

# Mogućnost primjene proširene stvarnosti u primarnom obrazovnju

---

Čičak, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:757533>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-08**

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Teacher Education - Digital repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**

**ZVONIMIR ČIČAK  
DIPLOMSKI RAD**

**MOGUĆNOST PRIMJENE PROŠIRENE  
STVARNOSTI U PRIMARNOM  
OBRAZOVANJU**

**Zagreb, siječanj 2020.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**UČITELJSKI FAKULTET**  
**ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**  
**ZAGREB**

**DIPLOMSKI RAD**

**Ime i prezime pristupnika:** Zvonimir Čičak

**TEMA DIPLOMSKOG RADA:** Mogućnost primjene proširene stvarnosti u primarnom obrazovanju

**MENTOR:** prof. dr. sc. Mario Dumančić

**Zagreb, siječanj 2020.**

# SADRŽAJ

## SAŽETAK

1. UVOD .....	1
2. RAZINE STVARNOSTI .....	2
3. PROŠIRENA STVARNOST .....	3
3.1. Definicija i karakteristike proširene stvarnosti .....	3
3.1.1. Miješanje slike .....	4
3.1.2. Prostorno poravnanje .....	6
3.2. Povijesni prikaz proširene stvarnosti .....	7
4. PRIMJENA PROŠIRENE STVARNOSTI .....	10
4.1. Mogućnost primjene proširene stvarnosti .....	10
4.2. Primjeri upotrebe tehnologije proširene stvarnosti u obrazovanju .....	12
4.3. Aplikacije proširene stvarnosti.....	15
4.4. Prepreke korištenju tehnologije proširene stvarnosti .....	16
4.5. Istraživanja o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u svijetu .....	17
4.6. Istraživanja o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u RH .....	20
4.7. Izazovi u primjeni tehnologije proširene stvarnosti .....	21
4.8. Štetni utjecaji tehnologije proširene stvarnosti .....	22
4.9. Ostale mogućnosti primjene proširene stvarnosti .....	23
5. PREDNOSTI I NEDOSTACI PROŠIRENE STVARNOSTI .....	28
5.1. Prednosti proširene stvarnosti u odnosu na virtualnu stvarnost.....	30
6. ZAKLJUČAK .....	31
SLIKE .....	32
LITERATURA.....	33
Izjava o samostalnoj izradi diplomskog rada .....	35

## SAŽETAK

Glavna tema ovog rada je primjena proširene stvarnosti u primarnom obrazovanju. Proširena stvarnost je privukla veliku pažnju posljednjih godina. Ona je moćna tehnologija koja bi mogla promijeniti naše živote zahvaljujući umjetnom poticanju naših osjetila čime naše tijelo postaje primorano prihvatiti drugu verziju stvarnosti.

Zahvaljujući novim tehnologijama kao što su proširena stvarnost, učionice danas mogu sadržavati sadržaje proširene stvarnosti koje učenje mogu učiniti učinkovitijim, bržim i zabavnijim. Proširena stvarnost omogućuje korisnicima percipiranje svijeta oko sebe na drugačiji, privlačniji i interaktivniji način.

Međutim, potencijal ove tehnologije u poučavanju djece osnovnoškolske dobi još uvijek je relativno nepoznat.

**Ključne riječi:** proširena stvarnost, primarno obrazovanje, primjena.

## SUMMARY

The main theme of this work is the application of Augmented Reality (AR) in primary education. Augmented reality has attracted a lot of attention over the last years. AR is a powerful technology that could change our lives thanks to artificial stimulation of our senses whereby our body becomes forced to accept a different version of reality.

Thanks to emerging technologies such as Augmented Reality the classroom today can incorporate AR content that can make learning more efficient, faster, and much more fun. AR enables users to perceive the physical world around them in a different, more attractive and interactive way.

However, the potential of this technology in teaching and learning students is relatively little known.

**Key words:** Augmented reality, primary education, application.

## 1. UVOD

Postupak učenja i poučavanja u školama uglavnom se temelji na interakciji učenika i učitelja, učenika međusobno te kroz knjige i bilježnice. Razvojem tehnologije i njenom sveprisutnošću među učenicima važno je uvesti i neke promjene u školstvo. Te promjene odnose se na način poučavanja te integraciju postojeće i nadolazeće tehnologije u obrazovni proces. Proširenom stvarnošću omogućavamo učenicima da se na digitalnim uređajima objekti viđeni u stvarnom svijetu prošire virtualnim sadržajima te tako povežu virtualni sadržaji s praktičnim aspektima u stvarnom svijetu. Na taj način omogućen je razvoj aktivnosti poput traženja odgovarajućeg geometrijskog tijela ili oblika prilikom učenja u matematici te njegove upotrebe na osnovu opisa na tabletu ili mobitelu pri čemu isti taj uređaj prepoznaje aktivnosti učenika u stvarnom svijetu te tome prilagođava tijek virtualnog dijela digitalne stvarnosti. Time se poboljšavaju učiteljeve mogućnosti i sadržaj učenja postaje zanimljiviji.

Spoj virtualnih objekata i stvarnih okruženja omogućuje učenicima vizualizaciju složenih prostornih odnosa i apstraktnih pojmova a to dovodi do iskustvene pojave koja u stvarnom svijetu nije moguća te interakcije s dvodimenzionalnim i trodimenzionalnim objektom u miješanoj stvarnosti.

Proširena stvarnost (*eng. AR*) nije ograničena samo na vid; može se primijeniti na sva osjetila poput sluha, dodira i mirisa. Budući da AR omogućuje jednostavno kombiniranje virtualnog sadržaja sa stvarnim svijetom treba ga razlikovati od pojma virtualne stvarnosti (*eng. VR*) gdje je korisnik potpuno uronjen u sintetičko okruženje. U tom smislu proširena stvarnost „dopunjuje“ stvarnost, umjesto da je potpuno „zamjenjuje“.

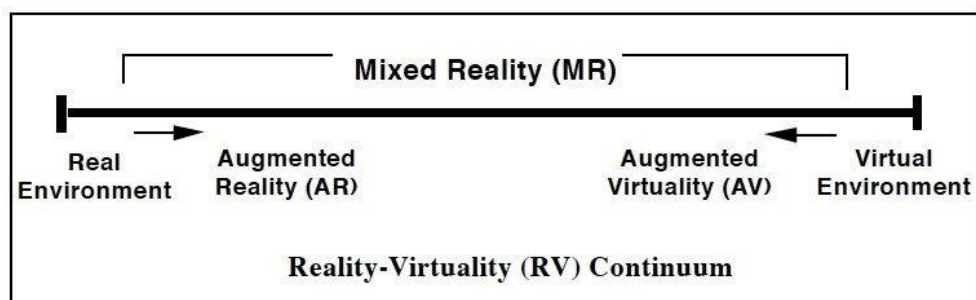
## 2. RAZINE STVARNOSTI

Kako bi što bolje razumjeli proširenu stvarnost moramo razlikovati pojedine razine stvarnosti koje se najbolje opisuju konceptom virtualnog kontinuuma stvarnosti (Reality-Virtuality continuum) – Milgramov kontinuum. On se predstavlja kontinuiranom skalom u rasponu od virtualnog do stvarnog okruženja (Slika 1.).

U tom rasponu razlikujemo nekoliko razina, odnosno pojmova:

- Virtualna stvarnost (Virtual Reality - VR) - korisnik vidi virtualno okruženje u kojemu se koriste slike dobivene računalnom grafikom i animacijom.
- Prošireni privid (Augmented Virtuality – AV) - korisnik vidi virtualno okruženje s elementima stvarnog pri čemu su snimljeni dijelovi stvarnog svijeta uključeni su u prividni svijet.
- Proširena stvarnost (Augmented Reality – AR) - korisnik vidi stvarno okruženje s elementima virtualnog pri čemu je računalna grafika nanescena na slike stvarnog svijeta.
- Mješovita stvarnost (Mixed Reality – MR) - proširena stvarnost i prošireni privid.
- Stvarnost (Reality) - korisnik vidi prikaz stvarnog okruženja

Slika 1. Milgramov kontinuum stvarnog i virtualnog



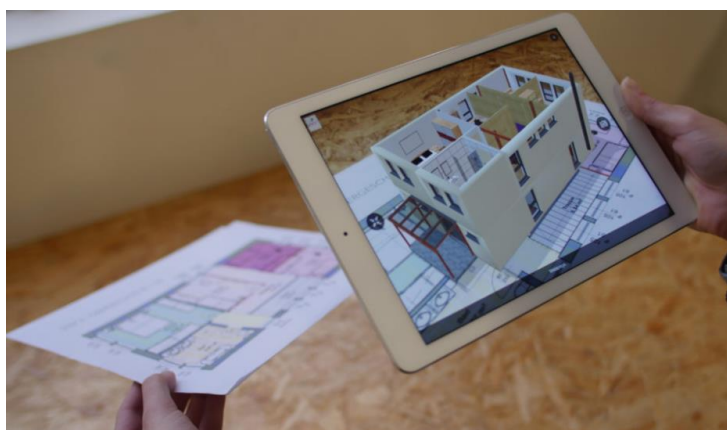
Izvor: Kishino, F., Milgram, P.: *A taxonomy of mixed reality visual displays*, (1994)

### 3. PROŠIRENA STVARNOST

#### 3.1. Definicija i karakteristike proširene stvarnosti

Proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality*, AR) je tehnologija koja kombinira virtualne predmete sa stvarnim svijetom i omogućava istodobnu interakciju između virtualnih predmeta i stvarnosti. Ta tehnologija smještena je negdje između virtualne stvarnosti i prave stvarnosti, a korisnici se nalaze u potpuno virtualnom okruženju koje stvara računalo. Na taj način korisnikovo viđenje svijeta proširuje se dodatnim informacijama koje su izravno ugrađene u stvarni svijet. Drugim riječima, ona omogućava modifikaciju stvarnosti dodavanjem digitalnih informacija kako bi se poboljšala percepcija stvarnosti.

