

# AR i VR tehnologije u školstvu

---

**Bilić, Branimir**

**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:122:531053>

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

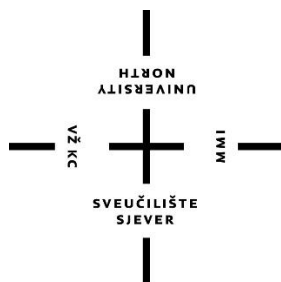
*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 126-MMD-2023**

# **AR I VR TEHNOLOGIJE U ŠKOLSTVU**

**Branimir Bilić, 0016028665**

Varaždin, rujan 2023. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za multimediju

STUDIJ Diplomski sveučilišni studij Multimedija

PRISTUPNIK Branimir Bilić

MATIČNI BROJ 0016028665

DATUM 21.09.2023

KOLEGIJ Projektni Studio 2

NASLOV RADA AR I VR TEHNOLOGIJE U ŠKOLSTVU

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU AR AND VR TECHNOLOGIES IN EDUCATION

MENTOR Robert Geček

ZVANJE izv.prof.art. dr. sc.

ČLANOVI POVJERENSTVA

- doc.dr.sc.Andrija Bernik - predsjednik
- doc.art.dr.sc.Mario Periša
- izv.prof.dr.sc. Robert Geček - mentor
- izv.prof. dr.sc. Emil Dumić - zamjenski član
- 

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 126-MMD-2023

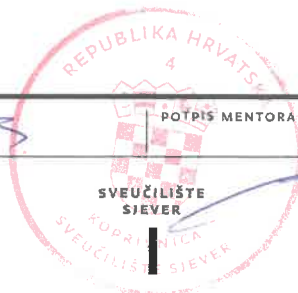
OPIS

Digitalna tehnologija je u današnjem vremenu dostupna svima, od najmlađih, do onih najstarijih, kako na poslu, tako i kod kuće, bilo u svrhu obavljanja svakodnevnih zadataka koje život nosi ili u svrhu korištenja društvenih mreža, igranja igrica i sl. Međutim školstvo često zaostaje u iskorištavanju potencijala koje digitalna tehnologija nudi. Tradicionalni način podučavanja, koji se temelji na predavanju i korištenju udžbenika i dalje dominira obrazovnim sustavima diljem svijeta. Međutim, digitalne metode učenja pružaju mogućnosti za unaprijeđenje načina na koji se znanje prenosi i duže zadržava. U ovom radu su predstavljene digitalne metode učenja koje mogu utjecati na količinu usvojenog znanja, zadržavanje znanja, kao i interes i motivaciju učenika i studenata prilikom takvog načina predavanja. U ovom radu opisane su tehnologije virtualne (VR) i proširene (AR) stvarnosti te njihova integracija u obrazovni sustav. Također, prikazani su stavovi studenata o korištenju AR i VR tehnologija u školstvu i što bi integracija navedenih tehnologija značila za učenike ili studente u samom procesu učenja.

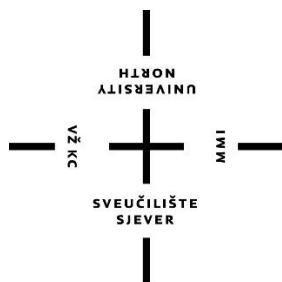
ZADATAK URUČEN

26.09.2023

POTPIS MENTORA







# Sveučilište Sjever

Sveučilišni diplomski studij Multimedija

Završni rad br. 126-MMD-2023

## AR I VR TEHNOLOGIJE U ŠKOLSTVU

### Student

Branimir Bilić, 0016028665

### Mentor

Robert Geček, izv.prof.art. dr.sc.

Varaždin, rujan 2023. godine



## Sažetak

U diplomskom radu cilj je bio prikazati proširenu i virtualnu stvarnost kao inovaciju koja će donijeti revoluciju u obrazovnom sustavu današnjice. Današnje digitalno doba obiluje tehnološkim naprecima koji kontinuirano i neprestano mijenjaju načine učenja, rada, načina na koji se istražuje i doživljava svijet. Zahvaljujući novim tehnologijama poput proširene i virtualne stvarnosti korisnicima je omogućeno percipiranje stvarnosti na drugačiji način, dok bi u školstvo unio sadržaje učenja koji bi na učenike djelovali motivirajuće, povećavajući njihov interes i olakšavanje razumijevanja naučenog gradiva.

Tema teorijskog djela bazirana je na definicijama i tehnologijama te se nastojalo AR i VR prikazati kao novu dimenziju učenja, a upotpunjena je provedenim istraživanjem o poznavanju ispitanika o AR i VR tehnologijama, njihovom iskustvu s korištenjem istih te njihovi stavovi o implementaciji navedenih tehnologija u školstvo.

**Ključne riječi:** proširena stvarnost, virtualna stvarnost, tehnologije AR-a, tehnologije VR-a, imerzija, školstvo.

## **Abstract**

In the thesis the goal was to present augmented and virtual reality as an innovation that will bring a revolution in today's educational system. Today's digital age is full of technological advances that continuously and constantly change the ways of learning, working, the way the world is explored and experienced. Thanks to new technologies such as augmented and virtual reality, users are enabled to perceive reality in a different way, while in schools it would introduce learning content that would have a motivating effect on students, increasing their interest and facilitating the understanding of the material learned.

The topic of the theoretical work is based on definitions and technologies and tried to show AR and VR as a new dimension of learning, and it was complemented by the conducted research on the respondent's knowledge of AR and VR technologies, their experience with using them and their views on the implementation of the mentioned technologies in schools.

**Keywords:** augmented reality, virtual reality, AR technologies, VR technologies, immersion, education.



## Popis korištenih kratica

<b>AR</b>	Proširena stvarnost, engl. Augmented reality
<b>VR</b>	Virtualna stvarnost, engl. Virtual reality
<b>IVR</b>	Imerzivna virtualna stvarnost, engl. Immersive virtual reality
<b>Non-IVR</b>	Ne-imerzivna virtualna stvarnost, engl. Non-immersive virtual reality
<b>MR</b>	Mješana stvarnost, engl. Mixed reality
<b>HMD</b>	Zaslon koji se montira na glavu, engl. head-mounted display

# Sadržaj

1.	Uvod .....	1
2.	Proširena stvarnost (engl. Augmented Reality - AR) .....	3
2.1.	Definicija AR-a.....	3
2.2.	Povijest AR-a.....	3
2.3.	Tehnologije AR-a.....	5
2.3.1.	<i>Hardver</i> .....	6
2.3.2.	<i>Uređaji koji se nose na glavi (HMD)</i> .....	6
2.3.3.	<i>Prijenosni uređaji</i> .....	7
2.3.4.	<i>Prostorni uređaji</i> .....	7
3.	Virtualna stvarnost (engl. Virtual Reality - VR) .....	8
3.1.	Definicija VR-a.....	8
3.2.	Povijest VR-a.....	8
3.3.	Virtualna stvarnost 21. stoljeća .....	12
3.4.	Vrste imerzije.....	13
3.4.1.	<i>Imerzivni VR sustavi (engl. IVR)</i> .....	13
3.4.2.	<i>Ne-imerzivni VR sustavi (engl. non-IVR)</i> .....	14
3.5.	Tehnologije VR-a.....	14
3.5.1.	<i>Hardver</i> .....	14
3.5.2.	<i>HMD s kabelom</i> .....	15
3.5.3.	<i>HMD za mobilne telefone</i> .....	16
3.5.4.	<i>Samostalni HMD</i> .....	17
4.	AR i VR škole kao nova dimenzija učenja .....	18
4.1.	AR u školi.....	19
4.2.	VR u školi.....	20
5.	Istraživanje .....	23
5.1.	Analiza podataka ispitanika, opće informacije .....	24
5.2.	Analiza podataka obrasca ankete o virtualnoj stvarnosti .....	26
5.3.	Analiza podataka obrasca ankete o proširenoj stvarnosti.....	34
5.4.	Analiza podataka zadnjeg dijela ankete .....	41
6.	ZAKLJUČAK .....	44
	Popis literature .....	45
	Popis slika.....	47
	Popis tablica.....	49
	Prilozi .....	50

# 1. Uvod

Digitalna tehnologija je danas dostupna svima, kako kod kuće, tako na poslu i u svakodnevnim zadacima koje život nosi. Međutim školstvo često zaostaje u iskorištavanju potencijala koje ova tehnologija nudi. Tradicionalni način podučavanja, koji se temelji na predavanju i korištenju udžbenika, i dalje dominira obrazovnim sustavima diljem svijeta. Međutim, digitalne metode učenja pružaju mogućnosti za revolucioniranje načina na koji se znanje prenosi i zadržava. U ovom radu su predstavljene digitalne metode učenja koje mogu pospješiti predaju znanja, zadržavanje znanja, kao i angažman učenika prilikom takvog načina predavanja.

