati studije	47
4.8.	Studija 8: Učenje konstrukcije engleskih rečenica AR-om	50
4.8.1.	Pregled	50
4.8.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	50
4.8.3.	Rezultati studije	51
4.9.	Studija 9: AR društvena igra o učenju razvoja u tehnologiji	54
4.9.1.	Pregled	54
4.9.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	54
4.9.3.	Rezultati studije	55
4.10.	Studija 10:	60
4.10.1.	Pregled	60
4.10.2.	Sakupljanje podataka i evaluacija	60
4.10.3.	Rezultati studije:	61
5.	Komparativna analiza i rasprava	65
5.1.	Analiza studija slučaja	65
5.2.	Zajedničke teme i trendovi	67
5.3.	Strategije gamifikacije i obrazovni ishodi	67

5.3.1.	Problem-based learning	67
5.3.2.	Project-based learning	68
5.3.3.	Game-based learning	69
5.4.	Izazovi i ograničenja	70
6.	Implikacije i preporuke	70
6.1.	Obrazovne implikacije	70
6.2.	Praktične preporuke za edukatore	72
6.3.	Smjerovi budućih istraživanja	73
7.	Zaključak	74
7.1.	Sažetak ključnih rezultata	74
7.2.	Doprinosi polju	74
7.3.	Zaključna rasprava	75
8.	Literatura	76

# 1. Uvod

## 1.1. Pozadina i važnost

Proširena Stvarnost (Augmented Reality – AR) jest vrsta interaktivnog iskustva koje kombinira digitalne multimedijalne sadržaje sa stvarnim svijetom. Mediji koji se ukomponiraju na ovaj način raznovrsni su, obuhvaćajući gotovo sva čovjekova osjetila: vizualni, slušni, taktilni, somatski, kao i mirisni. [1] Glavna prednost ove tehnologije je što ne stvara potpuno novi virtualni svijet i time odmiče korisnika od stvarnog, već ga nadopunjuje, pritom približavajući teško shvatljive i često apstraktne pojmove. Samim time, AR tehnologija uključuje tri ključne značajke: kombinaciju stvarnog svijeta sa digitalnim sadržajem, interakciju sa sadržajem u stvarnom vremenu, te točno prepoznavanje stvarnih i virtualnih objekata. [2] Kombiniranje stvarnog i virtualnog svijeta uključuje superponiranje (postavljanje) virtualnih objekata na stvarne, te njihov međusobni odnos; interakcijom se smatra svaki podražaj koji rezultira trenutnom povratnom informacijom korisniku; a prepoznavanje stvarnih i virtualnih objekata podrazumijeva njihove relativne pozicije. Prvi primjeri funkcionalnih AR sustava javljaju se u ranim 90-im, počevši 1992. godine sa sustavom „Virtual fixture“, u USAF (U.S. Air Force) Armstrong Labs-u od strane Louisa Rosenberg-a. [3] Ovaj sustav sastojao se od para robotskih ruku kojom se korisnik upravljao na daljinu pomoću egzoskeletona na gornjem dijelu tijela korisnika. Također sustav je posjedovao i optičko sučelje koje je prezentiralo perspektivu robota, tj. bio je postavljen tako da korisnik ima percepciju da se nalazi na mjestu robota. Korisnikovi pokreti bi se registrirali i translaterali na robotski par ruku, čime je postignuto prostorno imerzivno iskustvo u kojem korisnik pomiče ruke robota poput svojih. Na optičkom sučelju bili su integrirane razne vizualne vodilje koje bi pomagale korisniku pri rukovanju sustavom. Testiranjem sustava na ljudskim subjektima po Fitts-ovom zakonu [4], koji previđa da je vrijeme potrebno za brzo kretanje do ciljanog područja funkcija omjera između udaljenosti do cilja i veličine cilja, prvi puta je pokazano kako se ljudska izvedba kompleksnijih zadataka može pojednostaviti i elegantnije izvesti pružanjem imerzivnog sloja proširene stvarnosti korisniku.



*Slika 1.1 Virtual Fixture - Prvi AR sustav*

Prve komercijalne primjere Proširene Stvarnosti provedena su u industrijama zabave i video igara, nakon čega tehnologija se širi i u grane obrazovanja, komunikacije, medicine itd. Proširena stvarnost uključuje integraciju virtualnih elemenata u stvarna okruženja, obogaćujući ukupno osjetilno iskustvo. Napredne AR tehnologije, poput računalnog vida, integracije AR kamera u aplikacije pametnih telefona i prepoznavanja objekata, doprinose stvaranju interaktivnih i digitalno manipuliranih informacija unutar korisnikova okruženja. [5] Pomoću preklapanja digitalnih informacija na fizički svijet, AR stvara most između virtualnog i stvarnog. Uključivanje proširene stvarnosti često podrazumijeva dodavanje umjetnih elemenata postojećoj stvarnosti, čime je se dodatno obogaćuje. Primjerice, korisnici mogu vidjeti dodatne informacije koje se u realnom vremenu osjećaju ili mjere, poput elektromagnetskih radio valova, preklapane točno tamo gdje postoje u prostoru. Ovo spajanje stvarnih i virtualnih elemenata karakterizira iskustva proširene stvarnosti. Tehnike proširene stvarnosti obično se izvode u stvarnom vremenu i unutar semantičkih konteksta, besprijekorno se integrirajući s elementima prisutnim u okruženju. Ova tehnologija također se koristi za pružanje uronjenih percepcijskih podataka, koji se mogu nadopuniti dodatnim informacijama. Na primjer, video prijenos sportskog događaja uživo, rezultati ili statistike mogu se prikazati preko videa, pružajući kombinaciju značajki proširene stvarnosti i tehnologije prikaza na pogled (heads-up display). [6]

U virtualnoj stvarnosti (VR), korisnikova percepcija stvarnosti potpuno se temelji na virtualnim informacijama. U proširenoj stvarnosti (AR), korisniku se pružaju dodatne računalno generirane informacije unutar prikupljenih podataka iz stvarnog svijeta koje

poboljšavaju njihovu percepciju stvarnosti. [7] Tako primjerice, u arhitekturi, VR se može koristiti za stvaranje simulacije prolaska kroz unutrašnjost nove zgrade; dok se AR može koristiti za prikazivanje struktura i sustava zgrada nadopunjenih na stvarni prikaz. Nadalje, AR aplikacije poput Augmenta omogućuju korisnicima da primijene digitalne objekte u stvarne okoline, omogućavajući tvrtkama da koriste uređaje proširene stvarnosti kao način da svoje proizvode pregledaju u stvarnom svijetu. [8] Slično tome, AR se može koristiti i za prikazivanje kako proizvodi mogu izgledati u okruženju za kupce, kao što to rade tvrtke poput Mountain Equipment Co-op ili Lowe's koje koriste proširenu stvarnost kako bi omogućile kupcima da pregledaju kako bi njihovi proizvodi mogli izgledati kod kuće kroz upotrebu 3D modela. Proširena stvarnost (AR) razlikuje se od virtualne stvarnosti (VR) u smislu da je u AR dijelu okruženja "stvarno" i AR samo dodaje slojeve virtualnih objekata stvarnom okruženju. S druge strane, u VR je okruženje potpuno virtualno i računalno generirano. WallaMe je aplikacija igre proširene stvarnosti koja korisnicima omogućuje skrivanje poruka u stvarnom okruženju, koristeći tehnologiju geolokacije kako bi omogućila korisnicima da poruke sakriju gdje god žele u svijetu. [9] Takve aplikacije imaju mnogo uporaba u svijetu, uključujući aktivizam i umjetnički izraz.

Hardverske komponente za proširenu stvarnost (AR) obuhvaćaju procesor, zaslon, senzore i ulazne uređaje. Suvremeni mobilni uređaji poput pametnih telefona i tableta integriraju ove elemente, često uključujući kamere i senzore mikroelektromehaničkih sustava (MEMS) kao što su akcelerometri, GPS i kompasi. Ove funkcionalnosti čine takve uređaje prikladnim platformama za AR aplikacije. [10] Što se tiče zaslona, razne tehnologije koriste se u prikazu AR-a, uključujući optičke projekcijske sustave, monitore, prijenosne uređaje i nosive sustave za prikaz. Uređaj za nošenje na glavi (HMD) nosi se na čelu, projicirajući stvarni svijet i virtualne objekte preko vidnog polja korisnika. Moderni HMD-ovi koriste senzore za praćenje šest stupnjeva slobode, usklađujući virtualne informacije s fizičkim svijetom na temelju pokreta korisnikove glave. HMD-ovi pružaju mobilna i suradnička iskustva za korisnike virtualne stvarnosti (VR), a neki pružatelji uključuju kontrolu pokretima za potpuno uranjanje. Uređaji slični naočalama mogu prikazivati AR prikaze. Mogu presretati stvarni svjetlosni pogled i prikazivati prošireni sadržaj putem okulara ili projicirati AR slike na površine leće naočala. Naslovnice prikaza (HUD) su prozirni prikazi koji prikazuju podatke bez potrebe da korisnici skreću pogled. Iako povezane s AR-om, HUD-ovi su prvobitno razvijeni za pilote 1950-ih, projicirajući jednostavne podatke o letu u njihov vidokrug, omogućujući im da "pogledaju prema naprijed" i ne gledaju instrumente. Optičke leže sa tehnologijom AR-a u blizini oka služe kao prijenosni HUD-ovi, prikazujući podatke i slike dok korisnici gledaju

stvarni svijet. Projekcijsko mapiranje proširuje fizičke objekte i prizore pomoću digitalnih projektor, omogućujući suradničko sudjelovanje između korisnika i poboljšavajući interakcije s objektima stvarnog svijeta. Moderne mobilne AR sustave potpomažu tehnologije praćenja pokreta poput kamera, optičkih senzora, GPS-a, akcelerometara i žiroskopa. Mreža je ključna za mobilne AR aplikacije, posebno za one na nosivim uređajima, koje zahtijevaju prebacivanje obrade podataka na udaljene strojeve. Ulazni uređaji variraju od sustava prepoznavanja govora i pokreta do specijaliziranih kontrolera kao što su Wave tvrtke Seebright Inc. i Nimble tvrtke Intugine Technologies. Računala analiziraju osjetilne podatke kako bi generirala i pozicionirala prošireni sadržaj. S napretkom tehnologije, računala igraju ključnu ulogu u oblikovanju iskustava proširene stvarnosti. Projektori također mogu prikazivati AR sadržaj, projicirajući virtualne objekte na površine poput zidova ili staklenih panela za interaktivne akcije.

AR sustavi se ocjenjuju prema sposobnosti integracije s stvarnim svijetom. Softver mora točno određivati stvarne koordinate neovisno o kameri. To se naziva registracija slika i koristi različite metode računalnog vida. "Augogrami" su računalno generirane slike za AR, a praksa njihova stvaranja zove se "augografija". Ove metode obično imaju dvije faze. Prvo se otkrivaju točke interesa, fiducijalni markeri ili optički tok u slikama kamere. Zatim se rekonstruira stvarni koordinatni sustav iz podataka dobivenih u prvoj fazi. Metode uključuju matematičke tehnike kao što su geometrija, algebriziranje i statistika. U AR-u se razlikuju dva načina praćenja: sa i bez markera. Markup jezik proširene stvarnosti (ARML) standardizira opis položaja i izgleda virtualnih objekata. Za brzi razvoj AR aplikacija koriste se alati kao što su Lens Studio i Spark AR te SDK-ovi od Applea i Googlea.



*Slika 1.2 Pokemon-Go – primjer uspešne AR aplikacije*

Implementacija proširene stvarnosti (AR) u potrošačke proizvode uključuje razmatranje dizajna aplikacija i ograničenja tehnološke platforme. Dizajn igra ključnu ulogu u imerziji i interakciji korisnika, uz određene smjernice. Dizajn bi trebao uzeti u obzir korisničke scenarije poput javnih, osobnih, intimnih i privatnih postavki. Sigurnost, korisnički putovi i reakcije sučelja moraju biti procijenjeni i optimizirani. Nadalje, dizajn interakcije usredotočuje se na angažman i iskustvo korisnika. Cilj je organizirati informacije, poboljšati upotrebljivost i osigurati intuitivne kontrole sustava. Često pristupane površine na dodirnim zaslonima optimiziraju se, a karte putovanja korisnika pomažu smanjiti kognitivno opterećenje. Vizualni dizajn poboljšava angažman i interakciju korisnika. Vizualne oznake informiraju korisnike o interaktivnim elementima korisničkog sučelja. U 3D AR aplikacijama, vizualne oznake pomažu korisnicima u istraživanju okoline. 3D volumetrijski objekti i animirane medijske slike trebaju biti integrirane bez poteškoća, koristeći tehnike poput težine, dubinske mape, svojstava materijala i svjetlosnih efekata za realizam. Glavni objekti u razvoju AR-a su 3D volumetrijski objekti i animirane medijske slike. Dizajneri moraju osigurati da se ovi objekti besprijekorno integriraju u stvarno okruženje, uzimajući u obzir osvjetljenje, sjene i dubinsku percepciju za prirodno iskustvo.

Proširena i mješovita stvarnost termini su koji se često koriste sinonimno, djelomično iz razloga što se pojedini sustav ponekad može svrstati u obje kategorije. Mješovita stvarnost označava sustav koji integrira stvarno fizičko okruženje sa računalno generiranim, što omogućuje okruženjima da koegzistiraju tako što digitalni sloj predstavlja fizičke predmete u novim teksturama i oblicima. Ponekad se u ovaj sustav integrira i osjet dodira, što daljnje osnažuje imerziju korisnika. [11] AR se koristi u obrazovanju kako bi se poboljšali kurikulumi. Tekst, grafike i multimedija mogu se dodati u stvarno okruženje studenta. Obrazovni materijali poput udžbenika mogu sadržavati oznake koje pokreću AR informacije. Google Glass se spominje kao zamjena za fizičku učionicu. [12] AR pomaže istraživanju stvarnog svijeta,



*Slika 1.3 Reveal edukativni AR sustav*



uključujući virtualne elemente. Studenti sudjeluju interaktivno, koristeći računalne simulacije za istraživanje povijesnih događaja. AR aplikacije za kemiju mogu vizualizirati molekule. Aplikacije poput HP Reveal stvaraju AR alate za učenje. [13] Studenti anatomije istražuju trodimenzionalne ljudske sustave.

## 1.2. Cilj istraživanja

Ova studija istražiti će primjene proširene stvarnosti u sustavu edukacije, od predškolske djece, pa sve do više naobrazbe. Time će se dobiti uvid u trenutno stanje ove tehnologije u školstvu, što može služiti kao odskočna daska specijalizantima i edukatorima u kreiranju što kvalitetnijeg proizvoda. Istraživanje ima za cilj prezentirati različite načine implementacije tehnologije proširene stvarnosti u edukaciji, postoji li napredak u odnosu na tradicionalne programe učenja, te ako postoji koliki je. Također, istraživanjem se žele otkriti i mogući nedostaci i opasnosti koji vrebaju tijekom procesa izrade aplikacije, te koji su zaključci izvedeni iz prezentiranih radova. Svakim većim napretkom tehnologije prirodno je javlja pitanje kako danu tehnologiju integrirati u obrazovni sustav sa ciljem kontinuiranog unaprjeđivanja kako kurikulumu tako i samog načina izvedbe nastave. Samim time, masivni napredak digitalne tehnologije zadnjih desetljeća zahtjeva objektivni pregled trenutnog stanja edukacije, kao i kurikulumu, kako bi se budućim generacijama osigurala relevantnost u današnjem globalnom tržištu. Nadalje, tehnologija služi i edukatorima u smanjivanju količine posla, omogućujući im automatiziranje monotonih akcija, te služi kao most između nastavnika i učenika.

Proširena stvarnost ima specifičnu mogućnost da stvarni svijet upotpuni novim vizualnim, auditivnim i taktilnim osobnostima, približavajući kompleksne i apstraktne teme široj javnosti. Napretkom tehnologije, odgojno – obrazovni stručnjaci traže inovativne pristupe koji će unaprijediti iskustvo podučavanja i učenja. Društvene igre su jednostavan način da se povisi stupanj interakcije učenika sa nastavnim sadržajem. Istraživanje potencijalnih koristi AR tehnologije u kombinaciji s fizičkim medijima poput društvenih igara pruža uvide u učinkovitost ovih alata za zadržavanje znanja i angažman. AR i društvene igre imaju potencijal da učenje učine interaktivnijim, „uronjenijim“ i zabavnijim za učenike. Uspoređivanjem njihove učinkovitosti, istraživanje ima za cilj identificirati koji pristup, ili njihova kombinacija, može bolje uključiti i poboljšati njihovu motivaciju za učenje. Zadržavanje naučenog znanja ključan je aspekt učinkovitog obrazovanja. Istraživanjem utjecaja potrebe AR i društvenih igara na zadržavanje znanja, istraživanje ima za cilj doprinijeti razvoju nastavnih strategija koje

poboljšavaju dugoročne ishode učenja. Istraživanje pruža vrijedne uvide i temelji se na činjenicama dobivenim rezultatima, što može pomoći odgojno-obrazovnim stručnjacima i donositeljima odluka da donesu informirane odluke o integraciji AR i društvenih igara u obrazovni praksu. Ove informacije mogu pridonijeti razvoju nastavnih planova, dizajnu nastave i odabiru odgovarajućih obrazovnih alata. Provođenjem usporednog istraživanja, ono doprinosi postojećem tijeku znanja u području obrazovne tehnologije. Pruža empirijske dokaze i doprinosi širem razumijevanju kako se AR i društvene igre mogu koristiti radi poboljšanja zadržavanja znanja i angažmana u obrazovnim kontekstima.

### **1.3. Obuhvat i ograničenja**

Ova komparativna analiza prezentirati će deset istraživanja slučaja uporabe tehnologije proširene stvarnosti uparene sa elementima društvenih igara i aktivnosti. Ovih deset studija pokriva širok spektar stupnjeva obrazovanja, sa ciljem da se pobliže predoče individualni zahtjevi koje određeni stupanj obrazovanja predstavlja. Također, pregledane studije dolaze iz različitih kultura koje možda imaju drugačije kurikulume, s ciljem da se pregleda i stanje u drugim državama, koje potencijalno imaju modernije ili bolje prilagođene sustave obrazovanja.

Postoji nekoliko razloga zbog kojih se tehnologija proširene stvarnosti ne koristi široko u obrazovanju. Ponajprije tu su pitanja troškova i dostupnosti, jer AR tehnologija često zahtijeva specijalizirani hardver i softver, što može biti skupo za implementaciju. Također, škole i učenici možda nemaju pristup potrebnim uređajima, poput pametnih telefona ili tableta s AR mogućnostima. Drugi bitan razlog je nedostatak svijesti i obuke u ovoj tehnologiji, radi čega mnogi odgajatelji nisu upoznati s AR tehnologijom ili kako je učinkovito integrirati u svoje metode poučavanja. Uz to, sam razvoj edukativnog sadržaja može biti izazovno i vremenski zahtjevno iskustvo, kako treba biti oprezan da se poštuje kurikulum. Učinkovita integracija AR-a u kurikulum zahtijeva pažljivo razmatranje pedagoških ciljeva i usklađenost s obrazovnim ciljevima. Nije uvijek jasno kako AR može poboljšati ishode učenja. Kvaliteta i relevantnost AR sadržaja mogu značajno varirati, radi čega odgojitelji trebaju pristup visokokvalitetnim AR resursima usklađenim s nastavnim planom. Kako je AR tehnologija i dalje u kontinuiranom razvoju, tako se potencijalno stvaraju tehnička ograničenja ili poteškoće u kompatibilnosti koje ometaju njenu široku primjenu. Na ovo se nadovezuju potencijalne zabrinutosti vezane uz privatnost podataka i sigurnost, posebno kada su djeca uključena. Uz sve to, postoji i određena stigma oko (prvenstveno) video igara, obrazovne institucije i učitelji mogu se opirati promjenama i biti neprijateljski raspoloženi prema novim tehnologijama,

posebno ako ih doživljavaju kao disruptivne. Iako postoji rastući interes za AR u obrazovanju, još uvijek postoje ograničena empirijska istraživanja koja dokazuju njenu učinkovitost u poboljšanju ishoda učenja.

## **2. Pregled literature**

### **2.1. Proširena stvarnost u obrazovanju**

Proširena stvarnost nudi brojne mogućnosti integracije u obrazovanje, omogućuje učenicima interakciju sa virtualnim objektima i okruženjima, dovodeći apstraktne koncepte u život. Tako primjerice studenti mogu istražiti 3D modele znanstvenih struktura, povijesnih lokaliteta ili pak geografskih lokacija, tako pospješujući uključenost studenta u nastavu. AR simulacije omogućuju studentima da provode eksperimente i vježbaju vještine u sigurnim i kontroliranim uvjetima. Moguće je simulirati kemijske reakcije, odrađivati disekcije ili prakticirati medicinske zahvate, pospješujući njihovo razumijevanje i praktične vještine. AR pomaže vizualizirati kompleksne informacije i veliku količinu podataka na razumljiv način. Studenti mogu postavljati grafikone, dijagrame ili razne mape na stvarne objekte, omogućujući im analiziranje i interpretaciju podataka u stvarnom vremenu, čineći predmete poput matematike ili statistike pristupačnijima. AR aplikacije učenicima stranih jezika pružaju priliku vježbanja vokabulara, izgovora i komunikacijskih vještina u simuliranim kontekstu stvarnog svijeta. Učenici mogu komunicirati sa virtualnim likovima ili objektima kako bi poboljšali poznavanje jezika i kulturno razumijevanje. Također mogu surađivati na rješavanju problema, provođenju eksperimenata ili stvaranju projekata u zajedničkog okruženju, promičući timski rad i komunikacijske vještine.

AR se može koristiti kako bi podržao učenje putem otkrića pružajući informacije o stvarnim mjestima i otvarajući vrata za istraživanje i otkrivanje. [14] Na primjer, povijesna mjesta mogu pružiti preklapanje mapa i različite točke povijesnih informacija za svoje posjetitelje. AR također može obogatiti istraživačko, interaktivno i neovisno učenje na život superponiranjem 3D slike preko specifičnih oblika markera. Također, AR se može koristiti za pregledavanje i interakciju sa 3D modelima poznatih umjetničkih djela u okviru virtualnih posjeta muzeju, ili pak za terenske izlete na mjesta do kojih je teško ili nemoguće doći osobno. Predmeti su STEM području mogli bi uvelike poboljšati prikazivanje inače teških i apstraktnih tematika, kakva se često pojavljuju u područjima matematike, fizike i kemije. Ovakav pristup omogućava

istraživanje kemijskih reakcija i drugih znanstvenih fenomena na siguran i interaktivan način. Nadalje, AR aplikacije imaju velik potencijal u inženjerskim i arhitektonskim područjima, jer zbog svoje kompaktnosti i mogućnosti kreiranja virtualnih objekata u stvarnom okruženju pružaju kvalitetan pregled vizije kreatora. Postoji mnogo drugih primjera AR aplikacija koje su razvijene za upotrebu u obrazovanju, a polje se brzo razvija kako se razvijaju nove tehnologije i pristupi.

## **2.2. Gamifikacija obrazovanja**

Nekolicina članaka provelo je istraživanje o efikasnosti korištenja AR tehnologije u obrazovanju. Neki od primjera uključuju gamifikaciju opće znanstvene nastave na sveučilištu, upotrebu gamifikacije u tečaju industrijske/organizacijske psihologije, uključivanje gamifikacije u projektne pristupe obrazovanju iz softverskog inženjeringa i analizu principa prilagodljive gamifikacije za online tečajeve. [15] Prema članku, gamifikacija može biti motivirajuća strategija učenja za studente jer predstavlja različite elemente igara koji su izazovni i zabavni za njih. Balansirani dizajn različitih elemenata gamifikacije smatra se onim što omogućuje povećanje angažiranosti i motivacije studenata. Osim toga, analizirane studije pokazuju prilično ohrabrujuće rezultate u poboljšanju akademskih rezultata putem obrazovne gamifikacije, što se objašnjava većom motivacijom prema predmetu, povećanim protokom u učionici ili promjenom metoda poučavanja. Članak ne spominje značajne nedostatke korištenja gamifikacije u obrazovanju. Međutim, napominje da kada se koristi samo jedan ili dva gamificirana elementa, poput bodova ili odličja, učinci na motivaciju studenata su manji ili čak negativni. Stoga se procjenjuje da raznoliko gamificirano okruženje motivira više i može zadovoljiti potrebe studenata prema njihovim igračkim profilima. Također ističe potrebu za daljnjim istraživanjem kako bi se istražilo kako učinkovitije koristiti obrazovnu gamifikaciju na različitim razinama formalnog obrazovanja, istražujući različite mehanike i dinamike ovisno o vrsti studenata i njihovim obuknim potrebama.

Drugo pak istraživanje pruža sveobuhvatnu analizu različitih aspekata istraživanja gamifikacije u obrazovanju, uključujući pokrivenost različitih baza podataka, geografsku distribuciju istraživanja, oblike publikacija, istraživane područje i teme, preferirane izdavačke prostore, najviše uključene znanstvene ustanove i istraživače, suradnju među istraživačima i utjecaj istraživanja. [16] Istraživači iz 100 zemalja i teritorija doprinijeli su istraživanjima o gamifikaciji u obrazovanju. Najveći udio istraživanja (gotovo 13% publikacija) dolazi iz Sjedinjenih Američkih Država, slijedi Španjolska (skoro 9%), Ujedinjeno Kraljevstvo i

Njemačka (oboje 5,4%), a zatim Brazil (4,2%), Portugal (3,3%) i Australija (3,1%). Zadnje tri zemlje koje su se kvalificirale za top 10 su Italija (2,8%), Kanada i Malezija (oboje 2,5%). Kombinirani doprinos top 10 zemalja čini 50,9% cjelokupnog analiziranog skupa podataka. Istraživanje je imalo za cilj odgovoriti na devet istraživačkih pitanja koja se odnose na gamifikaciju u obrazovanju. Rezultati istraživanja pokazali su da je gamifikacija u obrazovanju brzo rastuće područje istraživanja, sa stotinama novih relevantnih publikacija svake godine od 2013. godine. Istraživači iz 100 zemalja i teritorija doprinijeli su istraživanjima o gamifikaciji u obrazovanju, pri čemu najveći udio istraživanja dolazi iz Sjedinjenih Američkih Država, a slijede Španjolska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Njemačka. Najčešći izlazni mediji za istraživanje o gamifikaciji u obrazovanju bili su časopisi *Computers & Education*, *British Journal of Educational Technology* i *Journal of Computer Assisted Learning*. Najčešće istraživane oblasti i teme u publikacijama bile su učenje putem igara, motivacija i angažiranje. Najčešći oblici publikacija za istraživanje o gamifikaciji u obrazovanju bili su članci u časopisima i radovi s konferencija. Anketa je također identificirala najaktivnije znanstvene ustanove i istraživače u ovom području. Studija zaključuje da bi rezultati mogli inspirirati nova istraživanja u ovom području, potvrđujući kontinuirani interes za područje i otkrivajući podatke kao što su neočekivane poveznice ključnih riječi, što omogućuje postavljanje novih istraživačkih pitanja.

Studija o gamifikaciji u obrazovanju identificirala je tri dominantne teme: razvoj i uporaba elemenata igre u obrazovanju, primjena elemenata igre u obrazovanju i utjecaj elemenata igre u obrazovanju. [17] Istraživanja o utjecaju gamifikacije u obrazovanju identificirala su nekoliko tema, uključujući kognitivna vjerovanja i ponašanje, stavove, uspješnost, učenje, međuljudske odnose, motivaciju i angažman. Studije su pokazale da gamifikacija može poboljšati samouvjerenje i produktivnost učenika te povećati njihovu motivaciju i angažman u učenju. Budući smjerovi istraživanja gamifikacije u obrazovanju uključuju potrebu za složenijim modelom koji uključuje moderatorne i medijacijske varijable, poput motivacije i preferencija igara, za razliku od osobnosti učenika i okoline za učenje. Također je potrebno istražiti specifične elemente igre za upotrebu umjesto pretpostavljanja temeljnog koncepta. Nadalje, preporučuje se da obrazovne institucije koje planiraju usvojiti gamifikaciju trebaju razumjeti učenike i okruženje u učionici. Zaključak i smjerovi budućih istraživanja u članku sugeriraju da gamifikacija u obrazovanju ima brojne učinke na ishode učenika i njihovu angažiranost. Istraživanje preporučuje da obrazovne institucije koje planiraju usvojiti gamifikaciju trebaju razumjeti učenike i okolinu u učionici. Također se ističe potreba za istraživanjem specifičnih elemenata igre za upotrebu, umjesto pretpostavljanja temeljnog koncepta. Istraživanje također naglašava potrebu za složenijim modelom koji uključuje

moderirajuće i posredne varijable, poput motivacije i preferencija za igre, u suprotnosti s osobnošću učenika i okolinom učenja. Naposljetku, članak sugerira potrebu za dodatnim istraživanjem utjecaja gamifikacije na učenike.