*Slika 2. Primjer proširene stvarnosti*



*Izvor: [appreal-vr.com/wp-content/uploads/2016/10/augmented-reality-marketing-Augment.jpg](http://appreal-vr.com/wp-content/uploads/2016/10/augmented-reality-marketing-Augment.jpg)  
(28.07.2019.)*

Često se spominje još jedna definicija proširene stvarnosti koja je bazirana na tome da se tehnologija proširene stvarnosti sastoji od triju glavnih karakteristika:

- kombinacija virtualnog i stvarnog,
- interaktivni prikaz u realnom vremenu,
- 3D poravnanje virtualnih elemenata i stvarnog svijeta.



Ukoliko se jedna ili više tih karakteristika ne zadovolji, onda je riječ o virtualnoj stvarnosti, odnosno prikazu digitalno kreiranog umjetnog prostora čiji se elementi ne preklapaju sa stvarnim svijetom.

Prva karakteristika definira da će sustav kao rezultat prikazivati i dijelove virtualnog i dijelove stvarnog svijeta učitano kroz kameru.

Drugom se karakteristikom proširena stvarnost ograničava na realno vrijeme.

Trećom se karakteristikom ograničavamo samo na sustave koji „osjećaju“ dubinu, te u odnosu prema njoj iscrtavaju virtualne objekte.

Stoga, kako bi se proširena stvarnost ispravno realizirala potrebno je riješiti problem miješanja slike, poravnavanja te prikupljanja podataka.

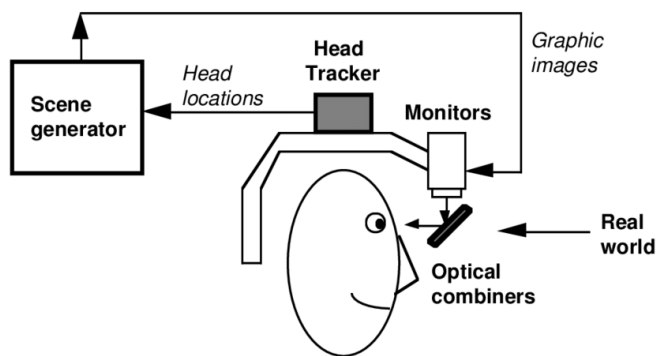
### **3.1.1. Miješanje slike**

Miješanje slike ostvarivo je na više načina, a oni najvažniji su:

- Optičko miješanje – *Optical See Through (OST)*
- Video miješanje – *Video See Through (VST)*
- Proširena stvarnost na zaslonu – *Monitor Augmented Reality (MAR)*
- Projekcijska proširena stvarnost – *Projection based Augmented Reality (PAR)*

**Optičko miješanje (OST)** - prilikom ostvarenja ovog načina istovremenog prikaza virtualne i stvarne scene korisnik na glavi nosi uređaj za prikaz pred očima (*HMD – Head Mounted Display*). On sadrži optičku miješalicu, odnosno poluprozirno ogledalo kojim je moguće istovremeno vidjeti dvije slike. Izravno kroz ogledalo korisnik vidi sliku stvarnog svijeta, a u ogledalu se odražava slika virtualne scene sa zaslona montiranog na odgovarajući način.

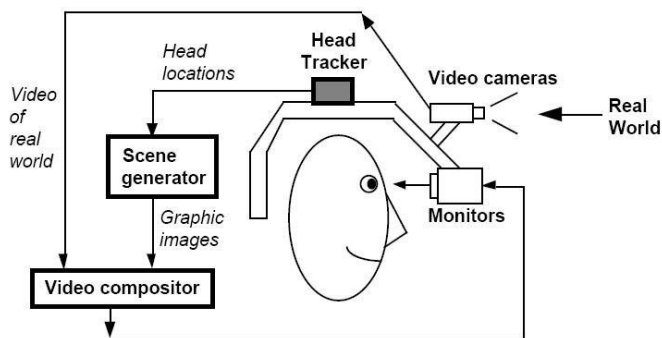
Slika 3. Dijagram koncepta optičkog miješanja



Izvor: [image.slidesharecdn.com/arppt-150422231121-conversion-gate01/95/augmented-reality-ppt-15-638.jpg?cb=1458653664](https://image.slidesharecdn.com/arppt-150422231121-conversion-gate01/95/augmented-reality-ppt-15-638.jpg?cb=1458653664) (29.07.2019.)

**Video miješanje (VST)** – ovaj način video miješanja vrlo je sličan optičkom jer također zahtjeva korištenje uređaja koji se nalazi na glavi korisnika. Međutim, za razliku od poluprozirnog ogledala korisniku se prikazuje okruženje percipirano putem kamera koje su montirane na uređaju. Virtualni segment generira se identično optičkom. Obrada signala koji dolazi do korisnika je nešto slobodnije naravi zbog digitalne naravi projiciranja slike.

Slika 4. Dijagram koncepta video miješanja



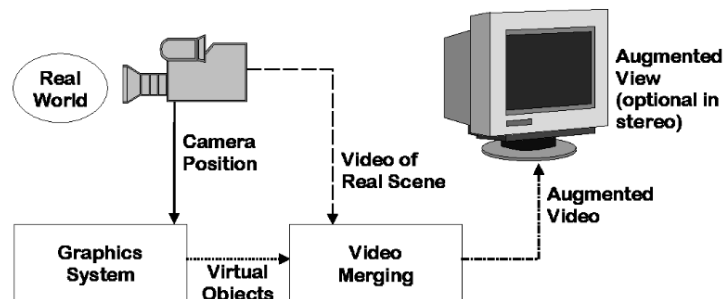
Izvor:

[https://www.researchgate.net/profile/Mohd\\_Shahrizal\\_Sunar/publication/280722116/figure/fig23/AS:669525259325445@1536638669341/A-conceptual-diagram-of-a-video-see-through-HMD-Azuma-1997.jpg](https://www.researchgate.net/profile/Mohd_Shahrizal_Sunar/publication/280722116/figure/fig23/AS:669525259325445@1536638669341/A-conceptual-diagram-of-a-video-see-through-HMD-Azuma-1997.jpg) (29.07.2019.)

**Proširena stvarnost na zaslonu (MAR)** – ovaj način nalikuje video miješanju uz iznimku percepcije pokreta koju u ovom slučaju određuje kretanje kamere, za razliku od kretanja glave korisnika. Budući da kod ovog načina nema HMD-a velika je prednost to što što imamo manjak stereoskopske projekcije, odnosno na taj se način miješanje virtualnog i stvarnog okruženja prikazuje na samo jednom zaslonu.

Jednostavnost i praktična narav ovakvog načina prikaza zaslužni su za širenje i razvoj alata za proširenu stvarnost.

Slika 5. Dijagram koncepta proširene stvarnosti na zaslonu



Izvor: <https://ai2-s2-public.s3.amazonaws.com/figures/2017-08-08/d06d123ff5638877eaab845c57b9b359faa4ef06/36-Figure15-1.png> (29.07.2019.)

**Projekcijska proširena stvarnost (PAR)** – ovaj način ne iziskuje potrebu naglavnog uređaja već se vizualizira u realnom vremenu putem projektor. Za interakciju i praćenje pokreta zaslužne su tehnike analize, dok se projiciranje na neravne površine vrši pomoću deformiranja slike kako bi se kompenzirale anomalije površine na koju se projicira.

Slika 6. Primjer projekcijske proširene stvarnosti



Izvor: [www.volkswagenag.com/presence/konzern/images/teaser/forschung/virtuelletechniken/VirtuelleT\\_PbAR\\_XL1.jpg.x\\_632.y\\_1000.trans](http://www.volkswagenag.com/presence/konzern/images/teaser/forschung/virtuelletechniken/VirtuelleT_PbAR_XL1.jpg.x_632.y_1000.trans) (29.07.2019.)

### 3.1.2. Prostorno poravnanje

Poravnanje u trodimenzionalnom prostoru predstavlja najveći izazov pri realizaciji proširene stvarnosti. Vrlo je bitno da su zadovoljeni neki preduvjeti kako bi se stvarni i virtualni elementi precizno poravnali. Tu prvenstveno mislimo na

orijentaciju korisnika i položaj elemenata u samoj sceni. Za implementaciju virtualnih scena koristimo koordinatni sustav čije su osi usklađene sa stvarnim okruženjem te nam je zbog toga geometrijska korelacija od vrlo velike važnosti.

Kada govorimo o naprednijim efektima kao što su prekrivanje predmeta tada ćemo koristiti niz tehnika kolektivno poznatih pod nazivom *tracking* (hrv. praćenje).

### 3.2. Povijesni prikaz proširene stvarnosti

Tehnologija proširene stvarnosti počela se razvijati mnogo kasnije u odnosu na tehnologiju virtualne stvarnosti jer su njeni tehnološki zahtjevi puno veći i složeniji. Unatoč tomu, ključne komponente potrebne za rad sistema proširene stvarnosti ostali su isti od 1960-ih.