Proširena stvarnost je tehnologija koja projicira digitalne informacije u stvarnom svijetom i stvarnom vremenu te na taj način omogućuje korisnicima doživljavanje stvarnog svijeta uz dodane digitalne elemente prekrivenih preko stvarnog. AR u školstvu pomoglo bi napuštanju tradicionalnog načina učenja uz dodatak vizualnih ili zvučnih informacija prilikom učenja nastavnog sadržaja što bi učenicima omogućilo povećanje interesa i motivacije za učenjem novih nastavnih sadržaja. Kao prednost istaknuta je komunikacija sa stvarnim svijetom uz istovremeno dobivanje digitalnih informacija. Dakle, AR u školstvu omogućuje korisniku viđenje stvarnog svijeta uz virtualne objekte odnosno, nadopunjuje stvarnost umjesto da je potpuno zamijeni. [13] Tehnologija proširene stvarnosti još uvijek je u razvoju, no unatoč tome, u današnjem vremenu postoji puno sadržaja koji se mogu koristiti i mogu se provesti improvizacije glede nedostataka koji će s vremenom biti sve manji. Brojna istraživanja govore u prilog tome da AR ima pozitivne učinke u školstvu jer utječe na motivaciju, pažnju, koncentraciju i zadovoljstvo učenika u procesu učenja.[3]

Virtualna stvarnost (VR) je tehnologija koja pruža korisnicima dojam kao da su fizički prisutni u digitalnom svijetu gdje mogu interagirati s digitalnim objektima i okolinom te doživjeti različita iskustva, bez obzira na stvarni fizički položaj. [7] U današnjem vremenu svjedočimo velikom napretku navedene tehnologije i razvoju upotrebe VR-a u različitim aspektima. Jasno je vidljivo kako VR tehnologija mijenja način života, proces učenja, rada i zabave. Njezino korištenje vidljivo je u puno sektora rada poput zdravstva, i inženjeringa, vojne obuke, arhitekture... Iskustva korisnika VR-a govore u prilog tome kako su sve više identična stvarnosti jer se napretkom tehnologije korisnicima omogućuju slobodne kretnje za vrijeme različitih simulacija i praktičnih vježba za studente ili stručnjake u raznim disciplinama, omogućujući im da steknu iskustvo ali bez stvarnih rizika. Naravno da se u VR-u spominju i nedostaci za koje se vjeruje da će s vremenom biti svedeni na minimalnu razinu. VR u školstvu kroz istraživanja daje podatke o tome kako pozitivno djeluje na učenike tijekom učenja, povećavajući njihovu koncentraciju i motivaciju za

učenjem te dajući podatke o njihovom iskustvu za koje navode da je zanimljivo i korisno za učenje.  
[26]

Rad se sastoji od teorijskog i istraživačkog djela. U teorijskom djelu istaknute su definicije proširene i virtualne stvarnosti, njihov povijesni razvoj, te njihovo korištenje u 21.stoljeću. U istraživačkom djelu prikazani su podaci o poznavanju ispitanika AR i VR tehnologija, njihovom iskustvu korištenja istih te stavovi o implementaciji spomenutih tehnologija u sam proces učenja, odnosno, primjeni tehnologija u sustav obrazovanja. Rezultati istraživanja pokazali su različita mišljenja ispitanika od kojih je ipak, prednost dana pozitivnim učincima AR-a i VR-a u školstvu, izneseni su pozitivni stavovi o samoj implementaciji navedenih tehnologija u školstvo.

## 2. Proširena stvarnost (engl. Augmented Reality - AR)

### 2.1. Definicija AR-a

Proširena stvarnost (AR) je tehnologija koja kombinira digitalne informacije s stvarnim svijetom u stvarnom vremenu. AR omogućuje korisnicima da dožive stvarni svijet s dodatnim digitalnim elementima koji su prekriveni preko stvarnog. AR se često koristi za dodavanje vizualnih ili zvučnih informacija korisnicima dok promatraju stvarni svijet. Ovo može uključivati projekciju informacija na naočalama ili ekranima pametnih telefona. Prednost AR-a je u tome što omogućuje korisnicima da komuniciraju sa stvarnim svijetom dok istovremeno dobivaju dodatne digitalne informacije. AR omogućuje korisniku da vidi stvarni svijet, s virtualnim objektima koji su spojeni s stvarnim svijetom. Dakle, AR nadopunjuje stvarnost umjesto da je potpuno zamijeni. Idealno bi bilo da korisniku izgleda da virtualni i stvarni objekti koegzistiraju u istom prostoru. Sustav AR-a je izgrađen sa tri glavne komponente: praćenje i registracija; vizualizacija na ekranu; renderiranje u realnom vremenu. [3, 4, 13]

### 2.2. Povijest AR-a

AR je nastao 1968. godine, kada je Ivan Sutherland sa Bobom Sproullasom stvorio ono što se općenito smatra prvim sustavom zaslona montiranim na glavi za simulaciju spojenim na računalo (HMD), poznatim kao "Damoklov mač". Ovaj uređaj bio je spojen na računalo i omogućavao korisnicima da gledaju računalno generiranu grafiku u stvarnom prostoru. [8]



*Slika 2.1 Damoklov mač*

Godine 1990., Boeingovi istraživači Thomas Caudell i David Mizella radili su na zamjeni starog načina sklapanja aviona, pa su nacrtali za instalacije koje su bile na šperpločama zamijenili sa zaslonom koji su radnici nosili na glavi. Kroz zaslon naočala vidjele su se sheme sklopova žica. Oni su u svom radu prvi koristili izraz „Augmented Reality“. [23]



*Slika 2.2. Boeingov AR*

1992. godine, Louis Rosenberg razvio je AR alat nazvan „Virtual Fixtures“, u laboratoriju američkog ratnog zrakoplovstva. Ovaj sustav je korišten za obuku pilota ratnog zrakoplovstva. [24]

Istraživači Milgram i Kishino 1994. godine su u svom radu pokušali definirati odnose unutar sustava mješovite stvarnosti (engl. Mixed Reality - MR). Prema njihovom sustavu, AR se smatra podskupom MR-a. AR se konkretno opisuje kao integracija virtualnih objekata u stvarno okruženje, omogućujući interakciju između digitalnog i fizičkog svijeta. [22]

Tijekom 2000. godine, proizvedena je prva AR igra koja se igra na otvorenom pod nazivom AR Quake. U AR Quake igri, korisnici su bili opremljeni posebnim ruksakom koji je sadržavao računalo i žiroskope, a koristili su zaslon na glavi kako bi ostvarili komunikaciju s AR objektima. [23]

2014. godine, Google je predstavio uređaj Google Glass, prvi komercijalni AR izgledom poput naočala, koji sadrži Bluetooth povezivanje s pametnim telefonom, glasovnu kontrolu, touchpad, kameru i zaslon. Godinu dana kasnije, Microsoft je najavio HoloLens s naprednijim značajkama od Google Glassa. [24]



*Slika 2.3. Google glass*

Igra Pokémon Go, Nintendo i Niantica, postigla je ogromnu popularnost od svojeg izdavanja 2016. godine. Ova mobilna igra koristi GPS tehnologiju i kameru pametnih telefona kako bi igrači mogli loviti virtualne Pokémon likove u stvarnom svijetu. Pokémon Go igra poticala je igrače na fizičku aktivnost i istraživanje stvarnih lokacija dok love virtualne likove. [24]

### 2.3. Tehnologije AR-a

Za razliku od virtualne stvarnosti, proširena stvarnost AR projicira računalne objekte u stvarni svijet što znači da bi kao takav sustav trebao u stvarnom vremenu i prostoru prikazati virtualni objekt, bez da korisnik može razlučiti stvarno od nestvarnog. [13] Za prikaz AR sadržaja postoje uređaji poput Microsoft HoloLens2, Google Glass-a i Magic Leap-a, koji izgledom podsjećaju na dioptrijske naočale. Trenutno skupi, no daljnjim razvojem tehnologije, ovi uređaji bi mogli postati pristupačniji široj populaciji. Budući da su takvi uređaji zbog visokih cijena još uvijek nedostupni za masovnu upotrebu, svi mobilni telefoni od Android 6 i iOS verzije 11 poržavaju WebAR, što znači da gotovo svi pametni telefoni današnjice podržavaju AR aplikacije, te je na njima moguće prikazati AR modele u stvarnom okruženju. Tehnologija proširene stvarnosti još uvijek je u razvoju, no unatoč tome, u današnjem vremenu postoji puno sadržaja koji se mogu koristiti. Glavni proizvođači mobilnih platformi, Google i Apple su objavili svoje SDK-ove, ARKit5 i ARCore za proizvodnju AR aplikacija za digitalnu distribuciju. [25]

AR sustavi uglavnom se dijele na dva različita načina praćenja, temeljeni na markerima (engl. marker-based) i temeljeni bez-markera (engl. markerless-based). AR temeljen na markerima se oslanja na prepoznavanje i praćenje markera u stvarnom svijetu. Ti markeri su uglavnom slike, QR kodovi, simboli i slično. Sustav sa markerima se sastoji od tri komponente, marker ili vizualna informacija, zatim kamera uređaja koja prepoznaje marker i digitalni sadržaj kojega postavlja na marker i koji se prikazuje na ekranu. [25]

AR bez markera ne uključuje slike ili QR kodove kako bi prikazao digitalni sadržaj, već se oslanja na različite senzore kako bi pozicionirao digitalne objekte. Podijeljen je na četiri vrste, AR temeljen na lokaciji (engl. location-based AR), AR temeljen na projekciji (engl. projection-based AR), AR temeljen na konturama (engl. contour-based AR) i AR temeljen na superimpoziciji (engl. superimposition-based AR, overlay AR). [25]

AR temeljen na lokaciji koristi geografske podatke za prikaz digitalnih objekata. On koristi GPS sustav koji prati i prenosi podatke o lokaciji uređaja i na temelju te lokacije uređaja u stvarnom svijetu prikazuje virtualni objekt. Najpoznatiji primjer te vrste AR-a je igrica Pokemon GO. AR temeljen na projekciji projicira svjetlo na fizički objekt kako bi stvorio prikaz digitalnog

sadržaja na njemu. Za njega se koriste visokokvalitetni projektori kako bi projicirali digitalni sadržaj preko stvarnog, te bez korištenja AR naočala ili pametnih telefona, korisnik može vidjeti digitalni sadržaj. AR temeljen na konturama pomoću kamera prati obrise objekata i ocrta konture. To omogućuje korisnicima da bolje vide i razumiju svoju okolinu. Najčešće se koristi u navigacijskim sustavima automobila kako bi se korisnicima moglo pomoći u vožnji pri slabo osvijetljenim cestama. AR temeljen na superimpoziciji temelji se na preklapanju postojećih stvarnih objekata, u potpunosti ili djelomično, sa digitalnim sadržajem, dajući pri tome prednost digitalnom sadržaju. Najbolji primjer je Microsoft HoloLens HMD koje daju dodatne informacije korisniku preko svojih stakalca i ona je primarna u korisnikovom pogledu. [25]

### **2.3.1. Hardver**

AR Hardveri se dijeli na tri glavna: (1) uređaji koji se nose na glavi (engl. Head mounted displays, HMD), (2) prijenosni uređaji i (3) prostorni uređaji. [25]