### **2.3. Teorijski okvir**

Projektno usmjerenje učenje (PBL) obrazovni je pristup koji se temelji na tome da učenici sudjeluju u složenim i autentičnim projektima kako bi stekli znanje, vještine i razumijevanje. U PBL-u učenici aktivno istražuju stvarne izazove i probleme, često surađujući u grupama kako bi istražili, osmislili i stvorili rješenja. [18] Ovaj pristup mijenja fokus s tradicionalne nastave usmjerene na učitelja na učeničku istraživačku inicijativu i primjenu. Dobro izveden, ovaj način obrazovanja nudi stvarnu relevantnost jer je moguće kontinuirano unaprjeđivanje nastavnog programa, čime se osigurava da je preneseno znanje značajno i primjenjivo. Projektno usmjerenim učenjem potiče se postavljanje pitanja i uključenost učenika u nastavni sadržaj, jer postaju njen aktivan sudionik. Učenike se potiče na timski rad i suradnju, da međusobno razmjenjuju ideje kako bi skupa došli do rješenja problema. Također, učenici tada uče jedni druge, daljnje produbljujući njihovo poimanje tematike. Činjenica da se radi ovakvog načina predavanja učenici moraju više oslanjati jedni na druge, a manje na profesora, razvija autonomiju pojedinog učenika u odabiru projektnih tema, planiranju pristupa i donošenju odluka o svojem procesu učenja. Nadalje, poticanjem komunikacije među učenicima, razvijaju se njihove komunikacijske vještine, zahtijevajući od učenika da prezentiraju svoje nalaze, ideje i rješenja svojim kolegama, učiteljima ili čak vanjskoj publici. Tijekom procesa, učenici reflektiraju o svom napretku, izazovima i ishodima učenja, promičući samosvijest i rast. PBL često integrira različite predmete i vještine, pomažući učenicima da vide povezanost znanja. Stoga, projektno usmjerenje učenja potiče dublje razumijevanje, angažman, kritičko razmišljanje, vještine rješavanja problema i primjenu znanja u stvarnom svijetu. Potiče učenike da preuzmu odgovornost za svoje učenje i pripremi ih za složenosti suvremenog svijeta.

Što se tiče dizajna aplikacija za sustave proširene stvarnosti, postoji nekolicina važnih aspekata koji se trebaju uzeti u obzir prilikom razvoja AR aplikacija za obrazovne svrhe. Između ostaloga, to uključuje usklađivanje tematike AR sustava sa nastavnim sadržajem i ciljevima obrazovne aktivnosti, no također postoji potreba za razumljivim, aktivnim i motivirajućim temama, što uključuje i učenike sa posebnim potrebama (bilo fizičkim ili somatskim). Kako je svaka obrazovna ustanova kompleksan sustav koji integrira mnoge razine tehnologije, javlja se potreba za AR aplikacijom da bude pouzdana i robusna te da konzistentno

funkcionira na različitim uređajima i platformama, te nadalje da osigurava privatnost i osobne informacije korisnika aplikacije. Zbog ograničenog budžeta kojima škole raspolažu, AR aplikacija mora biti ekonomična i skalabilna, te ju bi se trebalo moći jednostavno implementirati i održavati od strane edukatora i administratora. Sami nastavnici i edukatori trebali bi na regularnoj bazi implementirati unaprjeđenja kako bi nastavni sadržaj ostao relevantan, a i kako bi se utvrdila učinkovitost i utjecaj na učenje učenika. Zaključno, dizajn AR aplikacija za obrazovne svrhe treba biti usmjeren prema korisnicima i uzeti u obzir potrebe, preferencije i sposobnosti učenika, kao i pedagoške principe i najbolje prakse obrazovnog područja.

Postoji i nekoliko etičkih i uz privatnost povezanih pitanja koja se odnose na upotrebu AR tehnologije u obrazovanju. To uključuje mogućnost da AR aplikacije prikupljaju i koriste osobne podatke i informacije o učenicima, kao što su njihova lokacija, ponašanje i preferencije, bez njihova znanja ili pristanka. [19] Također, postoji mogućnost da AR aplikacije održavaju pristranost i stereotipe ili da pojačavaju postojeće nejednakosti, posebno ako sadržaj i dizajn aplikacije nisu pažljivo razmotreni, ili pak da AR aplikacije stvaraju digitalnu podjelu ili pogoršavaju postojeće nejednakosti u pristupu tehnologiji i resursima, posebno ako aplikacija nije dostupna ili upotrebljiva za sve učenike. Neka istraživanja pak upozoravaju na opasnost da AR aplikacije ometaju ili smanjuju angažman učenika u procesu učenja, posebno ako je aplikacija dizajnirana prvenstveno u svrhu zabave ili igre, te naposljetku mogućnost da AR aplikacije stvaraju osjećaj isključenosti ili izolacije među učenicima, posebno ako se aplikacija koristi za zamjenu ili nadopunu izravnih interakcija s učiteljima i vršnjacima. Da bi se riješili ovi problemi, edukatori i dizajneri AR aplikacija trebaju biti transparentni o podacima i informacijama koje prikuplja i koristi aplikacija, te trebaju dobiti informirani pristanak od učenika i njihovih roditelja ili skrbnika. Također, trebaju osigurati da je sadržaj i dizajn aplikacije inkluzivan, raznolik i kulturno osjetljiv, te da podržava aktivno i suradničko učenje. Na kraju, trebaju biti svjesni potencijalnog utjecaja AR aplikacija na dobrobit i mentalno zdravlje učenika, te poduzeti korake kako bi ublažili eventualne negativne učinke.

U cilju prikupljanja podataka o tome što javnost misli o korištenju AR-a u obrazovanju provedena su istraživanja koja ukazuju kako postoji veliki potencijal za korištenje AR u obrazovanju, poput omogućavanja učenicima da istražuju povijesne lokacije ili znanstvene koncepte na sveobuhvatan i interaktivan način. Također navode da postoje neki izazovi povezani s korištenjem AR u obrazovanju, kao što je osiguravanje da tehnologija bude dostupna svim učenicima i da se učinkovito integrira u nastavni plan. Međutim, istraživanja sugeriraju da uz odgovarajuće alate i podršku, AR ima potencijal da transformira način na koji

učenici uče i angažiraju se s okolinom oko sebe. Ankete izvlače nekoliko zaključaka o trenutnom stanju tehnologije proširene stvarnosti (AR) i njezinom potencijalu za budući razvoj. Općenito, sugeriraju da AR ima potencijal da revolucionira način na koji komuniciramo s okolinom oko nas i da ima još mnogo toga za istraživanje i razvijanje u ovom uzbudljivom području. Neki od budućih smjerova istraživanja i razvoja u AR-u za obrazovanje bili bi primjerice razvoj korisnički pristupačnih alata i platformi za kreiranje AR sadržaja koji mogu biti korišteni od strane edukatora i učenika s različitim tehničkim sposobnostima. Također, provodi se i istraživanje novih i inovativnih načina integracije AR tehnologije u kurikulum i obrazovne aktivnosti, primjerice putem AR omogućenih udžbenika, provjera znanja i simulacija.

### **3. Metodologija**

Ovaj rad ima za cilj istražiti potencijalne uporabe AR tehnologije u kombinaciji sa društvenim igrama / aktivnostima kako bi se poboljšali konačni rezultati učenja unutar okvira edukativnog sustava. To će se provesti komparativnom analizom deset istraživačkih studija koje su u nekom obliku prezentirale navedenu tehnologiju. Svaku od studija detaljno će se opisati, predstaviti će se ciljevi studije, način na koji je AR društvena igra izvedena i kojoj domeni edukacije pripada. Ispitati će se učinak edukacije putem AR društvene igre na učenikov mentalni, emocionalni, intelektualni i socijalni razvoj. Naposljetku, zaključci pronađeni u studijama prezentirati će se, kao i pripadajuće prednosti / mane primijenjenog sustava. Ovi zaključci mogu biti vrijedan izvor povratnih informacija koje će biti kao temelj budućih istraživanja u ovom području edukacije.

#### **3.1. Kriterij odabira studija**

Prvenstveno, u obzir će se uzimati samo studije koju su u eksperimentalnom dijelu istraživanja koristile neki oblik AR tehnologije ukomponiran sa aspektima društvene igre ili aktivnosti. Proširena stvarnost pojam je koji obuhvaća besprijekorno usklađivanje digitalnog sadržaja sa stvarnim fizičkim predmetima kako bi kreirala interaktivno okruženje, tako potičući korisnika da bude aktivni dio sadržaja, a ne samo gledatelj. To podrazumijeva da sustav integrira neki oblik prezentiranja digitalnog sadržaja na interaktivni način kako bi učenici mogli kroz praksu lakše shvatiti željenu tematiku. Također, bitan kriterij pri odabiru studija bilo



jest da su u skladu sa relevantnim kurikulumom, te općenito da se drže standardnih praksa poučavanja. Istraživanja daju zaključke kako je učenje kroz igru ili sličnu aktivnost pogodno za dublji razvoj zainteresiranosti prema samom učenju. Aktivnosti koje omogućuju učeniku da bude aktivan dio sadržaja pospješuju zadržavanje naučenog znanja. Stoga, u kombinaciji sa tehnologijom proširene stvarnosti imaju mogućnost privući pažnju učenika, te mu pritom približiti apstraktne teme. U obzir su se uzela istraživanja koja su u nekoj formi provela eksperimentalnu analizu sustava u (kvazi) realnom edukativnom okruženju. Istraživanja su testirale svoje sustave na relevantnim subjektima kako bi se sakupili vjerodostojni podaci. Nadalje, kako bi se pojedino istraživanje uzelo u obzir za komparativnu analizu, bilo je potrebno da u proces istraživanja ukomponira određenu formu testiranja rezultata, kako bi naknadna usporedba bila moguća. Nakon što pojedina studija zadovolji gore navedene kriterije, iz nje će se uzimati sljedeći aspekti istraživanja u daljnji proces komparativne analize.

### **3.2. Obrazovni ishodi:**

Kako bi se procijenila efikasnost pojedinog AR edukativnog sustava, promatrat će se kroz niz kategorija. Promatrati će se koliko je sustav zadovoljio pojedine kriterije prilikom izvedbe. Ponajprije, uspoređivati će se akademska postignuća kao što su rezultati ispita ili ocjene, odrađeni prije i nakon korištenja AR poboljšanih društvenih igara. Time će se jasnije procijeniti koliko dobro studenti zadržavaju stečeno znanje i primjenjuju li ga, što pak indicira razinu razumijevanja i ovladavanje određenim predmetom ili konceptom. Nadalje, kroz promatranja prilikom same izvedbe aplikacije, mjeriti će se razina uključenosti i aktivnog sudjelovanja studenata tijekom aktivnosti s AR društvenim igrama. Također će se analizirati utječe li pozitivno uporaba AR društvene igre na motivaciju studenata za učenje i sudjelovanje u obrazovnim aktivnostima. Slično tome, prikupljati će se informacije o korisničkom iskustvu, točnije ocijeniti će se jednostavnost i pristupačnost korištenja tehnologije, s ciljem da je tehnologija pristupačna raznolikom skupu studenata. Procijenit će se u kojoj mjeri AR društvene igre potiču suradnju i interakciju između studenata, te će se analizirati koliko dobro studenti surađuju u grupama dok koriste ove sustave. Sadržaj i integracija kurikuluma će se promatrati, te će se ispitivati koliko učinkovito se AR društvene igre usklađuju s ciljevima i zadacima obrazovnog kurikuluma, kao i relevantnost sadržaja vezanog sa predmet koji se poučava. Način izvedbe tehnologije također je bitna kategorija prezentiranih studija. Analizirati će se odabrana hardverske i softverske komponente, njihova dostupnost i prikladnost. Anketiranjem će se prikupljati povratne informacije od studenata o njihovim iskustvima, preferencijama, zadovoljstvu, ali i mogućim poteškoćama i problemima na koje su naišli.

Nastavnici su nezamjenjiv dio učionice, te će se promatrati kako su sustavi dizajnirani prema nastavniku. Procijeniti će se u kojoj mjeri su nastavnici obučeni i pripremljeni za učinkovito korištenje AR društvenih igara, te će se ocijeniti razina podrške i resursa koji se pružaju nastavnicima za implementaciju tehnologije. Naposljetku, ispitati će se dugoročna korisnost benefita i utjecaja koju AR pruža, te stečene vještine. Sakupljanjem podataka iz studija prema ovome formatu dobit će se detaljan uvid u konkretnu izvedbu tehnologije, te će se ti podaci kasnije analizirati i usporediti.

### **3.3. Metode prikupljanja podataka.**

Kako bi se dobio jasan uvid u učinkovitost pojedinog AR sustava, istraživanja su provodila prethodne testove prije same aktivnosti, kao i naknadne testove poslije iste. Ovi testovi bit će u primjerice u obliku t-testa. U znanstvenom istraživanju, t-test je statistički test koji se koristi kako bi se odredila značajna razlika između srednjih vrijednosti dviju grupa ili uvjeta. Pomaže istraživačima procijeniti jesu li opažene razlike između grupa vjerojatno posljedica slučajnosti ili su statistički značajne. Postoje dvije glavne vrste t-testova: za neovisne uzorke i za uparene uzorke. T-test za neovisne uzorke se koristi kada se želi usporediti srednje vrijednosti dviju neovisnih grupa kako bi se utvrdilo postoji li značajna razlika između njih. Upitnik AttrakDif ponekad je korišten kako bi se procijenila percepcija uporabljivosti i hedonističke kvalitete. Pragmatička kvaliteta se fokusira se na praktične ili funkcionalne aspekte proizvoda; ocjenjuje kako dobro proizvod ispunjava svoju namijenjenu svrhu i je li lako koristiti i učinkovit. Sa druge strane, hedonistička kvaliteta se odnosi na emocionalne ili estetske aspekte proizvoda. Vrednuje subjektivne osjećaje i uživanje korisnika prilikom interakcije s proizvodom. Hedonistička kvaliteta uključuje faktore kao što su privlačnost, novost i ukupna emocionalna reakcija. IMMS (Interest and Motivation Survey) je drugi alat za ispitivanje koji se koristi za procjenu interesa i motivacije studenata u obrazovnom kontekstu. Često se koristi u istraživanjima povezanim s područjem obrazovanja i oblikovanja nastave. IMMS mjeri različite dimenzije motivacije i interesa, uključujući situacijski interes (interes za određenu aktivnost ili temu) i individualni interes (dugoročni interes za određeni predmet ili područje). Također, vodile su se opservacije tijekom aktivnosti, u kojima se promatralo kako učenici komuniciraju sa tehnologijom, što se kasnije evaluiralo. Pratilo se učenikova interakcija sa tehnologijom, međusobne interakcije učenika tijekom aktivnosti, uloga i aktivnost nastavnika i slično. Uz navedeno, neke od studija proučavale su i generalno zadovoljstvo učenika i učitelja prema prezentiranoj tehnologiji, često putem upitnika ili

intervjua. Ovi upitnici (motivacije) daju bolji uvid u osobno iskustvo učenika i često mogu biti vrijedan izvor informacija za buduća istraživanja i praktične radove.

Analizom dobivenih zaključaka pojedinog istraživanja dobit će se uvid u efikasnost i sveopću korisnost pojedinog sustava. Nakon prezentiranja rezultata pojedinog istraživanja, sakupit će se glavni zaključci pitanjima studije, te kako ti zaključci utječu na pitanja postavljena unutar komparativne analize. Izvest će se zaključci pojedinog istraživanja o učinku AR edukativnih igara na razvoj učenika u pogledu naučenog znanja, motivaciji prema učenju, angažmanu ispitanika i ostalo. Procijeniti će se da li je pojedini sustav zadovoljio svoja očekivanja ili pretpostavke, te ako jest do koje mjere, a ako nije što se moglo uraditi da se slična situacija ne ponovi u budućnosti. Kako je sama tehnologija koja se koristi u studijama neistražena u okviru edukacije, jasno je za očekivati kako će studije smoci određeni problemi ili restrikcije prilikom istraživanja. Te potencijalne prepreke definirati će se, te će se objasniti moguća rješenja za buduća istraživanja.

## **4. Analiza studija slučaja**

### **4.1. Studija 1: Kombinacija AR i QR za osnove glazbe**

Izvor: Augmented Reality and QR Codes for Teaching Music to Preschoolers and Kindergarteners: Educational Intervention and Evaluation [20]

#### 4.1.1. Pregled

Ovo istraživanje se usredotočuje na korištenje Quick Response (QR) kodova kao dio tehnologije proširene stvarnosti (AR) u obrazovnoj intervenciji za predškolski odgoj u glazbi. Upotrijebljene obrazovne metode su temeljene na igrama i suradničkom učenju unutar okvira koji koristi informacijsko-komunikacijsku tehnologiju (ICT) i mobilne uređaje u unutarnjim i vanjskim aktivnostima. Predstavljena je modificirana verzija igre "potrage za blagom", kao okvir intervencije koja implicitno podučava sadržaje glazbenog kurikuluma za vrtić. Istraživačka pitanja odnose se na postignute ishode učenja, kao i na razvoj suradničkih vještina učenika kroz primijenjenu metodu učenja i ICT alate, s obzirom na dob učenika i njihove još uvijek ograničene vještine čitanja i pisanja. Rezultati evaluacije ukazuju da je tehnologija AR-

QR snažan alat koji potiče i održava interes djece tijekom procesa učenja te može poboljšati njihove kognitivne vještine, suradničke vještine i socijalnu interakciju. Potvrda trajnosti tih rezultata zahtijevala bi longitudinalno istraživanje na istim učenicima, ali rezultati ovog studija ukazuju na snažan potencijal alata AR-QR za kognitivni i socijalno-emocionalni razvoj djece. Glavni cilj ovog rada bio je predstaviti eksperimentalno istraživanje o izvedivosti i učinkovitosti korištenja AR tehnologije (QR kodova) i mobilnih uređaja kao alata za učenje glazbe kod djece predškolske i školske dobi.

#### 4.1.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Studija je obuhvatila skupinu od 20 djece predškolske i vrtićke dobi, u dobi od 4-6 godina, koji su sudjelovali u intervenciji. Veličina uzorka je relativno mala, no to je uobičajeno u istraživanjima predškolskog odgoja zbog teškoća u regrutiranju sudionika i etičkih razmatranja. Studija ne pruža detaljne informacije o karakteristikama sudionika, poput spola, etničke pripadnosti ili socioekonomskog statusa. Međutim, izvještava da su djeca imala ograničeno znanje o temi koja se trebala podučavati intervencijom, što je izmjereno prethodnim testom. Studija također napominje da su djeca imala različite razine postojećeg znanja o glazbenim konceptima poput ritma, visine tonova i glazbenih instrumenata. Podaci u ovom istraživanju prikupljeni su korištenjem pristupa kombiniranih metoda koji uključuje prethodne i naknadne testove, promatranja i intervjue. Prethodni test proveden je prije intervencije i imao je za cilj procijeniti koliko su djeca upoznata s mobilnim uređajima i QR kodovima, kao i njihovo postojeće znanje o pojmovima povezanim s glazbom. Naknadni test proveden je nakon intervencije i imao je za cilj mjeriti promjene koje je intervencija donijela u kognitivnim, emocionalnim i socijalnim domenama. Evaluaciju su provodili učitelji razreda koji je bio odgovoran za intervenciju i evaluacijske aktivnosti. Učitelj je koristio video zapise kako bi promatrao djecu, njihove radnje, interakcije, verbalne i neverbalne komunikacije, te dokumentirao njihov napredak i izazove. Video zapisi su se koristili kao važni alati za evaluaciju performansi djece i njihovu uključenost u igre temeljene na igrama. Rezultati evaluacije analizirani su korištenjem deskriptivnih statistika i tematske analize, a nalazi su prezentirani u obliku tablica, grafova i narativnih opisa. Kvantitativni podaci, kao što su rezultati prethodnih i naknadnih testova, analizirani su korištenjem deskriptivnih statistika, kao što su srednje vrijednosti, standardne devijacije i t-testovi, kako bi se mjerila promjena u znanju i vještinama djece. Kvalitativni podaci, kao što su bilješke iz promatranja i transkripti intervjua, analizirani su korištenjem tematske analize, koja je uključivala identifikaciju obrazaca, tema i kategorija u podacima te tumačenje njihovih značenja i implikacija. Analiza je imala za cilj

identificirati snage i slabosti intervencije, izazove i mogućnosti korištenja AR tehnologije i mobilnih uređaja u predškolskom i vrtićkom obrazovanju te implikacije za buduća istraživanja i praksu.



*Slika 4.1 Interakcija sa AR-QU sustavom*

#### 4.1.3. Rezultati studije:

Svrha ovog istraživanja bila je ispitati izvedivost i efikasnost upotrebe proširene stvarnosti (QR kodovi) i mobilnih uređaja kao alatki za učenje predškolske i vrtićke djece. Cilj istraživanja bio je procijeniti napredak djece u kognitivnom, emocionalnom i socijalnom području korištenjem prethodnih i naknadnih testova, promatranja i intervjua. Također, istraživanje je imalo za cilj osmisliti i provesti obrazovni intervenciju u mješovitom razredu predškolske i vrtićke djece od 20 učenika koristeći igru 'potraga za blagom' u timovima kako bi se podučili glazbeni pojmovi. Krajnji cilj istraživanja bio je istražiti potencijal ICT alatki za poboljšanje ishoda učenja i razvoj vještina suradnje kod mladih učenika. Analiza podataka u ovom istraživanju pokazala je da upotreba AR tehnologije i mobilnih uređaja kao sredstava za učenje može biti učinkovit i privlačan način za podučavanje glazbenih koncepata predškolskoj i vrtićkoj djeci, te za razvoj njihovih kognitivnih i socijalnih vještina. Istraživanje je pokazalo da su djeca pokazala visoku razinu motivacije, interesa i sudjelovanja u igrama te da su ostvarila značajan napredak u svojim spoznajnim i emocionalnim vještinama te socijalnim kompetencijama. U kognitivnom području djeca su pokazala značajan napredak u sposobnosti pamćenja i primjene glazbenih koncepata koje su naučili tijekom igre. To je vidljivo iz rezultata prethodnog i naknadnog testa koji su pokazali značajan porast dječjeg znanja i razumijevanja glazbe. U emocionalnom području, djeca su pokazala pozitivan stav prema tehnologiji kao sastavnom dijelu suvremenog obrazovanja. Stoga studija zaključuje kako je korištenje AR tehnologije i QR kodova u obrazovnoj intervenciji imalo pozitivne učinke na kognitivni, društveni i emocionalni razvoj djece. Konkretno, djeca su pokazala napredak u svom

glazbenom znanju, vještinama i stavovima, kao i u svojim suradničkim i komunikativnim sposobnostima.

Upotreba QR kodova i proširene stvarnosti pomogla je učiniti glazbene lekcije zabavnijima i angažirajućima za djecu, što je povećalo njihovu motivaciju i interes za predmet. To je, pak, rezultiralo boljim rezultatima učenja i pozitivnijim stavom prema tehnologiji. U socijalnom području, dječje su suradničke vještine i socijalna interakcija poboljšale kao rezultat intervencije. Igra lova na blago je dizajnirana da bude suradnička i timskog karaktera, što je potaknulo djecu da rade zajedno i podržavaju jedni druge. Upotreba mobilnih uređaja i QR kodova omogućila je djeci dijeljenje resursa i informacija, što je pomoglo u razvijanju osjećaja timskog rada i suradnje. Djeca su također vodila rasprave nakon svake igre kako bi razmotrila svoje performanse i razinu suradnje, što je pomoglo u jačanju važnosti timskog rada i suradnje. Analiza videozapisa promatranja i transkripata intervjuja otkrila je da su djeca pokazala suradnju, interakciju i suočavanje s izazovima, te su se postupno upoznavala s upotrebom tableta za skeniranje QR kodova. Istraživanje je pokazalo da je korištenje AR tehnologije i QR kodova bilo vrlo privlačno i motivirajuće za djecu. Pristup učenju temeljen na igrama i suradnji pružio je zabavno i interaktivno iskustvo učenja koje je zaokupilo dječju pozornost i znatiželju. Korištenje AR tehnologije i mobilnih uređaja također je pružilo nov i uzbudljiv način učenja koji se razlikovao od tradicionalnog okruženja u učionici. Djeca su pokazala visoku razinu interesa, entuzijazma i užitka u aktivnostima učenja te su bila željna sudjelovanja i istraživanja. Povratne informacije i nagrade koje je pružila igra također su pridonijele motivaciji djece i osjećaju postignuća.

Studija je pokazala da je korištenje AR tehnologije i QR kodova djeci omogućilo jednostavno i intuitivno iskustvo učenja. QR kodove bilo je lako skenirati i pružali su trenutnu povratnu informaciju, kao i informacije o zadacima učenja. AR tehnologija omogućila je besprijekornu integraciju elemenata virtualnog i stvarnog svijeta koji su poboljšali dječje razumijevanje i uključenost u sadržaj učenja. Mobilni uređaji također su bili jednostavni za rukovanje i djeci su pružali poznato i ugodno okruženje za učenje. Također se pokazalo da korištenje AR tehnologije i QR kodova potiče interakciju i suradnju među djecom. Pristup učenju temeljen na igrama i suradnji zahtijevao je od djece da rade zajedno u timovima kako bi dovršili misije vezane uz glazbu. Djeca su pokazala visoku razinu komunikacije, suradnje i koordinacije u svojim interakcijama, te su pokazala spremnost na dijeljenje resursa i međusobno pomaganje. Korištenje AR tehnologije i mobilnih uređaja također je pružilo zajedničku platformu za sudjelovanje djece u aktivnostima suradničkog učenja koje su bile interaktivne i zanimljive. Studija je otkrila da upotreba AR tehnologije i QR kodova pruža

učinkovit način integracije sadržaja i kurikuluma u glazbenom obrazovanju za mlade učenike. Pristup učenju temeljen na igri i suradnji omogućio je djeci da istražuju i uče o različitim aspektima glazbe, poput ritma, visine tona, strukture pjesme, teksta i sinkronizacije tijela.