Začetnikom ideje proširene stvarnosti smatra se Ivan E. Sutherland, koji je 1968. dizajnirao prvi optički 3D „zaslon za postavljanje na glavu“ (eng. *head mounted display*, HMD). Uređaj je bio toliko težak da ga se nije moglo direktno nositi, već je morao biti pričvršćen na strop. Podržavao je praćenje pokreta u realnom vremenu, ali bio je primitivan u pogledu korisničkog sučelja i grafike

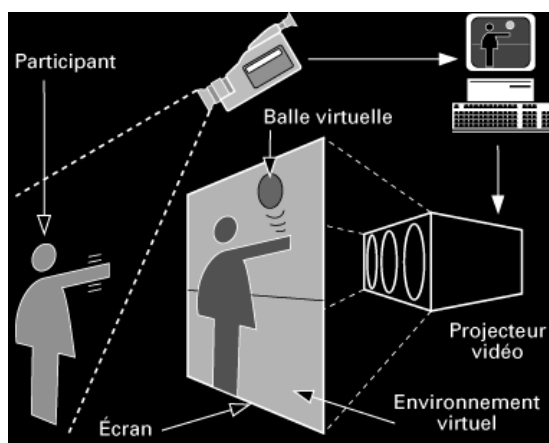
Slika 7. Ivan Sutherland – *Sword of Damocles* (1968.)



Izvor: <http://etsanggarp.blogspot.com/2016/03/> (28.07.2019.)

Prvi sistem sličan proširenoj stvarnosti stvorio je 1975. godine Myron Krueger i nazvao ga *Videoplace*. Radilo se o sobi koja je kombinirala projektore i kamere te po prvi puta omogućila korisnicima interakciju s virtualnim objektima u stvarnom svijetu.

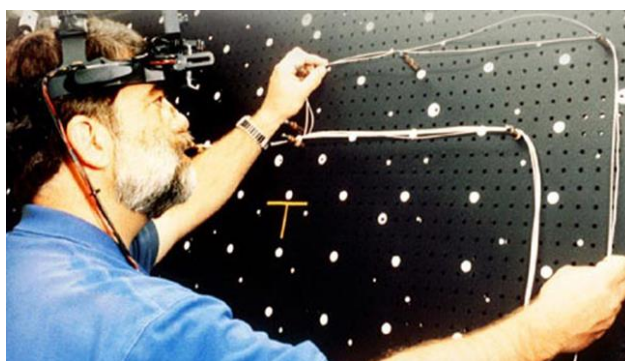
Slika 8. Myron Krueger - Videoplace (1975.)



Izvor: <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/uploads/6/0/1/0/60100283/433291802.GIF> (28.07.2019.)

Istraživanja tehnologije se nastavljaju, te 1990. godine Thomas Caudell i David Mizell prvi koriste pojam "proširena stvarnost" kada su za tvrtku Boeing razvili uređaj koji je vodio radnike kroz tvornicu kablova tako što im je ispisivao potrebne informacije direktno na zaslon i na taj način olakšao i ubrzao rad u tvornici.

Slika 9. Prve primjene AR u tvornici kablova



Izvor: [https://blog.vertebrae.com/hs-fs/hubfs/Imported\\_Blog\\_Media/Tom-Caudell-AR-1.png?width=650&height=366&name=Tom-Caudell-AR-1.png](https://blog.vertebrae.com/hs-fs/hubfs/Imported_Blog_Media/Tom-Caudell-AR-1.png?width=650&height=366&name=Tom-Caudell-AR-1.png) (29.07.2019.)

Iste godine L.B. Rosenberg razvija jedan od prvih funkcionalnih sistema proširene stvarnosti koji se zvao *Virtual Fixtures*. U devedesetim godinama 20. stoljeća proširena stvarnost postaje posebno polje znanstvenog istraživanja i osnivaju se prve konferencije isključivo na temu AR-a

Steven Feiner sa Sveučilišta Columbia sa svojim studentima 1997. godine razvija prvi mobilni AR sistem zvan MARS koji je u stvarnom vremenu prikazivao grafičke 3D informacije o zgradama i artefaktima koje korisnik vidi u tom trenutku, postavljajući tako temelje za brojne muzejske i turističke vodiče.

2000. godine Hirokazu Kato razvija besplatan softver za razvoj aplikacija proširene stvarnosti zvan ARToolkit, koji se u proširenom obliku koristi još i danas. Prve kamere s mogućnošću analiziranja okoliša u stvarnom vremenu i orijentacije objekata u prostoru razvijaju se 2005. godine, što otvara put modernoj proširenoj stvarnosti.

Od kasnih 2000-ih do danas razvijaju se brojne aplikacije proširene stvarnosti, preko turističkih vodiča, igara, medicinskih aplikacija i brojnih drugih. Današnji pametni uređaji (mobiteli, tableti i sl.) većinom imaju dovoljne tehnološke mogućnosti da podržavaju AR aplikacije, što uvelike olakšava njihov razvoj i pristupačnost.

## **4. PRIMJENA PROŠIRENE STVARNOSTI**

### **4.1. Mogućnost primjene proširene stvarnosti**

Primjena tehnologije proširene stvarnosti pred sve sudionike koji žele implementirati AR u nastavno okruženje stavlja određene izazove koji nisu nepremostivi.

Sve većom dostupnošću hardwarea kao i napretkom softwarea olakšan je pristup alatima koji se mogu koristiti u ostvarivanju odgojno-obrazovnog procesa.

Iako još uvijek postoje prepreke potpunom uvođenju ove tehnologije u nastavno okruženje, neka istraživanja su već napravljena a jedan od tih projekata je EcoMOBILE projekt koji se provodio na Harvardu.

Tijekom provedbe projekta učenici opremljeni mobilnim telefonima s pristupom internetu obilazili su unaprijed određena mjesta oko lokalnog ribnjaka. Kada su učenici došli na zacrtano mjesto proširili bi informacije o navedenom mjestu pomoću GPS ili slike na njihovim mobilnim uređajima. Cilj ovog projekta bio je upoznati učenike s ekosustavom.

Proširena stvarnost je u istraživanja pokazala više obećanja kao dopunska metoda nego kao primarna metoda. Sve to pokazuje da treba osmisliti plan implementacije AR u nastavno okruženje korak po korak.

Smith i Ragan slažu se oko tvrdnje da je prije uvođenja nove metode poučavanja odgojno-obrazovni proces važno razmisliti zašto to želimo učiniti (Smith i Ragan, 2005).

Dunleavy navodi da je prednost AR koju bi trebalo iskoristiti pri razvijanju iskustva učenja omogućavanje učenicima da „vide neviđeno“ (Dunleavy, 2014).

Ovim iskustvom učenici bi se nalazili u situacijama koje obično ne bi mogli iskusiti u tradicionalnom obrazovanju. Učenje o prirodi, povijesti, matematici itd. mogli bi doživjeti na drukčiji način u odnosu na suhoparni teorijski kada moraju zamisliti neku pojavu ili proces u svojim glavama.

Trenutni trend sveprisutnosti mobitela ili tableta u školskim prostorijama dovode do situacije u kojoj je vrlo lako implementirati proširenu stvarnost u odgojno-obrazovni proces. Naime, gotovo svi mobilni uređaji imaju mogućnost GPS i snimanja

fotografija, a većina obrazovnih ustanova posjeduje stabilan internetski pristup. Na taj način svim sudionicima u nastavnom okruženju osiguran je pristup beskonačnom izvoru informacija u stvarnom vremenu.

Primjenu AR tehnologije u odgojno-obrazovnom procesu možemo provesti na dva načina:

- učenici donose vlastite mobilne uređaje,
- učenicima su osigurani mobilni uređaji od strane škole.

Posebnu pažnju prije implementacije AR trebalo bi posvetiti činjenici da bi se kod prvog načina mogao javiti problem nekompatibilnosti AR softwarea zbog raznovrsnosti uređaja na tržištu.

Neke od stvari koje su jako bitne i zbog kojih bi trebalo provesti detaljno istraživanje prije implementacije su:

- odabir AR platforme koja omogućuje da se postignu ciljevi koji su zacrtani nastavnim planom i programom i
- tehnološka stručnost osobe koja rukuje AR platformom.

Cheng i Tsai navode da je tehnologija proširene stvarnosti najučinkovitija kada sudionici posjeduju određenu razinu tehničkog znanja, kao i stupanj autonomije (Cheng i Tsai, 2013).

Tehnika vizualizacije koja se pojavljuje kod AR zanimljiva je metoda koja omogućuje korisnicima, posebno djeci, ne samo da promatraju kako se predmeti ponašaju i djeluju, već djeci pružaju vizualni prikaz koji mogu lakše zapamtiti i reproducirati učinkovitije u odnosu na verbalne opise.

Još jedna teza koja ide u prilog primjeni tehnologije je i ta da odgojno-obrazovni proces treba poboljšati paralelno s tehnologijom koja se razvija jer će djeca u budućnosti biti izložena raznolikim aspektima, posebno u poljima proširene stvarnosti.

Dizajneri tehnologije proširene stvarnosti trebali bi maksimalno iskoristiti potencijalne prednosti učenja i stvoriti smjernice za dizajniranje učinkovitih obrazovnih iskustava s AR-om. Potrebno je istražiti čimbenike koji bi mogli biti korisni u odgojno obrazovnom procesu poput poboljšanja podrške učiteljima i



nastavnicima pružanjem pogodnosti za prilagođavanje sadržaja i praćenja učenja učenika.