### **2.3.2. Uređaji koji se nose na glavi (HMD)**

HMD uređaji se nose kao naočale koje se postavljaju na glavu i koje su opremljene ugrađenim kamerama i sensorima za razne funkcije, uključujući prepoznavanje objekata i računalnu vizualizaciju stvarnog i virtualnog sadržaja. Razlikuju se u tehnologiji prikaza digitalnog sadržaja. Postoje dvije različite vrste, video providni (engl. Video see-through) i optičko providni (engl. Optical see-through). Video providni snimaju stvarno okruženje i prenose i virtualno i stvarno okruženje na poluprovidno zrcalo. Optičko providni koriste transparentna zrcala na kojima preikazuje digitalni sadržaj. [25]



HMD	Rezolucija (po svakom oku)	Display	FoV (Dijagonalno)	Tip	Brzina osvježavanja	Cijena Online	Godina proizvodnje
Microsoft HoloLens2	1440x936	LBS	52°	Samostalni	60 Hz	3325,52€	2019
Nreal Air	1920x1080	OLED	46°	Phone-powered	60 Hz	322.42€	2022
Magic Leap 2	1440x1760	LCoS	70°	Samostalni		3.700 €	2022
Viture One	1920x1080	OLED	38,4°	Phone-powered	60 Hz	455,12 €	2022
INMO Air2	640x480	OLED	29°	Samostalni	50 Hz	515.82€	2022

*Tablica 2.1. Uređaji koji se nose na glavi, HMD*

### **2.3.3. Prijenosni uređaji**

Prijenosni uređaji koriste različite senzore kao što su GPS, kompas, akcelerometar i ostale, a skoro svi mobilni telefoni i tableti danas imaju te senzore. Kamere na tim uređajima snimaju stvarni svijet i na ekranu se spaja stvarni svijet sa digitalnim sadržajem. [25]

### **2.3.4. Prostorni uređaji**

Prostorni uređaji ne koriste prijenosnu opremu kao HMD ili pametne telefone, oni digitalni sadržaj projiciraju direktno na okoliš, nema potrebe za gledanjem u ekran da bi se vidio prošireni sadržaj. Oni koriste visokokvalitetne projektore za prikaz digitalnog sadržaja, a postoje tri tehnike za prikaz. Prva je bazirana na videu i koristi ekran na kojem se prikazuje stvarni svijet na kojeg se preklapa digitalni. Drugi koristi optičke elemente kao zakrivljena zrcala, transparentne ekrane i optičke holograme kako bi projicirali digitalni objekt u stvarnom svijetu, a treći koristi projektore koji izravno projiciraju digitalni sadržaj na fizički svijet. [25]

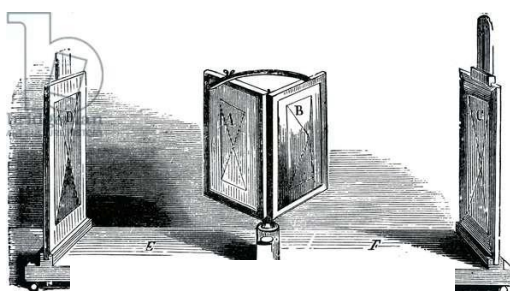
### 3. Virtualna stvarnost (engl. Virtual Reality - VR)

#### 3.1. Definicija VR-a

Virtualna stvarnost (VR) je računalno generirano okruženje koje pruža korisnicima dojam da su fizički prisutni u digitalnom svijetu. Ova tehnologija koristi napredne računalne grafike, senzore i specijalnu opremu poput VR naočala kako bi stvorila imerzivno iskustvo. U VR-u korisnici mogu interagirati s digitalnim objektima i okolinom te doživjeti različita iskustva, bez obzira na stvarni fizički položaj. [7]

#### 3.2. Povijest VR-a

Godine 1838., Charles Wheatstone je izveo istraživanje koje je revolucioniralo naše razumijevanje percepcije dubine u ljudskom mozgu. Njegovo otkriće pokazalo je da mozak integrira različite dvodimenzionalne slike koje dolaze iz svakog oka te ih pretvara u jedan trodimenzionalni objekt. Svako oko vidi istu sliku svijeta samo iz malo drukčijeg položaja. Ova spoznaja je kasnije poslužila kao temelj za razvoj stereoskopije. Stvaranje trodimenzionalnog dojma postalo je moguće putem gledanja dviju slika, jedne pored druge, kroz stereoskop. Ovaj uređaj omogućavao je korisnicima da dožive osjećaj dubine i imerzije u prikazani svijet, a načela dizajna primijenjena su u modernim uređajima za VR, kao što su Google Cardboard i niskobudžetni VR uređaji za mobilne telefone. [5]



Slika 3.1. Stereoskop

Godine 1929., Edward Link je razvio uređaj poznat kao "Link trainer", koji se smatra prvim simulatorom letenja. Ovaj simulator je u potpunosti bio elektromehanički uređaj koji je simulirao iskustvo letenja. Kontrolirali su ga motori koji su bili povezani s kormilom kako bi se simulirali nagib letjelice i motori koji su oponašali turbulencije i smetnje tijekom leta. Potreba za sigurnijim načinima obuke pilota bila je od velike važnosti, što je dovelo do široke upotrebe ovih uređaja. Tijekom Drugog svjetskog rata, više od 10 000 Link Trainera koristilo je više od 500 000 pilota

za početnu obuku. Ovi simulatori su igrali ključnu ulogu u pripremi pilota za stvarne situacije u zraku i doprinijeli su sigurnosti i učinkovitosti pilota. [5]



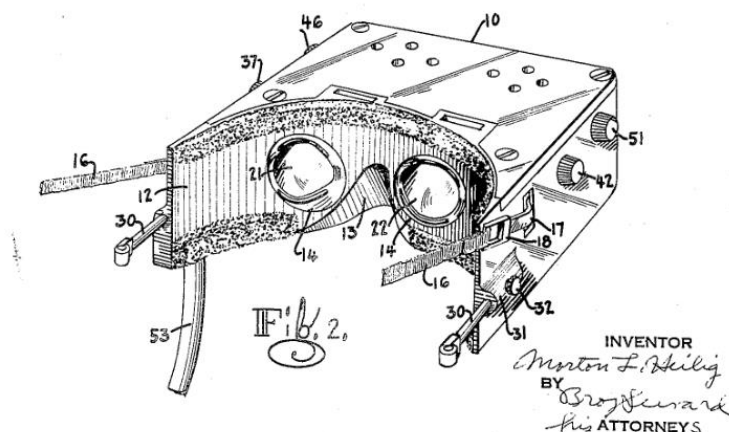
*Slika 3.2. Link-trainer*

Sredinom 1950.-ih godina, kinematograf Morton Heilig opisao je svoju viziju višeosjetilnog kazališta, a 1962. godine razvio je napravu poznatu kao Sensorama. Sensorama je predstavljala kazališni kabinet u arkadnom stilu s ciljem da stimulira sva osjetila korisnika, ne samo vid i sluh. Ovaj uređaj je prvi koji je pružio multisenzorno iskustvo i pokušao potpuno uroniti pojedinca u film [9]. Uključivao je stereo zvučnike za zvučni doživljaj, stereoskopski 3D zaslon za dublji vizualni efekt, ventilatore za stvaranje vjetrovitih efekata, generatore mirisa, te vibrirajuću stolicu za dodatni tjelesni doživljaj. Morton Heilig je također sam snimio, producirao i montirao šest kratkih filmova kako bi demonstrirao potencijal svog izuma Sensorame. Ti filmovi su bili posebno dizajnirani kako bi iskoristili sve senzore uređaja. Neki od naslova tih filmova Sensorame bili su "Motocikl," "Trbušna plesačica," "Dina Buggy," "Helikopter," "Spoj sa Sabinom" i "Ja sam boca Coca-Cole." [5]



*Slika 3.3. Sensorama*

Sljedeći izum Mortona Heiliga bila je Telesphere Mask (proizvedena 1960.godine) i bila je prvi primjer zaslona montiranog na glavu (HMD). Telesphere Mask je korisnicima pružala stereoskopski 3D prikaz, široki vidni kut i stereo zvuk. Nije omogućavala interakciju s prikazanim sadržajem ili praćenje pokreta glave. [5]



Slika 3.4. Telesphere Mask

„Ultimate Display“ (1965. godine) Ivana Sutherlanda predstavlja viziju naprednog virtualnog okruženja koje može simulirati stvarnost do točke gdje korisnik ne može razlikovati virtualno od stvarnog. Njegova vizija uključivala je nekoliko ključnih elemenata:

1. Virtualni svijet kroz HMD: kao središnji dio koncepta, korisnik bi gledao virtualni svijet kroz HMD (Head-Mounted Display).
2. Realistično iskustvo: stvaranje realističnog iskustva kroz prošireni 3D zvuk i taktilnu povratnu informaciju. To znači da korisnik ne samo da vidi virtualni svijet već ga i čuje na način koji odražava stvarne zvukove okoline te osjeća dodir i senzacije koji odgovaraju interakciji s virtualnim objektima.
3. Računalni hardver: kako bi se održao i ažurirao virtualni svijet u stvarnom vremenu, potreban je moćan računalni hardver. Brza obrada podataka osigurala bi fluidno iskustvo i interakciju s virtualnim svijetom.
4. Interaktivnost: omogućiti korisnicima da upravljaju s objektima u virtualnom svijetu na realan način. To bi značilo da bi korisnici mogli koristiti svoje ruke, geste ili druge kontrole kako bi manipulirali objektima u virtualnom prostoru.