AR tehnologija implementirana je korištenjem QR kodova koji su bili ispisani na karticama i postavljeni na različitim mjestima u učionici. QR kodovi su bili povezani s digitalnim sadržajem poput videa, audio zapisa i slika koji su pružali dodatne informacije i povratne informacije o zadacima učenja. Djeca su koristila mobilne uređaje poput tableta i pametnih telefona kako bi skenirala QR kodove i pristupila digitalnom sadržaju. Uređaji su bili opremljeni aplikacijom za čitanje QR kodova koja je djeci omogućila skeniranje kodova i pregledavanje sadržaja u stvarnom vremenu. Djeca su radila u timovima od četvero članova i dobila su set misija koje trebaju izvršiti, poput pronalaženja i skeniranja svih QR kodova, odgovaranja na kviz pitanja i izvođenja zadataka povezanih s glazbom, kao što su pljeskanje, pjevanje i plesanje. Igra se sastojala od niza glazbenih zagonetki koje su bile raspršene po školi, a djeca su ih morala rješavati skeniranjem QR kodova pomoću tableta i odgovaranjem na pitanja vezana uz zagonetke. Zagonetke su bile osmišljene kako bi obuhvatile različite glazbeno-povezane pojmove, kao što su ritam, melodija, instrumenti i skladatelji, te kako bi pružile povratne informacije i nagrade djeci za njihov napredak. Igra se igrala tijekom četiri tjedna, tijekom kojih su se djeca podijelila u pet timova od četvero i imala su priliku igrati igru dva puta tjedno po 45 minuta svaki put. Igru su vodila dva učitelja koji su pružali upute, povratne informacije i ohrabrenje djeci i pratili njihov napredak i izazove. Igra je osmišljena kako bi bila prilagodljiva, što znači da su djeca mogla odabrati redoslijed i tempo misija te dobivati povratne informacije i nagrade za svoj napredak. Upotreba AR tehnologije i mobilnih uređaja imala je za cilj poboljšati uključenost, motivaciju i ishode učenja djece pružajući im nov način interaktivnog istraživanja pojmova povezanih s glazbom i razvoj njihovih kognitivnih, socijalnih i emocionalnih vještina. Na primjer, djeca su mogla skenirati QR kodove kako bi pristupila videozapisima glazbenika koji sviraju različite instrumente ili pjevaju pjesme, što im je pomoglo da bolje vizualiziraju i razumiju glazbene koncepte. Posebno je korištenje proširene stvarnosti omogućilo djeci vizualizaciju i interakciju s virtualnim objektima i likovima, čineći iskustvo učenja više angažirajućim i poticajnijim. Tako su djeca mogla koristiti mobilne uređaje za skeniranje QR kodova koji bi pokrenuli pojavljivanje virtualnih likova poput životinja ili crtanih figura koje bi plesale ili pjevale uz glazbu, što je pomoglo učiniti glazbene lekcije zabavnijima za djecu. Pristup učenju temeljen na igri i suradnji omogućio je djeci da istražuju i uče o različitim aspektima glazbe, poput ritma, visine tona, strukture pjesme, teksta i sinkronizacije tijela.

Studija je prikupila povratne informacije od studenata putem strukturiranih intervjua i pitanja otvorenog tipa na kraju intervencije. Povratne informacije učenika bile su izrazito pozitivne, a svih 20 djece izrazilo je želju ponovno igrati igrice s QR kodovima. Valja ipak napomenuti kako je studija pokazala da korištenje AR tehnologije u obrazovanju nosi neke potencijalne izazove i rizike koji trebaju biti adresirani. Na primjer, korištenje mobilnih uređaja i AR aplikacija može zahtijevati određenu razinu tehničke vještine i digitalne pismenosti kako od nastavnika tako i od učenika, a što možda nije dostupno ili pristupačno svima. Nadalje, korištenje AR tehnologije može izazvati nelagodu ili ometati pažnju nekim učenicima, posebice onima s senzornim ili teškoćama u pažnji. Osim toga, upotreba AR tehnologije može izazvati zabrinutosti u vezi privatnosti i sigurnosti, kao što su prikupljanje i dijeljenje osobnih podataka ili izloženost neprikladnom sadržaju. Stoga je važno osigurati da je upotreba AR tehnologije u obrazovanju sigurna, etična i učinkovita, te da se usklađuje s obrazovnim ciljevima i vrijednostima škole i zajednice. Istraživanje je uključilo učitelja razredne nastave u osmišljavanje, provedbu i evaluaciju obrazovne intervencije. Učitelj je odigrao ključnu ulogu u organiziranju pripremnih aktivnosti, osmišljavanju aktivnosti učenja temeljenih na igri i olakšavanju procesa učenja tijekom intervencije. Učitelj je također prikupio podatke promatranjem, video snimkama i strukturiranim intervjuima te analizirao podatke kako bi procijenio učinkovitost intervencije u poboljšanju ishoda učenja i razvoju socijalne interakcije i vještina suradnje.

Naposlijetku, studija priznaje da bi bila potrebna longitudinalna studija na istim učenicima kako bi se potvrdila postojanost pozitivnih ishoda tijekom vremena. Međutim, nalazi ove studije slučaja ukazuju na snažan potencijal AR-QR alata za kognitivni i socio-emocionalni razvoj djece. Metode koje su korištene u studiji, poput suradničkog i igračkog učenja, digitalnih igara i mobilnih uređaja, mogu se prilagoditi i drugim predmetima i dobnim skupinama u predškolskom odgoju. Na primjer, u učenju jezika, mobilni uređaji i digitalne igre mogu se koristiti za pružanje interaktivnih i angažirajućih jezičnih aktivnosti, poput kvizova za rječnik, vježbi gramatike i pripovijedanja priča. U nastavi prirodnih znanosti, proširena stvarnost može se koristiti za pružanje virtualnih eksperimenata i simulacija koje omogućuju djeci istraživanje znanstvenih koncepata na siguran i interaktivan način. U matematičkom obrazovanju, digitalne igre i mobilni uređaji mogu se koristiti za pružanje zabavnih i angažirajućih matematičkih aktivnosti, poput zagonetki, kvizova i igara rješavanja problema. Ključ prilagodbe ovih metoda za druge predmete i dobne skupine je osigurati njihovu usklađenost s kurikulumom i ciljevima učenja predmeta. Metode također trebaju biti primjerene dobi i prilagođene razvojnim potrebama djece. Primjerice, mlađa djeca mogu imati



koristi od vizualno interaktivnih aktivnosti, dok starija djeca mogu imati više koristi od složenijih i izazovnijih aktivnosti. Također je važno osigurati odgovarajuću obuku i podršku učiteljima kako bi učinkovito integrirali ove metode u svoju nastavnu praksu. Učiteljima treba pružiti potrebne resurse i obuku kako bi učinkovito koristili mobilne uređaje, digitalne igre i proširenu stvarnost u svom poučavanju, te osigurati da se koriste na siguran i odgovoran način. Završno, metode korištene u studiji mogu se prilagoditi i drugim predmetima i dobnoj skupini u predškolskom odgoju, pod uvjetom da su usklađene s kurikulumom i ciljevima učenja, primjerene dobi i podržane odgovarajućom obukom i resursima za učitelje.

## **4.2. Studija 2: AR društvena igra za poboljšanje kompjuterskih vještina**

Izvor: Effectiveness of AR Board Game on Computational Thinking and Programming Skills for Elementary School Students [21]

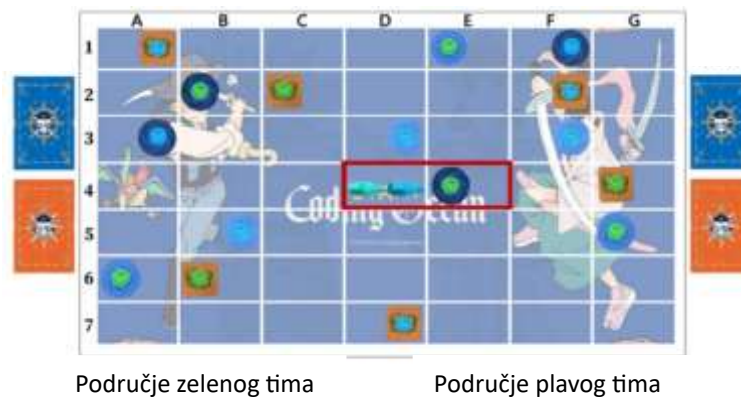
### 4.2.1. Pregled

Ovaj istraživački rad istražuje učinkovitost AR društvene igre u poučavanju računalnog razmišljanja i programerskih vještina osnovnoškolcima. Istraživanje koristi nastavni eksperiment s dvije skupine, eksperimentalnom skupinom koja koristi AR društvenu igru i kontrolnom skupinom koja koristi tradicionalnu društvenu igru. Istraživanje pokazuje da je AR društvena igra učinkovit alat za poučavanje računalnog razmišljanja i programerskih vještina osnovnoškolcima. Također pruža uvide u dizajn učinkovitih okruženja za učenje i usklađivanje programa za obrazovanje o tehnologiji s smjericama kurikuluma.

### 4.2.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživanje je obuhvatilo 51 učenika trećeg razreda, pri čemu je eksperimentalna skupina koristila AR igru, dok je kontrolna skupina koristila tradicionalnu edukativnu igru. Prije igranja društvene igre, objema grupama objašnjena su pravila, a provedeni su testovi postignuća (pre-testovi) za pojmove računalnog razmišljanja i vještine programiranja Scratch. Nakon tretmana, izvedeni su naknadni testovi vezani za pojmove računalnog razmišljanja i vještine programiranja jezikom Scratch, kao i upitnici za mjerenje kognitivnog opterećenja i zadovoljstva korisnika (samo za eksperimentalnu grupu). Testna pitanja dizajnirana su na temelju Međunarodnog natjecanja iz informatike i računala Bebras, međunarodne inicijative koja ima za cilj promicanje informatike i računalnog razmišljanja među školskim učenicima svih dobnih skupina. U istraživanju je provedena analiza kovarijanse jednog smjera (ANCOVA) kako bi se ispitale značajne razlike u učinkovitosti učenja između eksperimentalne

grupe (koja je koristila AR pločnu igru) i kontrolne grupe (koja je koristila tradicionalnu pločnu igru) u pogledu računalnog razmišljanja i vještina programiranja. Također su analizirane deskriptivne statistike ocjena računalnog razmišljanja i rezultati t-testova za uparene uzorke za obje grupe. Nadalje, u eksperimentalnoj grupi korišteni su upitnici za mjerenje kognitivnog opterećenja i zadovoljstva korisnika.



Slika 4.2 Izgled igrače ploče; izvlačenjem karata i postavljanjem slijeda operacija timovi dolaze do blaga

#### 4.2.3. Rezultati studije:

Glavni ciljevi ovog istraživanja su bili sljedeći. Ponajprije, dizajnirati AR društvenu igru za učenje pojedinih koncepata računalnog razmišljanja. Potom, istražiti učinkovitost AR društvene igre na razvoj računalnog razmišljanja i programerskih vještina. Uz, to, ispitati kognitivno opterećenje nakon učenja s AR društvenom igrom. Te naposljetku, usporediti učinkovitost AR društvene igre s tradicionalnom društvenom igrom u učenju Scratch programerskih vještina. Istraživanje je imalo za cilj pružiti uvide u dizajn učinkovitih okruženja za učenje računalnog razmišljanja i programerskih vještina osnovnoškolcima. Scratch je vizualni programski jezik i online zajednica razvijeni od strane grupe Lifelong Kindergarten na MIT Media Labu [22]. Osmišljen je kako bi podučavao osnovne koncepte programiranja početnicima, posebno djeci i mladim učenicima. Koristi sučelje temeljeno na blokovima na kojem korisnici mogu kreirati programe spajanjem blokova koji predstavljaju različite naredbe i akcije. Ti blokovi se slažu kao dijelovi slagalice, što olakšava početnicima razumijevanje logike programiranja. Ishodi učenja studije bili su istražiti učinkovitost AR društvene igre u poboljšanju računalnog razmišljanja i vještina programiranja učenika osnovnih škola. Studija je otkrila da je društvena igra AR bila učinkovita u poboljšanju računalnog razmišljanja i

vještina programiranja učenika, što je dokazano značajnim razlikama u rezultatima nakon testiranja između eksperimentalne grupe (koja je koristila društvenu igru AR) i kontrolne grupe (koja je koristila tradicionalnu igru na ploči). Također je otkriveno da je AR društvena igra pozitivno utjecala na smanjenje kognitivnog opterećenja i povećanje zadovoljstva korisnika u



Slika 4.3 Primjer pitanja sa ispita

eksperimentalnoj skupini. Studija prezentira uvjerljiv argument za integraciju kodirajućih društvenih igara u obrazovni okvir kako bi se unaprijedile vještine računalnog razmišljanja, posebno među studentima koji se nalaze u procesu stjecanja programerske stručnosti. Osim toga, istraživanje tvrdi da AR društvena igra razvijena u okviru studije posjeduje jedinstvenu kombinaciju karakteristika tradicionalnih igara bez interneta i digitalnih igara. Ova inovacija besprijekorno spaja elemente programiranja na temelju blokova s interaktivnim naredbama proširene stvarnosti, nudeći studentima raznoliko iskustvo učenja. Osim toga, ističe potencijal AR društvene igre kao pedagoškog alata za poticanje sposobnosti računalnog razmišljanja. Pružajući pažljivo strukturiranu platformu za učenje i vježbanje programerskih koncepata, cilj joj je osnažiti studente da sigurno upravljaju složenostima kodiranja. Također, igra se promiče kao sredstvo za smanjenje kognitivnih opterećenja, budući da pruža simulacije putanja brodova u stvarnom vremenu i nudi vrijedne okvire za učenje. Ove značajke, kako sugerira studija, olakšavaju dublje razumijevanje programerskih načela i doprinose poboljšanju programerskih vještina.

Studija je pokazala da je AR društvena igra pozitivno utjecala na angažman i motivaciju učenika. Eksperimentalna skupina (koja je koristila AR društvenu igru) imala je veću motivaciju za učenje računalnog razmišljanja i vještina programiranja te su bili voljni uložiti više truda tijekom igranja igre. Eksperimentalna skupina također je imala veće zadovoljstvo korisnika u pogledu sadržaja učenja, dizajna sučelja i radnog iskustva u usporedbi s kontrolnom skupinom (koristeći tradicionalnu društvenu igru). Konkretno, pokazalo se da je AR društvena igra jednostavna za rukovanje, korisna za poboljšanje sposobnosti računalnog razmišljanja i

zabavna za učenje. Međutim, neki su korisnici naišli na poteškoće s kamerom tableta i veličinom ikona i tekstualnih opisa.

Iako studija nije direktno ocjenjivala utjecaj AR društvene igre na interakciju i suradnju među studentima, sugerira da AR društvena igra može poslužiti kao sudac i pružiti temelje za učenje, omogućujući učenicima da jasno razumiju funkciju određene kartice i rezultate izvršenja naredbi kartice. Ova značajka može biti korisna za učenike koji uče koncepte računalnog razmišljanja i vještine programiranja te može potaknuti suradnju i interakciju među učenicima dok rade zajedno na rješavanju problema i izvršavanju zadataka u igrici. Sugerira da AR društvena igra može biti učinkovit alat za podučavanje koncepata računalnog razmišljanja i vještina programiranja, te da se može integrirati u postojeći kurikulum kao dopunski alat za učenje. Ističe usklađenost AR društvene igre s već postojećim smjernicama kurikuluma, naglašavajući njezinu sposobnost interaktivnog uključivanja studenata u stjecanje računalnog razmišljanja i stručnosti u programiranju. Nadalje, naglašava rastuću važnost informatičkog obrazovanja u nacionalnim nastavnim planovima i programima mnogih zemalja, te sugerira da će informatičko obrazovanje postati glavno pitanje za buduće kurikulume u osnovnom obrazovanju. Stoga pretpostavlja kako bi integracija AR tehnologije u sadržaje i nastavne planove i programe škola mogla postati sve prisutnija u budućnosti jer nastavnici nastoje poboljšati digitalne vještine učenika i pripremiti ih za buduće poslove.

AR društvena igra unapređuje vještine računalnog razmišljanja pružajući zabavan i zanimljiv način učenja programskih koncepata učenicima. Igra uključuje upotrebu blokovskog programiranja za upravljanje kretanjem brodova na igraćoj ploči, pri čemu se sakupljaju blaga i izbjegavaju prepreke. To zahtijeva logičko i sistematično razmišljanje učenika, razbijanje složenih problema na manje, upravljive dijelove. Na taj način razvijaju vještine apstrakcije, raspodjele problema, prepoznavanja obrazaca i algoritamskog razmišljanja, koji su ključni elementi računalnog razmišljanja. Igra se fokusira na tri ključna programerska koncepta: sljedovi, i/ili logički sklopovi, i petlje. Ti koncepti se koriste za kontrolu kretanja brodova na igraćoj ploči, pri čemu se sakupljaju blaga i izbjegavaju prepreke. Sekvencijalno programiranje uključuje izvršavanje niza naredbi prema određenom redosljedu. U prezentiranoj društvenoj igri, učenici koriste sekvencijalno programiranje za kretanje svojih brodova u određenom smjeru, poput gore, dolje, lijevo ili desno. Ili/i programiranje uključuje upotrebu logičkih operatora za kombiniranje više uvjeta. Također, učenici koriste ili/i programiranje za donošenje odluka o smjeru kretanja svojih brodova na temelju položaja prepreka i blaga na igraćoj ploči. Petlja programiranje uključuje ponavljanje skupa naredbi više puta. Uz to učenici koriste programiranje petlji za kretanje svojih brodova prema određenom obrascu, poput ponavljanja

kretanja gore i dolje kako bi izbjegli prepreke i sakupili blago. Korištenjem ovih programerskih koncepata, učenici razvijaju vještine apstrakcije, raspadanja problema, prepoznavanja obrazaca i algoritamskog razmišljanja, koji su ključni elementi računalnog razmišljanja. Tehnologija koja se koristi u igri pruža učenicima simulaciju putanja brodova u stvarnom vremenu i podršku za učenje, što im može pomoći da bolje razumiju programske koncepte i unaprijede svoje vještine programiranja. Igra također služi kao sudac i mijenja funkciju nastavnika kao voditelja igre, omogućujući im da se usredotoče na druge aspekte nastave dok se učenici igraju. Dodatno, Scratch blokovski moduli dizajnirani za igru pomažu u poboljšanju programerskih vještina učenika pružajući im strukturiran način učenja i vježbanja kodiranja. Igra koristi ekran tableta za prikazivanje mape s rešetkama indeksiranim po slovu (x-koordinata) i broju (y-koordinata). Igrač prvo mora postaviti pozicije malih i velikih vrtloga koje je postavio protivnik na ekranu tableta prije nego što započne igru. U sredini mape nalazi se POČETNA pozicija (rešetka D4) za oba broda, i na ovoj poziciji nema prilagodbi. Igrač skenira karte kako bi dobio putanju broda, a brod se kreće na ekranu prema putanji na kartici. AR tehnologija omogućava stvarnu simulaciju kretanja broda na ekranu, stvarajući uronjeno iskustvo za igrača. Studija integrira AR tehnologiju u društvenu igru kodiranja stvaranjem simulacije putanja brodova u stvarnom vremenu i učenja osnova. AR tehnologija koristi se za pružanje zanimljivijeg i sveobuhvatnijeg iskustva učenja za studente, dopuštajući im interakciju s virtualnim objektima u stvarnom vremenu i gledanje rezultata njihovih naredbi kodiranja. Studija također kombinira programiranje temeljeno na Scratch blokovima s AR tehnologijom kako bi se stvorilo interaktivno okruženje za učenje koje poboljšava vještine kodiranja učenika i koncepte računalnog razmišljanja.

Studija uključuje ispitivanje upitnikom eksperimentalnu skupinu kako bi se izmjerilo njihovo zadovoljstvo AR društvenom igrom. Upitnik je sadržavao 10 pitanja, uključujući tri pitanja o sadržaju učenja, tri o dizajnu sučelja i četiri o radnom iskustvu. Rezultati pokazuju da su srednje ocjene većine pitanja veće od vrlo dobar, a prosječna ocjena ukupnog zadovoljstva je 4,01, što ukazuje da su stavovi studenata u pogledu njihovog iskustva rada s AR društvenom igrom bili uglavnom između "zadovoljan" i "vrlo zadovoljan". Studija sugerira da se rezultati upitnika mogu koristiti kao referenca za dizajn i poboljšanje sustava u budućnosti. Tokom istraživanja primijećeno je da je razgradnja problema bila izazovan aspekt za učenike i da je bilo potrebno više vremena za razgradnju problema na različite situacije kako bi se odredio najbolji put do dosega pločice u kojoj je blago. Studija nudi nekoliko vrijednih prijedloga za buduće poduhvate. Preporučuje usmjereni napor na unapređenje dizajna AR društvene igre kako bi se pružila snažnija podrška razvoju vještina razlaganja problema.

Studija ne pruža konkretne informacije o dugoročnom učinku korištenja AR društvene igre na računalno razmišljanje i vještine programiranja učenika. Međutim, sugerira da AR društvena igra može poslužiti kao obećavajući alat za poboljšanje računalnog razmišljanja i vještina programiranja učenika te da su potrebna daljnja istraživanja kako bi se istražio njezin dugoročni učinak. Studija također sugerira da se AR društvena igra može revidirati kao online igra kako bi se studentima pomoglo u kultiviranju računalnog razmišljanja i koncepta programiranja na daljinu, što bi moglo imati dugoročne implikacije na učenje na daljinu i samostalno učenje. Nadalje, istraživanje potiče pregled različitih konteksta i dobnih skupina kako bi se produbilo razumijevanje učinkovitosti igre kao edukativnog alata. Ističe se važnost istraživanja dugoročnih utjecaja korištenja AR društvene igre na računalno razmišljanje i programerske vještine učenika, rasvjetljujući njezine trajne koristi. Studija naposljetku upozorava na potrebu za opreznom razmatranju prilikom integracije AR tehnologije u obrazovne okoline. Naglašava potencijalne rizike i etičke brige, posebno u vezi s pitanjima privatnosti i sigurnosti, ističući potrebu za odgovornom primjenom i stalnim nadzorom u ovom dinamičnom području.

### **4.3. Studija 3: Sustav kolaborativnog učenja CARDS**

Izvor: CARDS: A Mixed-Reality System for Collaborative Learning at School [23]

#### 4.3.1. Pregled

Rad pruža pregled sustava CARDS, što predstavlja sustav proširene stvarnosti osmišljen za poticanje suradničkog učenja u školi putem fizičke manipulacije proširenih kartica. Sustav kombinira fizičke i digitalne objekte u besprijekornom radnom okruženju kako bi poticao aktivno i suradničko učenje. Rad opisuje iterativni dizajnerski proces korišten za razvoj sustava, koji je uključivao eksperimente s učenicima i učiteljima kako bi se testirao sustav i prikupile povratne informacije o njegovoj upotrebljivosti. Povratne informacije prikupljene iz eksperimenata korištene su za usavršavanje sustava i poboljšanje njegove učinkovitosti u promicanju suradničkog učenja u školskom okruženju. Rad također raspravlja o prednostima sustava, uključujući njegovu sposobnost podrške pedagoškim sekvencama učitelja i dinamici suradničkog učenja.

#### 4.3.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživači su proveli poluusmjereni intervju nakon manipulacije sustavom kako bi prikupili povratne informacije od učenika o njihovom iskustvu s sustavom. Učenici su bili zamoljeni da napišu svoja mišljenja na Post-it papirićima o objektima s kojima su rukovali i što im se svidjelo ili nije svidjelo kako bi se izbjeglo „kopiranje“ tuđih mišljenja. Zatim je eksperimentator svakog učenika pojedinačno upitao za više pojedinosti o njihovim osjećajima prema sustavu. Povratne informacije prikupljene od učenika korištene su za usavršavanje sustava i poboljšanje njegove učinkovitosti u promicanju suradničkog učenja u školskom okruženju. Kvantitativna evaluacija uključivala je upitnike o poželjnosti koji su bili predloženi svim sudionicima, kako učiteljima tako i djeci, tijekom ciklusa participativnog dizajna. Za procjenu pragmatičnih i hedonističkih kvaliteta sustava, odnosno sposobnosti podrške izvođenju zadatka i potencijala sustava da bude ugodan za upotrebu, koristio se Attrakdiff upitnik. Povratne informacije od učitelja i djece iz različitih sesija bile su kompilirane, a ekstremni rezultati su isključeni.



*Slika 4.4 AR sustav u uporabi – projekirane sučelja na augmetirani papir*

#### 4.3.3. Rezultati studije:

Sustav CARDS kombinira fizičke i digitalne objekte, te rad opisuje iterativni dizajnerski proces korišten za razvoj sustava, koji je uključivao eksperimente s učenicima i učiteljima kako bi se testirao sustav i prikupili povratne informacije o njegovoj upotrebljivosti. Rad također raspravlja o prednostima sustava, uključujući njegovu sposobnost podrške pedagoškim sekvencama učitelja i dinamici suradničkog učenja. Istraživanje je provedeno kroz iterativni proces dizajna uključujući 133 učenika u dobi od 9 do 13 godina. Svaki ciklus dizajnerskog procesa trebao je definirani eksperimentalni protokol koji je određivao aktivnosti koje se trebaju provesti, broj učenika po grupi te prikupljene podatke, uključujući upitnike i video snimke za buduće evaluacije. Tim istraživača blisko je surađivao s sudionicima, uključujući djecu, nastavnike i edukacijske stručnjake, kako bi prikupio povratne informacije i usavršio sustav.

Ciklusi su imali za cilj uvođenje novih mehanizama za upravljanje organizacijom dokumenata unutar radnog prostora, kao i dodavanje interakcija za uređivanje i pregled virtualnih dokumenata. Prvi ciklus usmjeren je na fizičku manifestaciju podataka, gdje je glavna svrha sustava bila ponuditi korisnicima mogućnost fizičke manipulacije projektiranim digitalnim medijima kao što se to može raditi s fizičkima. Drugi ciklus usmjeren je na uređivanje, prioritizaciju i suradnju, gdje su uvedeni novi mehanizmi za upravljanje organizacijom dokumenata unutar radnog prostora, kao i dodavanje interakcija za uređivanje i pregled virtualnih dokumenata. Treći ciklus usmjeren je na uvođenje novih značajki za podršku suradnji, poput mogućnosti dijeljenja dokumenata i zajedničkog rada na projektima. Svaki ciklus uključivao je definiranje eksperimentalnog protokola, određivanje aktivnosti koje će se provoditi, broj učenika po grupi i prikupljanje podataka, uključujući upitnike i videozapise za buduće evaluacije. Rezultati svakog ciklusa analizirani su, a povratne informacije prikupljene od učenika korištene su za usavršavanje sustava i poboljšanje njegove učinkovitosti. Učenici su bili zamoljeni da izvrše različite zadatke prilikom testiranja sustava CARDS. Zadaci su uključivali fizičku manipulaciju proširenih kartica, mapa i veza kako bi pristupili digitalnom sadržaju poput tekstova, slika i videa. Učenici su također bili zamoljeni da surađuju na projektima koristeći digitalni radni prostor koji je pružao sustav. Sustav je dizajniran da bude intuitivan i jednostavan za korištenje, omogućujući učenicima da surađuju i autonomno rade s digitalnim sadržajem koji im je pružio učitelj. Istraživanje spominje potencijalne ishode učenja povezane sa sustavom CARDS. Na primjer, sugerira da sustav ima potencijal za promicanje ishoda suradničkog učenja, kao što su stjecanje znanja, rješavanje problema i kritičko razmišljanje. Studija također navodi da sustav može podržati pedagoške sekvence nastavnika i dinamiku suradničkog učenja. Osim toga, sugerira da multimodalne interakcije i fizički pokreti uključeni u korištenje sustava mogu poboljšati angažman učenika u zadatku i potaknuti njihovu intrinzičnu motivaciju. Usprkos tome, naglašava da su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdila učinkovitost CARDS sustava u promicanju ovih ishoda učenja.

Istraživanje sugerira na potencijal CARDS sustava za povećanje angažmana i motivacije učenika. Studija izvještava da je sustav dobio pozitivne povratne informacije od korisnika u smislu njegove upotrebljivosti i interakcije. Na primjer, zumiranje i uređivanje fizičkog pokazivača identificirano je kao praktično i jednostavno za korištenje. Osim toga, studija sugerira da sustav CARDS može podržati pedagoške sekvence nastavnika i dinamiku suradničkog učenja, što može dodatno poboljšati korisničko iskustvo. Rezultati istraživanja pokazali su da je sustav CARDS bio poželjan i učinkovit u promicanju suradničkog učenja u školskom okruženju. Učenici su smatrali da je sustav jednostavan za upotrebu i praktičan te su



cijenili predložene interakcije. I učitelji su smatrali sustav korisnim i vjerovali su da ga mogu integrirati u svoje nastavne prakse. Istraživanje je također pokazalo da su iterativni ciklusi dizajna bili učinkoviti u usavršavanju sustava i poboljšanju njegove učinkovitosti u promicanju suradničkog učenja. Glavni zaključci istraživanja bili su da je sustav CARDS obećavajući alat za poticanje suradničkog učenja u školskom okruženju te da su iterativni ciklusi dizajna učinkovita metoda za razvoj i usavršavanje takvih sustava. Istaknuta je važnost prikupljanja povratnih informacija od učenika i učitelja tijekom procesa razvoja kako bi se osiguralo da sustav udovoljava njihovim potrebama i učinkovito promiče suradničko učenje.