Nadalje, trebalo bi uzeti u obzir interakciju učenja i čimbenika ljudskog razvoja, kao što je ispitivanje utjecaja kognitivnih, motoričkih i ostalih vještina učenika na njihovu sposobnost korištenja i razumijevanja obrazovnih sadržaja zasnovanih na tehnologiji proširene stvarnosti. Također, nedostaje istraživanja koja bi mogla pružiti snažan skup smjernica za nastavnike u dizajniranju aplikacija koje su prilagođene učionicama.

Implementaciju tehnologije je potrebno osmisliti na temelju kurikuluma i pedagogije. Vrlo je važno utvrditi koja se vrsta sadržaja se može najučinkovitije objasniti pomoću AR tehnologije. Dizajneri također moraju osmisliti način na koji se tehnologija može najbolje implementirati u učionice, npr. strukturiranje AR sadržaja tako da se isti mogu koristiti u više točaka nastavnog plana, osmisliti sustav kako bi učenici mogli surađivati, a učitelji ili nastavnici prilagodili kurikulumu dizajnirajući inteligentne aplikacije koje prate i prilagođavaju se napretku učenika, te dizajniraju AR aplikacije koje se integriraju s postojećim sadržajima kao što su udžbenici i igre za učenje.

## **4.2. Primjeri upotrebe tehnologije proširene stvarnosti u obrazovanju**

Korištenje proširene stvarnosti u edukaciji bi pružilo inovativne načine prikaza informacija koji bi pomogli ne samo učenicima pri učenju nego i učiteljima da ih motiviraju i potaknu na sudjelovanje u nastavi. Vizualizacija i interakcija bi zainteresirala učenike, posebice mlađe uzraste i skrenula im pozornost na praćenje nastave. Edukativne AR aplikacije bi osim informativnih podataka mogle sadržavati i praktične zadatke za vježbu koji bi očekivali interakciju učenika. Također bi se moglo prikazati teško zamislive koncepte u obliku jasno shvatljivih 3D modela za lakše i brže učenje.

U nastavi Prirode i društva možemo naći široku primjenu tehnologije zbog svoje interdisciplinarnosti jer se unutar nje isprepliću pedagogija, didaktika, biologija, kemija, geografija, logika i druge discipline. Zbog toga sadržaji koji se usvajaju na nastavi mogu biti opsežni i predstavljati problem učiteljima razredne nastave jer ih je

teško demonstrirati i predočiti učenicima na što vjerodostojniji način čemu tehnologija može doskočiti. Primjerice, proširena stvarnost može se koristiti za poučavanje o predmetima i događajima koji se ne mogu promatrati u učionici, za prikazivanje opasnih situacija, za vizualiziranje apstraktnih pojmova i za prikazivanje kompleksnih informacija kako bi se učenike poučavalo o pojavama i predmetima koje nije lako uočiti. Vrlo lako bi se mogle prikazati situacije koje bi mogle predstavljati sigurnosni rizik za učenike, kako bi se objasnili apstraktni pojmovi te kako bi se pružila različita znanja koja je teško razumjeti. Također mogli bismo osmisliti aplikaciju za snalaženje u vremenu. Imenovanje godišnjih doba, dana u tjednu i mjeseci u godini kao i prepoznavanje njihovog točnog redoslijeda kompetencije su koje učenici stječu tijekom prvog odnosno drugog razreda osnovne škole. U svakodnevnom životu često se oslanjamo na različite oblike vizualne podrške pomoću kojih organiziramo svoje vrijeme i obaveze u danu, tjednu, mjesecu (planeri, podsjetnici, e-kalendar). Npr. mogli bismo osmisliti aplikaciju gdje su grafički simboli osmišljeni na način da asociraju na pojam kojeg označavaju (npr. rujna je predstavljen grozdom) i time vizualno podržavamo usvajanje novih pojmova. Pomoću tehnologije proširene stvarnosti mogli bismo postaviti učenike u središte sunčevog sustava unutar kojeg bi planete kružile oko njih. Dodirom na određeni planet pokazivale bi se informacije o svakom od njih.

U nastavi Hrvatskog jezika može se koristiti za izradu interaktivne edukativne slikovnice na temelju proširene stvarnosti kako bi djeca naučila velika i mala slova. Okruženje koje bi stvorili bilo bi dostupno korisnicima različitog iskustva i dobnih skupina. Edukativna slikovnica koja se koristi proširenom stvarnosti transformirala bi tradicionalne aktivnosti pričanja priča u zabavna, interaktivna i aktivna iskustva učenja. Može se osmisliti vlastita priča na temelju odluka čitatelja što će učiniti pojedini likovi u knjizi što bi potaknulo učenike na čitanje.

U nastavi Likovne kulture ovu tehnologiju možemo iskoristiti kako bi posjetili neke od najboljih svjetskih umjetničkih muzeja bez napuštanja učionice. Zahvaljujući ovoj tehnologiji učenici mogu razgledati muzeje umjetnosti, komunicirati s poznatim umjetničkim djelima i učiti o njima. U obrazovne svrhe ovo je vjerojatno čak i bolje od obilaska muzeja. Osim toga, ovo okruženje učenicima pruža mogućnost da približe neke teže shvatljive pojmove za dob učenika razredne nastave kao što su izvedene boje i nijanse. Učenici dolaze u prve razrede raspoznajući temeljne boje, no čak i odraslima

nije lako objasniti izvedene boje niti mogu razaznati nijanse. Tom problemu mogu doskočiti softveri koji na interaktivan i vizualan način mogu prikazati učenicima kako nastaje koja izvedena boja te koliko određena boja ima nijansi.

U nastavi Matematike može se koristiti za učenje mjernih jedinica. Primjer je aplikacija za aktivno učenje i samostalno vježbanje pretvaranja mjernih jedinica - u slučaju pogreške aplikacija ukazuje na pogrešku, a može se i postupno promijeniti razina složenosti zadatka. Za učenike koji imaju više poteškoća pri savladavanju ovog gradiva osim točnog rješenja ponuđen je i postupak rješavanja. Učenicima kroz ovaj način rada mjerenje i pretvaranje mjernih jedinica postaje privlačnije i zanimljivije.

Primjer upotrebe proširene stvarnosti nalazimo i u aplikaciji Nearpod. To je alat koji omogućuje korisniku da od klasične napravi prezentaciju koja traži od učenika da bude aktivni sudionik. Uz tekstualne i slikovne sadržaje jednostavno je ugraditi audio i video isječke kao i kompletne web stranice koje je moguće pregledavati unutar prezentacije. Aktivnost učenika potiče se dodavanjem interaktivnih elemenata kao što su pitanja otvorenog tipa, ankete, kvizovi ili rukom pisani odgovori i crteži. Odgovore i povratnu informaciju o riješenosti navedenih elemenata nastavnik dobiva u realnom vremenu. Uz navedeno, nastavnik u učionici upravlja tempom prezentacije sa svog računala dok učenici kod kuće putem linka mogu ponovno pregledavati istu prezentaciju, ali svojim tempom.

Prednosti koje učenici dobivaju koristeći tehnologiju proširene stvarnosti u matematici su velike:

- tehnologija u nastavi matematike pridonosi boljem razumijevanju matematičkih sadržaja,
- dobivanje povratne informacije od računalnog programa odmah nakon rješavanja određenog zadatka potiče učenike na korištenje pretpostavki i pokušaja,
- korištenje tehnologije za obavljanje ručnog rada, od izračuna do crtanja grafičkih prikaza omogućuje učenicima da se oslobode od strategije te potiče proces pokušaja i pogrešaka,
- potiče na veću suradnju između učenika,

- alati bazirani na tehnologiji AR pružaju učenicima naprednu komunikacijsku sposobnost, dopuštajući im da koriste grafove, tekst i slike zajedno te da pokažu razumijevanje matematičkih zakonitosti,
- učenici razvijaju matematičke modele kroz istraživanje, interpretiranje i objašnjavanje podataka,
- uporaba edukacijske tehnologije pomaže u stvaranju veza unutar i preko raznih područja matematike, upoznavanju učenika s novom temom, ponavljanju utvrđenih činjenica, razumijevanju ideja, razjašnjavanju veza ili fizičkih grafičkih prikaza, interpretiranju apstraktnih koncepata.

U nastavi Glazbene kulture dostupno je na desetine aplikacija ali su one većinom usmjerene na sviranje pojedinih instrumenata a ne na učenje torije glazbe. Proširena stvarnost bi se mogla uklopiti u nastavu na način da se tradicionalni instrumenti poboljšaju vizualnim i slušnim informacijama koje bi olakšale učenje. Proširena stvarnost također se može koristiti za senzibiliziranje male djece na apstraktne pojmove glazbe, kao što su glazbeni zapis ili ideja ritma.

U nastavi Tjelesne i zdravstvene kulture tehnologiju proširene stvarnosti možemo koristiti za učenje plesova. Tehnologija bi nam mogla predviđati koji korak napraviti i kako se kretati u prostoriji. Isto tako mogli bi smo ju koristiti za učenje svih sportova na način da nam se u dvorani u kojoj se odvija sat tjelesne i zdravstvene kulture projiciraju pravila i pokreti koji su specifični za određeni sport.