Sutherlandov koncept "Ultimate Display" postavio je temelje za razvoj sustava virtualne stvarnosti (VR) koji se trude postići što realističnije iskustvo za korisnike. [6]

1966. godine Thomas Furness, vojni inženjer, nazivan "djedom VR-a" zbog svog doprinosa razvoju tehnologije, razvio je simulator letenja, poznat kao "Flight Sim". Ovaj simulator koristio je tehnike praćenja pokreta kako bi pilotima pružio iskustvo letenja. Sustav je koristio uređaje za praćenje glave kako bi pratio pokrete pilota i prenosio ih u računalno generirani svijet [5]. Furness je postao poznat kroz razvoj "Super Cockpita" 1986. godine, koji je bio napredni simulator letenja opremljen head-mounted display (HMD) uređajem. Ovaj simulator omogućio je pilotima da steknu iskustvo i bolje razumijevanje stvarnih uvjeta letenja. [9]



*Slika 3.5. Super Cockpita*

Osnivanje tvrtke VPL Research 1985. godine označilo je značajan trenutak u povijesti virtualne stvarnosti. Naime, 1987. godine Jaron Lanier, osnivač VPL Research-a, definirao je pojam "virtualna stvarnost." Kroz svoju tvrtku VPL, razvio je niz inovativnih uređaja za virtualnu stvarnost, uključujući DataGlove, u suradnji s Tomom Zimmermanom i EyePhone HMD. Ovi proizvodi su bili među prvima koji su se komercijalno prodavali za virtualnu stvarnost. DataGlove je omogućio precizno praćenje pokreta ruku i prstiju, dok je EyePhone bio jedan od prvih HMD uređaja za virtualnu stvarnost dostupan široj populaciji. [5]

1993. godine Sega je najavila Sega VR headset za svoju popularnu konzolu Sega Genesis. Ovaj uređaj obećavao je iskustvo virtualne stvarnosti s praćenjem glave, stereo zvukom i LCD zaslonima u viziru. Međutim zbog tehničkih problema, uređaj nikada nije dospio na tržište. Takav isti neuspjeh je doživio i Nintendo sa svojim uređajem Virtual Boy, prvom prijenosnom konzolom,

za koju su tvrdili da može prikazati pravu 3D grafiku. Unatoč inovaciji, konzola je imala niz nedostataka, primjerice, nedostatak boje u grafici jer je prikazivala samo crnu i crvenu boju, imala je ograničenu softversku podršku te je kao mana prikazana i neudobnost pri korištenju. Ovaj neuspjeh rezultirao je povlačenjem Virtual Boy-a iz prodaje samo godinu dana nakon proizvodnje. [5]



*Slika 3.6. Virtual Boy*

S početkom 21. stoljeća, razvoj VR tehnologije postajao je sve brži. Godine 2012., Palmer Luckey objavio je Kickstarter kampanju za svoj VR headset Oculus Rift, kojim je privukao velik broj zainteresiranih te je kroz kampanju prikupljeno nešto manje od 2.5 milijuna dolara što je bilo puno više od planiranih 250.000 dolara. Već 2014. godine, Facebook je kupio Oculus VR u iznosu od 2 milijarde dolara. Te iste godine Google je stavio u prodaju svoj Cardboard, te je Sony najavio „Project Morpheus“, kasnije nazvan PlayStation VR. Nakon Oculust Rifta mnoge druge tvrtke, uključujući HTC (s HTC Vive), Samsung (s Gear VR, ugašen 2020.godine) i Google (s Daydream, ugašen 2019.godine), razvijale su vlastite VR uređaje, od kojih danas prednjače Rift i Vive. [5]

### **3.3. Virtualna realnost 21. stoljeća**

U 21. stoljeću svjedočimo nevjerojatnom napretku tehnologije i razvoju upotrebe VR-a u različitim aspektima. VR tehnologija mijenja način na koji živimo, učimo, radimo i zabavljamo se. Počela se koristiti i u drugim sektorima, uključujući obrazovanje, zdravstvo, inženjering, vojnu obuku, arhitekturu i mnoge druge. Primjerice, u svijetu videoigara, VR je promijenio način na koji

igrači doživljavaju igre, pružajući im potpuno imerzivno iskustvo. U obrazovanju, VR se koristi za stvaranje virtualnih nastavnih materijala i simulacija koje pomažu studentima učiti kroz praktično iskustvo. U zdravstvu, VR se primjenjuje u terapiji i kirurgiji kako bi se poboljšao oporavak pacijenata. Ove primjene samo su neke od mnogih, a potencijal VR-a neprestano se širi. Razvoj VR-a je omogućio napredak u računalnoj grafici. Tehnologije za generiranje grafike i 3D modeliranje znatno su napredovale, omogućujući stvaranje realističnijih virtualnih svjetova i objekata. VR iskustva postaju sve više identična stvarnosti. Bolji hardver i bežična VR tehnologija, kao što su Meta Quest uređaji, omogućuju korisnicima slobodno kretanje bez potrebe za kabelima ili računalima, što znatno povećava praktičnost i mobilnost VR iskustava. [25]

VR nudi stvarne simulacije i praktične vježbe za studente i stručnjake u raznim disciplinama, omogućujući im da steknu iskustvo bez stvarnih rizika. Medicinske škole koriste VR simulacije za obuku budućih kirurga, dok inženjeri koriste VR za dizajn i testiranje proizvoda. Međutim, uz sve ove prednosti, jedan od najvećih nedostataka je visoka cijena VR uređaja. Kvalitetni VR uređaji su često skupi, što ih čini nepristupačnim za mnoge korisnike, pogotovo za škole i obrazovne institucije s ograničenim budžetima. Osim toga, dugotrajno korištenje VR uređaja može uzrokovati fizičke i psihičke probleme. Neki korisnici mogu doživjeti mučninu i vrtoglavicu tijekom ili nakon korištenja VR-a. Postoje i potencijalni rizici za zdravlje očiju jer dugotrajna upotreba VR-a može dovesti do zamora očiju i pojave glavobolja. [25]

### 3.4. Vrste imerzije

Različite vrste i podjele VR-a razvijale su se paralelno s tehnologijom i sposobnošću stvaranja imerzije kod korisnika. Jedini općeprihvaćeni kriterij kategorizacije VR sustava jest podjela na kategorije: imerzivne (engl. IVR) i ne-imerzivne (engl. non-IVR). [25]

#### 3.4.1. Imerzivni VR sustavi (engl. IVR)

IVR sustavi se mogu podijeliti prema korištenoj tehnologiji i stupnju mentalne imerzije koji pružaju. Ovisno o tome koji se uređaji i programi koriste, VR iskustva se mogu razlikovati u kvaliteti i količini imerzije.

**Senzorna imerzija:** koristi tehnološku opremu poput HMD uređaja i VR soba kako bi prilikom korištenja korisnik bio okružen i imao potpuni osjećaj „uronjenosti“ pomoću zvučnih sustava, vibracija, mirisa i dodira.

**Imerzija temeljena na izazovu:** daje osobi mogućnost da rješava različite zadatke koji pomažu u razvoju motoričkih i mentalnih vještina. Potiče korisnika na rješavanje izazova, što

može poboljšati korisnikove sposobnosti tijela i uma. Može imati i edukativni aspekt jer potiče korisnike da razvijaju nove vještine i rješavaju probleme unutar virtualnog svijeta.

**Imerzija mašte:** omogućuje korisnicima da dožive događaje iz tuđe perspektive, prezentirajući njihove misli i snove. Omogućuje osobi da isproba različite stvari, poput snova i avantura koje ne bi mogli doživjeti u stvarnom životu. Ovakva VR okolina omogućuje ljudima da budu kreativni, a pritom ne moraju brinuti o stvarnoj opasnosti.

**Aktualna imerzija:** osoba može iskusiti virtualne stvari, događaje, u stvarnom svijetu. Korisnik može vidjeti što se događa u stvarnom svijetu kada rade nešto u virtualnom.

**Narativna imerzija:** može potaknuti osjećaje i misli kod korisnika povezane s njihovim iskustvima putem priča, likova i situacija unutar virtualnog svijeta. Ona može omogućiti da se dožive priče i situacije iz perspektive likova, kao da su dio priče, čime se stvara emotivna i mentalna povezanost s likovima iz virtualnog svijeta.

**Socijalna imerzija:** korisnici iz različitih dijelova svijeta mogu zajedno putem interneta, koristeći virtualne likove, komunicirati i sudjelovati u istom virtualnom svijetu. [25]

### 3.4.2. Ne-imerzivni VR sustavi (engl. non-IVR)

Non-IVR okruženje su virtualni svjetovi koji se koriste na osobnom računalu. Koriste se miš, tipkovnica ili kontroler a virtualna stvarnost se prikazuje se na monitoru. Razlika je u tome što u ovom okruženju nema posebnih naočala za virtualnu stvarnost i osjećaja potpune imerzije u igru. Ovisno o veličini ekrana, kvaliteti grafike i zvuku, osoba može imati veći ili manji stupanj imerzije. Dakle, ako ima veći ekran i dobar zvučni sustav, može se osjećati više imerzije, dok će s manjim ekranom i slabijim zvukom osjećati manje. Sama kvaliteta igara također ima veliku ulogu u stvaranju tog iskustva. [25]

## 3.5. Tehnologije VR-a

### 3.5.1. Hardver

Hardver se može podijeliti na ulazne (engl. input) i izlazne (engl. output) funkcionalnosti. Ove funkcionalnosti služe za prijenos digitalnih informacija između korisnika i virtualnog okruženja.

Izlazni uređaji odnose se na sve što korisnicima omogućuje primanje informacija iz virtualnog svijeta. To se odnosi na vizualne i audio komponente. Izlazni uređaji u VR-u uključuju uređaje za



prikaz slika, poput HMD uređaja ili računalnih monitora koji prikazuju virtualni svijet. Također, to uključuje audio uređaje poput slušalica koje reproduciraju zvukove iz virtualnog svijeta.

Ulazni uređaji, omogućuju korisnicima da interagiraju s virtualnim svijetom. To su uređaji poput senzora pokreta, kontrolera, osjetnih uređaja te drugih uređaja koji omogućuju korisnicima da kontroliraju objekte u virtualnom svijetu. Na primjer, senzori pokreta prate pokrete ruku, nogu i tijela te prenose informacije u virtualni svijet, čime omogućuju korisnicima da se kreću u virtualnom svijetu uz stvaranje iluzije kretanja. Dok ulazni uređaji omogućuju korisnicima da interagiraju s virtualnim svijetom, a izlazni uređaji prenose informacije iz virtualnog svijeta prema korisnicima, kombinacija ovih komponenti omogućuje iskustvo virtualne stvarnosti. [25]

HMD-i su vrsta uređaja koji se stavljaju na glavu i koriste se u virtualnoj stvarnosti (VR). Oni su važni jer omogućuju ljudima da vide i dožive virtualne svjetove. Postoje tri glavne vrste HMD-ova:

**HMD s kabelom:** Ovi uređaji spojeni su na računalo ili igraću konzolu putem kabela. Pružaju visokokvalitetnu grafiku i omogućuju dublje iskustvo VR-a.