U studiji se sugerira da sustav može promovirati ishode suradničkog učenja, kao što su stjecanje znanja, rješavanje problema i kritičko razmišljanje. Sustav omogućuje učenicima da fizički rade s digitalnim predmetima koje im daje nastavnik na kolektivan i autonoman način, što može poboljšati suradnju i timski rad. Također napominje da dostupnost alata za interakciju predstavlja snažno ograničenje za provedbu suradnje unutar studentskih grupa, a CARDS sustav može prevladati ovo ograničenje pružanjem više alata i pozicioniranjem od 180°. Dodatno, studija izvještava da je sustav CARDS dobio pozitivne povratne informacije od korisnika u smislu njegove upotrebljivosti i interakcije. Studija nadalje sugerira da sustav može podržati različite pedagoške aplikacije, kao što je razvrstavanje informacija i izgradnja mentalnih mapa, gdje sudionici mogu fizički manipulirati listovima papira na kojima se projicira digitalni sadržaj (npr. tekstovi, slike, video zapisi). Primjerice, učitelj može zamoliti učenike da raspravljaju i kreiraju različite kategorije (npr. vrste energije ovisno o njihovom utjecaju na ugljično zagađenje). Studija također navodi da sustav CARDS može podržati pedagoške sekvence nastavnika i dinamiku suradničkog učenja, što može dodatno poboljšati integraciju sadržaja i kurikulumu.

Eksperimentalni dio istraživanja koristio je pristup mješavine tehnologija koji je kombinirao fizičke i digitalne objekte u besprijekornom radnom okruženju kako bi potaknuo aktivno i suradničko učenje. Sustav je koristio augmentirani papir, fizičke kartice, mape i pokazivače opremljene markerima koje je detektirala kamera postavljena iznad radnog prostora. Kamera je snimala položaj i orijentaciju fizičkih objekata i slala tu informaciju računalu, koje je generiralo odgovarajući digitalni sadržaj na ekranu. Učenici su mogli manipulirati fizičkim objektima kako bi interagirali s digitalnim sadržajem i surađivali na projektima koristeći digitalni radni prostor koji je sustav pružio. Istraživanje je koristilo proces dizajna usmjerenog na korisnika koji je uključivao eksperimente s učenicima i učiteljima kako bi testirao sustav i prikupio povratne informacije o njegovoj upotrebljivosti. Istraživači su promatrali učenike u razredu i bilježili njihove aktivnosti koristeći tehniku pasivnog

promatranja. Tijekom promatranja, zamijećena je podjela uloga među: operator, savjetnik i promatrač. Operator je bio učenik koji je imao instrument za izvođenje zadatka, poput olovke, miša ili tipkovnice. Savjetnici su bili učenici smješteni u vizualnoj blizini operatora koji su pružali smjernice i podršku. Promatrači su bili ostali učenici koji su bili daleko od područja interakcije i nalazili su se u poziciji promatrača, što ih je udaljilo od obavljanja zadataka učenja. Učenici su radili u grupama na nekoliko zadataka koji su uključivali upotrebu različitih medija, poput računala, tableta, papira i olovke. Istraživači su bilježili aktivnosti učenika tijekom zadataka i analizirali podatke kako bi dobili uvid u suradničko ponašanje učenika. Promatranja su pružila vrijedne informacije koje su korištene za oblikovanje sustava CARDS i poboljšanje njegove učinkovitosti u promicanju suradničkog učenja u školskom okruženju.

Napominju se određena ograničenja i područja za poboljšanje povezana sa sustavom CARDS. Na primjer, istraživanje primjećuje da je stabilnost sustava bila ocijenjena kao slaba kako od strane učitelja tako i od strane učenika, s znatnim varijacijama među ispitanicima. Nedostatak stabilnosti bio je povezan s teškoćama u osiguranju sigurnog praćenja računalne vizije manipuliranih objekata, što je ponekad rezultiralo odgovorom sustava koji se razlikovao od očekivanog od strane korisnika. Istraživanje također napominje da trenutni prototip još uvijek treba stabilizirati kako bi omogućio bolju upotrebljivost te da se dio sustava koji se odnosi na praćenje vizije poboljšava kako bi se poboljšala njegova opća prihvatljivost. Dodatno, istraživanje sugerira da objekti razvijeni za CARDS možda previše kopiraju stvarne objekte i da je potrebno daljnje istraživanje u tom području. Unatoč tim ograničenjima, istraživanje zaključuje da trenutna verzija prototipa ispunjava većinu zahtjeva identificiranih u studiji, posebno u smislu promicanja suradničkog učenja u školskom okruženju. Za učitelje, sustav je pružio novi alat za promicanje suradničkog učenja u učionici. Sustav je dizajniran da bude jednostavan za korištenje i praktičan te se mogao integrirati u postojeće nastavne prakse. Iterativni dizajnerski proces također je omogućio učiteljima da pruže povratne informacije o sustavu i predlože poboljšanja, što je pomoglo osigurati da sustav udovoljava njihovim potrebama i učinkovito promiče suradničko učenje. U studiji se također navodi da je sustav CARDS dizajniran na temelju teorijskih razmatranja iz literature, praktičnih razmatranja vezanih uz školsko okruženje i iterativnog procesa dizajniranja vođenog eksperimentima s učenicima i učiteljima. Nastavnici su bili uključeni u proces dizajniranja i dali su povratne informacije o upotrebljivosti sustava i relevantnosti za nastavni plan i program.

Ova studija se uglavnom usredotočuje na dizajn, razvoj i evaluaciju sustava u živom laboratoriju s učenicima petog i sedmog razreda. Izvještava o pozitivnim povratnim informacijama korisnika u smislu upotrebljivosti i interakcije sustava, kao i njegovog

potencijala da podrži različite pedagoške aplikacije i dinamiku suradničkog učenja. Međutim, napominje da su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdila učinkovitost CARDS sustava u promicanju ishoda učenja i zadovoljstva studenata. Stoga je nejasno ima li CARDS sustav dugoročan utjecaj na učenje i angažman studenata. Rad spominje određene prijedloge za buduće radove povezane sa sustavom CARDS. Na primjer, istraživanje sugerira da je potrebno daljnje istraživanje kako bi se odredio optimalni dizajn proširenih kartica koje se koriste u sustavu. Također se napominje da se trenutni prototip poboljšava kako bi se unaprijedila komponenta praćenja vizije sustava i poboljšala njegova opća prihvatljivost. Dodatno, istraživanje predlaže da se budući radovi mogu baviti istraživanjem upotrebe papira kao opipljivog medija za proširenu stvarnost u drugim obrazovnim kontekstima, poput muzeja ili centara za znanost. Naposljetku, istraživanje sugerira da bi buduća istraživanja mogla istražiti učinkovitost sustava CARDS u promicanju suradničkog učenja i postizanju rezultata kao što su stjecanje znanja, rješavanje problema i kritičko razmišljanje.

#### **4.4. Studija 4: Usporedba e-Knjiga i AR-a u potpori projektnog učenja**

Izvor: Integrating Games, e-Books and AR Techniques to Support Project-based Science Learning [24]

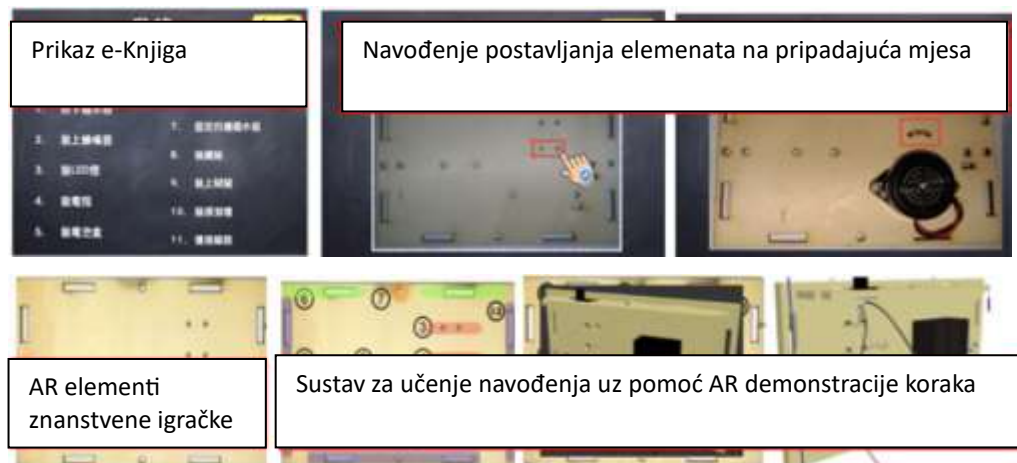
##### 4.4.1. Pregled

Ovo istraživanje je uključivalo dvije skupine studenata, jednu koja je koristila materijale za učenje putem igara i e-knjige, a drugu koja je koristila materijale za učenje putem proširene stvarnosti (AR) i igre. Eksperiment je trajao četiri tjedna, pri čemu je obje skupine poučavao isti prirodoslovni učitelj. Studenti su od učiteljevih uputa učili osnovne koncepte elektriciteta i vježbali s materijalima za učenje putem igara kako bi stekli nižu razinu znanja. Zatim su primijenili stečeno znanje kako bi proizveli znanstvenu igračku i postigli višu razinu znanja. Istraživanje je utvrdilo da su interakcija i suradnja studenata s kolegama tijekom praktičnih aktivnosti pomogli u završetku projekta. Sudionici su također pokazali različito ponašanje koristeći podršku e-knjiga i materijala za učenje putem AR tehnologije. Istraživanje je koristilo kvantitativne i kvalitativne metode analize podataka kako bi potvrdilo rezultate.

##### 4.4.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživanje je koristilo mješoviti pristup, kombinirajući kvalitativne i kvantitativne podatke kako bi pružilo sveobuhvatno razumijevanje učinkovitosti modela integracije tehnologije u podršci projektnom učenju u znanosti. Ovaj pristup često se koristi kako bi se

pružio sveobuhvatan uvid u istraživački problem triangulacijom podataka iz više izvora i perspektiva. Kvalitativni podaci prikupljeni su putem intervjua i pisane povratne informacije od učenika. Intervjui su pružili uvid u iskustva, interakcije i suradnju učenika tijekom praktičnih aktivnosti. Kvalitativni podaci pomogli su u razumijevanju ponašanja učenika i njihove upotrebe e-knjiga i materijala temeljenih na proširenoj stvarnosti tijekom projektnih aktivnosti. Kvantitativni podaci prikupljeni su putem prethodnih i naknadnih testova, bodova za praktične aktivnosti i upitnika. Izračunate su opisne statistike kako bi se definirale srednje vrijednosti i standardne devijacije, a neovisni uzorci t-testa i upareni uzorci t-testa su usvojeni kako bi se usporedili rezultati učenja i upitnika između i unutar dvije grupe nakon eksperimenta. Što se tiče kvalitativnih podataka od instruktora i studenata, svakom sudioniku dodijeljen je kod, grupa-spol-broj, na primjer, GA-1-3 predstavlja podatke od učenika 3 koji je dječak u GA grupi koji je učio s e-knjigama i igrom. GB-2-1 predstavlja podatke od učenika 1 koji je djevojka u GB grupi koja je učila s AR materijalima i igrom. Istraživač je preveo povratne informacije iz intervjua u sirove datoteke podataka za svakog sudionika i smanjio podatke iz kojih su se mogli istaknuti zaključci za svako pitanje.



*Slika 4.5 Razlika u sučeljima – U verziji aktivnosti sa e-materijalima, učeniku su kroz multimedijalne sadržaje objašnjeni koraci za pravilnu izradu projekta, dok u AR verziji sučelje superponira sadržaj korak po korak*

#### 4.4.3. Rezultati studije

Svrha ovog istraživanja bila je ispitati učinkovitost materijala za učenje putem igara i materijala za učenje putem proširene stvarnosti (AR) u podršci nastavi temeljenoj na realnim projektima. Također je postojao cilj razvijanja aktivnosti projektnog učenja i materijale za učenje temeljene na tehnologiji kako bi pomogla nastavnicima u provođenju aktivnosti projektnog učenja u znanosti. Fokus je na kombiniranju značajki tehnologija poput e-knjiga i proširene stvarnosti (AR) kako bi se stvorila interaktivna okruženja koja podržavaju učenike u stjecanju znanja iz znanosti od osnovnih kognitivnih procesa do viših razina razumijevanja.

Naposlijetku, istraživanje je imalo za cilj istražiti kako su se studenti povezali s različitim materijalima za učenje i kako su percipirali njihovu korisnost u podršci svom učenju. Istraživanje je provedeno koristeći pristup s više faza. Studija je uključivala dizajniranje projektnih aktivnosti i razvoj materijala za učenje temeljenih na tehnologiji kako bi se podržali nastavnici u provođenju projektnog učenja u znanosti. Aktivnosti su se usredotočile na poučavanje znanstvenih koncepata i njihovu primjenu u izradi znanstvene igračke. Istraživanje je uključilo 51 učenika osnovne škole podijeljenih u dvije skupine: jedna je koristila okruženje za učenje temeljeno na igri s materijalima proširene stvarnosti (AR), dok je druga koristila e-udžbenike. Što se tiče analize podataka, istraživanje je utvrdilo da su oba tipa e-naučnih materijala pomogli poboljšanju učinkovitosti učenja studenata. Rezultati uparenih uzoraka t-testa pokazali su da su svi studenti poboljšali svoje učenje nakon tečaja, te da su statistički rezultati postigli značajnu razliku. Međutim, rezultati neovisnih uzoraka t-testa nisu pokazali razliku u učinkovitosti učenja između dvije grupe. Pri daljnjoj analizi rezultata aktivnosti učenja na licu mjesta, utvrđeno je da su ukupni rezultati dviju grupa bili vrlo bliski, a statistički rezultati neovisnih uzoraka t-testa nisu pokazivali statističku razliku između grupa. No ipak, pri detaljnijoj analizi aktivnosti učenja na licu mjesta, studenti u GA grupi s e-knjigama bolje izveli podstavku o postavljanju prekidača i ispravnosti strujnog kruga od studenata u GB grupi.

Istraživanje je imalo za cilj stvoriti integrirani model e-učenja za potporu studentima pri stjecanju različitih razina kognitivnih znanja kroz aktivnosti temeljene na znanstvenim projektima. Rezultati istraživanja otkrili su da je uporaba edukativne tehnologije u svrhu ispomoći u učenju znanosti učinkovita u poboljšanju aktivnog sudjelovanja studenata kao i motivacije za učenje znanosti. Unatoč tome što kvantitativni podaci nisu pokazali razlike u učenju između dvije grupe, kvalitativni rezultati su pokazali da su e-učni materijali s multimedijским sadržajem (i e-knjige i AR materijali) bili korisni u potpori studentima tijekom izvođenja praktičnih aktivnosti, te potaknuli diskusiju među učenicima kako bi postigli suglasnost o konceptima. Studija je otkrila da su učenici pokazali različita ponašanja kada su koristili podršku e-knjiga i materijala temeljenih na AR-u. Učenici su razgovarali kako bi razmijenili mišljenja i ideje kada su naišli na neslaganja tijekom aktivnosti učenja. Također je primijećeno da bi neki učenici s materijalima za učenje koji se temelje na AR željeli slijediti upute u materijalima korak po korak tijekom aktivnosti. Što se tiče korisničkog iskustva, studija je pokazala da su učenici općenito imali pozitivna iskustva s sa obje tehnologije. Rezultati upitnika pokazali su da učenici smatraju da su materijali za učenje jednostavni za korištenje, da je dizajn sučelja jasan, a upute materijala jasne. Učenici su se također složili da im je korištenje materijala pomoglo razumjeti koncepte učenja.

Studija je otkrila da je upotreba materijala za e-učenje s multimedijским sadržajem bila korisna u pokretanju rasprave među učenicima kako bi se postigao dogovor o konceptu. Također je otkrila da su učenici pokazali različita ponašanja kada su koristili podršku e-knjiga i materijala temeljenih na AR-u. Primjerice, učenici s e-knjigama obično su sami pronalazili odgovore na početku aktivnosti, a tek kad bi zapeli, upotrijebili bi materijale za učenje kako bi saznali odgovore, dok bi drugi željeli razgovarati s kolegama tijekom cijele praktične aktivnosti i traže odgovore kada nisu mogli postići dogovor. Također je primijećeno da bi neki učenici s materijalima za učenje koji se temelje na AR željeli slijediti upute u materijalima korak po korak tijekom aktivnosti. Ovi rezultati ukazuju da korištenje e-knjiga i AR materijala može zadovoljiti različite preferencije i strategije učenja. Studenti su razgovarali kako bi razmijenili mišljenja i ideje kada bi se suočili s nesuglasticama tijekom aktivnosti učenja. Studija sugerira da integracija igara, e-knjiga i AR tehnika može biti koristan pristup u potpori projektima temeljenom učenju znanosti. Dodatno, navodi da su vrijedni istraživački nalazi dobiveni iz kvalitativnih rezultata intervjua i pisanih povratnih informacija učenika. Učenici su otkrili da su temeljni znanstveni koncepti koje su vježbali u igri pomogli u njihovoj izradi praktičnog projekta, te se primijetilo da je istraživačko učenje događalo tijekom praktičnih aktivnosti. Kvalitativni podaci iz intervjua ukazivali su na to da su učenici imali interakciju i suradnju s vršnjacima tijekom procesa izrade znanstvenog uređaja za struju. Ukratko, učenici su raspravljali kako bi razmijenili mišljenja i ideje kada bi se suočili s nesuglasticama tijekom aktivnosti učenja.

Sadržaj učenja osmišljen je za usvajanje osnovnih pojmova o elektricitetu kao što su električni krugovi, pojmovi staza, otvoreni i kratki električni krugovi te serijski i paralelni, te naprednih znanja kao što su kombiniranje električnih elemenata i dovršavanje znanstvene igračke o električnoj struji. Sadržaj učenja uključivao je dvije teme. Tema 1 osmišljena je za stjecanje osnovnih pojmova o elektricitetu na ljestvici dimenzija znanja zapamtiti i razumjeti, a Tema 2 bila je napredna praktična aktivnost koja je od učenika tražila primjenu naučenih znanstvenih koncepata u proizvodnji znanstvene igračke za električnu struju. Okruženje temeljeno na igricama stvoreno je za Temu 1, osnovno učenje koncepta, kako bi se učenicima pružila mogućnost pokušaja i pogrešaka i potaknulo ih da ispituju učenje kroz interakciju temeljenu na igricama. E-knjige i interakcija temeljena na AR-u stvoreni su za Temu 2, naprednu praktičnu aktivnost, kako bi učenicima pružili potrebnu osnovu za primjenu prethodnih osnovnih znanstvenih koncepata električne energije kako bi dovršili kognitivne zadatke učenja više razine.

E-knjige i materijali temeljeni na proširenoj stvarnosti (AR) korišteni su kako bi podržali proces učenja na različite načine. E-knjige s multimedijalnim sadržajem su bile korisne u podršci učenicima tijekom izrade znanstvenog igračkog modela električne struje te su poticale raspravu među vršnjacima radi postizanja suglasnosti oko pojedinih koncepata. Primjerice, tekst i slike u e-knjigama su pomogle učenicima da dodatno potvrde procese i informacije o učenju. S druge strane, obojani blokovi na fizičkim objektima u AR materijalima olakšavali su sastavljanje elemenata za dovršetak znanstvene igračke. AR materijali su također pružali potporu učenicima za usvajanje apstraktnih znanstvenih koncepata putem preklapanja virtualnih elemenata na stvarne okoline s vizualiziranim detaljima. Istraživački dio studije proveden je u vidu učenja osnovnih koncepata elektriciteta i pomaganjem studentima u izradi znanstvene igračke. Materijali za učenje putem AR tehnologije bili su dizajnirani tako da prikazu obojane blokove na fizičkim objektima kako bi olakšali sastavljanje elemenata radi izrade znanstvene igračke. Kako bi koristili materijale za učenje putem AR tehnologije, studenti su trebali skenirati AR oznake na fizičkim objektima pomoću svojih mobilnih uređaja. Nakon što su AR oznake skenirane, AR sadržaj bi se pojavio na ekranu mobilnih uređaja. Studenti su tada mogli slijediti upute koje je pružao AR sadržaj kako bi dovršili praktične aktivnosti. Studija je namjeravala integrirati pogodnosti i pristupačnost e-knjiga, značajke interaktivne demonstracije i kombinacije vizualnih informacija s fizičkim AR objektima, te užitak koji donosi učenje temeljeno na igrama kako bi se stvorio integrirani model e-učenja za podupiranje učenika u stjecanju različitih kognitivnih razina znanja kroz aktivnost temeljenu na znanstvenom projektu.

Što se tiče povratnih informacija i zadovoljstva studenata, istraživanje je pokazalo da su studenti dviju skupina imali pozitivne povratne informacije o učenju uz pomoć materijala za e-učenje, a većina rezultata bila je vrlo dobar. Uočeno je da su učenici s materijalima za učenje koji se temelje na AR-u imali više prosječne ocjene za većinu pitanja nego rezultati učenika s e-knjigama, što ukazuje na to da su učenici voljeli koristiti materijale za učenje temeljene na AR-u i smatra da su im potpore za učenje temeljene na AR-u pomogle razumjeti koncepte učenja i samostalno dovršiti praktični rad. Studija sugerira da integracija igara, e-knjiga i AR tehnika može biti koristan pristup podršci znanstvenog učenja temeljenog na projektima i može povećati zadovoljstvo i angažman učenika. Istraživanje je uključivalo učitelja koji je pomagao istraživaču da odabere studente za intervjuje na temelju njihove izvedbe tijekom tečaja. Učitelj je također intervjuiran kako bi se razumjela njihova percepcija i mišljenje o korištenju materijala za učenje. Studija sugerira da integracija igara, e-knjiga i AR tehnika može biti koristan pristup podršci znanstvenog učenja temeljenog na projektima te

može poboljšati uključenost i podršku nastavnika. Nadalje, studija je također utvrdila da AR materijali koji previše ugađaju učenicima mogu ograničavati sposobnost razmišljanja učenika i suziti njihovu kreativnost.

Studija sugerira da bi trebalo provesti dugotrajni eksperiment i odgođeno testiranje kako bi se dodatno potvrdilo podržavaju li tehnologije učenja dugoročno učenje znanosti. Studija također preporučuje da bi učitelji mogli razmotriti uloge, mogućnosti i značajke različitih medija kada ih integriraju u podršku nastavi i učenju. Studija predlaže revidirani model integracije e-učenja koji kombinira prednosti e-knjiga i tehnika proširene stvarnosti kako bi se stvorila lakše dostupna podrška za e-učenje i potaknulo aktivno razmišljanje u cilju razvijanja neovisnih i samoreguliranih učenika.

#### **4.5. Studija 5: Korištenje AR-a u nastavi tjelesnog odgoja**

Izvor: Applying augmented reality in physical education on motor skills learning [25]

##### 4.5.1. Pregled

Ovaj članak istražuje potencijalne koristi upotrebe tehnologije proširene stvarnosti u tjelesnom odgoju kako bi se poboljšalo učenje motoričkih vještina. Autori ovog istraživanja željeli su istražiti može li se upotrebom tehnologije proširene stvarnosti poboljšati ishodi učenja učenika u nastavi tjelesnog odgoja. Proveli su dva eksperimenta kako bi usporedili učinkovitost učenja učenika koji su koristili tehnologiju proširene stvarnosti s onima koji to nisu činili. Cilj istraživanja bio je pružiti uvid u potencijalne koristi upotrebe tehnologije proširene stvarnosti u tjelesnom odgoju kako bi se poboljšalo učenje motoričkih vještina. Sadržaj učenja u dvije eksperimentalne aktivnosti bio je osnovne trkačke radnje i vježbe označavanja. Skala motoričkih vještina korištena u istraživanju uključivala je vještine osnovnih trkačkih radnji (šetnja "gljiva", šetnja povlačenja noge, šetnja kontralateralnim udarcem, šetnja iskorakom i trčanje s udarcem po stražnjici itd.) i vježbe označavanja (podizanje noge, istežanje noge, šetnja podizanja noge korakom, šetnja istežanja noge korakom, trokorak podizanja noge i trokorak istežanja noge itd.).

##### 4.5.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Svrha prethodnog i naknadnog testa u ovom istraživanju bila je razumjeti može li se kognitivno znanje učenika o motoričkim vještinama poboljšati nakon što ih se usmjeri da koriste 3D model likova i video materijale o motoričkim vještinama te razumjeti učinkovitost



učenja dviju metoda poučavanja. Analiza neovisnih uzoraka t-testom provedena je putem dvije mjere motivacije za obje skupine.



*Slika 4.6 Kolaboracija učenika – promatranjem trodimenzionalnih modela omogućeno je dublje shvaćanje traženih pokreta tijekom aktivnosti*

#### 4.5.3. Rezultati studije

Istraživanje je imalo za cilj ispitati učinkovitost nastave uz pomoć AR tehnologije u usporedbi s nastavom uz pomoć video tehnologije u tjelesnom odgoju. Istraživači su odabrali jednostavne i osnovne trkačke radnje te zahtjevnije vježbe označavanja kao nastavni sadržaj i proveli su dva eksperimentalna istraživanja koristeći kvazi-eksperimentalni dizajn. Cilj istraživanja bio je provjeriti učinke ishoda učenja, motoričkih vještina i motivacije za učenje uz pomoć AR tehnologije te učinke različitih težinskih razina nastavnih materijala. Istraživanje je pokazalo da poduka uz pomoć AR-a može značajno poboljšati razvoj motoričkih vještina učenika u usporedbi s tradicionalnim videouputama. Rezultati Eksperimenta I pokazali su da je kontrolna skupina bila bolja od eksperimentalne skupine u naknadnom testu, ali je eksperimentalna skupina potrošila više vremena na proces učenja. Rezultati Eksperimenta II pokazali su da je eksperimentalna skupina nadmašila kontrolnu skupinu u naknadnom testu, a poduka uz pomoć AR pomogla je učenicima da steknu bolje razumijevanje motoričkih vještina kojima je teže upravljati.

Studija je otkrila da poduka uz pomoć AR-a može značajno poboljšati motivaciju učenika za učenje u usporedbi s tradicionalnim videouputama. Došla je do zaključaka da

nastava uz pomoć AR-a pruža učenicima mogućnost interaktivnog rada, integrira tekstualne materijale s materijalima 3D modela i prenosivija je od tradicionalnih video instrukcija. Ovi čimbenici doprinose višim razinama pažnje, relevantnosti i povjerenja u eksperimentalnoj skupini u usporedbi s kontrolnom skupinom. Međutim, studija je također otkrila da su se studenti u eksperimentalnoj skupini susreli s poteškoćama u radu pri korištenju AR mobilnog operatera, poput lošeg prepoznavanja slike zbog refleksije, tamnih sjena ili nejasnih područja na slikama. Studija sugerira da bi algoritam za prepoznavanje slike trebao biti poboljšán kako bi se izbjegao rad sa slabim osvjetljenjem i smetnjama okoline. Osim toga, studija sugerira da ako AR-ova preklapajuća poruka pruža priliku za situacijsko učenje, virtualna stvarnost (ili VR) može biti ugrađena u pomoćni sustav kako bi se omogućilo situacijsko učenje. Studija stoga sugerira da AR tehnologija može pružiti učenicima priliku za interaktivno djelovanje, što pridonosi višim razinama pažnje, relevantnosti i samopouzdanja u eksperimentalnoj skupini u usporedbi s kontrolnom skupinom. Studija također sugerira da AR tehnologija ima veliki potencijal za promicanje suradničkog i autonomnog učenja u visokom obrazovanju. Sugerira da se prilikom dodavanja značajke AR virtualnosti/stvarnosti u tečajeve tjelesnog odgoja, tekstualni materijali s uputama (kao što su pravila i principi raznih motoričkih vještina) mogu integrirati s virtualnim objektima 3D potpomognutih materijala s uputama (kao što su demonstracija i rad motoričkih sposobnosti). Ova integracija može pružiti studentima sveobuhvatnije i interaktivnije iskustvo učenja, što može poboljšati njihovu motivaciju za učenje i angažman.