### **4.3. Aplikacije proširene stvarnosti**

Mogućnosti primjene tehnologije proširene stvarnosti u primarnom obrazovanju vrlo su široke, a neke od mogućih su:

- kratko predavanje za pomoć kod zadaće: kada učenik skenira stranicu svoje zadaće, na njoj se automatski prikaže kratki video učitelja koji im pomaže kod rješavanja iste,

- foto zid nastavnickog osoblja: možemo napraviti pano na ulazu u školu na kojem će biti fotografije nastavnickog osoblja koje će učenici i posjetitelji moći skenirati i tim putem saznati više informacija o njima,
- lektira: učenici se mogu snimiti kako prepričavaju neku knjigu ili priču koju su pročitali, spremi ju, stavi poveznicu na nju, tako da njihov sažetak bude dostupan svima onima koji žele,
- uloga roditelja: roditelji se mogu snimiti kako drže kratki govor da ohrabre svoje dijete i povezati isti na display koji je na školskoj klupi njihovog djeteta, tako da ga može pogledati svaki put kad mu treba ohrabrenje,
- godišnjak: od posveta i videozapisa pa sve do sportskih vijesti, koncerata i natjecanja.
- zid riječi: učenici se mogu snimiti kako definiraju i prevode neke riječi na Zidu riječi. Kasnije se svi mogu služiti aplikacijom kako bi saznali što koja riječ znači i kako istu koristiti u rečeničnoj strukturi.
- kartice za gluhe i nagluhe (znakovni jezik): kartice s riječima mogu sadržavati upute kako se koristiti znakovnim jezikom.
- 3D modeli: uz pomoć ove tehnologije možemo bilo koji predmet staviti u 3D oblik te tako proučavati svaki od njih,
- stimulacija više osjetila: uz pomoć aplikacija možemo čuti i vidjeti kako se npr. neke životinje glasaju, kako srce kuca, itd.

#### **4.4. Prepreke korištenju tehnologije proširene stvarnosti**

Prema Lee i Radu najvažnije prepreke pri implementaciji tehnologije proširene stvarnosti su (Lee, Radu, 2012):

- ograničena dostupnost stručnjaka na području AR tehnologije,
- nedostatak povjerenja institucija i škola u učinkovitost AR tehnologije u usporedbi s tradicionalnim metodama,
- deficit materijalnih resursa pri pokretanju projekta koji koristi AR tehnologija,
- činjenica da AR možda ne predstavlja učinkovitu strategiju poučavanja i učenja za neke studente.

Sukladno tome, poteškoće i prepreke korištenja AR tehnologije mogu se klasificirati u četiri skupine:

- fizičke prepreke: odnose se na infrastrukturu, upotrebu alata, aplikacija i usluga, kao i brzinu interneta,
- ljudske prepreke: povezane su sa specijaliziranim ulogama učitelja i učenika;
- tehničke prepreke: odnose se na digitalni sadržaj i njegov izgled,
- društvene prepreke: povezane su sa prihvaćanjem AR-a od strane zajednice, učitelja, učenika i roditelja.

Prepreke korištenju AR tehnologije prilično su raznolike; neki uključuju njegovu relativnu novost, a neki proizlaze iz povezanosti s više čimbenika kao što su ljudski faktori, hardverska i softverska infrastruktura i drugi.

#### **4.5. Istraživanja o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u svijetu**

Izwan Nurli Mat Bistaman u Maleziji je među učiteljima proveo istraživanje kojim je htio istražiti mišljenje o tradicionalnim i modernim nastavnim metodama koje uključuju tehnologiju proširene stvarnosti. Na temelju provedenog istraživanja 12,5% učitelja preferiralo je tradicionalnu metodu, 25% njih zahtijevalo je korištenje obje, a 62,5% učitelja vjeruje da je suvremena tehnologija učinkovitija u odnosu na tradicionalnu. Navedeno istraživanje pokazuje da su učitelji otvoreni prema novim, suvremenim tehnologijama i izazovima koje ta tehnologija stavlja pred njih (Izwan Nurli Mat Bistaman, 2018).

Campos i suradnici proveli su dva eksperimenta pomoću AR igre (Campos i sur., 2011). Cilj je bio utvrditi učinak igre na učenje i suradnju. Također, istražen je i utjecaj na motivaciju učenika. Sudionici eksperimenta bili su dvadeset i dvoje djece u dobi od pet do šest godina. Na temelju rezultata, razina motivacije bila je visoka jer djeca nikad nisu odustala od igre. Čak i kad im je povratna informacija pokazala da nisu u pravu, nitko nije napuštao igru dok nisu pronašli rješenje. Cjelokupna reakcija djece na sustav bila je vrlo pozitivna i što je najvažnije, zaključili su da sustav nije učinio proces učenja pogrešnim.

Na području istraživanja svakako nam može pomoći i sustav SMART (*System of Augmented Reality for Teaching*). To je AR sustav osmišljen za potrebe učenja učenika 2. razreda o različitim načinima prijevoza i vrstama životinja. Ovaj sustav uključuje uređaje poput AR markera, prijenosnog računala, softvera, web kamere i projektora. Pomoću tog sustava provedeno je istraživanje na 54 učenika (u dobi od 7-8 godina) iz tri lokalne osnovne škole. Svaka škola bila je podijeljena u 2 grupe. Prva grupa je koristila tradicionalnu metodu poučavanja i učenja. Druga grupa je koristila SMART sustav kao alat za učenje. Rezultat je pokazao pozitivan utjecaj na motivaciju učenika, iskustvo učenja i suradnju među učenicima. Na temelju istraživanja, istraživači vjeruju da tehnologija AR-a ima obrazovne koristi i pozitivan utjecaj na učenike.

Arvanitis i suradnici razvili su projekt CONNECT koji je koristio mobilni AR sustav za učenje (Arvanitis i sur., 2009). Koncept CONNECT zahtijevao je od učenika da nose naglavni ekran (HMD). Ispitivanje je provedeno i na učenicima s tjelesnim invaliditetom. Zanimljivo je da je usporedba učenika s invaliditetom i zdravstveno sposobnih učenika pokazala gotovo iste rezultate. Ovaj nalaz pruža određenu potporu konceptualnoj pretpostavci da projekt CONNECT može unaprijediti obrazovanje, posebno za djecu s poteškoćama.

Juan, Alem i Cano predstavili su mobilnu AR igru, ARGreenet koja je za cilj imala povećati svijest djece o važnosti recikliranja načina na koji se to radi (Juan, Alem i Cano, 2011). U svojoj su studiji usporedili ARGreenet s osnovnom igrom za mobilne telefone za temu recikliranja. Sudionici ovog istraživanja bili su 38 djece koji su igrali obje igre, ali u različitom redoslijedu. Aspekti evaluacije sastojali su se od: znanja o recikliranju koje su stekla djeca, razine angažmana, zabave i jednostavnosti korištenja, uočene spremnosti za promjenu ponašanja i usporedbe sa AR i ne-AR igrama. Rezultati su pokazali da nema značajne razlike između dvije igre; međutim 69,4% djece preferiralo je igru ARGreenet, budući da su je smatrali lakšom za upotrebu, zanimljivijom i zabavnijom od osnovne igre na mobilnom telefonu. Osim toga, nalazi pokazuju i da su igre pozitivno utjecale na njihovo ponašanje.

Veliki dio istraživanja pokazuje da je tehnologija proširene stvarnosti za određene teme učinkovitija u poučavanju učenika u odnosu na druge medije, poput knjiga, videozapisa ili učenja na računalu. Za proširenu stvarnost se pokazalo kako je

vrlo učinkovita u olakšavanju učenja složenih prostornih struktura i funkcija poput geometrijskih oblika, kemijskih struktura, mehaničkih strojeva, astronomskih konfiguracija ili prostorne konfiguracije ljudskih organa.

Lindgren i Moshell usporedili su dječje učenje astronomije na dva načina (Lindgren i Moshell, 2011). Prvi način je bio učenje pomoću računalno bazirane aplikacije komunicirajući mišem dok je drugi način bio pomoću aplikacija proširenih stvarnosti. Iako nisu utvrđene značajne razlike, kvalitativna analiza pokazala je razlike u načinu na koji su djeca usvojila sadržaj. Otkriveno je da je skupina koja je koristila aplikaciju proširene stvarnosti usmjerena na dinamiku kretanja planeta, dok je druga skupina bila više usredotočena na detalje poput vizualnog izgleda planeta. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na potencijalne kognitivne razlike u dječjem iskustvu AR-a u odnosu na računalno (PC) okruženje.

Nekoliko istraživanja pokazalo je da se sadržaj naučen kroz iskustva proširene stvarnosti pamti snažnije u odnosu na druge načine koji se ne odnose na tehnologiju proširene stvarnosti. Jedno od tih istraživanja je i ono Vincenzia i suradnika koje je pokazalo da su se studenti koji su učili o zrakoplovnim turbinama pomoću tehnologije proširene stvarnosti puno lakše prisjetili sadržaja učenja u odnosu na učenje putem papirnih ili video medija (Vincenzi i sur., 2003). Nadalje, Macchiarella i suradnici utvrdili su da studentima koji su učili o turbinama koristeći tehnologiju proširene stvarnosti dugotrajna memorija nije značajno propadala nakon tjedan dana (Macchiarella i sur., 2004). Studenti koji su učili pomoću drugih medija, poput knjiga ili videozapisa, pokazali su značajno smanjenje pamćenja, iako je zanimljivo da u vrijeme istraživanja nisu utvrđene značajne razlike u kratkoročnom pamćenju između skupina.

Sveučilišni profesor Alkhatabi proveo je jedno od najvećih istraživanja na ovom području (Alkhatabi, 2017). Istraživanje je provedeno na 200 učitelja (115 žena i 85 muškaraca) razredne nastave u Saudijskoj Arabiji. Uz istraživanje, sudionicima je poslano i detaljno objašnjenje AR koncepta. Upitnik je bio zamišljen u trajanju od deset minuta, a pitanja su izvorno izrađena na engleskom jeziku prije nego što ih je nekoliko višejezičnih stručnjaka prevelo na arapski jezik.