**HMD za mobilne telefone:** Ovi uređaji rade zajedno s pametnim telefonima. Korisnici svoje telefone stavljaju u HMD uređaj, a telefon koristi svoj ekran i hardversku snagu kako bi stvorio VR iskustvo. Oni su prijenosni, ali mogu imati ograničenja u grafici i procesorskim mogućnostima, sve zavisi o hardveru mobitela.

**Samostalni HMD:** Ovi uređaji su neovisni i imaju ugrađene sve potrebne hardverske dijelove da bi radili samostalno, procesore, ekrane i senzore. Ne trebaju se povezivati s računalom ili telefonom. Samostalni HMD-ovi pružaju dobar balans između mobilnosti i performansi. [25]

### 3.5.2. HMD s kabelom

HMD s kabelom se povezuju izravno s računalom putem kabela. Oslanjaju se na snagu, brzinu i grafičke mogućnosti računala kako bi stvarali i pružali visokokvalitetna virtualna iskustva, dok im je nedostatak ogromna veličina i fizičko povezivanje s računalom. Razvojni programeri često preferiraju ove HMD-ove zbog njihove sposobnosti za pokretanje zahtjevnih igara i aplikacija s visokom grafikom. [25]

HMD	Rezolucija (po svakom)	Display	FoV (Horizontalno)	Platforma	Brzina osvježavanja	Cijena Amazon	Godina proizvodnje
Oculus Rift S	1080 x 1200	OLED	115°	SteamVR, Oculus	90 Hz	228.71€	2019
VIVE Pro 2	2448 x 2448	LCD	116°	SteamVR, Viveport	120 Hz	741.31€	2021
Valve Index	1440 x 1600	LCD	108°	SteamVR	144 Hz	1,382.07€	2019
HP Reverb G2	2160 x 2160	LCD	98°	SteamVR, Win MR	90 Hz	562.80€	2020
Oculus Rift	1080 x 1200	AMOLED	87°	SteamVR, Oculus	90 Hz	228.71€	2015
PlayStation VR2	2000 x 2040	OLED	110°	Play Station	120 Hz	515.82€	2017

*Tablica 3.1. HMD-i povezani s kabelom*

### **3.5.3. HMD za mobilne telefone**

HMD za mobilne telefone su uređaji izgleda poput naočala koje se stavljaju na glavu i koriste pametni telefon kako bi stvorili virtualni svijet pred očima korisnika. Pametni telefon se stavi u HMD i korisnik može gledati oko sebe i vidjeti stvari u virtualnom svijetu. Žiroskopi u pametnim telefonima prate pokrete glave korisnika pomoću ugrađenih senzora i na taj način korisnici interagiraju s VR okruženjem putem pokreta glave, a neki od tih uređaja dolaze s kontrolerima koji omogućuju korisniku da se kreće. Iako ovo nije potpuno savršeno praćenje pokreta glave ili očiju, može pružiti prilično dobar doživljaj virtualne stvarnosti. [25]



*Slika 3.7. Google cardboard VR*

### 3.5.4. Samostalni HMD

Samostalni HMD je VR headset uređaj koji ne zahtijeva povezivanje s računalom ili konzolom jer sadrži sve potrebne komponente, uključujući procesor, grafičku karticu, senzore i zaslon unutar samog uređaja. Potpuno je neovisan i zato se nekad koristi pojam AIO VR, All-in-one VR headset. Iako su praktični, AiO HMD-ovi obično nemaju istu razinu grafičke snage kao HMD-ovi koji se oslanjaju na snagu računala. To može rezultirati manje impresivnim vizualnim iskustvima. [25]

HMD	Rezolucija (po svakom)	Display	FoV (Horizontalno)	Platforma	Brzina osvježavanja	Cijena Amazon	Godina proizvodnje
Meta Quest 3	2064 x 2208	LCD	97°	Meta Quest	120 Hz	467,59€	Najavljeno 2023
Oculus Quest 2	1832 x 1920	LCD	97°	Oculus Home,	120 Hz	280,93€	2020
Meta Quest Pro	1800 x 1920	LCD	106°	Meta Quest	90 Hz	885,99€	2021
Apple Vision Pro	3400 x 3400	OLED		Vision OS	90 Hz	3278,74€	Najavljeno 2024
Lenovo Legion	1832 x 1920	LCD		iQUT	90 Hz	412,30€	2022
Pico 4	2160 x 2160	LCD	104°	Pico Store	90 Hz	373,88€	2022

Tablica 3.2. Samostalni HMD-i (AiO)

## 4. AR i VR škole kao nova dimenzija učenja

„U kontekstu učenja, motivacija učenika je čimbenik kojemu treba dati prioritet jer može utjecati na izvedbu i učinkovitost poučavanja“ (Clayton, Blumberg & Auld, 2010.godine).

Informacijsko doba 21. stoljeća donosi ogromne količine informacija, toliko da u današnje vrijeme na godinu proizvedemo, kopiramo, dijelimo 118 zetabytea informacija[1]. Postoji podatak da u tjednom izdanju New York Timesa ima više informacija nego što je prosječna osoba u 17. stoljeću mogla dobiti i steći u cijelom svom životu. [2] Ljudska vrsta ovisna je o informacijama, dok ih budućnost donosi još više. Razlog tomu je što želimo biti bolje informirani kako bismo donosili bolje i pametnije odluke, kako bi drugi dobili bolju sliku o nama, a samim time smatrali bi smo se pametnijima. U današnje vrijeme imamo ogromnu količinu informacija na dohvata ruke od čega nisu sve informacije bitne za pojedinca, ali su prisutne svakodnevno, dok smo dnevno izloženi informacijama kao da čitamo oko 170 časopisa koji imaju po 85 stranica. [10]

Kako je ljudski vid najdominantnije osjetilo kojim percipiramo svijet oko sebe, te ako čitamo tekst nakon 3. dana sjećati ćemo se samo 10% informacija koje smo pročitali, a ukoliko je prisutna i slika sjećati ćemo se 65% pročitanoga. To se zove efekt superiornosti slike (Paivio, 1971.godine), gdje ljudi dešifriraju vizualnu informaciju 60.000 puta brže nego tekst i pamte bolje nego same riječi. [11]

Od početka ljudske evolucije i crtanja po špiljama pa do danas sa svim modernim medijima, ljudska vrsta se najviše oslanja na osjetilo vida kao najdominantnijeg osjetila. U knjizi „Evolucija ljudske glave“ ističe se kako je vid dominantno osjetilo dok su ostala osjetila prosječna ili ispod prosjeka u usporedbi sa ostalim primatima. Kako smo naveli, čovjek vizualnu informaciju obradi 60 000 puta brže nego sami tekst, stoga je vizualizacija podataka jedan od boljih načina prezentacije i izlaganja informacija. Slika govori tisuću riječi. [11]

U današnjem digitalnom dobu, tehnološki napredak neprestano mijenja način na koji učimo, istražujemo i doživljavamo svijet oko sebe. Jedna od inovacija koja je donijela revoluciju u obrazovanju i istraživanju su AR i VR tehnologije. VR tehnologija omogućuje korisnicima da zakorače izvan stvarnog svijeta i urone u virtualni svijet putem raznih HMD uređaja kao što su HTC Vive, Oculus Rift ili Google Cardboard. Dok tradicionalne metode učenja i istraživanja nude svoje prednosti, VR donosi element imerzije koji mijenja način na koji doživljavamo svijet oko nas. Imerzija je ključna karakteristika VR-a koja omogućuje korisnicima da se osjećaju kao da „urone" u virtualni svijet. [25]

Google je izdao aplikaciju, 2015. godine, za virtualnu učionicu, Expeditions, koja je nudila preko VR naočala preko 500 3D objekata, fotogrametrijskih modela znamenitosti i sl., te je proveo istraživanje sa svojom Expedition aplikacijom u nekoliko škola u SAD-u. Procijenjeno je da je

aplikaciju koristilo više od 2 milijuna učenika u razdoblju od dvije godine, a od toga samo je 2% nastavnika koristilo VR tehnologiju u predavanjima. Razlog tome je što nastavnici nisu imali dosta relevantnog sadržaja ni znanja za uporabu takve tehnologije. Google je ugasio projekt Expedition u 6. mjesecu 2021. godine i spojio ga sa svojim Google Art & Culture projektom. Google Art & Culture ima veliku bazu modela koji su slobodni za pregledavanje, primjerice pristup 3D arhivu znamenitosti iz cijeloga svijeta koja se može koristiti na različitim uređajima, a sadržava obilaske svjetskih muzeja, galerija, i kulturnih baština. [12]

Proširena stvarnost čini proces poučavanja i učenja zabavnijim, interaktivnijim u stvaranju iskustava učenja. AR je tehnologija koja je jednostavna za korištenje zbog evolucije pametnih telefona, te se pomoću nje u stvarni svijet mogu staviti 3D virtualni objekti koji mogu sadržavati i dodatne sadržaje. Sustav proširene stvarnosti se može koristiti kako bi učenicima i studentima olakšao shvaćanje kompleksnih zadataka i teorije. Sa AR tehnologijom vizualno prikazani dijelovi motora ili ljudskog tijela daju učenicima konkretan primjer teorije, kojeg mogu samostalno proučavati. AR tehnologija knjigama i udžbenicima može dati novu dimenziju učenja i podučavanja, tako da učenici kroz mobitele ili naočale vide, iznad slika ili markera u knjigama, 3D modele objekata. 3D virtualni prikaz objekta daje mogućnost učenicima da se mogu oko njega kretati i gledati ga iz raznih gledišta te pozitivno utječe na pamćenje i zadržavanje znanja, a ukoliko je uključen zvuk dobiva se jači efekt, dok se za dodir i osjet tehnologija mora još razvijati. [25]