Sudionici su bili učenici sedmog razreda iz dvije razredne skupine, kategorizirani u kontrolnu skupinu s 25 osoba i eksperimentalnu skupinu s 27 osoba, niti jedna skupina nije primila profesionalnu obuku u motoričkim vještinama. Eksperimentalna skupina koristila je AR tehnologiju kao alat za učenje, što je omogućilo učenicima čitanje knjiga dok upravljaju 3D modelima likova. AR tehnologija primjenjivala je virtualne poruke na objekte učenja tako da su se 3D modeli mogli preklapati u udžbenicima. Učenicima je bilo predstavljeno korištenje 3D modela likova i video materijala o motoričkim vještinama kako bi poboljšali svoje kognitivno znanje o motoričkim vještinama. Istraživanje je koristilo test postignuća znanja o motoričkim vještinama u vidu prethodnog i naknadnog testa kako bi razumjelo kognitivno znanje učenika o motoričkim vještinama i učinkovitost učenja dviju metoda poučavanja. Rezultati istraživanja ukazali su da je nastava uz pomoć AR tehnologije učinkovitija od nastave uz pomoć video tehnologije, pri čemu su učinci bolji kod učenja zahtjevnijih motoričkih vještina. Također, istraživanje je identificiralo neka ograničenja AR tehnologije, poput poteškoća pri radu u lošem osvjetljenju i utjecajima okoline. Istraživači su sugerirali da bi

mješovita stvarnost, kombinacija AR i VR tehnologija, mogla biti vrijedno područje za buduća istraživanja u pomagalima za sportsku obuku. Sveukupno, cilj istraživanja bio je doprinijeti razvoju učinkovitih i inovativnih metoda poučavanja u tjelesnom odgoju uz korištenje AR tehnologije. Studija je zaključila da učenici koji koriste AR-pomoćne nastavne materijale pokazuju znatno veći učinak na motivaciju za učenje u odnosu na one koji koriste video-pomoćne nastavne materijale. Studija je također utvrdila da AR-pomoćna nastava pruža studentima priliku za interaktivno djelovanje, integrira tekstualne materijale s 3D modelima i mobilnija je od tradicionalne video-instrukcije. Ovi faktori doprinose većoj razini pažnje, relevancije i samopouzdanja u eksperimentalnoj grupi u usporedbi s kontrolnom grupom.

Studija je pokazala da zadovoljstvo učenika koji su koristili nastavu uz pomoć AR-a u eksperimentalnoj skupini nije bilo značajno veće od onog u kontrolnoj skupini, što nije bilo u skladu s pretpostavkama istraživača. Međutim, eksperimentalna skupina svejedno je imala više rezultate od kontrolne skupine. Studija sugerira da kombinacija okruženja za učenje i materijala potpomognutih informacijama povećava osjećaj zadovoljstva, a rezultati prethodnih studija pokazali su slične rezultate. Studija također sugerira da su pomoćni materijali koje su koristile dvije grupe uključivali integraciju informacijske tehnologije u nastavu, što je bilo novo iskustvo za učenike u obje grupe i proizvelo više ocjene zadovoljstva. Osim toga, studija je intervjuirala studente nakon završetka eksperimentalnih aktivnosti i otkrila da su studenti u eksperimentalnoj skupini naišli na poteškoće u radu kada su koristili AR mobilni operater, kao što je loše prepoznavanje slike zbog refleksije, tamnih sjena ili nejasnih područja u generiranom sadržaju. Međutim, javljaju se dva nedostatka. Prvo, nedostaje interaktivnih značajki, što znači da učenici možda neće moći promatrati pojedinosti iz različitih kuteva i samim time dobiti širu sliku. Drugo, ne integrira učinkovito kognitivno znanje iz udžbenika s praktičnom vježbom motoričkih vještina. Kako bismo riješili ove nedostatke i poboljšali ishode učenja, Proširena stvarnost (AR) integrirana s 3D materijalima može pomoći studentima u učenju motoričkih vještina. To omogućuje studentima da se poistovjete s 3D modelima likova dok čitaju materijale iz udžbenika. Na temelju dobivenih rezultata, studija sugerira da kombinacija okruženja za učenje i materijala potpomognutih informacijama povećava osjećaj zadovoljstva, a rezultati prethodnih studija pokazali su slične rezultate. Studija također sugerira da je za tjelesni odgoj razvijen računalni nastavni sadržaj s poboljšanim učinkom učenja vještina, koji se može koristiti u kombinaciji s AR tehnologijom za pružanje učinkovitijeg i zanimljivijeg iskustva učenja. Stoga je moguće da učitelji mogu igrati ulogu u olakšavanju integracije AR tehnologije u nastavu tjelesnog odgoja i pružanju podrške učenicima u korištenju tehnologije.

Studija nije posebno istraživala dugoročni učinak korištenja AR tehnologije u tjelesnom odgoju. Međutim, studija sugerira da AR tehnologija može poboljšati učinke učenja, povećati motivaciju za učenje, ojačati koncentraciju korisnika i poboljšati privlačnost učenika fizičkim objektima. Studija također sugerira da je za tjelesni odgoj razvijen računalni nastavni sadržaj s poboljšanim učinkom učenja vještina, koji se može koristiti u kombinaciji s AR tehnologijom za pružanje učinkovitijeg i zanimljivijeg iskustva učenja. Stoga je moguće da korištenje AR tehnologije u tjelesnom odgoju može imati pozitivan dugoročni učinak na razvoj motoričkih sposobnosti učenika i ukupne ishode učenja. U kontekstu učenja sportskih vještina, studija govori kako studenti ne bi trebali samo pasivno promatrati demonstracije, već bi trebali imati priliku istraživati i vježbati. Učenje s 3D modelima pruža tu mogućnost, omogućavajući studentima interaktivno promatranje demonstracija iz različitih kutova i potpuno uronjeno sudjelovanje u kinestetičkim iskustvima. Međutim, studenti u eksperimentalnoj grupi suočavali su se s operativnim poteškoćama prilikom korištenja AR na mobilnim uređajima, kao što su loše prepoznavanje slika zbog refleksija, sjena ili zamućenih područja na slikama iz udžbenika. Istraživanje navodi kako je unapređenje algoritma za prepoznavanje slika nužno za rješavanje ovih problema. Iako AR-PE nastava može preklapati 3D modele likova s tekstualnim materijalima za individualno obučavanje motoričkih vještina, to možda neće potpuno udovoljiti potrebama sportskih natjecanja i obuka. Kako bi se pružile prilike za situacijsko učenje, virtualna stvarnost (VR) može se uključiti u pomoćni sustav, što vodi razvoju rješenja mješovite stvarnosti koja kombiniraju AR i VR. Ovo predstavlja obećavajući smjer istraživanja za pomagala u sportskoj obuci i područje budućeg istraživanja.

#### **4.6. Studija 6: Poboljšavanje akademskog uspjeha i motivacije AR-om**

Izvor: Impact of Augmented Reality Technology on Academic Achievement and Motivation of Students from Public and Private Mexican Schools. [26]

##### 4.6.1. Pregled

U ovom članku istražuje se utjecaj tehnologije proširene stvarnosti na akademski uspjeh i motivaciju učenika iz javnih i privatnih škola u Meksiku, konkretno u predmetu geometrije u osnovnoj školi. Istraživanje pruža vrijedne uvide u potencijalne koristi proširene stvarnosti u poboljšanju ishoda učenja i angažmana učenika. Autori napominju da je tehnologija postala sve važniji dio obrazovanja i da postoji sve veći interes za potencijalne koristi upotrebe tehnologije u poboljšanju ishoda učenja i angažmana učenika. Argumentiraju da tehnologija proširene stvarnosti, koja omogućuje korisnicima interakciju s virtualnim objektima u stvarnom svijetu, ima potencijal biti posebno učinkovita u poboljšanju ishoda učenja i

angažmana učenika. Autori predstavljaju istraživačka pitanja i hipoteze koje se fokusiraju na utjecaj tehnologije proširene stvarnosti na postignuće i motivaciju učenika u srednjoškolskom tečaju geometrije. Također pružaju kratki pregled metodologije korištene u istraživanju, koja je uključivala dizajn prethodnog i naknadnog testa sa dvije grupe: grupu s tehnologijom proširene stvarnosti i kontrolnu grupu.



Slika 4.7 Prikaz trodimenzionalnih geometrijskih likova

#### 4.6.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživanje je koristilo dizajn prethodni / naknadni test unutar dvije grupe: grupom s tehnologijom proširene stvarnosti i kontrolnom grupom. Istraživanje je uključivalo ukupno 60 učenika, sa po 30 učenika u svakoj grupi. Prije intervencije, svi su učenici primili upute o osnovnim načelima geometrije od svojih nastavnika. Intervencija se sastojala od niza obrazovnih aktivnosti osmišljenih kako bi pomogle učenicima da vježbaju osnovne pojmove geometrije koristeći tehnologiju proširene stvarnosti. Obrazovne aktivnosti bile su dizajnirane kako bi se uskladile sa službenim programom za poučavanje geometrije u meksičkim školama. Istraživanje je prikupilo podatke o postignućima i motivaciji učenika koristeći testove i ankete prije i nakon intervencije. Prethodni test korišten je kako bi se ocijenilo početno znanje učenika o geometriji, dok je naknadni test korišten kako bi se ocijenilo njihovo znanje nakon završetka obrazovnih aktivnosti. Anketa o motivaciji korištena je kako bi se ocijenio nivo motivacije učenika prije i nakon intervencije. Nakon završetka obrazovnih aktivnosti, učenici iz obje grupe ispunili su naknadni upitnik o znanju, kao i anketu o motivaciji. Maksimalno vrijeme dano za ispunjavanje upitnika i ankete bilo je 20 minuta za svaku od njih. Rezultati su analizirani korištenjem deskriptivne statistike i inferencijalne statistike, uključujući t-testove i ANOVA-u.

#### 4.6.3. Rezultati studije

Studija je pokazala da je korištenje tehnologije proširene stvarnosti u aktivnostima učenja pozitivno utjecalo na motivaciju i angažman učenika te da su učenici javnih škola s vremenom poboljšali svoje rezultate učenja. Poboljšanje je bilo veće kod onih učenika koji su

raspoređeni u eksperimentalni (aplikacija proširene stvarnosti) dio studije u usporedbi s onima koji su raspoređeni u kontrolnu skupinu. Što se tiče početnih rezultata eksperimenta, istraživanje je utvrdilo da je u kontekstu prethodnog postojala mala razlika u rezultatima postignuća između kontrolne grupe i grupe s tehnologijom proširene stvarnosti. Međutim, nakon završetka obrazovnih aktivnosti, grupa s tehnologijom proširene stvarnosti imala je znatno više rezultate postignuća u usporedbi s kontrolnom grupom. Razlika je bila statistički značajna. Kao što se očekivalo, rezultati postignuća učenika koji su pratili uvjete s tehnologijom proširene stvarnosti bili su viši u usporedbi s rezultatima postignuća učenika u kontrolnoj grupi, i razlika je bila značajna. Stoga rezultati sugeriraju da su učenici iz javnih škola poboljšali svoje ishode učenja s vremenom, a to poboljšanje bilo je veće kod učenika dodijeljenih eksperimentalnoj (aplikacija proširene stvarnosti) skupini u usporedbi s onima dodijeljenima kontrolnoj grupi. Studija je utvrdila da je uporaba tehnologije proširene stvarnosti bila učinkovitija u poticanju akademskih postignuća i motivacije od tehnologije na webu. Međutim, učinkovitost učenja tehnologije proširene stvarnosti bila je različita u privatnim i javnim školama. Učenici privatnih škola bili su više motivirani prema tehnologiji proširene stvarnosti u odnosu na učenike javnih škola. To bi moglo biti zbog različitih čimbenika, kao što su razlike u pristupu tehnologiji ili razlike u metodama poučavanja. Međutim, vrsta škole (javna ili privatna) nije značajno utjecala na finalne rezultate ili motivaciju učenika prema učenju. Stoga, studija sugerira da uporaba tehnologije proširene stvarnosti može biti korisna i za učenike javnih i privatnih škola, ali razina motivacije prema toj tehnologiji može se razlikovati među njima.

Istraživanje je utvrdilo da upotreba tehnologije proširene stvarnosti u obrazovnim aktivnostima može znatno poboljšati postignuća učenika u geometriji u usporedbi s tradicionalnim web-aplikacijama. Rezultati sugeriraju da su učenici iz javnih škola poboljšali svoje ishode učenja s vremenom, a to poboljšanje bilo je veće kod učenika dodijeljenih eksperimentalnoj (aplikacija proširene stvarnosti) skupini u usporedbi s onima dodijeljenima kontrolnoj grupi. Također, istraživanje je utvrdilo da upotreba tehnologije proširene stvarnosti može pozitivno utjecati na motivaciju i angažman učenika tijekom obrazovnih aktivnosti. Autori sugeriraju da upotreba tehnologije proširene stvarnosti može pomoći učenicima da vizualiziraju i interagiraju s apstraktnim konceptima u geometriji, što može poboljšati njihovo razumijevanje i zadržavanje gradiva. Međutim, studija ne pruža detaljne informacije o korisničkom iskustvu studenata koji koriste proširenu stvarnost i web aplikacije. Iako studija sugerira da je uporaba tehnologije proširene stvarnosti povezana s višim razinama motivacije i poboljšanim ishodima učenja, ne pruža informacije o specifičnim aspektima tehnologije koji

su pridonijeli tim učincima. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se istražilo korisničko iskustvo učenika koji koriste tehnologiju proširene stvarnosti u obrazovnom kontekstu, uključujući čimbenike kao što su jednostavnost upotrebe, interaktivnost i angažman. Razumijevanje korisničkog iskustva učenika koji koriste tehnologiju proširene stvarnosti može pomoći u prepoznavanju područja za poboljšanje i informirati o razvoju učinkovitijih i privlačnijih obrazovnih aplikacija.

Iako studija nije pružila detaljne informacije o specifičnim aspektima interakcije i suradnje u aktivnostima učenja, moguće je da je korištenje tehnologije proširene stvarnosti omogućilo veću interakciju i suradnju među učenicima. Tehnologija proširene stvarnosti ima potencijal stvoriti impresivna i interaktivna okruženja za učenje koja mogu promicati suradnju i angažman među učenicima. Što se tiče obrazovne aplikacije koju su autori dizajnirali, ona slijedi smjernice koje je postavio službeni program koji meksičke škole moraju koristiti za poučavanje geometrije. Službeni program ne samo da definira ciljeve, već i ključne aktivnosti koje učenici moraju izvoditi. Aplikacija je dizajnirana slijedeći službene smjernice s ciljem omogućavanja učenicima vježbanje osnovnih koncepata geometrije. Autori su osmislili obrazovnu aplikaciju koja omogućava učenicima da vježbaju osnovne pojmove geometrije na način koji je privlačan i interaktivan. Glavna tema studije bila je korištenje tehnologije proširene stvarnosti u srednjoškolskom tečaju geometrije. Studija je otkrila da su učenici koji koriste okruženja za učenje temeljena na proširenoj stvarnosti postigli bolje rezultate u naknadnim testovima od onih koji su koristili web aplikaciju, što sugerira da tehnologija proširene stvarnosti može biti učinkovit alat za podučavanje geometrijskih koncepata. Studija je također otkrila da je okruženje za učenje proširene stvarnosti bilo učinkovitije u javnim školama u usporedbi s privatnim školama, što sugerira da učinkovitost tehnologije proširene stvarnosti može ovisiti o specifičnom obrazovnom kontekstu.

Sama aplikacija sastoji se od tri vrste vježbi. Prva vrsta vježbe uključuje prepoznavanje geometrijskih likova i njihovih svojstava, poput broja stranica, kutova i vrhova. Druga vrsta vježbe uključuje prepoznavanje geometrijskih transformacija, kao što su skaliranje, rotacije i translacije. Treća vrsta vježbe uključuje prepoznavanje rezanih presjeka geometrijskih tijela, gdje se geometrijsko tijelo može rezati na tri različita načina, odnosno paralelno, kosim i okomitim na osnovu. Učenik mora u ograničenom vremenu prepoznati dva dijela geometrijskog tijela koja su prvotno prikazana, među nekoliko nepotpunih figura koje se pojavljuju na ekranu. Obrazovna aplikacija je implementirana kao AR aplikacija temeljena na slikama pod nazivom ARGeo i kao web aplikacija pod nazivom WebGeo. Razlika između implementacija je dvostruka. Prvo, mehanizam za odabir različitih opcija izveden je pomoću

sličica u ARGeo-u i pomoću izbornika u WebGeo-u. Drugo, učenici mogu vizualizirati 3D figure iz bilo kojeg kuta u stvarnom vremenu kada koriste ARGeo, dok WebGeo učenicima pruža statički prikaz figura bez mogućnosti interakcije.

Studija je provela dvosmjerni ANOVA test kako bi ispitala učinak škole i vrste eksperimenta na faktor motivacije zadovoljstva. Rezultati su pokazali da su privatne škole izvijestile o višoj razini zadovoljstva od javnih škola, a eksperimentalna skupina s proširenom stvarnošću izvijestila je o višoj razini zadovoljstva od kontrolne skupine. Studija nije pružila detaljne informacije o specifičnoj ulozi nastavnika u implementaciji tehnologije proširene stvarnosti u razredu. Međutim, spomenula je da je platforma za učenje ARGeo dizajnirana da bude jednostavna za korištenje i laka za korištenje, što je možda doprinijelo uspješnoj implementaciji tehnologije u učionici.

Naposlijetku, istraživanje prepoznaje određena ograničenja, uključujući evaluaciju kratkoročnog zadržavanja osnovnih načela geometrije, samoprijavljene podatke i ograničenu veličinu uzorka. Autori preporučuju da se izradi i provede veće multicentrično istraživanje kako bi se donijeli robusniji zaključci. Također, istraživanje sugerira da buduća istraživanja mogu istražiti potencijalne koristi tehnologije proširene stvarnosti u drugim predmetnim područjima i obrazovnim kontekstima. Autori napominju da upotreba tehnologije proširene stvarnosti može imati posebne koristi za poučavanje apstraktnih ili složenih koncepata i da može biti posebno učinkovita za uključivanje učenika koji se mogu boriti s tradicionalnim metodama poučavanja. Napominju da upotreba tehnologije proširene stvarnosti može biti posebno učinkovita za uključivanje učenika koji se mogu boriti s tradicionalnim metodama poučavanja. Na primjer, učenici s poteškoćama u učenju mogli bi imati koristi od interaktivne i uronjene prirode tehnologije proširene stvarnosti. Sveukupno, istraživanje sugerira da upotreba tehnologije proširene stvarnosti ima potencijal za poboljšanje ishoda učenja i uključivanja učenika u različitim obrazovnim kontekstima izvan geometrije srednje škole. Međutim, potrebna su daljnja istraživanja kako bi se istražile specifične koristi i ograničenja tehnologije proširene stvarnosti u različitim predmetnim područjima i obrazovnim kontekstima.



## 4.7. Studija 7: AR edukativna društvena igra o zdravlju

Izvor: Effects of Incorporating Augmented Reality into a Board Game for High School Students' Learning Motivation and Acceptance in Health Education [27]

### 4.7.1. Pregled

Ovaj istraživački rad ispituje učinkovitost integracije proširene stvarnosti (AR) u društvene igre kako bi se poboljšala motivacija za učenje i prihvaćanje učenja u području zdravstvenog obrazovanja u srednjim školama. Studija je koristila kvantitativni pristup istraživanju s eksperimentalnim dizajnom i primijenila Anketu o motivaciji za nastavna sredstva (IMMS) i Model prihvaćanja tehnologije (TAM) za prikupljanje podataka. Sudionici su bili 52 učenika srednje škole prve godine iz škole smještene na jugu Tajvana, koji su bili podijeljeni na kontrolnu i eksperimentalnu grupu. Studija je utvrdila da integracija AR-a u društvene igre može poboljšati motivaciju za učenje i prihvaćanje učenja zdravstvenog obrazovanja kod srednjoškolaca. Studija sugerira da se rezultati i zaključci ovog istraživanja mogu primijeniti na druge predmete i obrazovne razine izvan srednje škole. Također, istraživanje preporučuje korištenje 3D modela za prikaz strukture i fizioloških organa ljudskog tijela u budućim istraživanjima.

### 4.7.2. Sakupljanje podatka i evaluacija

Eksperimentalan dio istraživanja proveden je korištenjem eksperimentalnog dizajna s kontrolnom i eksperimentalnom grupom. U studiji je sudjelovalo 52 srednjoškolca koji su slučajno dodijeljeni ili kontrolnoj ili eksperimentalnoj grupi. Kontrolna grupa koristila je društvenu igru bez proširene stvarnosti (AR) uz listu za učenje, dok je eksperimentalna grupa koristila AR društvenu igru uz odgovarajuće liste za učenje. Istraživači su u ovom istraživanju koristili dvije istraživačke metode: Anketu o motivaciji za nastavna sredstva (IMMS) i Model prihvaćanja tehnologije (TAM). IMMS je anketa dizajnirana za istraživanje stupnja uključenosti učenika u učenje temeljeno na igrama (GBL) i njihove motivacije za učenjem u vezi s nastavnim materijalima iz ovog istraživanja. Anketa je dizajnirana prema ARCS (pažnja, relevantnost, samopouzdanje, zadovoljstvo) skali motivacije za učenje koju je predložio sam Keller i sadrži 36 pitanja koja se ocjenjuju Likertovom ljestvicom. U ovom istraživanju IMMS

je korišten za prikupljanje podataka o motivaciji učenika. TAM je upitnik na Likertovoj ljestvici koji je dizajniran u svrhu istraživanja prihvatanja AR društvene igre od strane učenika.



*Slika 4.8 Izled igrane ploče – skeniranjem određenog polja prikazuje se različiti sadržaj, pitanja, upute i slično.*

#### 4.7.3. Rezultati studije

Studija se temeljila na istraživanju CDC-a o zdravstvenom obrazovanju i istraživanju Lin-a o planiranim tečajevima zdravstvenog obrazovanja. Studija je koristila eksperimentalni dizajn s kontrolnom i eksperimentalnom grupom i primijenila Anketu o motivaciji za nastavna sredstva (IMMS) i Model prihvatanja tehnologije (TAM) za prikupljanje podataka. Cilj je bio istražiti razlike u motivaciji na učenje između četiri aspekta motivacije usmjerene na udžbenik u slučaju korištenja ili nekorisćenja AR-a u društvenoj igri zdravstvenog obrazovanja i analizirati razlike u prihvatanju. Svrha ovog istraživanja bila je dizajnirati set obrazovnih igara koristeći AR tehnologiju u društvenim igrama i primijeniti ih u zdravstvenom odgoju. Također je imala za cilj predstaviti jednostavan model obrazovanja uz upotrebu karata te istražiti razlike u motivaciji za učenje između četiri kategorije motivacije temeljene na udžbenicima u slučaju korištenja AR-a u društvenoj igri za zdravstveni odgoj. Rezultati ovog istraživanja pokazuju sljedeće razlike. Ponajprije, postoji značajna razlika u prihvatanju kombiniranja AR-a s društvenim igrama za zdravstveno obrazovanje. Uključivanje AR-a u društvenu igru može učenicima pomoći da učinkovitije povećaju svoje prihvatanje. Rezultati potvrđuju sva prethodnih istraživanja u kojima se pokazalo da AR povećava prihvatanje. Stoga se može pretpostaviti da upotreba AR društvenih igara kao obrazovnih alata može privući učenike. Osim toga, upotreba AR društvenih igara omogućava brz ulazak u igre, što pomaže postizanju učinkovitijeg učenja. Pokazalo se da kombiniranje AR-a s društvenim igrama za zdravstveno obrazovanje ima značajne razlike u motivaciji za učenje. Integracija AR-a u društvenu igru može biti učinkovitija u pomoći učenicima da poboljšaju svoju motivaciju. Takvi rezultati

moгу se nadovezivati na prethodna istraživanja koja su pokazala da AR može poboljšati motivaciju za učenje. Stoga ovo istraživanje pretpostavlja da ovaj obrazovni alat može potaknuti autonomiju učenika i da dobro komunicira s njima.

Studija je analizirala razlike u motivaciji za učenje i prihvaćanju između kontrolne i eksperimentalne grupe u četiri dimenzije: percipirana korisnost, percipirana jednostavnost upotrebe, igrački elementi i ukupno prihvaćanje. Percipirana korisnost odnosi se na mjeru u kojoj sudionici vjeruju da korištenje društvene igre može poboljšati njihovu učinkovitost u učenju. Percipirana jednostavnost upotrebe odnosi se na mjeru u kojoj sudionici vjeruju da je korištenje društvene igre jednostavno za upotrebu. Igrački elementi odnose se na mjeru u kojoj sudionici vjeruju da je igra zanimljiva i angažirajuća. Ukupno prihvaćanje odnosi se na mjeru u kojoj sudionici vjeruju da je društvena igra dobar alat za učenje zdravstvenog odgoja. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna grupa imala značajno više ocjene u sve četiri dimenzije u usporedbi s kontrolnom grupom. Konkretno, post-test kontrolne grupe značajno se razlikuje od naknadnog testa eksperimentalne grupe u smislu aspekta "Relevantnost" motivacije za učenje nakon testiranja. Naglašen je utjecaj uključivanja AR-a u društvenu igru za bolju motivaciju za učenje, kao i njegov utjecaj na prihvaćanje gamifikacije od strane učenika kao pomoći u učenju za zdravstveni odgoj. Studija također raspravlja o komponentama modela Cijela škola, cijela zajednica, cijelo dijete (WSCC) i kako se on može koristiti za integraciju zdravstvenog obrazovanja u kurikulum.

AR društvena igra razvijena za ovo istraživanje naziva se "Unaprijedite medicinsko znanje". Igra je dizajnirana kako bi pomogla učenicima da razumiju medicinsko znanje i potaknula ih da se potrudu naučiti sve što je moguće. Opći vizualni dizajn temelji se na plavo-zelenim tonovima, koji su boje kirurških ogrtača ili bolničkih kreveta koje možemo vidjeti u medicinskom svijetu. Crvena, bijela i žuta koriste se kao pomoćne boje koje predstavljaju krv, bijeli plašt i nadu, redom. Igra se igra na ploči s kartama koje sadrže informacije o temama iz zdravstvenog obrazovanja. AR tehnologija se koristi kako bi učenicima pružila kontekstualno iskustvo učenja, omogućujući im da dožive kontekst svog željenog područja učenja. Igra je dizajnirana kako bi riješila nedostatak veze između predavanja iz zdravstvenog obrazovanja i svakodnevnih scenarija. Istraživanje je razvilo dva tipa igara iz područja zdravstvenog obrazovanja: jedna je AR društvena igra iz područja zdravstvenog obrazovanja, a druga je fizička društvena igra iz područja zdravstvenog obrazovanja. Istraživanje je utvrdilo da integracija AR tehnologije u društvene igre može poboljšati motivaciju i prihvaćanje učenja učenika srednjih škola u području zdravstvenog obrazovanja. Sama igra se igra slično kao Monopoly. Igračka ploča uključuje Početak, Sudbina/Prilika, Priručnik za zdravlje,

Zdravstveni pregled, Bolnica, Hitna pomoć i Osam zdravstvenih predmeta. Nakon što pronađu simptome i ocijene bolest, igrači trebaju otići u odgovarajući odjel kako bi dobili potpuni tretman i bolje razumjeli bolest. Priručnik za zdravlje ističe važnost zdravlja. Kada igrač odgovori na pitanje iz bilo kojeg od osam predmeta i pogriješi, mora otići na Zdravstveni pregled i uzeti odmor. Sudbina/Prilika omogućuje igračima da dobiju karte izvlačenjem sreće, što im omogućuje korištenje nekih funkcionalnih karata i povećava varijabilnost igre. Zadnje mjesto je Zdravstveni pregled. Kada igrač stane na ovo polje, mora uzeti odmor. Hitna pomoć igračima omogućuje da odrede gdje žele ići. Studija tvrdi kako je igra dizajnirana kako bi uključila elemente obrazovanja i pružila zabavan i angažiran način učenja zdravstvenih tema učenicima.