Konačna verzija upitnika sastojala se od tri dijela:



1. dio - kratak demografski profil učitelja koji su sudjelovali (spol, dob, godine iskustva itd.),

2. dio - namjera istraživanja stavova učitelja i korištenja obrazovnih tehnologija i alata za e-učenje općenito,

3. dio - poznavanje učitelja i percepcije koncepta AR-a.

Po Likertovoj ljestvici korišteni su odgovori u rasponu od 1 „vrlo važno“ do 5 „uopće nije važno“ o njihovom razumijevanju AR-a i spremnosti da prihvate njegovu primjenu u različitim obrazovnim aktivnostima i predmetima.

Suprotno prvoj hipotezi, rezultati su otkrili da je 71,3% žena i 83,5% muškaraca bilo upoznato s konceptom AR. 96% ispitanih mislilo je da će korištenje AR aplikacija poboljšati njihovo angažiranje i učenje. Manje od 5% ispitanika smatralo je da učitelji u osnovnim školama nisu spremni prihvatiti AR aplikacije u svojim učionicama, dok je više od polovine ispitanika mislilo kako su učitelji sposobni koristiti AR programe, te su voljni primijeniti ovu tehnologiju u svom učenju. Nadalje, rezultati su otkrili glavne prepreke usvajanju AR aplikacija u nastavi u osnovnoj školi. Ispitanici su smatrali da su nedostatak informatičkih vještina, odgovarajuće ICT infrastrukture i otpornost na promjene tri glavne prepreke za usvajanje AR tehnologije u osnovnim školama. Nadalje, ispitanici su imenovali brojne koristi ove tehnologije, prvenstveno se navodio povećani angažman učenika i vizualizacija koncepta apstrakcije. Opći zaključak ove studije je da postoji želja za upotrebom i visokim stupnjem prihvaćanja prema AR-u od strane učitelja u osnovnim školama.

Prema gore navedenim istraživanjima jasno je da će interakcije između učitelja i djece s AR sustavom poboljšati motivaciju i suradnju. Korištenjem odgovarajućih nastavnih strategija, AR može pružiti učenicima brojne prednosti i dovesti do efektivnog iskustva. Također, ova tehnologija daje mogućnosti stvaranja obrazovnog iskustva koje je privlačnije i atraktivnije.

#### **4.6. Istraživanja o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u RH**

U periodu od ožujka do lipnja 2016., u suradnji Fakulteta elektrotehnike i računalstva s Osnovnom školom Trnjanska, provedena su istraživanja među učenicima

dva prva i jednog drugog razreda. Provedena istraživanja istraživala su utjecaj digitalnih lekcija s elementima proširene stvarnosti na aktivnosti učenika tijekom lekcije.

Istraživači su prije dolaska u učionicu pripremili tablete, instalirali aplikacije te podesili pristup Internetu. U školi, prije svakog eksperimenta, svakom djetetu podijeljen je tablet označen njegovim imenom. Nakon što bi učiteljica dala kratki uvod u gradivo, istraživači bi započeli s eksperimentom. Djeci je bilo potrebno objasniti kako se koristi aplikacija, a potom se krenulo s rješavanjem zadataka. Svako dijete je trebalo riješiti barem jednu seriju od 5 zadataka. Po završetku te serije, svako dijete ovisno o svojoj zainteresiranosti može birati da li želi nastaviti rješavati ili ne.

U skladu rezultatima eksperimenta, uočeno je da je učenicima interesantno raditi s tablet uređajima i digitalnim lekcijama koje koriste proširenu stvarnost. Nije moguće pronaći točan uzorak ponašanja učenika s tabletima, jer postoje iznadprosječni učenici koji su briljirali u digitalnim lekcijama, dok postoje i oni kojima je jako brzo dosadilo. Zanimljivo je istaknuti da u 3 od 4 slučaja učenici s ADHD poremećajem ponašanja pokazuju vrlo visoke rezultate. Ti učenici su imali najviši ili nešto manji broj riješenih zadataka u pogledu čitavog razreda.

Digitalne lekcije s elementima proširene stvarnosti pokazale su se kao vrlo dobar element nastave jer su učenici bili motiviraniji za rad te su više i točnije rješavali. No, osnovni obrazac ponašanja nije uočen jer su rezultati varirali. Potrebno je fokusirati se i na nadarenu djecu kojima „jednostavni“ zadaci brzo dosade jednako kao i na one kojima učenje slabije ide, te detaljnije istražiti povezanost korištenja tehnologije proširene stvarnosti s motiviranosti i angažiranosti različitih profila učenika.

#### **4.7. Izazovi u primjeni tehnologije proširene stvarnosti**

Iako se upotreba AR-a u odgojno-obrazovnom procesu čini obećavajućim, neka istraživanja pokazuju negativne učinke na učenje poput niskog angažmana. Takvo istraživanje možemo pronaći u knjizi Kerawalla i suradnika (2006.).

Kerawalla i suradnici otkrili su da su učitelji, iako su prepoznali prednosti korištenja AR sustava u učionicama, željeli imati veću kontrolu nad sadržajem u

odgojno-obrazovnom sustavu kako bi isti mogli prilagoditi potrebama svojih učenika. Ovo nam govori da poput mnogih inovacija u nastajanju, i AR pruža nove izazove, unatoč velikim mogućnostima primjene.

AR postavlja određena pedagoška pitanja koja su zajednička svim tehnološkim dodacima koje koristimo u nastavi. Npr. novost tehnologije može umanjiti iskustvo učenja (npr. učenici koji će se više usredotočiti na nove, vrhunske uređaje, a ne na njihove ciljeve učenja).

Tehnologija također može odrediti mjesto i položaj učenja te je važno osigurati da funkcioniranje tehnologije nije izmijenjeno kako bi se uklopilo oko ograničenja uređaja (npr. trebaju li učenici biti poučavani na mjestima gdje postoji zasjenjeno područje kako bi mogli vidjeti zaslon, stajati na najboljem mjestu za razumijevanje konteksta stvari koja se poučava; trebaju li učitelji uložiti dodatno vrijeme za promjenu baterija čime dolazi do povećanja vremena provedenog na fizičkoj lokaciji). Možda će biti potrebna i dodatna tehnička podrška ako AR tehnologija nije lagana za upotrebu i instaliranje.

Tu je i problem što je tehnologija privlačnija od okruženja i umjesto da se maksimalno iskoristi njena mogućnosti na određenom mjestu poučavanja, pažnja učenika mogla bi biti usmjerena na AR uređaje i alate. U ovoj je situaciji važno razmotriti je li tehnologija zapravo udaljila učenike od teme poučavanja, umjesto proširila njihova znanja.

Iz perspektive poučavanja, također je ključno prvo razmotriti koji su to znanja ili iskustva koje nastavnik želi prenijeti učenicima, prije nego što se razmotri način na koji je to najbolje postići. Moguće je da AR nije najbolja metoda poučavanja i da su druge, jeftinije tehnike mnogo primjerenije aktivnosti učenja koja se odvija.

#### **4.8. Štetni utjecaji tehnologije proširene stvarnosti**

Štetni utjecaji tehnologije proširene stvarnosti prikladno su sažeti u knjizi koju je napisao Radu 2014. Radu navodi sljedeće probleme tehnologije proširene stvarnosti:

- odvlačenje pažnje – u mnogim istraživanjima učenici su zahtijevali veću pažnju tehnologije proširene stvarnosti u odnosu na onu koju su iskusili

tijekom korištenja iste te tehnologije. To je rezultiralo ignoriranjem važnih dijelova poučavanja zbog nemogućnosti obavljanja zadataka.

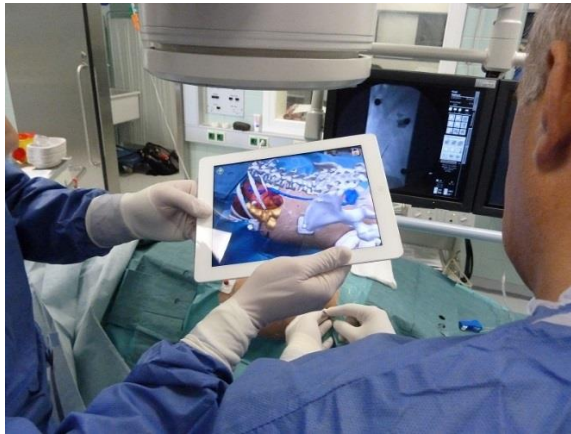
- poteškoće prilikom korištenja – korisnici ovu tehnologiju smatraju težom za korištenje u odnosu na fizičke ili računalno bazirane alternative. Zanimljivost je to što su u istim tim istraživanjima učenici smatrali da je AR zanimljiviji u odnosu na alternativne metode.
- neučinkovita integracija AR sustava i učenika – učenjem bez tehnologije proširene stvarnosti učenici su se uz prisustvo učitelja više bavili istraživanjem sadržaja učenja, dok je tijekom korištenja AR sustava dominirao učitelj svojom raspravom te tako ograničio učenički angažman obrazovnim sadržajem predstavljen kroz tehnologiju proširene stvarnosti.
- razlike učenika – neka istraživanja pokazale su da unatoč tomu što su učenici s niskim i prosječnim uspjehom pokazali napredak učenjem kroz AR iskustvo, učenici s visokim uspjehom nisu dobili iste koristi. Učenici s visokim uspjehom pokazali su više uspjeha u tradicionalnoj učionici u kojoj se AR nije koristio. Utvrđeno je da je obrazovni sadržaj temeljen na AR-u previše ograničen i nije sadržavao nove informacije za učenike sa visokim uspjehom.