#### **4.1. AR u školi**

Pozitivne karakteristike AR-a u školstvu dokazuje istraživanje koje su proveli Anuar, Nizar i Ismail (2021. godine) na 31 učeniku. Oni su istraživanjem procjenjivali razinu motivacije učenika, prije i nakon korištenja AR aplikacija u učenju. Na samom početku, učenici su dobili 16 pitanja koja su procjenjivala motivaciju za korištenje nastavnih materijala. Nakon procjene pitanjima i bilješkama, učenici su se koristili AR aplikacijama kojima su mogli naučiti osnovne korake pomoću svojih pametnih telefona. Po završetku istraživanja, utvrđeno je da je motivacija učenika nakon korištenja novog nastavnog materijala na visokoj razini, dok je prije bila umjerena. Samim time je pažnja, usredotočenost i zadovoljstvo učenika bila na višoj razini od prethodne. [14]

Solak i Cakir su u svom istraživanju istraživali učinak AR tehnologije na učenicima petog razreda osnovne škole koji su bili podijeljeni u dvije grupe. Grupa koja je koristila AR postigla je bolje rezultate, te su se informacije duže pohranile u memoriji učenika. Zbog rezultata svojih istraživanja, oni predlažu da se u nove udžbenike i nastavne materijale ukomponiraju AR tehnologije pošto je učinkovitija za učenike i njihovo znanje. [12]

Gecu-Parmaksiz i Delialioğlu (2019.godine) su napravili istraživanje u kojem je sudjelovalo 72 djece predškolske dobi, te djece u dobi od pet i šest godina. Podijeljena su bila u dvije skupine od kojih se jedna skupina koristila tabletima sa AR aplikacijama, dok je druga skupina djece koristila fizičke naprave za provođenje aktivnosti. Rezultati istraživanja pokazali su da su djeca sa novim načinom edukacije ostvarila bolje rezultate na testu. [15]

Al-Somali (2022.godine) je proveo istraživanje na 275 sveučilišnih profesora na dva velika sveučilišta u Saudijskoj Arabiji. Istraživanje je pokazalo da većina profesora, njih 69%, pozitivno gleda na korištenje AR tehnologije u nastavi, jer može privući pažnju studenata i poboljšati razumijevanje gradiva. [16]

## 4.2. VR u školi

Jensen i Konradsen (2018.godine) proučili su 21 dokument vezan za eksperimentalna istraživanja u kojima su se koristili HMD-ovi u obrazovne svrhe. Uočeni su različiti elementi koji utječu na imerziju i prisutnost u VR-u. Ti elementi uključuju nedostatke u vizualnoj prezentaciji, svjesnost da vas netko promatra dok koristite HMD, fizički položaj korisnika (stajanje naspram sjedenja) i osobine samih ispitanika. Osobe s anksioznim ili suzdržanim osobinama često su imale manje pozitivno iskustvo i osjećale su se manje „uronjenima“ u VR svijet. Većina istraživanja je sugerirala da veća imerzija ima pozitivan učinak na učenje i angažman korisnika. Međutim, postoje situacije gdje je povećana imerzija, kao što su dodavanje 3D zvukova i grafičkih prikaza vlastitih ruku korisnika, odvrćala pažnju s učenja. Neka istraživanja su proučavala kako VR utječe na razvoj kognitivnih vještina poput pamćenja i razumijevanja. Šest se usredotočilo na stjecanje kognitivnih vještina korištenjem HMD-ova. Dok su neka istraživanja pronašla dokaze o boljim ishodima učenja s HMD-ovima, druga su izvještavala o mješovitim rezultatima. Nekoliko istraživanja proučavalo je razvoj psihomotornih vještina kroz VR trening. Ova istraživanja koristila su različite uređaje, uključujući praćenje pokreta ruku, pokazivačke uređaje i kontrolere. Učenje tih vještina u virtualnom okruženju ponekad je rezultiralo njihovim prenošenjem u stvarne vještine, ali u drugim slučajevima poboljšanja u virtualnom okruženju nisu nužno rezultirala boljom izvedbom u stvarnom svijetu. Osam od 21 istraživanja ispitivalo je problem fizičke nelagodnosti i bolesti izazvane VR-om. Učestalost i ozbiljnost simptoma fizičke nelagodnosti razlikovali su se između istraživanja, pri čemu su neki sudionici napustili eksperimente zbog nelagodnosti. Faktori koji su utjecali na pojavu fizičke nelagodnosti uključivali su iskustvo u 3D igrama i dob sudionika. [17]

Istraživanja koja su proučavala stavove korisnika prema tehnologiji HMD-a uglavnom su dobivala pozitivne reakcije među sudionicima. Sudionici su zaključili da je iskustvo zanimljivo i

korisno za učenje. U usporedbi s desktop računalima, postojala je veća zainteresiranost za HMD-e. Međutim, neki korisnici izrazili su osjećaj nesigurnosti zbog toga što ih HMD-i izoliraju od stvarnog prostora, zbog javljanja osjećaja dosade i praznine zbog toga što su sami u VR svijetu. [17]

Concannon, Esmail i Roberts (2019.godine) napravili su pregledni rad na temelju znanstvenih članaka koje su preuzeli sa Education Research Complete, ERIC, MEDLINE, EMBASE, IEEE Xplore, Scopus i Web of Science: Core Collection. Preglednim radom je obuhvaćeno 119 članaka iz različitih disciplina kao što su umjetnost i humanističke znanosti, zdravstvene znanosti, vojska i zrakoplovstvo, znanost i tehnologija. Od 38 eksperimenata koji su uspoređivali IVR s ne-imerzivnim platformama, 35 ih je objavilo pozitivne rezultate u korištenju imerzivnog VR-a. [18]

U istraživanju Dolgunsöz, Yıldırım, Yıldırım (2018.godine) sudjelovalo je 24 studenta prve godine studija engleskog kao stranog jezika (EFL), od kojih je bilo 12 studenata i 12 studentica u dobi od 18 do 19 godina. Na početku testiranja, svi sudionici su imali srednji stupanj znanja engleskog jezika. U istraživanju su koristili Samsung VR naočale sa Samsung S7 mobitelom i dva videa od kojih se u jednom videu prikazivao Černobil, a u drugom videu medvjedi, u trajanju od 5 minuta. U istraživanju su provedeni razgovori sa svim studentima o njihovom poznavanju VR tehnologije prije testiranja, a u fazi testiranja podijeljeni su u dvije skupine od kojih je jedna skupina gledala video sa VR naočalama gdje su se mogli okretati za 360°, dok je druga gledala isti video u 2D formatu. Nakon gledanja video materijala trebali su napisati kratki odlomak o tome što su gledali, te su za mjesec dana isto pisali o toj temi. Za drugi video su zamijenjene grupe. Na kraju istraživanja došli su do zaključka da VR nije imao značajan utjecaj na pisanje naspram studenata koji su gledali 2D video, međutim VR je više privukao pažnju studenata. Iako je početna analiza pokazala bolju izvedbu studenata koji su gledali 2D video primijetili su da, nakon analize provedene nakon mjesec dana, studenti koji su gledali VR sadržaj postigli bolje rezultate. Došli su do zaključka da je VR utjecao na dugoročno zadržavanje znanja. [19]

Još jedno istraživanje kojim bi se ukazalo na prednosti korištenja VR u školstvu, provedeno je od Alfalaha i sur. (2017.godine) kojim su se analizirali stavovi i očekivanja studenata IT-a u vezi s primjenom VR-a u obrazovanju. Anketu su proveli među 50 studenata, a rezultati su pokazali da su studenti imali pozitivan stav prema korištenju VR tehnologije u učenju. Također, istraživanje je otkrilo da je manje od pola studenata ustvari koristilo VR tehnologiju, dok 42% nije uopće učilo o njoj. Ovi nalazi ukazuju na pozitivan stav studenata prema VR-u kao alatu za poboljšanje obrazovanja u informacijskoj tehnologiji. [20]

Istraživanje Yanga i sur. (2023) je obuhvatilo 480 sveučilišnih studenata iz kineskog sveučilišta, u dobi od 18 do 25 godina. Studenti su učili o prevenciji i kontroli pandemije posjećujući IVR muzej o pandemiji COVID-19. Svaka grupa imala je 10 učenika i jednog

nastavnika koji su nosili VR naočale. Nakon posjeta IVR muzeju ispunili su upitnike o svojim iskustvima koji su se fokusirali na ulaz (VR funkcije), proces (iskustvo učenja) i izlaz (ishodi učenja), to jest kontrole i interaktivnost, imerzija i užitak, te zadovoljstvo učenjem i učinak učenja. Rezultati su pokazali da važnost imerzije i užitka u učenju u VR okruženju poboljšavaju ishod učenja. [21]



## 5. Istraživanje

Cilj ovog istraživanja bio je saznati koliko su studenti upoznati s tehnologijama virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR) u obrazovanju. Provedena je anketa prikazala uvid ispitanika o poznavanju VR i AR tehnologija, o njihovom korištenju navedenih tehnologija, te njihovo mišljenje i stavovi o primjeni ovih tehnologija u obrazovanju u samom procesu učenja.

Anketa je izrađena pomoću online alata Google Obrasci (engl. Google Forms). Napravljena je od četiri dijela. Prvi dio ankete se sastoji od tri pitanja o općim informacijama ispitanika: dob, spol te stupanj obrazovanja. Drugi dio ankete sadržava pitanja o upotrebi VR tehnologija, te stavovima ispitanika o potencijalnim prednostima korištenja VR-a u školstvu. Treći dio ankete sadrži pitanja o upotrebi AR tehnologija prije ispunjavanja ankete i njihovim stavovima o potencijalnim prednostima korištenju AR tehnologija u školstvu, dok se četvrti dio ankete odnosi na njihove stavove o korištenju tehnologija u testiranjima, poteškoćama AR/VR tehnologija i načinu učenja pomoću tih tehnologija. Drugi i treći dio ankete imaju po dva pitanja o korištenju AR/VR tehnologija prije ispunjavanja ankete, te osam tvrdnji na koje su ispitanici imali izbor od pet odgovora na Likertovoj ljestvici.