Istraživanje pruža analizu povratnih informacija i zadovoljstva učenika u vezi s korištenjem društvene igre temeljene na AR-u u zdravstvenom obrazovanju; koristila je Model prihvaćanja tehnologije (TAM) kako bi ispitala prihvaćanje društvenih igara temeljenih na AR-u od strane učenika. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna skupina, koja je koristila društvenu igru temeljenu na AR-u, imala značajno viši percipirani rezultat korisnosti i ukupni rezultat prihvaćanja od kontrolne skupine, koja je koristila tradicionalnu društvenu igru. U studiji je također korištena Anketa o motivaciji nastavnog materijala kako bi se ispitalo uživljavanje učenika u učenje temeljeno na igri i njihova motivacija za učenje u vezi s nastavnim materijalima. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna skupina imala značajno viši rezultat motivacije od kontrolne skupine. U studiji se spominje da su istraživači osmislili model poučavanja gamifikacije pomoću AR-a u društvenim igrama i implementirali ga u kurikulum zdravstvenog odgoja za srednjoškolce. Studija također govori o važnosti osiguravanja odgovarajućih nastavnih materijala za zdravstveni odgoj za povećanje motivacije učenika. Ovo istraživanje se fokusira specifično na kratkoročne učinke korištenja AR-a u društvenim igrama i njegov utjecaj na motivaciju i prihvaćanje učenika. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se istražio dugoročni učinak korištenja AR-a u obrazovnim okruženjima. Sustav AR slika u ovom istraživanju koristi samo 2D, što nije lako razumjeti i promatrati u pogledu strukture organa. Stoga se preporučuje upotreba 3D modela kako bi se predstavila struktura i fiziološki organi ljudskog tijela u budućem istraživanju. To omogućava učenicima da promatraju u 360 stupnjeva, što može povećati preciznost i interaktivni učinak. Ovaj način prezentacije također može omogućiti učenicima da nauče što su strukturalni organi ljudskog tijela, dodajući interaktivne funkcije sustavu i povećavajući njegovu privlačnost. Studija se uglavnom fokusira na integraciju tehnologije proširene stvarnosti u društvene igre kako bi se poboljšala motivacija za učenje i prihvaćanje učenika srednje škole u području zdravstvenog

odgoja. Međutim, nalazi i zaključci ovog istraživanja mogu se primijeniti na druge predmete i obrazovne razine izvan srednje škole. Upotreba AR tehnologije može stvoriti uključujuće i zanimljivo okruženje za učenje koje omogućuje učenicima da dožive kontekst svojeg željenog područja učenja, što može biti korisno za učenike svih dobnih skupina i obrazovnih razina. Također, kombinacija AR-a s igrama može riješiti nedostatak veze između nastanih predmeta i svakodnevnih životnih situacija, što se može primijeniti na različite predmete. Međutim, važno je napomenuti da učinkovitost AR tehnologije u poboljšanju motivacije za učenje i prihvaćanja može varirati ovisno o predmetu i obrazovnoj razini. Stoga je potrebno provesti daljnja istraživanja kako bi se istražio potencijal AR tehnologije u drugim predmetima i obrazovnim razinama. Isto tako, sudionici eksperimenta bili su učenici srednje škole smještene na jugu Tajvana, a njihov broj bio je ograničen na 52 osobe. U budućnosti se može proširiti broj uzoraka kako bi se dobili potpuniji statistički podaci. Studija također predlaže da se sustav može koristiti u školama u urbanim područjima kako bi se usporedile razlike između učenika iz ruralnih i urbanih područja u vezi s ovim obrazovnim alatom.

#### **4.8. Studija 8: Učenje konstrukcije engleskih rečenica AR-om**

Izvor: The application of a game-based AR learning model in English sentence learning [28]

##### 4.8.1. Pregled

Ovaj rad koristi tehnologiju proširene stvarnosti koju primjenjuje na model učenja za proširivanje znanja konstrukcije engleskih rečenica. Ovaj inovativni pristup ima za cilj poboljšati interakciju učenja, motivaciju i smanjiti mentalni pritisak na učenike. Studija tvrdi kako se korištenjem AR tehnologije, uloge nastavnika transformiraju, što rezultira pozitivnim učincima na rezultate učenja engleskog jezika kod učenika. Osim toga, okolina za učenje temeljena na igrama s AR tehnologijom potiče suradničko učenje pružanjem više prilika za diskusiju, vrijeme i naučna sredstva.

##### 4.8.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživači su koristili upitnik o suradničkom učenju i ulozi nastavnika kako bi prikupili povratne informacije od sudionika. Na temelju rezultata upitnika, provedeni su intervjui kako bi se dobili dublji istraživački podaci. Ispitanici su slučajno odabrani iz pet velikih timova kako bi se povećala vjerodostojnost istraživanja. Podaci prikupljeni iz upitnika analizirani su pomoću upitnika sa web stranice, a transkripti intervjua analizirani su pomoću softvera Nvivo.



*Slika 4.9 Spenikarnje augmentiranih slika – na zaslonu se prikazuje dio zgrade sa glasovnim opisom*

#### 4.8.3. Rezultati studije

Glavni cilj ovog istraživanja je ispitati utjecaj modela učenja temeljenog na igrama s proširenom stvarnošću (AR) na učenje engleskih rečenica. Konkretno, istraživanje ima za cilj istražiti kako promjena uloge nastavnika utječe na učinkovitost učenja engleskih rečenica u ovom modelu. Istraživači također ispituju motivaciju i angažman učenika tijekom procesa učenja. Konačni cilj je poboljšati ishode učenja i iskustva učenika u učenju engleskih rečenica korištenjem AR tehnologije i pristupa suradničkom učenju. Studija nije pružila specifične ishode učenja u smislu mjerljivih rezultata kao što su rezultati testova ili ocjene. Međutim, studija sugerira da AR model učenja temeljen na igricama ima potencijal poboljšati motivaciju i angažman učenika u učenju jezika. Studija je također otkrila da je promjena uloge učitelja pozitivno utjecala na učinak učenja engleskog kod učenika i poboljšala interakciju učenja, motivaciju i smanjila mentalni pritisak učenika. Drugo pitanje bilo je vezano za način na koji AR društvene igre mogu djelovati na kolaboraciju i motivaciju učenika. Studenti su smatrali da okolina učenja temeljena na igri s AR-om izravno i značajno utječe na motivaciju za učenje. Kroz dodatne intervjuje, saznalo se da upotreba AR tehnologije poboljšava motivaciju za učenje, što potiče razumijevanje engleskih rečenica i suradničko učenje. Konačnom analizom svih prikupljenih podataka doneseni su idući zaključci. Ponajprije, promjena uloge učitelja u modelu učenja temeljenom na igri s AR-om pozitivno je utjecala na učinkovitost učenja engleskih rečenica. Studenti su smatrali da je nova uloga učitelja kao virtualnog lika zanimljiva i uzbudljiva. Učiteljevo sudjelovanje u igri i interakcija s studentima poboljšali su iskustvo učenja i motivaciju. Nadalje, okolina učenja temeljena na igri s AR-om olakšala je suradničko učenje među studentima. Rad u malim timovima omogućio je studentima da samostalno interagiraju s sadržajem, a zatim su sudjelovali u raspravama sa svojim članovima tima. Ovaj suradnički pristup omogućio je samostalno razmišljanje i poboljšao ishode učenja. Naposljetku, Model učenja temeljen na igri s AR-om smanjio je pritisak povezan s

tradicionalnom ulogom učitelja u Kini. Studenti su se osjećali opuštenijima i bili su voljni sudjelovati i odgovarati na pitanja. Ova promjena u ulozi učitelja potaknula je učinkovitost učenja engleskog jezika. Studija je otkrila da je AR model učenja temeljen na igrama imao pozitivan učinak na motivaciju i angažman učenika u učenju jezika. Prema rezultatima upitnika, studenti smatraju da AR okruženje za učenje temeljeno na igrama izravno i značajno utječe na motivaciju za učenje. Kroz daljnje intervju, rezultati su otkrili da je korištenje AR tehnologije poboljšalo motivaciju za učenje, što je pospješilo razumijevanje engleskih rečenica i suradničko učenje. Studija je otkrila da je AR model učenja temeljen na igrama imao pozitivan utjecaj na suradničko učenje. Prema rezultatima upitnika, vjerojatnost suradničkog učenja u AR okruženju za učenje bila je visoka. Kroz daljnje intervju, rezultati su otkrili da je korištenje AR tehnologije poboljšalo suradničko učenje. Povoljno okruženje tehničke podrške razvilo bi suradničko učenje učenika.

Istraživanje je provedeno korištenjem kvalitativne metode sa pedeset studenata strukovnih škola u Kini. Model je koristio AR tehnologiju kako bi stvorio okruženje koje kombinira stvarno i virtualno okruženje za učenje. Studenti su mogli koristiti svoje telefone na kojima su instalirane AR aplikacije kako bi skenirali slike. Dodatne virtualne informacije, uključujući video opis na engleskom jeziku jedne od zgrada, 3D model zgrade i video razgovor o tome kako pronaći zgradu, nadopunjene su stvarnom slikom. Na razini igre, studenti su skenirali predmete na stolu nastavnika, a videozapisi koji se odnose na zahtjeve razine igre bili su nadopunjeni. Virtualni 3D crtani lik također je bio prikazan kako bi predstavljao igrača u procesu igre. Igra je imala pet dijelova, a svaki je dio obuhvaćao jedan sadržaj učenja o zgradama. Za ovaj zadatak, svaki tim od deset studenata surađivao je kako bi završili pojedini dio. Dakle, ukupno je bilo pet malih timova, svaki od kojih je nasumično odabrao sliku, a zatim ju skenirao mobilnim telefonom kako bi započeo igru. Prvo je svaki član malog tima trebao samostalno komunicirati s sadržajem, a nakon neovisnog razmišljanja bila je dopuštena diskusija između članova tima. Zatim su igrači trebali opisati osnovne informacije o zgradi i kako je pronaći. Nakon što su dobili odgovore, igrači su išli na igru, koju je igrao nastavnik. Ako odgovori studenata nisu ispunili zahtjeve, malim timovima bi se reklo da se vrate i ponovno uče. Nakon što su pet malih timova završili svoj rad, studenti su skenirali sliku "kraj igre" kako bi završili aktivnost učenja.

Studija je prikupljala povratne informacije od studenata strukovnih fakulteta putem upitnika i intervju. Prema rezultatima, većini učenika se svidjela nova uloga učitelja, što je preliminarno potvrdilo da je nova uloga učitelja temeljena na AR-u dobila pozitivne povratne informacije učenika. Studija je također otkrila da AR okruženje za učenje koje se temelji na

igrama može olakšati suradničko učenje povećanjem motivacije za učenje i pružanjem više rasprava, vremena i materijala za učenje za učenike. Međutim, studija nije pružila konkretne informacije o ukupnom zadovoljstvu učenika modelom učenja AR-a koji se temelji na igrama. Studija ističe nekoliko područja koja zahtijevaju poboljšanje i pažnju. Prvo, postoji prostor za daljnji razvoj modela i proširenje AR okoline za učenje, uključujući dodatak više tehničkih značajki. Osim toga, uloge učitelja u modelu mogu se obogatiti povećanom interakcijom. Također, u studiji je primijećeno da su veličine grupa i broj članova grupa bili relativno veliki, što je rezultiralo duljim vremenom učenja i izazovima u upravljanju učiteljima. Nadalje, studenti su također trošili značajno vrijeme na bilježenje sadržaja rasprave. Buduća istraživanja istraživat će odgovarajuće veličine grupa i broj članova. Na kraju, cijeli proces učenja imao bi koristi od bolje opremljenih učioničkih resursa i infrastrukture, posebice u pogledu internetskog povezivanja, kako bi se osiguralo besprijekorno iskustvo učenja.

Jedno od istraživačkih pitanja bilo je odrediti kako promjena uloge nastavnika utječe na učinkovitost učenja engleskih rečenica, a rezultati dobiveni anketom pokazali su da većina studenata voli novu ulogu nastavnika u igri i smatraju da poboljšava učinkovitost učenja engleskih rečenica. Djelomični dokazi iz transkripata intervjua također su pokazali da promjena uloge nastavnika eliminira pritisak tradicionalne uloge nastavnika u Kini, što potiče učinkovitost učenja engleskog jezika. Studija naglašava važnost uključenosti nastavnika i podrške u modelu AR učenja temeljenom na igrama. Uloga nastavnika transformirana je iz izravnog prenošenja znanja u sudjelovanje u istraživanju znanja učenika, što poboljšava interakciju i motivaciju za učenje. Studija također sugerira da bi trebalo promijeniti način razmišljanja i ulogu nastavnika kako bi se prilagodio novim tehnologijama i postigao uspješne rezultate učenja. Međutim, studija nije pružila konkretne informacije o razini uključenosti nastavnika i podrške u modelu AR učenja temeljenom na igrama. Studija također nije pružila konkretne informacije o dugoročnom utjecaju AR modela učenja temeljenog na igrama na ishode učenja engleskog jezika učenika. Primarno se usredotočila na neposredne učinke modela na interakciju učenja, motivaciju i suradničko učenje. Međutim, sugerira da bi korištenje AR tehnologije i transformacija uloga nastavnika mogli biti ključni čimbenici za postizanje uspješnih ishoda učenja u 21. stoljeću. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se istražio dugoročni utjecaj AR modela učenja temeljenog na igrama na ishode učenja engleskog jezika učenika. Na temelju rezultata ovog istraživanja, moguće je pretpostaviti da se model učenja temeljen na igrama i obogaćen AR tehnologijom može prilagoditi drugim kontekstima učenja jezika ili čak drugim predmetima koji zahtijevaju suradničko učenje.



## **4.9. Studija 9: AR društvena igra o učenju razvoja u tehnologiji**

Izvor: The Efficacy of REV-OPOLY Augmented Reality Board Game in Higher Education [29]

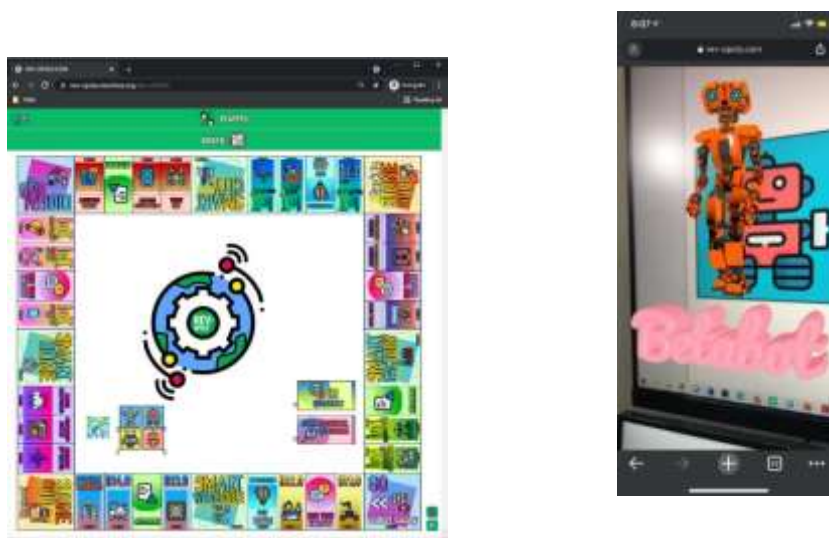
### 4.9.1. Pregled

Ovo istraživanje usmjereno je na procjenu učinkovitosti REV-OPOLY-a, igre na ploči s proširenom stvarnošću, u poboljšanju razumijevanja studenata u području revolucije u razvoju tehnologije. Istraživanje je koristilo kvazi-eksperimentalni dizajn s prethodnim i naknadnim testom, kao i testom uspjeha kako bi se procijenila učinkovitost REV-OPOLY-a kao nastavnog alata. U istraživanju je sudjelovalo 55 studenata podijeljenih u dvije grupe: eksperimentalnu grupu koja je koristila REV-OPOLY i kontrolnu grupu koja je koristila tradicionalne metode poučavanja. Rezultati su uspoređivali ocjene studenata prije i nakon korištenja REV-OPOLY-a kako bi utvrdili postoji li značajno poboljšanje u rezultatima učenja. Zaključci istraživanja sugeriraju da korištenje REV-OPOLY-a kao nastavnog alata može dovesti do poboljšanja rezultata učenja u visokom obrazovanju. Također se predlaže da AR igre na ploči mogu poboljšati razumijevanje i motivirati studente da uče pojmove povezujući ih sa svakodnevnim životom studenata.

### 4.9.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Istraživanje je provedeno primjenom kvantitativne metode kvazi-eksperimentalnog dizajna.. Istraživanje je provedeno tijekom jednog semestra i uključivalo je 100 preddiplomskih studenata upisanih u predmet "Primjena računalnih tehnologija u menadžmentu" na Sveučilištu Utara Malezija. Studenti su bili upoznati s istraživanjem i fazama kroz koje će proći, uključujući prethodno testiranje, igranje igre REV-OPOLY i završno testiranje. Igra se igrala 30 minuta u grupama od najmanje četiri igrača putem Webex breakout sesija. Prethodno testiranje je sadržavalo isti skup pitanja kao i naknadno. Od 100 studenata, 88 je odgovorilo na prethodno, a 58 na naknadno testiranje. Rezultati 55 studenata koji su oba puta riješili test bili su odabrani za analizu. Test 2, koji se bavio ocjenjivanjem eksperimenta, proveden je na svih 100 studenata i koristio se za usporedbu rezultata dobivenih iz naknadnih testova. Procjena je pokrivala pet različitih tema iz nastavnog plana i programa (60 pitanja sa četiri moguća

odgovora), a deset pitanja odnosilo se na temu revolucije u području novih tehnologija. Također, u istraživanju su prikupljeni podaci o percepcijama studenata o upotrebi igre REV-



*Slika 4.10 Izgled AR društvene igre – Igrači mogu „kupiti“ mjesta koja su posjetili (slično Monopoly-ju)*

OPOLY kao nastavnog alata. Podaci prikupljeni u ovom istraživanju analizirani su korištenjem deskriptivne statistike, uključujući srednju vrijednost, standardnu devijaciju i distribuciju frekvencija. Također, istraživanje je koristilo inferencijalnu statistiku, uključujući t-test za neovisne uzorke i t-test za uparene uzorke, kako bi se usporedili rezultati dobiveni od eksperimentalne i kontrolne grupe. Također je korištena jednosmjerna ANOVA kako bi se usporedile srednje vrijednosti različitih demografskih grupa.

#### 4.9.3. Rezultati studije

Istraživanje je provedeno kao nastavak na prijašnji rad, koji se primarno bavio definiranjem ciljeva i načina izvedbe aplikacije. U ovom istraživanju, fokus je bio na fazama dizajna, izrade i testiranja. Točnije, ova studija je imala za cilj ispitati učinkovitost društvene igre REV-OPOLY kao alata za potporu učenju, kao i postoje li značajne razlike u prikupljenom znanju naspram korištenja tradicionalnih metoda učenja. Naposljetku, studija je također pokušala otkriti kakva su dojmovi studenata o korištenju REV-OPOLY-a kao nastavnog alata u poboljšanju njihovog razumijevanja. Istraživači su željeli procijeniti kako aktivno sudjelovanje u igri na ploči može pridonijeti poučavanju i učenju, kao i identificirati motivaciju studenata. Također su željeli povezati pojmove u igri s svakodnevnim životima studenata i procijeniti utjecaj igre na razumijevanje i motivaciju. Analizom inicijalnih rezultata prethodnog i naknadnog testa pokazalo se da su ocjene studenata poboljšane nakon igranja AR društvene

igre. Također je primijećeno kako je studentima bilo potrebno manje vremena u prosjeku za rješavanje testova što sugerira da su studenti bolje znali odgovore na pitanja nego tijekom prethodnog testa. Daljnjom analizom rezultata istraživači su došli do idućih zaključaka. Ponajprije, AR društvena igra REV-OPOLY pokazala se učinkovitom u poboljšanju razumijevanja teme tehnološke revolucije među učenicima. Rezultati naknadnog testa i Testa 2 pokazali su bolje razumijevanje u usporedbi s rezultatima prethodnog. Nadalje, većina učenika pokazala je napredak u svojoj izvedbi na različitim kategorijama pitanja. Prva i treća kategorija pokazale su značajan napredak, dok je druga kategorija pokazala suptilniji napredak. Upotreba igre kao intervencije u visokom obrazovanju rezultirala je smanjenjem broja slabo izvođenih učenika i povećanjem broja usredotočenih i visoko ocijenjenih učenika. To ukazuje na pozitivan utjecaj igre na razumijevanje teme kod učenika. Samim time, studija sugerira da uvođenje društvenih igara proširene stvarnosti, poput REV-OPOLY-ja, može obogatiti iskustvo učenja i motivaciju učenika. Tvrdi kako su interaktivna priroda igre i njezina povezanost s stvarnim scenarijima doprinijeli dubljem razumijevanju gradiva. Sveukupno, nalazi podržavaju učinkovitost REV-OPOLY-ja kao obrazovnog alata u visokom obrazovanju, ističući njegov potencijal za poboljšanje znanja i angažiranosti učenika u temi tehnološke revolucije.

Istraživanje je pokazalo da je korištenje društvene igre proširene stvarnosti REV-OPOLY u visokom obrazovanju imalo pozitivan učinak na angažman i motivaciju studenata. Utvrđeno je da je igra bila ugodna i privlačna, a učenici su izjavili da im je pomogla da bolje razumiju temu. Studija je otkrila da je uključivanje proširene stvarnosti u društvenu igru imalo pozitivan učinak na motivaciju srednjoškolaca za učenje i prihvaćanje zdravstvenog obrazovanja. Studija je pokazala da je korištenje proširene stvarnosti u igri na ploči povećalo motivaciju učenika za učenje i pomoglo im da bolje razumiju temu. Studija je također otkrila da su studenti dobro prihvatili korištenje proširene stvarnosti u društvenim igrama i da su smatrali da je to učinkovit način učenja. Studija je pokazala da korištenje gamifikacije u nastavi i učenju može biti učinkovit način za uključivanje učenika i poboljšanje ishoda učenja. Studija je otkrila da gamifikacija može pomoći studentima da budu više uključeni samo igranjem online aplikacije s kratkoročnom nagradom, što može pomoći studentima da izbjegnu odugovlačenje određene aktivnosti. Studija je također otkrila da će učenici, kada igraju, dobiti trenutnu povratnu informaciju, kao što bi dobili u normalnom okruženju, u pisanom (rezultati ili ocjene, komentari) ili usmenom obliku (primjedbe).

Studija je također otkrila da se društvene igre sa ili bez AR-a mogu koristiti bez ikakvih značajnih razlika u smislu "kompetencije, uronjenosti, protoka, napetosti/smetnje, izazova, negativnih i pozitivnih učinaka, psihološke uključenosti koja se sastoji od empatije i negativnih

osjećaja, uključenosti u ponašanje pozitivna i negativna iskustva, umor i povratak u stvarnost". Pozitivni aspekti korisničkog iskustva igranja REV-OPOLY-a bili su da je to bio uzbudljiv i privlačan način učenja, a atraktivne 3D značajke omogućile su igračima da urone u igru. Studija je pokazala da su studenti dobro prihvatili igru i dali su pozitivne povratne informacije o korištenju REV-OPOLY-a. Utvrđeno je da je igra bila ugodna i privlačna, a studenti su izjavili da im je pomogla da bolje razumiju temu. No također, studija je otkrila da su neki učenici imali poteškoća s razumijevanjem određenih pitanja, a neki su studenti izjavili da je proširenim videozapisima trebalo dugo vremena da se učitaju i da ih njihovi uređaji ne podržavaju. Dodatno, dok je većina pitanja pokazala poboljšanje, tri pitanja su pokazala smanjenje broja učenika s točnim odgovorima, što je potrebno dodatno analizirati. Studija sugerira da se ovi problemi mogu riješiti modificiranjem igre kako bi zadovoljila različite potrebe i interese svih vrsta učenika i dobivanjem povratnih informacija od učenika.

Iako studija nije direktno istraživala učinke suradnje na ishode učenja u kontekstu igranja REV-OPOLY, otkrila je da je igra bila interaktivan i privlačan način učenja, te je omogućila igračima da budu više uključeni u proces učenja. Studija je također otkrila da su studenti dobro prihvatili igru i dali su pozitivne povratne informacije o korištenju REV-OPOLY-a. Studija je pokazala da je interakcija važna komponenta učenja kroz AR društvene igre. Studija je otkrila da su atraktivne 3D značajke REV-OPOLY-ja omogućile igračima da urone u igru, a igra je bila interaktivan i privlačan način učenja. Studija sugerira da AR društvene igre mogu biti učinkovit način za angažiranje učenika i poboljšanje rezultata učenja. Nadalje, otkrila je da je igra bila interaktivan i privlačan način učenja te je omogućila igračima da budu više uključeni u proces učenja. Studija je sugerirala da bi integracija novih tehnoloških tema u kurikulum trebala uključivati jasnu usporedbu različitih vrsta tehnologija u obliku tekstova, videa ili slika kako bi se izbjegle pogrešne predodžbe, posebno u definiciji pojmova koja je ključna u razumijevanju teme tehnološke revolucije u nastajanju. Također je otkrila da su pojedini studenti pogrešno shvatili koncept integracije sustava kao aditivnu proizvodnju ili računalstvo u oblaku. Studija predlaže da bi se u REV-OPOLY trebala uključiti jasna usporedba različitih vrsta tehnologija kako bi se izbjegle zablude. Kolegij Primjena računala u menadžmentu izborni kolegij za većinu programa UUM-a, a nakon završetka kolegija studenti bi trebali imati osnovno razumijevanje najnovije informacijske i komunikacijske tehnologije, kao i kompetenciju u korištenju različitih aplikacije povezane s upravljanjem koje su popularne među profesionalcima i poduzetnicima.

REV-OPOLY je AR igra na ploči osmišljena kako bi pomogla u učenju kroz igru. Temelji se na popularnoj igri Monopoly i razvijen je pomoću HTML-a, CSS-a, JavaScripta i

alata WebAR. Igra koristi AR tehnologiju kako bi pružila interaktivno i angažirajuće iskustvo učenja za studente. Igrača ploča podijeljena je na različite sekcije, pri čemu svaka predstavlja različiti aspekt revolucije u području novih tehnologija. Igra također uključuje kartice s pitanjima vezanim za predmetno gradivo, na koja studenti moraju odgovoriti kako bi napredovali u igri. REV-OPOLY se može igrati i bez AR komponenti, ali igra je osmišljena kako bi podržavala različite vrste multimedije poput 3D modela, tekstova, slika, audio zapisa i video materijala. Igrači se kreću po ploči pritiskanjem određenih tipki na tipkovnici na temelju ukupnog broja poteza prikazanog nakon bacanja kockice. Igra također uključuje dva tipa kartica: kartice s pitanjima i kartice "Znate li?" Kartice s pitanjima sadrže pitanja koja se odnose na revoluciju u području novih tehnologija, dok drugi tip kartica prikazuje informacije. Oba tipa kartica kodirana su na način da svaki put kada igrač odabere karticu, prikaže se različiti tekst. Skeniranjem AR slike na ploči, igrači mogu vidjeti primjerene odgovore na sva pitanja. Igrači također mogu preuzeti kartice povlačenjem istih na karticu "Igrači", koja sadrži četiri gumba za svakog igrača, predstavljenih slikom lika. Pravila za preuzimanje kartica određivala bi se na temelju dogovora sudionika. Prema zadanim postavkama, igra je postavljena da se igra poput klasične igre Monopoly, pri čemu igrač ima opciju kupiti prostor na koji sleti ako je dostupan.