#### **4.9. Ostale mogućnosti primjene proširene stvarnosti**

Moguća područja u kojima bismo mogli primijeniti tehnologiju proširene stvarnosti su:

Medicina - proširena stvarnost se ostvaruje tako da se medicinske slike preklapaju s pacijentom, čime se dobiva vrsta virtualnog rendgena u stvarnom vremenu. Dobiva se takav efekt da liječnik vidi organe pacijenta kao da je tijelo prozirno. Najčešće se primjenjuje u kirurgiji, prilikom planiranja ili izvedbe zahvata.

Slika 10. Primjena proširene stvarnosti u medicini



Izvor: <http://alivenewspaper.com/wp-content/uploads/2017/11/medical-augmented-reality-applications-696x522.jpg> (29.07.2019.)

Proizvodnja i održavanje - jedan od primjera primjene proširene stvarnosti u procesu proizvodnje jest da se vizualne instrukcije prikazuju izravno na opremi ili strojevima, te da operater ne mora proučavati upute jer ima sve potrebne informacije na pravom mjestu i pravo vrijeme.

Slika 11. Motor s virtualnim oznakama



Izvor: [https://iiot-world.com/wp-content/uploads/2018/12/shutterstock\\_624658184-e1545194507716.jpg](https://iiot-world.com/wp-content/uploads/2018/12/shutterstock_624658184-e1545194507716.jpg) (29.07.2019.)

Arhitektura - proširena stvarnost se može iskoristiti u dizajnu interijera, te vizualizaciji instalacija ili struktura.

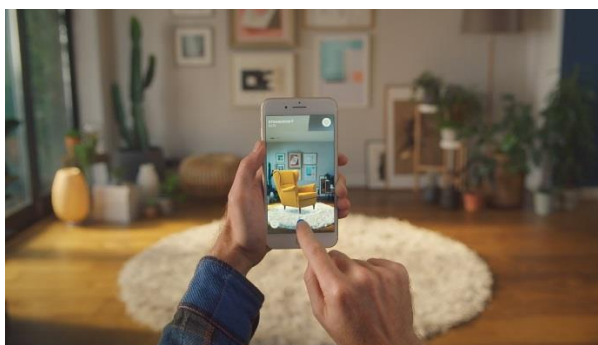
Slika 12. Primjena proširene stvarnosti u arhitekturi



Izvor: <https://i.pinimg.com/originals/38/eb/b5/38ebb5a853ebb316f9aa2079be0c2a13.jpg> (29.07.2019.)

Proširena stvarnost omogućuje lakše planiranje i bolju vizualizaciju prostora prije same kupovine određenih proizvoda. Tako je primjerice IKEA razvila aplikaciju IKEA Place koja korisnicima omogućava predočavanje proizvoda u stvarnom prostoru prije njihove kupovine, čime kupci mogu bolje procijeniti kako se određeni proizvod uklapa u željenu okolinu.

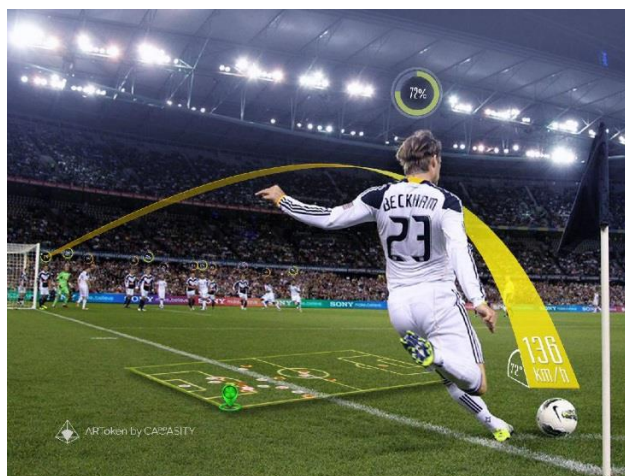
Slika 13. IKEA Place



Izvor: <https://i.ytimg.com/vi/UudV1VdFtuQ/maxresdefault.jpg> (29.07.2019.)

Komercijalne primjene i zabava - proširena stvarnost u uporabi je na televiziji gdje se u televizijske slike u stvarnom vremenu dodaju dodatne informacije ili reklame. Npr. u prijenos sportskih događanja mogu se ubaciti informacije o natjecateljima ili samom natjecanju. Također koristi se i virtualne reklame tako da se u sliku umjesto stvarnog reklamnog panoa ubaci računalno generirana reklama.

Slika 14. Primjena proširene stvarnosti u sportu



Izvor: [https://miro.medium.com/max/2560/1\\*Cr5w9pAhq3qnWew4tpJi\\_A.jpeg](https://miro.medium.com/max/2560/1*Cr5w9pAhq3qnWew4tpJi_A.jpeg) (29.07.2019.)

Danas je sve popularnija primjena proširene stvarnosti na pokretnim uređajima. Najčešće su korištene aplikacije koje omogućuju da korisnik putem pokretnog uređaja dobiva dodatne informacije o prostoru u kojem se nalazi, npr. informacije o građevini ispred koje se nalazi, te obližnjim uslužnim objektima poput hotela, banaka, restorana i sl.

Slika 15. Primjena proširene stvarnosti na pokretnim uređajima



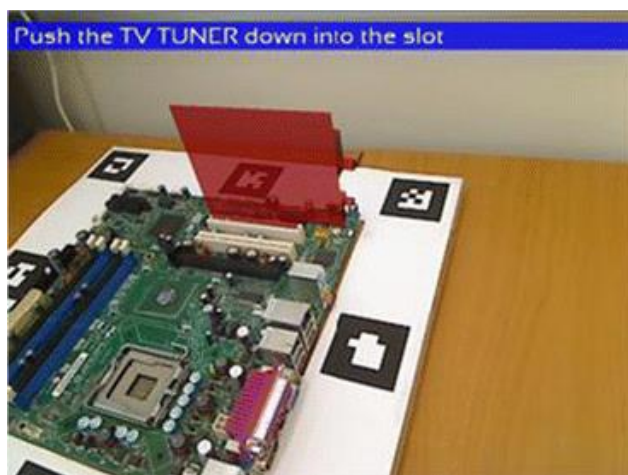
Izvor: <https://i.ytimg.com/vi/hvCfr-CpLcl/maxresdefault.jpg> (29.07.2019.)

Proširena stvarnost postaje sve popularnija u turističkoj industriji jer omogućuje tvrtkama koje posluju u ovoj gospodarskoj vertikali poboljšati doživljaj

fizičke okoline koju zapravo žele prezentirati posjetiteljima. Za razliku od drugih aktivnosti, putovanja se uglavnom istražuju, obzirom da današnji turisti zahtijevaju puno informacija prije samog odabira destinacije.

Sastavljanje računalnih komponenti - MAT<sup>1</sup> je sustav proširene stvarnosti za obuku korisnika kako složiti dijelove na matičnu ploču, uključujući prepoznavanje pojedinih komponenti i njihovo slaganje na matičnu ploču.

*Slika 16. Korištenje MAT-a iz prve ruke*



*Izvor: [ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0097849318301523-fx1\\_lrg.jpg](https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0097849318301523-fx1_lrg.jpg) (29.07.2019.)*

Proširena stvarnost također omogućuje rekonstrukciju i prikaz nekih povijesnih lokaliteta i događaja. Zbog svoje lake dostupnosti putem pametnih telefona sve više koristi i za zabavu, čemu je najbolji primjer mobilna igra Pokemon Go koja je prilikom izlaska ekspresno zarazila milijune korisnika diljem svijeta.

---

<sup>1</sup> eng. Motherboard Assembly Tutor – tutor za sklapanje matične ploče



## 5. PREDNOSTI I NEDOSTACI PROŠIRENE STVARNOSTI

Kada govorimo o prednostima proširene stvarnosti prilikom njene primjene u primarnom obrazovanju možemo govoriti o sposobnosti tehnologije da interaktivno prikaže trodimenzionalne stvarne objekte na demonstrativan način, što ostavlja značajan utjecaj na učenike.

Takva tehnologija utječe na emocije izazivanjem njihovih reakcija i uključivanjem u sami proces nastave, čime raste uzbuđenje i povećava se interes za nastavu.

Ono zbog čega sve više težimo uvođenju takve tehnologije u naše škole odnosi se i na to što proširena stvarnost u sebi ima edukacijsku komponentu, tako da njezinim korištenjem učenici ali i učitelji imaju priliku doći do velikog broja novih informacija koje su im korisne prilikom ostvarivanja odgojno obrazovnog procesa.

Ovakav tip tehnologije u nastavi može se primjenjivati u otvorenom i zatvorenom prostoru što dovodi do još jedne velike prednosti. Npr. na otvorenom prostoru vrlo je lako proučavati okoliš ili prirodne pojave u nastavi prirode i društva. Bognar i Matijević navode: „ukoliko je moguće neke prirodne pojave proučavati u učionici ili u prirodi, treba prednost dati otvorenim prostorima i prirodi" (Bognar i Matijević, 1993, str. 224).

Kao jednu od prednosti Klopfer i Sheldon navode: „Snaga tehnologije proširene stvarnosti koja je izdvaja od tradicionalnih kurikuluma, pa čak i iz čisto virtualnog okruženja za učenje, leži u tome što istinski povećava fizički krajolik koristeći digitalne tehnologije kako bi učenici mogli vidjeti svijet oko sebe na nove načine“ (Klopfer i Sheldon, 2010).