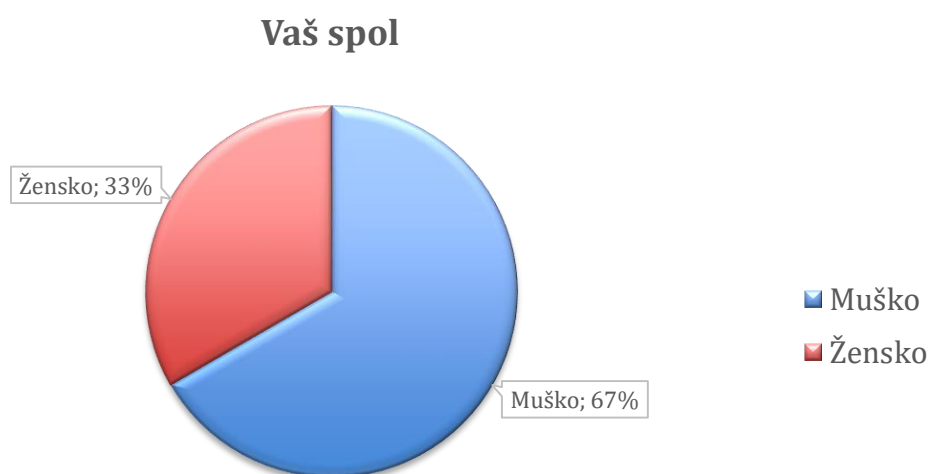
1	2	3	4	5
Potpuno se ne slažem	Ne slažem se	Neutralan	Slažem se	Slažem se potpuno

*Slika 5.1. Likertova ljestvica za bodovanje u anketi*

U istraživanju je sudjelovalo 30 ispitanika koji su dobrovoljno pristupili anketi namijenjenoj svim tipovima ispitanika. Bila je u potpunosti anonimna, te se bazirala na mišljenju i stavovima ispitanika.

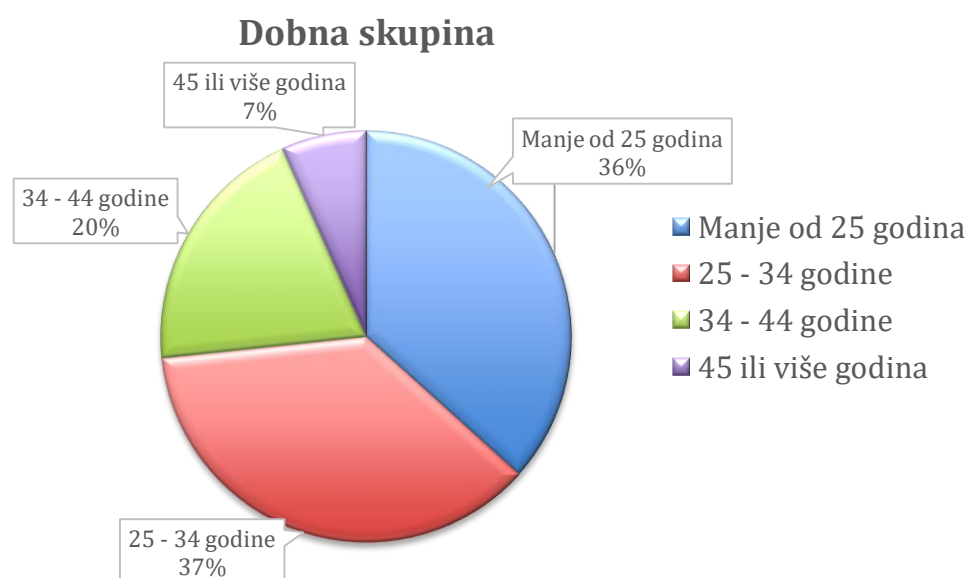
## 5.1. Analiza podataka ispitanika, opće informacije

Anketu je ispunilo 30 ispitanika od kojih se 10 ispitanika (33%) izjasnilo da je ženskog spola i 20 ispitanika (67%) izjasnilo da je muškog spola.



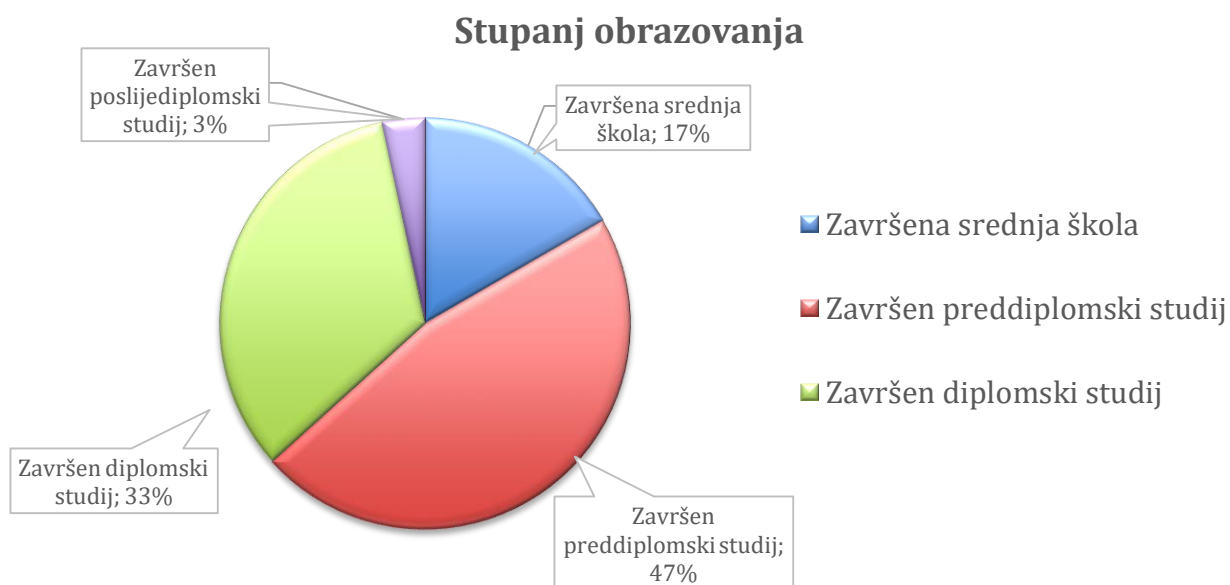
Slika 5.2. Grafički prikaz: Vaš spol

Od 30 ispitanika 11 (36,5%) ih se izjasnilo da su mlađi od 25 godina, 11 (36,5%) da su starosti od 25 do 34 godine, 6 (20%) ih se izjasnilo da su starosti od 35 do 44 godine, te su se 2 ispitanika izjasnila da su starosti 45 ili više godina (7%).



Slika 5.3. Grafički prikaz: Dobna skupina

Od ukupnog broja ispitanika 5 (17%) ih se izjasnilo da su završili srednju školu, 14 (47%) se izjasnilo da su završili preddiplomski studij, 10 (33%) da su završili diplomski studij, te 1 (3%) ispitanik se izjasnio da je završio poslijediplomski studij.



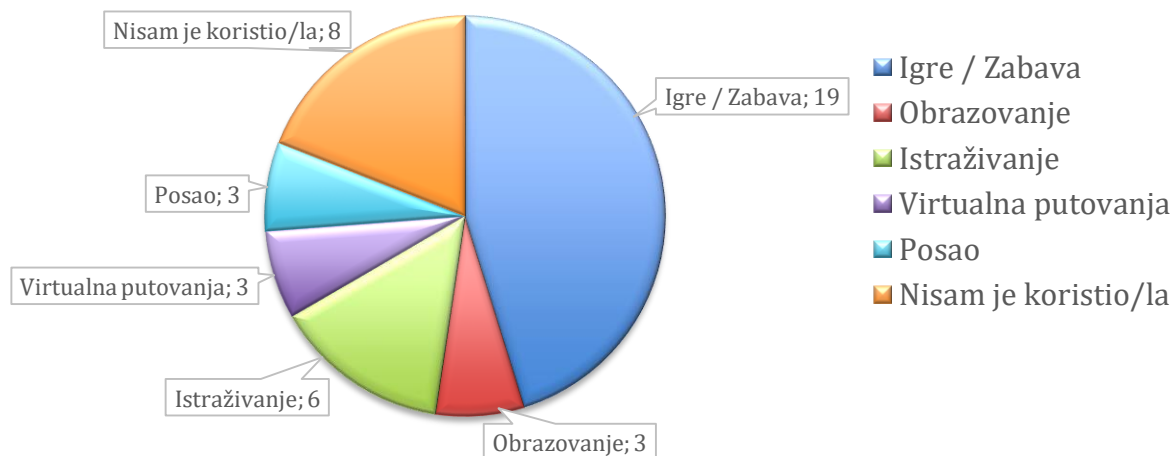
Slika 5.4. Grafički prikaz: Stupanj obrazovanja

## 5.2. Analiza podataka obrasca ankete o virtualnoj realnosti

Drugi dio ankete se odnosi na korištenje VR tehnologija. Prva dva pitanja (P1.1, P1.2) u ovom dijelu ankete se odnose na informacije o korištenju VR tehnologija ispitanika prije ispunjavanje ankete te u koju su je svrhu koristili, dok se drugi dio sastoji od osam tvrdnji (T1.1, T1.2, T1.3, T1.4, T1.5, T1.6, T1.7, T1.8) u vezi korištenja VR tehnologije u školstvu.