Studija je otkrila da su neki studenti imali poteškoća u razumijevanju određenih pitanja, a neki su izvijestili da je potrebno puno vremena za učitavanje proširenih videa i da nisu podržani njihovim uređajima. Nadalje, iako su se većina pitanja poboljšala, tri pitanja su pokazala smanjenje broja studenata s točnim odgovorima, što zahtijeva daljnju analizu. Studija sugerira da se ovi problemi mogu riješiti prilagodbom igre kako bi se udovoljilo različitim potrebama i interesima svih vrsta studenata te prikupljanjem povratnih informacija od studenata. Isto tako, sugerira da se igra može prilagoditi kako bi udovoljila različitim potrebama i interesima svih vrsta studenata te prikupljajući povratne informacije od studenata. Također se predlaže da se u REV-OPOLY uključi jasna usporedba različitih vrsta tehnologija u obliku tekstova, videa ili slika kako bi se izbjegle zablude, posebno u definiranju pojmova koji su ključni za razumijevanje teme revolucije u području nastajuće tehnologije. Većina studenata složila se da je uz korištenje igara i AR elemenata, REV-OPOLY u cjelini koristan kao jedan od alata koji im može pomoći u procesu učenja. Studija je također utvrdila da su učenici dobro prihvatili igricu i da su je smatrali uzbudljivim i privlačnim načinom učenja. Međutim, studija je također identificirala neke probleme koje treba riješiti, kao što su poteškoće s razumijevanjem određenih pitanja i prošireni videozapisi koji se dugo učitavaju.

Naposlijetku, studija je spomenula da je izvođenje igara tijekom online ili offline učionica prilično izazovno jer oduzima više vremena i teško ga je prilagoditi u nastavi i učenju. Studija je pokazala da je podrška učitelja važna u korištenju nove tehnologije u obrazovanju. Pokazala je da bi integracija novih tehnoloških tema u kurikulum trebala uključivati jasnu usporedbu različitih vrsta tehnologija kako bi se izbjegle zablude. Studija sugerira da bi nastavnici trebali pružiti jasna objašnjenja i podršku kako bi osigurali da učenici imaju osnovno razumijevanje najnovije informacijske i komunikacijske tehnologije. Pokazala je da integracija nove tehnologije u nastavni plan i program može imati dugoročne koristi za učenike. Iskazala je da je kolegij Primjena računala u menadžmentu izborni kolegij za većinu programa UUM-a, a nakon završetka kolegija studenti bi trebali imati osnovno razumijevanje najnovije informacijske i komunikacijske tehnologije, kao i kompetenciju u korištenju različitih aplikacije povezane s upravljanjem koje su popularne među profesionalcima i poduzetnicima. Studija sugerira da integracija nove tehnologije u nastavni plan i program može pomoći u pripremi učenika za radnu snagu i poboljšati njihove izgleda za karijeru. Istraživanje sugerira da obrazovno osoblje ima priliku integrirati AR društvene igre u svoje metode poučavanja, bilo prilagodbom postojećih društvenih igara ili stvaranjem novih. Ovaj pristup je stekao popularnost u različitim obrazovnim područjima poput zdravstva, turizma, financija, psihologije, sociologije i poduzetništva, gdje su nastavnici uspješno implementirali prilagodbe igara Monopoly kako bi poboljšali iskustvo učenja. Također, nastavnici mogu iskoristiti konkretno programiranje u kombinaciji s AR-om kako bi učinili osnovne programske koncepte privlačnijima za učenike. Na primjer, razvijen je prototip za uređaje s osjetljivim zaslonom poput tableta ili pametnih telefona, koji spaja fizičke objekte s elementima proširene stvarnosti, nudeći praktično iskustvo učenja. Osim toga, projekti poput ARQuesta pokazuju kako mobilni igrački sustavi proširene stvarnosti temeljni na suradnji mogu poboljšati računalno razmišljanje osnovnoškolaca. U ARQuesta učenici koriste fizičku igru i taktilne oznake zajedno s animiranim 3D elementima kako bi rješavali zadatke u igri. Zaključno, AR društvene igre pružaju obrazovateljima vrijedan alat za poboljšanje razumijevanja i motivacije učenika spajanjem obrazovnih koncepata s njihovim svakodnevnim životima. Međutim, važno je napomenuti da se spomenuti nalazi u istraživanju temelje na uzorku malog obujma i možda se ne mogu generalizirati na širu populaciju

## 4.10. Studija 10:

Izvor: Problem-based gaming via an augmented reality mobile game and a printed game in foreign language education [30]

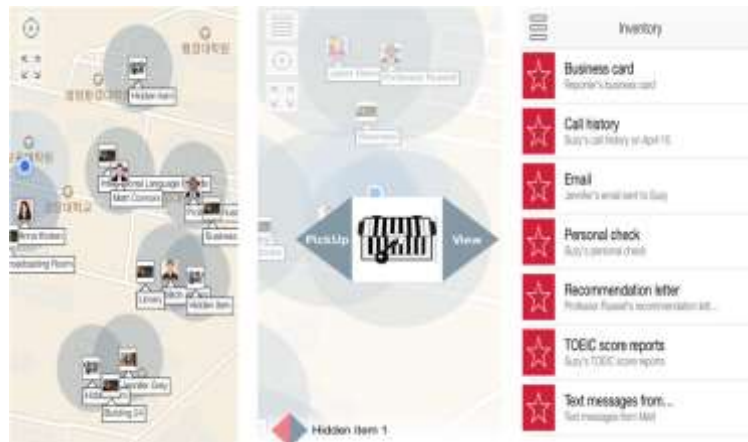
### 4.10.1. Pregled

Studija koristi igru misterij ubojstva kako bi istražila učinke principa učenja na temelju problema (PBL) na obrazovanje stranih jezika. Također istražuje diferencijalne učinke mobilnih igara s proširenom stvarnošću i tiskanih materijala na ishode učenja stranih jezika, uključujući jezičnu vještinu, motivaciju i angažman. Studija pruža vrijedne uvide u potencijal lokacijskih AR mobilnih igara i principa PBL-a za obrazovanje stranih jezika te ističe nekoliko područja za buduća istraživanja. Istraživanje govori kako je učenje temeljeno na rješavanju problema pristup usmjeren na učenika gdje studenti preuzimaju odgovornost za vlastito učenje. Konkretno, student prikuplja podatke za problem, određuje koje resurse treba odabrati, istražuje različita rješenja ili objašnjenja problema i odlučuje ishod istraživanja. Učenje bi trebalo nastati u interakciji u malim grupama koje omogućuju aktivnu interakciju među kolegama, a nastavnici bi trebali djelovati kao tutori ili facilitatori koji usmjeravaju i potiču rješavanje problema koristeći pristup postupnog smanjenja vođenja, umjesto da znanje prenose izravno. Studija također pruža sveobuhvatni pregled učenja temeljenog na igri (GBL) i njegove usklađenosti s jezičnim obrazovanjem. GBL se odnosi na uključivanje nastavnog sadržaja i instruktivnih aktivnosti s elementima igara usklađenim s obrazovnim ciljevima. Značajke igara obično uključuju kontrolu igrača (autonomija), odgovarajuće izazove, trenutačnu povratnu informaciju, misterij, suradnju, usmjerenost prema cilju, jasne upute i, ako je moguće, natjecanje. Mnogi nastavnici, kao i studenti, zagovaraju GBL jer karakteristike igara mogu dodati izazov i interes za obrazovni sadržaj i stvoriti okruženje za učenje koje se često doživljava kao dosadno ili neinspirirajuće, te ga činiti usmjerenim prema učenicima, aktivnim, ugodnim i intrinzički motivirajućim.

### 4.10.2. Sakupljanje podataka i evaluacija

Ispitivanje je koristilo pristup mješovitih metoda, što uključuje i kvantitativne i kvalitativne metode prikupljanja podataka. Kvantitativni podaci prikupljeni su putem prethodnih i naknadnih tastova, i upitnika, dok su kvalitativni podaci prikupljeni putem intervjuja i otvorenih pitanja. Također, istraživanje je koristilo dvije grupe, grupu s proširenom stvarnošću (AR) i grupu s ispisanim materijalima, kako bi se usporedila učinkovitost ova dva pristupa. AR igra razvijena je koristeći pristup analize, dizajna, razvoja, implementacije i evaluacije (ADDIE), temeljen na teorijama učenja putem igara (GBL) i učenja temeljenog na

rješavanju problema (PBL). U istraživanju je sudjelovalo ukupno 42 sudionika, 20 u grupi s mobilnim AR igrama i 22 u grupi s ispisanim igrama. Grupa s mobilnim AR igrama sastojala



*Slika 4.11 Sučelje AR aplikacije – studenti u AR skupini istražuju lokacije po kampusu, tražeći tragove kako bi riješili misterij*

se od studenata treće godine, dok je grupa s ispisanim igrama sastojala se od studenata prve godine. Potvrđivanje faktorske analize korišteno je kako bi se potvrdila valjanost stavki upitnika koje mjere angažman studenata, a analiza kovarijance provedena je kako bi se usporedili učinci AR i tiskanih igara na angažman i stavove studenata. Analiza sadržaja provedena je na odgovorima na otvorena pitanja i transkriptima intervjua kako bi se istraživali varijable koje doprinose angažmanu i stavovima studenata u svakom načinu igre.

#### 4.10.3. Rezultati studije:

Studija nije izričito navela ishode učenja aktivnosti igranja temeljenih na problemima. Međutim, pokazalo je da su i AR mobilna igra i tiskana igra bile učinkovite u promicanju angažmana učenika i pozitivnih stavova prema učenju, što su važni čimbenici u olakšavanju učenja stranih jezika. Studija također sugerira da igranje temeljeno na problemima može pružiti impresivno i interaktivno okruženje koje potiče učenike da koriste jezik na smislen način, što može dovesti do poboljšanja jezičnih vještina tijekom vremena. Studija je utvrdila da principi učenja temeljenog na igri i principi učenja temeljenog na problemima mogu potaknuti visoku razinu angažmana i pozitivnih stavova među korejskim učenicima engleskog kao stranog jezika, bez obzira na medij koji se koristi. Također, studija pruža empirijske dokaze koji podržavaju digitalno učenje stranog jezika temeljeno na igrama u odnosu na tradicionalnu nastavu na papiru. Osim toga, studija ističe da je PBL jedna od najčešće korištenih teorija učenja u istraživanjima takvih igara i posebno je prikladna za žanr igre s narativom koji je usvojen u ovom istraživanju. PBL razvija prenosive vještine, poput rješavanja problema i



komunikacije, te predstavlja fleksibilnu bazu znanja koja se može učinkovito primijeniti u stvarnom svijetu. Ispitivanje je utvrdilo da su obje grupe pokazale usporedne razine ponašanja, kognitivnog i emocionalnog angažmana, kao i pozitivnih stavova prema učenju engleskog kao stranog jezika (EFL), bez značajnih razlika između grupa. Međutim, jedina značajna razlika između grupa bila je u percipiranoj korisnosti za učenje EFL-a, pri čemu je prednost bila kod igre u ispisanom verziji.

Studija je otkrila da su i AR mobilna igra i tiskana igra bile učinkovite u promicanju visokih razina ponašanja, kognitivnog i emocionalnog angažmana, kao i pozitivnih stavova prema učenju među učenicima EFL-a. Studija sugerira da igrice temeljene na problemima mogu biti učinkovit način uključivanja učenika u učenje stranih jezika, budući da pružaju impresivno i interaktivno okruženje koje potiče učenike da koriste jezik na smislen način. Također naglašava važnost zanimljivih narativa, aktivnog rješavanja problema, razmišljanja i zaključivanja te suradnje u promicanju angažmana studenata i pozitivnih stavova prema učenju. Nadalje, iako se studija nije eksplicitno usredotočila na korisničko iskustvo, ispitala je percepciju učenika o korisnosti dvaju medija za učenje engleskog jezika. Tako je otkrila da studenti smatraju da je nastava EFL-a manje korisna za učenje stranog jezika putem AR mobilnih igara nego putem tiskanih materijala. Međutim, studija također napominje da AR tehnologije imaju prednosti stvaranja autentičnih i sveobuhvatnih iskustava, što može povećati angažman i motivaciju učenika. Studija sugerira da bi edukatori trebali uzeti u obzir jedinstvene mogućnosti različitih tehnologija igrica kada osmišljavaju aktivnosti igrice temeljene na problemima za obrazovanje stranih jezika.

Studija je utvrdila da postoje četiri zajedničke teme koje su doprinijele visokim razinama angažmana studenata i pozitivnim stavovima, nebitno radi li se o AR mobilnoj igri ili tiskanoj igri, i to sljedeće. Zanimljive priče: obje skupine studenata smatrale su priču o misterioznom ubojstvu zanimljivom i privlačnom, unatoč upotrebi stranog jezika. Aktivno rješavanje problema: oba pristupa zahtijevala su od studenata da rješavaju problem kao istražitelji, a ne samo kao čitatelji misterioznih priča. To je potaknulo studente da se dublje angažiraju u aktivnosti rješavanja problema i razmišljaju kao pravi kriminalisti, što je zahtijevalo dublje razine razmišljanja i procesa zaključivanja. Razmišljanje i zaključivanje: preuzimanje uloge aktivnog rješavača problema potaknulo je studente da se uključe u različite logičke pretpostavke i procese zaključivanja, te da postavljaju više hipoteza o osumnjčenicima i motivima zločina. Suradnja: mnogi studenti iz obje skupine primijetili su da suradnja podržava njihov emocionalni angažman i olakšava kognitivni angažman. Ove teme mogu objasniti kako su AR bazirane i tiskane igre generirale slične razine angažmana i stavova.

Također, studija je pronašla dvije jedinstvene varijable koje su se odnosile na svaku igru: (1) autentičnost i (2) razina pažnje prema učenju stranog jezika. Samo AR mobilna grupa povezala je školski okoliš s pričom o ubojstvu koja se odvijala na njihovom školskom kampusu, čime je doprinijela autentičnosti društvene igre. Druga varijabla bila je razina pažnje prema učenju stranog jezika. Tiskana igra zahtijevala je od studenata čitanje i tumačenje engleskih tekstova, dok je AR mobilna igra omogućila studentima interakciju s engleskim jezičnim tragovima i likovima na dublji način. Studija je otkrila da aktivnosti igranja temeljene na problemima zahtijevaju od učenika da surađuju u timovima kako bi povezali dijelove priče, što promiče interakciju i suradnju među učenicima. Studija sugerira da je suradnja važan aspekt igrice temeljene na problemu, jer može pomoći učenicima da razviju svoje jezične vještine kroz društvenu interakciju i pregovaranje. Studija također naglašava važnost aktivnog rješavanja problema, razmišljanja i rasuđivanja te zanimljivih narativa u promicanju angažmana studenata i pozitivnih stavova prema učenju. Studija se nije eksplicitno usredotočila na integraciju kurikuluma, ali je ispitivala učinkovitost igrice temeljene na problemima kao pedagoškog pristupa obrazovanju stranih jezika. Sugerira da igrice temeljene na problemima mogu biti učinkovit način uključivanja učenika u učenje stranih jezika, budući da pružaju impresivno i interaktivno okruženje koje potiče učenike da koriste jezik na smislen način. Studija također naglašava važnost zanimljivih narativa, aktivnog rješavanja problema, razmišljanja i zaključivanja te suradnje u promicanju angažmana studenata i pozitivnih stavova prema učenju. Sugerira da bi edukatori trebali uzeti u obzir jedinstvene mogućnosti različitih tehnologija igrica kada osmišljavaju aktivnosti igrice temeljene na problemima za obrazovanje stranih jezika.

U eksperimentalnom dijelu istraživanja, sudionici su bili podijeljeni u dvije grupe: grupu s mobilnim AR uređajima i grupu s ispisanim materijalima. Grupa s mobilnim AR uređajima igrala je igru temeljenu na lokaciji s mobilnim AR uređajima, dok je grupa s ispisanim materijalima igrala ispisanu igru zagonetke o ubojstvu. Obje grupe dobile su istu priču o misterioznom ubojstvu za rješavanje, ali grupa s mobilnim AR uređajima imala je dodatnu prednost doživljavanja priče na sveobuhvatan način putem AR tehnologije. Studija je zatim usporedila učinkovitost dviju grupa u smislu interesa, znatiželje, pažnje i kontrole nad učenjem. Opći postupak istraživanja uključivao je upoznavanje eksperimentalne i kontrolne grupe s istim slabo strukturiranim problemom (tj. igrom s naracijom) tijekom prvog tjedna. Za AR grupu, svi su studenti pojedinačno dobili iPhoneove ili iPadeve ako nisu imali nijedan od tih uređaja i proveli su 30 minuta obuke za korisnike. Zatim su studenti u grupama otišli van i igrali AR igru 60–90 minuta, ovisno o dinamici svake grupe. Tijekom sljedećeg razrednog sata

koji je trajao 60 minuta, studenti su raspravljali o problemu i pregledavali prikupljene dokaze sa svojim mobilnim uređajima u jednom učionici za svaku grupu. Grupi koja je igrala tiskanu igru dano je isti sadržaj kao i AR mobilnoj igri, ali u boji isprintan na papiru, i zamoljeni su da riješe misterij ubojstva sudjelujući u grupnim raspravama u odvojenim učionicama tijekom 2 sata. Dok su AR grupe morale ići na određene lokacije kako bi dobile predmete i interagirale s likovima koje ne upravljaju igrom, grupe koje su igrale tiskanu igru dobile su dijaloge s tim likovima na papiru, ali svaki igrač je imao različite predmete i morali su surađivati u timovima kako bi spojili dijelove priče.

Istraživanje je prikupilo podatke o stavovima i osjećajima učenika prema učenju putem upitnika i otvorenih pitanja. Rezultati su pokazali da su obje skupine učenika imale visoku razinu uključenosti, užitka, zadovoljstva i percipirane korisnosti za učenje engleskog jezika, bez obzira na korišteni medij. Međutim, studenti su obično smatrali da je nastava EFL-a manje korisna za učenje stranog jezika putem AR mobilnih igara nego putem tiskanih materijala. Studija je također koristila popis pridjeva za prepoznavanje osobnih emocija, raspoloženja ili osjećaja u bihevioralnim i psihološkim istraživanjima. Studija je napomenula da su aktivnosti igranja temeljene na problemima osmislili i proveli istraživači u suradnji s učiteljima jezika. Studija sugerira da bi edukatori trebali uzeti u obzir jedinstvene mogućnosti različitih tehnologija igrice kada osmišljavaju aktivnosti igrice temeljene na problemima za obrazovanje stranih jezika. Stoga se može zaključiti da su uključenost i podrška nastavnika presudni u osmišljavanju i provedbi učinkovitih problemskih igrica za obrazovanje stranih jezika. Studija sugerira da problemno orijentirane igre mogu biti učinkovit način za uključivanje studenata u učenje stranih jezika, budući da pružaju uronjeno i interaktivno okruženje koje potiče studente da jezik koriste na smislen način. Također, ističe se važnost zanimljivih priča, aktivnog rješavanja problema, razmišljanja i zaključivanja te suradnje u poticanju angažmana studenata i pozitivnih stavova prema učenju. Također, studija sugerira da bi odgojitelji trebali uzeti u obzir jedinstvene mogućnosti različitih tehnologija za igre prilikom oblikovanja problemno orijentiranih aktivnosti za učenje stranih jezika. Naposljetku, studija preporučuje da se buduća istraživanja bave učincima problemno orijentiranog igranja na određene vještine u učenju stranih jezika i na različitim školskim razinama. Na kraju studija sugerira da bi odgojitelji trebali razmotriti jedinstvene mogućnosti različitih tehnologija za igre prilikom oblikovanja problemno orijentiranih igara za obrazovanje u stranim jezicima. Studija sugerira da bi buduća istraživanja trebala razviti niz AR mobilnih igara, implementirati ih u dugotrajnu nastavu na različitim školskim razinama i ispitati učinke različitih medija na određene vještine stranih jezika.

## **5. Komparativna analiza i rasprava**

### **5.1. Analiza studija slučaja**

Po pitanju akademskih postignuća, sva prezentirana istraživanja objavljuju kako je korištenje AR tehnologije u kombinaciji sa društvenom igrom pozitivno utjecalo na rezultate naknadnih testova. Rezultati t-testova svih ispitivanja pokazuju poboljšanje kognitivnih sposobnosti i zadržavanje naučenog znanja. No valja napomenuti kako je primijećeno da određeni čimbenici utječu na razinu poboljšanja. Primjerice, bitan aspekt je sadržaj i gradivo koje se podučava, kako je Studija 10 otkrila kako studenti smatraju da je AR bio nebitan aspekt u učenju gradiva. Također, analizom studija prema uključenosti i motivacijom prema učenju, primijećena je visoka znatiželja za uporabom AR tehnologije, primjerice naglašeno u Studiji 1 koja je proučavala predškolsku djecu, gdje su djeca pokazala visoku zainteresiranost sa skeniranjem QR kodova kako bi komunicirali sa dobivenim sadržajem. U istoj, rezultati naknadnih ispita pokazali su veoma pozitivne rezultate što se tiče naučenog znanja o glazbi. Iako su sva djeca bila prethodno upoznata sa rukovanjem mobilnog telefona, nitko nije znao što su QR kodovi, što je potaklo njihovu prirodnu znatiželju i radoznalost. Samim time, pažljivo su upijala predstavljene multimedijalne sadržaje, što se vidi na rezultatima ispitivanja. Primjećuje se kako zainteresiranost prema specifičnoj tehnologiji ovisi o nekolicini čimbenika, kako intrinzičnih, odnosno ovisnih o samom sadržaju, pa tako i vanjskih čimbenika, poput socijalne ili monetarne pozadine. Studija 6 je tako otkrila kako su studenti javnih škola više motivirani za rad sa AR tehnologijom naspram učenika privatnih škola, što potencijalno može utjecati na naučeno znanje. No, (iznenađujuće) rezultati ispita bili su podjednaki za obje grupe ispitanih učenika. Studija 9 naišla je na probleme u komunikaciji sa studentima. Određeni elementi predmeta koji se podučavao nisu bili dovoljno precizno prezentirani, primjerice, pojedini elementi (video, text, slika) mogli su biti prezentirani u punom 3D prostoru, no također, studenti su imali problema sa shvaćanjem specifičnih pojmova koji su se ticali gradiva (Revolucija u tehnologiji). Pojavili su se i tehnički problemi poput dugog čekanja na učitavanje sadržaja, no usprkos svemu, više od polovice sudionika poboljšalo je svoje znanje o danoj temi. Na tehničke probleme naišle su i druge studije, primjerice Studija 4 primijetila je kako skeniranje označenih markera traje određeno vrijeme, što ponekad rezultira da učesnik sam odradi akciju bez pomoći AR komponenti. Također, prijavljen je problem da se informacije dobivene skeniranjem markera miču sa ekrana čim se kamera odmake od markera. Ipak,

uočeno je kako učenici koriste danu tehnologiju na različite načine, prilagođavajući način učenja svojim sposobnostima. Studija 3 je prijavila moguću nestabilnost samog sustava, što je uzrokovalo određene poteškoće pri rukovanju sustavom, no to je popravljeno u kasnijem iterativnom ciklusu. Studija 5 je prijavila kako su u prvoj vježbi bolje rezultate dobili studenti koji su koristili tradicionalne materijale za učenje, no nakon što se prije naknadne vježbe studente upoznalo sa rukovanjem AR tehnologijom, ta grupa je pokazala znatno bolje rezultate. No, valja napomenuti kako su studenti koji su sudjelovali u Studiji 10 izjasnili kako smatraju da AR nije doprinio njihovom učenju Engleskog kao stranog jezika.

Po pitanju motiviranosti učenika prema učenju, AR tehnologija uparena sa aspektima društvenih igara predstavlja veoma atraktivan način učenja. Svaka studija izjavila je kako su studenti bili veoma zainteresirani za ovakav način učenja. Prvenstveno, uključivanje tehnologije proširene stvarnosti dalo je svjež pogled na tradicionalne naučne materijale, a nova uloga profesora, da učenike usmjerava u pravom smjeru a oni sami kroz istraživanje, igru i kolaboraciju uče o danoj tematici, čini se da smanjuje kognitivno opterećenje koje učenje pruža (Studija 1, 2, 8, 10). No ipak, moguće je sustav učiniti prejednostavnim za korištenje, kako Studija 3 javlja kako su digitalni objekti bili previše slični realnim elementima, te su očekivali iste funkcije. Međusobna suradnja je također bila važan čimbenik u poboljšanju rezultata naknadnih ispita, kao i povećanju motivacije. Studija 1 je primijetila kako su djeca bila voljna dijeliti tablet, te su surađivali kako bi došli do rješenja. Kasnije su grupe međusobno dijelile informacije, daljnje potičući suradnju. Studija 3 prijavljuje podjelu učenika u tri grupe: operatora, savjetnike i promatrače. Operatori rukuju samim sustavom, savjetnici mu predlažu rješenja, a promatrači pažljivo promatraju akcije.

Uočeno je da su korišteni hardveri najčešće bili u obliku mobilnih uređaja, rjeđe tableta. Korišteni softveri nisu uvijek bili naglašeni, no prijavljeno je korištenje open-source programa (Studija 3, 7). Rukovanje samim alatom prošlo je uglavnom bez većih poteškoća. Ako je poteškoća i bilo, primjerice Studija 5 (nerazumijevanje zadatka), brzo su otklonjene. No, bilo je primjedbi na tehničke aspekte sustava. Studija 3 izjavila je nestabilnost cjelokupnog sustava, no to je uklonjeno u kasnijoj iteraciji. Studija 4 objavila je kako su studeni izrazili nezadovoljstvo što superponirani sadržaj nestaje čim se marker pomakne sa kamere.

## 5.2. Zajedničke teme i trendovi

Gotovo sva istraživanja pokazala su kako se tehnologija proširene stvarnosti može valjano koristiti kako bi se pojasnili apstraktni i teško shvatljivi pojmovi. Tako su primjerice istraživanja koristila AR tehnologiju kako bi bolje prikazali osnovne glazbene pojmove, poput visine tona ili ritma, ili pak pri vizualizaciji i demonstraciji programiranja, predstavljajući simulaciju Scratch programiranja. Pokazalo se kako učenici preferiraju rad u manjim grupama, jer im to daje više vremena za eksperimentiranje sa tehnologijom, često iz jednostavnog razloga limitiranih resursa; u slučajevima korištenja jednog uređaja za skeniranje AR sadržaja, javlja se podjela uloga, gdje jedan učenik rukovodi sustavom, nekolicina mu aktivno pomažu, a ostali promatraju i asistiraju; sa druge pak strane, u slučajevima kada se koristi mobilna aplikacija, može se desiti da nemaju svi učenici pristup potrebnoj tehnologiji, bilo da se radi o financijskim razlozima ili pak određenom problemu u učenju. Konkurentnost je također jedan od aspekata ovakvog tipa učenja koji, ako se dobro ukomponira u sustav, može pospješiti obrazovne ishode. Društvene igre poput Monopoly-ja mogu poslužiti kao baza pri dizajniranju i produkciji obrazovne aplikacije, kako svojim jednostavnim mehanikama mogu brzo uključiti učenike u radnu aktivnost. No valja biti oprezan kada je u pitanju suparništvo u formatu obrazovanja, jer ono može voditi do mnogih nepoželjnih posljedica.

## 5.3. Strategije gamifikacije i obrazovni ishodi

### 5.3.1. Problem-based learning

Problemski-bazirano učenje (PBL) je obrazovni pristup koji se fokusira na aktivno učenje i kritičko razmišljanje. U PBL-u, studentima se postavlja stvarni problem ili scenarij koji je često kompleksan, otvorenog kraja i nema jasno rješenje. Umjesto primanja izravne nastave ili pasivnog prenošenja sadržaja, studenti surađuju u malim grupama kako bi identificirali problem, prikupili informacije, generirali hipoteze, istraživali i predložili rješenja. Ključni aspekti ovog načina učenja:

- Stvarni problemi: PBL počinje problemom ili scenarijem koji odražava stvarnu životnu situaciju, izazivajući studente da primijene svoje znanje i vještine kako bi ga riješili.
- Aktivno učenje: Studenti aktivno sudjeluju u procesu učenja, provodeći istraživanje, postavljajući pitanja i tražeći rješenja. Ovaj praktični pristup promovira dublje razumijevanje.

- Kolaboracija u grupama: PBL često uključuje male grupe studenata koji surađuju kako bi riješili problem. Ovo potiče timski rad, komunikaciju i različite perspektive.
- Samostalno učenje: Studenti preuzimaju odgovornost za svoje učenje identificirajući što trebaju znati, provodeći istraživanje i tražeći upute kad je to potrebno. Ovo potiče samomotivaciju i neovisnost.
- Kritičko razmišljanje: PBL potiče kritičko razmišljanje i vještine rješavanja problema dok studenti analiziraju informacije, donose odluke i procjenjuju potencijalna rješenja.
- Povratna informacija i refleksija: Tijekom procesa, studenti dobivaju povratne informacije od kolega, instruktora ili stručnjaka. Također razmišljaju o svojim iskustvima u učenju i strategijama.