Cjelokupno gledajući proširena stvarnost je jedina tehnologija, za sada, koja omogućava interaktivnost nastave na tako visokoj razini te se tako učenici i njihovo iskustvo stavljaju u fokus obrazovanja što nam je svima cilj.

Kada govorimo o nedostacima proširene stvarnosti dolazimo do nedovoljne istraženosti i nedostatka adekvatne literature koja bi korisnike informirala i educirala o načinu korištenja i mogućnostima primjene. Singh i Singh upozoravaju da trebamo biti svjesni da tehnologija proširene stvarnosti može stvoriti kognitivno preopterećenje

kao što je slučaj i sa svim drugim oblicima podučavanja koji koriste multimediju (Singh i Singh, 2013).

Budući da je sama proširena stvarnost još uvijek nedovoljno istražena, tako nema ni opsežnih i pouzdanih istraživanja koja bi dokazala povoljan ili nepovoljan utjecaj proširene stvarnosti na zdravlje i psihičko stanje čovjeka. Prilikom prvog susreta s proširenom stvarnošću vrlo lako je moguće da neki od korisnika mogu imati nuspojave kao što su mučnina ili vrtoglavica.

No, prema dosadašnjim iskustvima korisnika, radi se kratkotrajnim i prolaznim efektima koji su posljedica navikavanja i prilagodbe ljudskog tijela na novitete iz okoline.<sup>2</sup> Jedna stvar je sigurna, a to je da su dugoročne posljedice vidljive tek nakon analiza i testiranja korisnika koji su bili aktivno u doticaju s tehnologijom proširene stvarnosti.

Kada govorimo o nedostacima tehničke prirode tu možemo spomenuti:

- mehanička nepreciznost,
- neprecizni sustavi praćenja,
- netočni parametri kamere,
- kašnjenje samog sustava.

Svi ovi gore navedeni problemi dovode do neusklađenosti stvarne slike i računalno generiranih informacija gdje tehnologija proširene stvarnosti gubi smisao. Primjena proširene stvarnosti u stalnom je porastu, no to za sobom povlači određena pitanja poput metoda osiguranja i očuvanja privatnosti. Problem privatnosti odnosi se ponajprije na potencijalnu mogućnost i povećanu zlouporabu drugih ljudi. Ulazak proširene stvarnosti u svakodnevnu uporabu zahtijeva i prilagodbu zakonodavstva o zaštiti privatnosti.

---

<sup>2</sup> Martin Banks, znanstvenik i istraživač optometrije na Sveučilištu Berkeley u Kaliforniji, bankslab.berkeley.edu, 28.07.2019.

## **5.1. Prednosti proširene stvarnosti u odnosu na virtualnu stvarnost**

Kada govorimo o učenju i poučavanju dvije su glavne prednosti proširene stvarnosti u odnosu na virtualnu stvarnost:

1. proširena stvarnost pruža nam zajedničko iskustvo u stvarnom okruženju,
2. korisnici istodobno mogu raditi s predmetima koje stvara računalo u stvarnom okruženju.

Vrlo je važno napomenuti i to da proširena stvarnost omogućava stvarnu interakciju te se tako učenike potiče na izgradnju vlastitog znanja kroz mogućnosti interakcije koje pruža nova proširena stvarnost.

Gledamo li sa zdravstvene strane tehnologija virtualne stvarnosti u odnosu na tehnologiju proširene stvarnosti namijenjena je samo primjeni u zatvorenim okruženjima jer dovodi do određenih opasnosti koje izaziva dezorijentiranost u prostoru.

## 6. ZAKLJUČAK

Proširena stvarnost je tehnologija o kojoj se u posljednje vrijeme sve više priča i čiji se pravi napredak i popularizacija tek očekuje. Razvojem ove tehnologije ostvaruju se brojne i raznovrsne mogućnosti čije se područje primjene proteže od znanstvenog do komercijalnog. Možda će upravo razvoj proširene stvarnosti u budućnosti još više pomaknuti granice dostupnosti informacija i omogućiti da proširena stvarnost postane još jedna u nizu tehnologija koje su odigrale značajnu ulogu u promijeni načina života ljudi. Ova tehnologija posjeduje jedinstvene prednosti koje mogu utjecati na kvalitetu učenja i poučavanja.

Glavne prednosti tehnologije proširene stvarnosti su: bolje razumijevanje, motivacija, interakcija i suradnja.

Ograničenja u primjeni tehnologije proširene stvarnosti uglavnom su: odvlačenje pažnje, prevelika pažnja virtualnih informacija, neučinkovita integracija u učionicu i smatranje AR-a kao nametljive tehnologije.

Vrlo malo istraživanja provedeno je na polju utjecaja ovakve tehnologije na djecu s posebnim potrebama.

Uz sve veću upotrebu proširene stvarnosti također treba pripaziti i na njihove loše strane. U prvom redu se to odnosi na nuspojave koje uzrokuju zdravstvene poteškoće. Bolest virtualne stvarnosti može prouzročiti nelagodu, glavobolju, bol u trbuhu, mučninu, povraćanje, umor, znojenje i dezorijentiranost.

## SLIKE

<i>Slika 1. Milgramov kontinuum stvarnog i virtualnog</i>	2
<i>Slika 2. Primjer proširene stvarnosti</i>	3
<i>Slika 3. Dijagram koncepta optičkog miješanja</i>	5
<i>Slika 4. Dijagram koncepta video miješanja</i>	5
<i>Slika 5. Dijagram koncepta proširene stvarnosti na zaslonu</i>	6
<i>Slika 6. Primjer projekcijske proširene stvarnosti</i>	6
<i>Slika 7. Ivan Sutherland – Sword of Damocles (1968.)</i>	7
<i>Slika 8. Myron Krueger - Videoplace (1975.)</i>	8
<i>Slika 9. Prve primjene AR u tvornici kablova</i>	8
<i>Slika 10. Primjena proširene stvarnosti u medicini</i>	24
<i>Slika 11. Motor s virtualnim oznakama</i>	24
<i>Slika 12. Primjena proširene stvarnosti u arhitekturi</i>	25
<i>Slika 13. IKEA Place</i>	25
<i>Slika 14. Primjena proširene stvarnosti u sportu</i>	26
<i>Slika 15. Primjena proširene stvarnosti na pokretnim uređajima</i>	26
<i>Slika 16. Korištenje MAT-a iz prve ruke</i>	27

## LITERATURA

1. Arvanitis, Theodoros N. i sur. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and ubiquitous computing*, 243-250.
2. Bognar, L. i Matijević M. (1993). *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
3. Campos, P., Pessanha, S. i Jorge, J. (2011). *Fostering Collaboration in Kindergarten Through an Augmented Reality Game* *The Int. Journal of Virtual Reality*, 33-39.
4. Cheng, K. H. i Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 449-462.
5. Dunleavy, M. (2014). *Design principles for augmented reality learning*. *TechTrends* 58, 28-34.
6. Izwan Nurli Mat Bistaman i sur (2018). The Use of Augmented Reality Technology for Primary School Education in Perlis, Malaysia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1019, 012064.
7. Juan, M., Carmen, i sur. (2011). ARGreenet and BasicGreenet: Two mobile games for learning how to recycle.
8. Kajkara, M., Drljević, N. i Botički, I. (2016). *Kako povezati virtualni i stvarni svijet: izvještaj o primjeni proširene stvarnosti u osnovnoškolskom obrazovanju*. Preuzeto: 05.08.2019. s [https://radovi2016.cuc.carnet.hr/modules/request.php?module=oc\\_program&action=view.php&id=93&type=2&a=](https://radovi2016.cuc.carnet.hr/modules/request.php?module=oc_program&action=view.php&id=93&type=2&a=).
9. Kerawalla, L. i sur. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality* 10.3-4, 163-174.
10. Kesim, M. i Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 47, 297–302.

11. Kishino, F. i Milgram, P. (1994). *A taxonomy of mixed reality visual displays*, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D, No. 12.
12. Klopfer, E. i Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 128, 85-94.
13. Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 56, 13-21.
14. Macchiarella N. D. i Vincenzi D. A. (2004). Augmented reality in a learning paradigm for flight aerospace maintenance training. *Digital avionics systems conference, vol 1, 1- 5, 1-9*.
15. Mona A. (2017), Al Imam Mohammad Ibn Saud Islamic University (IMSIU): *Augmented Reality as E-learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption*. Preuzeto: 05.08.2019. s <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6158>
16. Radu, L. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. *Proceedings from the 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 313-314.
17. Radu, L. (2014). Augmented reality in education: a metareview and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 1-11.
18. Singh, M. i Singh, M. P. (2013). Augmented reality interfaces. *IEEE Internet Computing*, 17, 66-70.
19. Smith, P. L. i Ragan, T. J. (2005). *Instructional design* (3<sup>rd</sup> ed.). Hoboken. NJ: Wiley & Sons.
20. Vincenzi D. A., Valimont, B., Macchiarella, N., Opalenik, C., Gangadharan, S. N. (2003). The effectiveness of cognitive elaboration using augmented reality as a training and learning paradigm. *Annual meeting of the human factors and ergonomics society*, 2054–2058.

## Izjava o samostalnoj izradi diplomskog rada

Zvonimir Čičak

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni učiteljski studiji – modul Informatika



### IZJAVA

kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom *Mogućnost primjene proširene stvarnosti u primarnom obrazovanju* izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Maria Dumančića.

U radu sam koristio literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada.

Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u diplomskom radu citirao sam na uobičajen, standardan način.

Posebnu zahvalu upućujem mentoru na pomoći i savjetima koji su mi pomogli u izradi ovog diplomskog rada.

Student:

---

Zvonimir Čičak