### 5.3.2. Project-based learning

Projektno-bazirano učenje (PBL) je obrazovni pristup koji se usredotočuje na to da učenici aktivno sudjeluju u složenim stvarnim projektima kako bi razvili znanje i vještine. U PBL-u učenici rade na projektu ili istraživanju koje ih potiče da istražuju, analiziraju i rješavaju probleme. Za razliku od tradicionalnog učenja u učionici, gdje učenici uglavnom primaju informacije od nastavnika, u PBL-u učenici preuzimaju aktivniju ulogu u vlastitom obrazovanju. Ključni elementi projektne nastave uključuju:

- Projekti iz Stvarnog Svijeta: Zadaci PBL-a dizajnirani su tako da oponašaju stvarne izazove ili scenarije. Učenici rade na značajnim, autentičnim projektima koji imaju značaj izvan učionice.
- Istraživanje i Ispitivanje: Učenici postavljaju pitanja, provode istraživanje i istražuju teme kako bi pronašli rješenja ili odgovore. To potiče znatiželju i kritičko razmišljanje.
- Suradnja: PBL često uključuje timski rad, pri čemu učenici surađuju kako bi postigli ciljeve projekta. Razvijaju se vještine suradnje, uključujući komunikaciju i suradnju.
- Rješavanje Problema: Učenici se suočavaju s problemima ili izazovima unutar projekta i moraju koristiti svoje znanje i kreativnost kako bi pronašli rješenja. To promiče vještine rješavanja problema.
- Samostalnost i Odgovornost: Učenici preuzimaju vodstvo nad svojim učenjem, donoseći odluke o tome kako pristupiti projektu i upravljati svojim vremenom. To potiče osjećaj odgovornosti.

- **Prezentacija i Razmišljanje:** Na kraju PBL projekta, učenici obično prezentiraju svoj rad pred publikom, koja može uključivati vršnjake, nastavnike ili članove zajednice. Refleksija o procesu učenja također je važan dio.
- **Integracija Predmeta:** PBL često integrira više predmeta ili disciplina, dopuštajući učenicima da vide povezanosti između različitih područja znanja.

### 5.3.3. Game-based learning

Učenje bazirano na igri (GBL) je obrazovna metoda u kojoj se koriste igre kao glavno sredstvo za poučavanje i učenje. Ova metoda ima za cilj poticati angažman, motivaciju i razumijevanje kod učenika putem interaktivnih igara. Igre se mogu koristiti u različitim obrazovnim okruženjima, uključujući učionice, online platforme i mobilne aplikacije. Ključne karakteristike igra temeljenog učenja uključuju:

- **Interaktivnost:** Igre omogućuju učenicima da aktivno sudjeluju u učenju. Oni donose odluke, rješavaju probleme i prolaze kroz izazove, što potiče dublje razumijevanje gradiva.
- **Motivacija:** Igre često sadrže elemente takmičenja, postizanja ciljeva i nagrada. To može povećati motivaciju učenika da sudjeluju i postignu bolje rezultate.
- **Kontekstualno učenje:** Igre često pružaju stvarne situacije i scenarije u kojima se primjenjuju koncepti i vještine koje uče. To omogućuje kontekstualno učenje i bolje razumijevanje primjene gradiva.
- **Prilagodljivost:** GBL se može prilagoditi različitim predmetima, razinama težine i stilovima učenja. Može se koristiti za učenje jezika, matematike, povijesti i mnogih drugih predmeta.
- **Timski rad:** Neke igre uključuju suradnju između učenika, što potiče razvoj vještina timskog rada, komunikacije i rješavanja problema.
- **Pratnja napretka:** GBL često pruža povratne informacije o napretku učenika. Nastavnici i učenici mogu pratiti kako se učenje odvija i gdje su potrebna dodatna poboljšanja.

Kao što vidimo, učenja temeljena na problemima, projektima i igrama imaju karakteristike koje se međusobno poklapaju, ponajprije usredotočuju se na aktivno rješavanje stvarnih scenarija kako bi se pridobilo željeno znanje. Također, potiče se radnja u timovima i generalna kooperacija među učenicima, kao i samostalno učenje učenika nakon što ih se pravilno usmjeri.



## **5.4. Izazovi i ograničenja**

Prikupljene studije reprezentiraju širok obrazovni spektar (od predškolske djece do visokog obrazovanja), kao i raznoliku tematiku učenih predmeta. Također, postoje određene razlike u izvedbi sustava proširene stvarnosti i implementaciji tehnologije na nastavni sadržaj. Samim time, rad se ne fokusira na direktne usporedbe i razlike među sustavima, već na njihov krajnji ishod na učenikove obrazovne mogućnosti i motivaciju prema učenju. Širok spektar istraživanja daje približnu sliku općeg stanja tehnologije AR-a u obrazovanju, kao i bližu sliku u načine gamifikacije obrazovanja u različitim kulturama i u nastavnim okvirima. Možda glavno ograničenje prezentiranih studija jest njihovo kratkoročno istraživanje, kako su se istraživanja uglavnom fokusirala na trenutne efekte uključivanja društvene AR aktivnosti. Studija 9 je provela naknadni test napravljen od strane specijaliziranih nekoliko dana nakon same izvedbe aktivnosti, koja je utvrdila rezultate bolje od onih na inicijalnom post testu.

Također, u nekolicini slučajeva, prijavljene su teškoće pri rukovanju sustavom, primarno radi nestabilnosti samog sustava (Studija 3), lošeg osvjetljenja u učionici koje je smetalo pri pravilnom skeniranju AR sadržaja (Studija 5) ili nerazumijevanje konkretnih uputa tijekom izvedbe vježbe (Studija 9). Ove poteškoće moguće je izbjeći (ili barem naknadno popraviti) tijekom ciklusa dizajniranja aplikacije. Potreba je posebna pozornost pri dizajniranju samog sustava skeniranja, kako bi se osigurala preciznost. Jedno od potencijalnih ograničenja moglo bi biti potrebno znanje nastavnika za pravilno rukovanje sustavom, što se može ublažiti dizajniranjem sustava koji su jednostavni i intuitivni za korištenje. Napretkom tehnologije proširene stvarnosti nedvojbeno će rukovanje tom tehnologijom postati jednostavnije i pristupačnije, samim time približavajući ju široj publici, pa tako i sustavu obrazovanja.

## **6. Implikacije i preporuke**

### **6.1. Obrazovne implikacije**

Gotovo sva istraživanja zaključuju kako uporaba tehnologije proširene stvarnosti pozitivno utječe na učenikovu želju i uključenost u učenje. Pokazuje se kako je AR tehnologija privlačna učenicima, ne samo radi noviteta u prikazivanju sadržaja, već i mogućnosti AR-a da učenika učini aktivnim dijelom nastave. Glavna pitanja koja su se ticala svih istraživanja su bila kako tehnologija proširene stvarnosti utječe na stjecanje znanja u određenom području obrazovanja, te kako su učenici (a i nastavnici) reagirali na danu tehnologiju, po pitanju motivacije i uključenosti. Istraživanja su pokazala kako AR tehnologija pozitivno utječe na

prihvatanje i zadržavanje znanja, te u mnogim slučajevima olakšava predodžbu danog nastavnog sadržaja. No, valja napomenuti kako sami rezultati variraju po mnogim varijablama, poput jesu li učenici dio privatnih ili javnih škola. Također, jedno istraživanje napomenulo je kako su sami učenici smatrali da je AR edukativni sustav bio nepotreban za stjecanje znanja.

Motivacija učenika tematika je koja se u posljednje vrijeme sve češće spominje kao bitan aspekt obrazovanja. Povećavanjem motivacije učenika i njegove uključenosti u sami proces nastave vidno se poboljšavaju rezultati učenja. Inkorporacija modernih tehnologija u sustav obrazovanja važan je način održavanja vjerodostojnosti i suvremenosti nastave. Kako je bilo i očekivano, integracijom zanimljive i interaktivne tehnologije u nastavni sadržaj povećala se motivacija učenika, kao i njihova želja za motivacijom. Priroda tehnologije zahtijeva od učenika njihovu punu pažnju, a trenutne povratne informacije učinile su iskustvo zabavnim i intuitivnim. Učenici su u većini slučajeva iskazali pozitivne komentare prema AR sustavima, ističući kako je tehnologija jednostavna za korištenje, a predstavljeni digitalni materijali pomažu predočiti apstraktne koncepte (primjerice u geometriji). No sa druge strane, valja naglasiti važnost kompetentne izvedbe ovakvoga sustava, jer kako su i istraživanja pronašla, loše prezentirani materijali mogu zbuniti učenika, te su ponekad mogući problemi sa skeniranjem AR sadržaja, bilo zbog lošeg osvjetljenja, loše postavljenih markera ili sličnih problema sa izvedbom tehnologije.

Analizom predstavljenih istraživanja, pokazuje se kako je interakcija među studentima i njihova međusobna suradnja bitan aspekt u pogledu osamostaljivanja učenja pojedinog učenika. Grupne aktivnosti uvelike su pospješila komunikaciju među učenicima tijekom izvedbe istraživanja, te su se primijetila dogovaranja i suradnje među učenicima, koji su grupno dolazili do rješenja nastavnog sadržaja. Ova istraživanja predstavljaju AR tehnologiju u obliku koji se uglavnom bezbolno može primijeniti na postojeći kurikulum. Tehnologija u ovom pogledu služi kao dodatni alat koji omogućuje proširivanje mogućnosti postojećeg kurikuluma, kao i njegovo približavanje učenicima koji inače imaju poteškoća u učenju. Pokazalo se kako se predloženi sustavi mogu jednostavno uklopiti u postojeći nastavni sadržaj, uz manje edukacije nastavnog osoblja. Također je potrebno razmišljati kako se predloženi sustavi mogu uključiti i u druge nastavne sadržaje. Valja pak napomenuti kako (posebice u početku) AR sustav može oduzeti više vremena za provedbu nastavne cjeline. Većina provedenih istraživanja koristila je javno dostupne alate kako bi kreirala društvenu edukaciju platformu sa elementima proširene stvarnosti. Što se tiče hardverskih komponenti, za skeniranje digitalnih dijelova aplikacije, primarno su bili korišteni mobilni uređaji poput mobitela ili tableta, no ponekad i profesionalniji uređaji specifično dizajnirani za korištenje sa AR tehnologijom

(kamere, senzori). Nadalje, fizičke komponente bile su razno izvedene, dok su određena istraživanja koristila jednostavni raspored sa igračom pločom ili papirima postavljenim na različitim mjestima unutar AR okoline, neka su se više oslanjala na fizikalni aspekt AR tehnologije. U softverskom pogledu, koristile su se razni već dostupni alati, kao i kreirala nova rješenja.

Učesnike istraživanja ispitivalo se o njihovom zadovoljstvu korištenja primijenjenog sustava putem anketi, osobnih intervjua ili kojim sličnim načinom. Učenici su iskazali veliko zadovoljstvo što se tiče korištenja AR tehnologije, no ipak su postojale određene prepreke za optimalno korištenje sustava. Primijetilo se da je određene elemente nastavnog sadržaja teže prezentirati, točnije rečeno, potrebno ih je pravilo integrirati kako učenici ne bi bili zbunjeni prilikom korištenja sustava. Također, neki učenici su se žalili na loše prepoznavanje kamere AR sadržaja. Nastavnici i stručno školsko osoblje bili su blisko uključeni u proces razvijanja aplikacija u velikoj većini slučajeva. Razvojni programeri moraju imati potporu stručnog osoblja kako bi se osigurala pravilna izvedba nastavnog sadržaja u koji je određeni AR sustav uključen. Nekoliko istraživanja daju uvid u promjenu uloge nastavnika tijekom izvedbe AR aktivnosti. Opisuju kako nastavnik prestaje biti direktan (i često jednosmjern) izvor informacija, već uz pomoć interaktivnog i privlačnog sadržaja postaje vodič učenicima da sami kroz igru dolaze do zaključaka, time sjećajući potrebno znanje. Često se ulagao velik napor kako bi završna AR aplikacija bila jednostavna za korištenje, kako za učenike, tako i za profesore. Pokazalo se kako je učitelj vrijedan izvor informacija pri dizajniranju i izradi edukativnog sustava.

Nažalost, istraživanja uglavnom istražuju kratkoročni utjecaj na zadržavanje znanja, te predlažu kako je potrebno testirati prezentirane sustave u realnom školskom okruženju. Usprkos tome, predlažu kako zaključci dobiveni u ovim istraživanjima ukazuju na to da AR sustav integriran u društvenu aktivnost edukativnog sadržaja ima sposobnost dugoročno potaknuti motivaciju učenika, kao i navesti ih kako postati autonomni u učenju

## **6.2. Praktične preporuke za edukatore**

Kako su istraživanja i sama to zaključila, da bi sustav bio vjerodostojan i da bi ga bilo moguće integrirati u školski kurikulum, tijekom izrade sustava potrebno je uključiti nastavnika koji će davati savjete i biti dio istraživačkog tima, u cilju stvaranja što kvalitetnijeg obrazovnog proizvoda. Također, potreba je pomoć stručnog tehničkog osoblja kako bi se osiguralo pravilno rukovanje sustavom. Posebnu pozornost treba obratiti na način prezentiranja sadržaja,

primjerice u Studiji 4 primijećena je potreba da informacije ostaju na ekranu i nakon što se maknu sa vida kamere, ili u Studiji 5 gdje su pronađene poteškoće prilikom skeniranja u slabo osvijetljenoj prostoriji. Valja pak paziti kako će i učenici percipirati sadržaj, kako ne bi dobili pogrešnu percepciju o obrazovnim ishodima. Iako gamifikacija naučnog sadržaja može pozitivno utjecati na želju za učenjem, postoji opasnost od gubljenja osnovnih obrazovnih vrijednosti, kako je prijavila Studija 10, ili Studija 9 koja je prijavila kako moguće nema masivnog učenika kakvog se očekivalo uključivanjem tehnologije proširene stvarnosti. Također, valja uzimati u obzir i način izvedbe aktivnosti, točnije, veličine grupa, postoji li aspekt konkurentnosti, do koje mjere i slično. Studija 1 je tako primjerice imala grupne aktivnosti bez konkretnog pobjednika, što je možda primjerenije za manje uzraste. Suprotno tome, Studija 2 direktno je sukobljavala dva tima, potičući motivaciju za uspjehom. Nadalje, pokazalo se kako je potreban dobar dizajn markera koji se koriste u sustavu kako bi se osigurala dosljednost i robusnost aktivnosti. Mogući problemi koji nastaju po tom pitanju su loše osvijetljenje, dugo trajanje skeniranja ili nestabilnost dijela ustava koji skenira marker.

### **6.3. Smjerovi budućih istraživanja**

Buduća istraživanja u ovom području uključivati će ispitivanje dugotrajnih posljedica korištenja ove tehnologije u obrazovanju. Prezentirana istraživanja primarno su se fokusirala na kratkoročne učinke uključivanja tehnologije proširene stvarnosti u gamificiranu nastavnu cjelinu, no dobiveni rezultati djeluju optimistično što se tiče dugoročnog zadržavanja znanja. Dakako, iskustvo korištenja AR tehnologije utjecalo je trenutnu motivaciju učenika prema učenju, a samim time i na želju za učenjem, što se vidi iz rezultata naknadnih testova.

Naknadna istraživanja također bi trebala uspoređivati sustave u kontroliranijim i međusobno srodnim područjima. Primjerice, kako se određeni sustav (npr. AR društvena igra Priroda i društvo / Biologija / Kemija / Fizika) može najoptimalnije prilagoditi različitim stupnjevima obrazovnog sustava. Slično tome, potrebno je istražiti koliko je tehnologija prihvaćena u različitim socio-ekonomskim okruženjima, te kako je bolje prilagoditi, kako bi tehnologija bila dostupna svim učenicima.

## **7. Zaključak**

### **7.1. Sažetak ključnih rezultata**

Analizom ovih deset istraživanja potvrđuju se inicijalne pretpostavke, kao i prijašnja istraživanja o mogućim dobrobitima integracije AR interaktivnog edukativnog sadržaja u postojeći kurikulum. Tehnologija pruža mogućnosti prikazivanja digitalnog sadržaja u različitom multimedijalnom formatu, besprijekorno pozivajući somatska, vizualna, auditivna i ostala osjetila u cjelinu. Također se primjećuju povišene razine motivacije i angažmana za nastavnu cjelinu. Interaktivnost koju AR tehnologija pruža pogoduje učenicima u dubljem razumijevanju gradiva, pospješujući fokus i pažnju, a pritom smanjujući mentalni napor učenja. Pojedini nastavnici i dalje imaju rezervirana mišljenja prema ovoj tehnologiji, pogotovo ako ona previše odvlači pozornost učenika od nastavničkih ciljeva. Stoga je ključno uključiti obrazovne stručnjake u proces izrade AR edukativne aplikacije, kao i držati se predviđenog kurikuluma. Također je potrebno učenike upoznati sa korištenjem sustava kako bi se izbjegle neželjene zabune tijekom interakcije sa sustavom ili tijekom ispitivanja. Nadalje, potrebno je što je više moguće iskoristiti potencijal koji pruža AR tehnologija, koristeći tekstualne, auditivne, vizualne i somatske podražaje sa ciljem što realnijeg sjedinjavanja digitalnog i stvarnog sadržaja.

Pokazalo se kako je društvena aktivnost pozitivno utjecala na motivaciju studenata iz dva razloga. Prvi je međusobna kolaboracija i interakcija unutar grupe koja motivira studente da komuniciraju o danom projektu ili zadatku, proširujući njihovo znanje. Drugi razlog jest određen stupanj konkurentnosti između grupa (ako je aktivnost bila tako postavljena) gdje se grupe bore kako bi što bolje ili prije riješile zadatak. No tu valja paziti kako konkurentnost ne bi izazvala nepoželjne posljedice rušenja socijalnih odnosa studenata.

### **7.2. Doprinosi polju**

Ova analiza imala je za cilj otkriti neke od trenutnih aplikacija AR tehnologije u kombinaciji sa društvenim aktivnostima kao pomoćne alate pri kvalitetnijem vođenju nastave. Predstavila je deset implementacija koje daju svoje prijedloge kako izvesti danu tehnologiju. Istraživanja su pokazala kako korištenje ove tehnologije ima mnoge pozitivne učinke, od povećanja motivacije prema učenju, do konkretnih rezultata koji pokazuju napretke u znanju učenika. Svrha studije jest prikazati različite načine izvođenja tehnologije proširene stvarnosti kombinirane sa društvenom aktivnosti, te koji su mogući pozitivni i / ili negativni ishodi. Tako

će ovaj rad poslužiti kao temelj budućim istraživanjima u ovome području, pružajući pregled kako pravilno dizajnirati takav sustav i na što paziti pri kreaciji.

### **7.3. Zaključna rasprava**

Iako tehnologija proširene stvarnosti postoji već neko vrijeme, tek se odnedavno ozbiljnije počelo razmatrati o potencijalnim dobrobitima njegova uključivanja u obrazovni sustav. Razlozi tome su mnogi, od određene razine stigme ili averzije prema tehnološkim novitetima, kao i loša reputacija koja prati video igre, pa do ne imanja dovoljno dobrih alata za izradu takve vrste sadržaja. No, besplatni i open-source softveri uvelike smanjuju potrebno znanje za izradu društvenih igara AR sadržaja, a napredci u industriji mobilnih uređaja omogućila osigurala su da je svaki pametni uređaj u mogućnosti skeniranja i superponiranja AR sadržaja. Uz sadržaj, u obzir se treba uzeti i ciljana skupina, tj. studenti za koje je tehnologija namijenjena. Izvedba tehnologije za predškolsku naobrazbu možda će biti bitno drugačija od one namijenjene za visoko obrazovanje.

Potencijal tehnologije proširene stvarnosti gotovo je beskrajan, ograničen jedino maštom i tehničkom izvedivošću. Od lakšeg prikazivanja apstraktnih pojmova u predmetima STEM područja, preko trenutnog prevođenja tekstualnih sadržaja i posjećivanja udaljenih lokacija, sve do pretvorbe društvene igre u interaktivno multimedijalno iskustvo koje (prema početnim istraživanjima) učenike kroz igru navodi prema savladavanju obrazovnih ciljeva. Ako se AR tehnologija pokaže kao alat koji dugoročno pomaže učenicima u savladavanju znanja, biti će potrebno što efikasnije iskoristiti potencijal koji ono pruža. Društvene igre predstavljaju primjeren način predstavljanja AR sadržaja u okviru obrazovanja, jer potiču osobnu znatiželju učenika, motivirajući ga sam dođe do željenih zaključaka i obrazovnih ishoda. I u široj javnosti, tehnologija proširene stvarnosti smatra se novitetom, te će biti potrebno još neko vrijeme da šira javnost potpuno prihvati ovakav model podučavanja.

## 8. Literatura

- [1] G. I. R. M. a. R. G. Cipresso P, »The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature,« *Frontiers in Psychology*, 14 Studeni 2018..
- [2] S. W.-Y. L. H.-Y. C. J.-C. L. Hsin-Kai Wu, »Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education,« *Computers & Education*, 2013.
- [3] L. B. Rosenberg, »Virtual fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation,« *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, 1993.
- [4] P. M. Fitts, »The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement,« *Journal of Experimental Psychology*, 1954..
- [5] C. Moro, J. Birt, Z. Stromberga, C. Phelps, J. Clark, P. Glasziou i A. M. Scott, »Virtual and Augmented Reality Enhancements to Medical and Science Student Physiology and Anatomy Test Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis,« *Anatomical Sciences Education*, Prosinac 2020..
- [6] »Wearable Computing, 3D Aug\* Reality, Photographic/Videographic Gesture Sensing, and Veillance,« *Association for Computing Machinery*, 2015.
- [7] J. F. B. A. M. Carmigniani, »Augmented reality technologies, systems and applications,« *Multimedia Tools and Applications*, 2011.
- [8] »Augment,« 2023.. [Mrežno]. Available: <https://www.augment.com/>.
- [9] »WallaMe,« [Mrežno]. Available: <https://wallame.en.softonic.com/android>.
- [10] B. F. B. L. L. A. Marino E, »Benchmarking Built-In Tracking Systems for Indoor AR Applications on Popular Mobile Devices,« *Sensors*, 19 Srpanj 2022..
- [11] C. G. F. B. M. M. a. M. A. O. F. Cosco, »Visuo-Haptic Mixed Reality with Unobstructed Tool-Hand Integration,« *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Siječanj 2013..

- [12] R. Shumaker i S. Lackey, Virtual, Augmented and Mixed Reality: 7th International Conference, 2015..
- [13] VirtuARealities, »HP Reveal,« [Mrežno]. Available: <https://sites.google.com/view/virtuarealities/ar-resources/hp-reveal>.
- [14] S. Yuen, G. Yaoyuneyong i E. & Johnson, »Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education,« *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 2011..
- [15] A. Manzano-León, P. Camacho-Lazarraga, M. Guerrero, L. Guerrero-Puerta, J. Aguilar-Parra, R. Trigueros i A. Alias, »Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education,« *Sustainability*, 2021..
- [16] J. Swacha, »State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey,« *Education sciences*, 2021..
- [17] K. Ofosu-Ampong, »The Shift to Gamification in Education: A review on Dominant Issues,« *Journal of Educational Technology*, 2020..
- [18] J. T. P. D. D. Vogler, »The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork,« *Instructional Science*, 2018..
- [19] M. Bilinghurst, A. Clark i G. Lee, »A Survey of Augmented Reality,« *Foundations and Trends Human-Computer Interaction*, 2014..
- [20] G. Preka i M. Rangoussi, »Augmented Reality and QR Codes for Teaching Music to Preschoolers and Kindergarteners: Educational Intervention and Evaluation,« *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, 2019.
- [21] S.-Y. Huang, W. Tarnng i K.-L. Ou, »Effectiveness of AR Board Game on Computational Thinking and Programming Skills for Elementary School Students,« *Systems*, 25 Studeni 2023.
- [22] »Scratch,« Scratch Foundation, [Mrežno]. Available: <https://scratch.mit.edu/>.



- [23] P. Giraudeau, A. Olry, J. S. Roo, S. Fleck, D. Bertolo, R. Vivian i M. Hachet, »CARDS: A Mixed-Reality System for Collaborative Learning at School,« *ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*, Studeni 2019.
- [24] Y. H. Wang, »Integrating Games, e-Books and AR Techniques to Support Project-based Science Learning,« *Educational Technology & Society*, 5 Kolovoz 2020.
- [25] K.-E. Chang, J. Zhang, Y.-S. Huang, T.-C. Liu i Y.-T. Sung, »Applying augmented reality in physical education on motor skills learning,« *Interactive Learning Environments*, Lipanj 2019.
- [26] P. A. C. R. & B. M. báñez Marií.Blanca., »Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course.,« *Computers & Education*, 2019.
- [27] H.-C. Lin, Y.-H. Lin, T.-H. Wang, L.-K. Su i Y.-M. Huang, »Effects of Incorporating Augmented Reality into a Board Game for High School Students' Learning Motivation and Acceptance in Health Education,« *Sustainability*, 17 Ožujak 2021.
- [28] D. Wang i M. N. Khambari, »The application of a game-based AR learning model in English sentence learning,« *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 2020.
- [29] N. Nordin, N. R. M. Nordin i W. Omar, »The Efficacy of REV-OPOLY Augmented Reality Board Game in Higher Education,« *International Journal of Emerging Tehnologies in Learning*, 12 Travanj 2022.
- [30] J. Lee, »Problem-based gaming via an augmented reality mobile game and a printed game in foreign language education,« *Education and Information Technologies*, Siječanj 2022..
- [31] »Trend Analysis on Adoption of Virtual and Augmented Reality in the Architecture, Engineering, and Construction Industry,« *data*, Svibanj 2020.

## Popis slika

Slika 1.1 Virtual Fixture - Prvi AR sustav .....	2
Slika 1.2 Pokemon-Go – primjer uspješne AR aplikacije .....	4
Slika 1.3 Reveal edukativni AR sustav .....	5
Slika 4.1 Interakcija sa AR-QU sustavom.....	18
Slika 4.2 Izgled igrače ploče; izvlačenjem karata i postavljanjem slijeda operacija timovi dolaze do blaga .....	23
Slika 4.3 Primjer pitanja sa ispita.....	24
Slika 4.4 AR sustav u uporabi – projiciranej sučelja na augmetirani papir.....	28
Slika 4.5 Razlika u sučeljuma – U verziji aktivnosti sa e-materijalima, učeniku su kroz multimedijalne sadržaje objašnjeni koraci za pravilnu izradu projekta, dok u AR verziji sučelje superponira sadržaj korak po korak .....	33
Slika 4.6 Kolaboracija učenika – promatranjem trodimenzionalnih modela omogućeno je dublje shvaćanje traženih pokreta tijekom aktivnosti .....	38
Slika 4.7 Prikaz trodimenzionalnih geometrijskih likova .....	42
Slika 4.8 Izled igrače ploče – skeniranjem određenog ppolja prikazuje se različiti sadržaj, pitanja, upute i slično. ....	47
Slika 4.9 Spenikarnje augmentiranih slika – na zaslonu se prikazuje dio zgrade sa glasovnim opisom.....	51
Slika 4.10 Izgled AR društvene igre – Igrači mogu „kupiti“ mjesta koja su posjetili (slično Monopoly-ju) .....	55
Slika 4.11 Sučelje AR aplikacije – studenti u AR skupini istražuju lokacije po kampusu, tražeći tragove kako bi riješili misterij.....	61

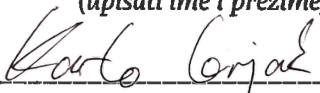


## IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Karlo Cerjak (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Revolucioniranje obrazovanja: komparativna analiza društvenih igara proširene stvarnosti na različitim obrazovnim razinama (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

*(upisati ime i prezime)*  
Karlo Cerjak  
*(vlastoručni potpis)*

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.