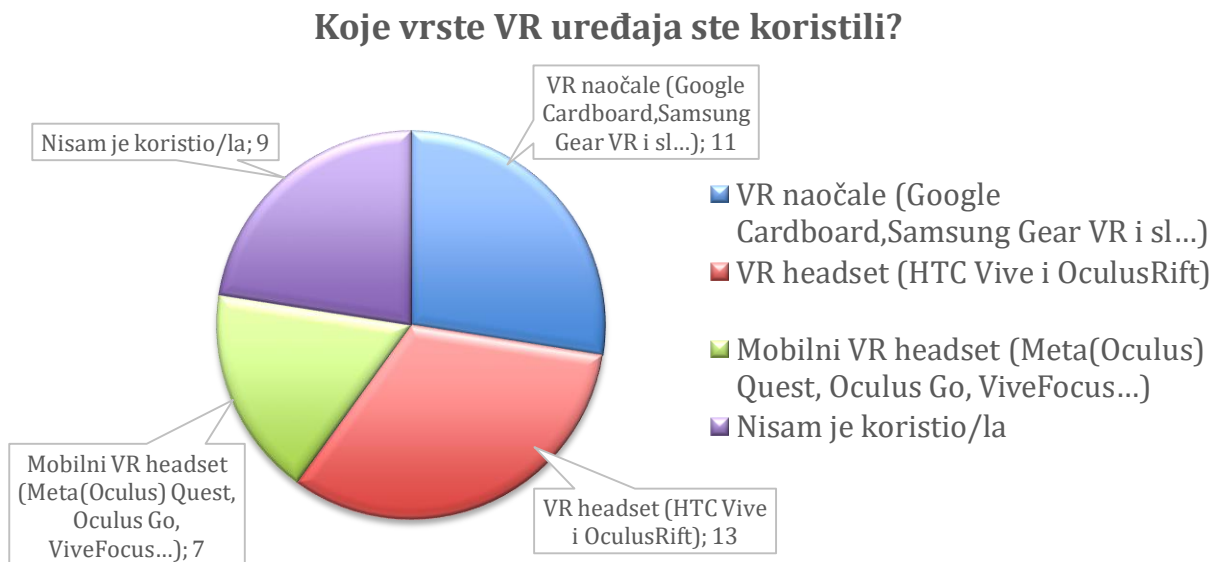
Na prvo pitanje „Jeste li koristili VR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?“ (P1.1) ispitanici su mogli odgovoriti sa više odgovora. Na odgovor „Igre / Zabava“ 19 ispitanika se izjasnilo potvrdno što čini 63% od ukupnog broja ispitanika. Drugi odgovor „Obrazovanje“ je odabralo 3 ispitanika ili 10% od ukupnog broja ispitanika. Na treći odgovor „Istraživanje“ je odabralo 6 ispitanika, 20%. Odgovore „Virtualna putovanja“ i „Posao“ su odabrala po 3 ispitanika jednako kao i za pitanje „Obrazovanje“ što čini 10% od ukupnog broja ispitanika, dok ih se 8 izjasnilo kako nikad nisu koristili/koristile VR tehnologiju, 27% ispitanika. U ovome pitanju se dolazi do saznanja da većina, njih 22 (73%), su koristili VR tehnologiju u neku svrhu, dok 8 (27%) nije nikada koristilo navedenu tehnologiju.

### Jeste li koristili VR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?



Slika 5.5. Grafički prikaz pitanja P1.1: Jeste li koristili VR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?

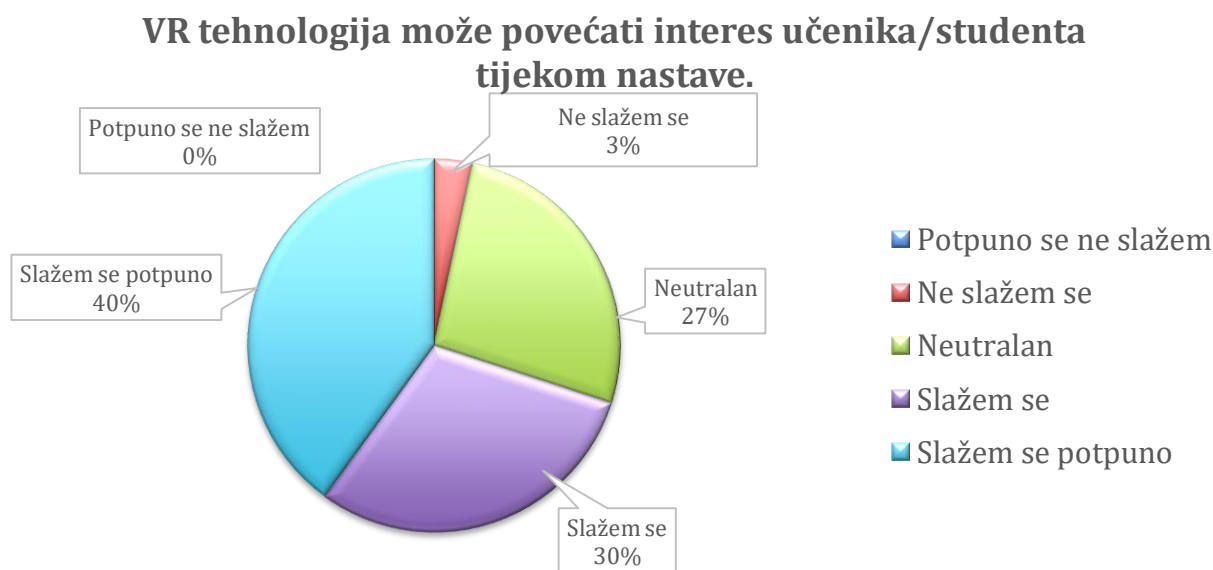
Drugo pitanje u ovom dijelu ankete je „Koje vrste VR uređaja ste koristili?“ (P1.2). Ispitanici su mogli odabrati više odgovora. Na prvi odgovor „VR naočale (Google Cardboard, Samsung Gear VR i sl...)“ 11 ispitanika se izjasnilo da su koristili taj oblik VR uređaja, što čini 37% od ukupnog broja ispitanika. Na drugi odgovor „VR headset (HTC Vive i Oculus Rift)“ se izjasnilo 13 ispitanika što čini 43% ispitanika koji su koristi HMD uređaje spojene na računala. Na treći odgovor „Mobilni VR headset (Meta (Oculus) Quest, Oculus Go, Vive Focus...)“ 7 se ispitanika izjasnilo da su koristili takav oblik HMD samostalnog uređaja, što je 23% ispitanika, dok je 9 ispitanika odabralo zadnji odgovor „Nisam je koristio/la“, što je 30% od ukupnog broja ispitanika. Sa ovim pitanjem se dobio uvid na korištene uređaje pojedinaca i kako se vidi većina, njih 18 od ukupno 30, je koristilo napredne HMD uređaje. Međutim, s obzirom da postoji i skupina ispitanika koji nisu koristili VR tehnologiju, važno ih je uzeti u obzir pri analizi njihovih stavova prema VR tehnologijama u obrazovanju.



Slika 5.6. Grafički prikaz pitanja P1.2: Koje vrste VR uređaja ste koristili?

Sa prošla dva pitanja dobio se uvid u to da li su ispitanici koristili i u kakvu svrhu su koristili VR tehnologiju, dok će sljedećih osam tvrdnji prezentirati njihove stavove o korištenju VR tehnologije u školstvu, pozitivne i negative strane. Tvrdnje su napravljene sa mogućnošću jednog odgovora na skali od 1 do 5, gdje je 1 „Potpuno se ne slažem“, dok je 5 „Slažem se potpuno“.

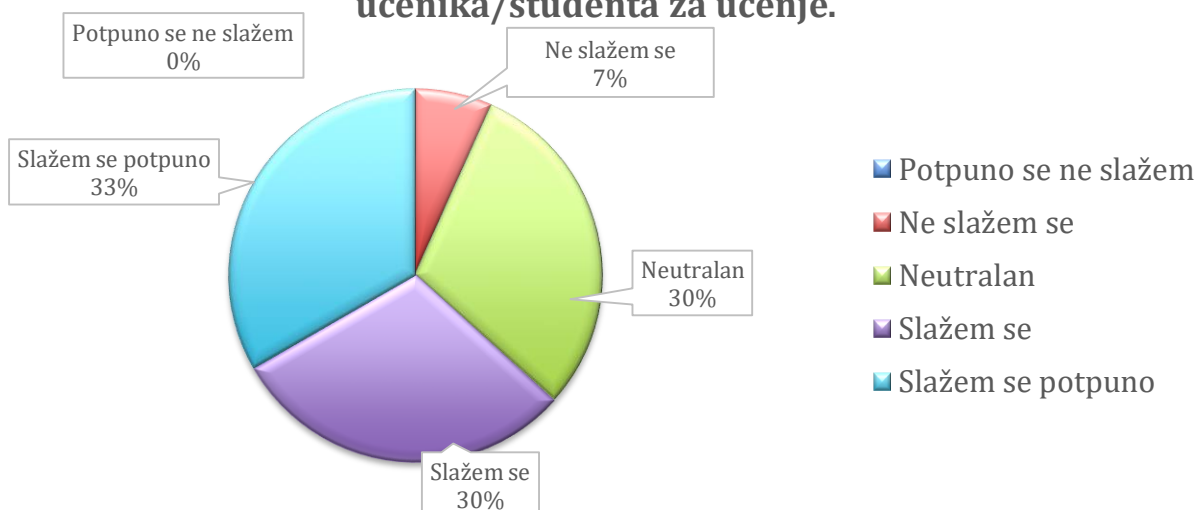
Prva tvrdnja „VR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.“ (T1.1) se postavila da se dobije uvid kako ispitanici razmišljaju o tome da li bi korištenje VR-a tijekom nastave povećala interes i angažman učenika/studenata. Odgovor je pretežno pozitivan gdje se 12 (40%) izjasnilo sa najvećom ocjenom, zatim 9 (30%) sa ocjenom 4, dok se za neutralan odgovor odlučilo 8 (27%) ispitanika, a samo 1 (3%) se izjasnio sa ocjenom 2, dok se niti jedan nije odlučio za odgovor „Potpuno se ne slažem“. Iz ovoga se zaključuje da ispitanici misle da bi integracija VR tehnologije mogla donijeti do povećanja interesa učenika/studenata pri korištenju tehnologije tijekom nastave.



*Slika 5.7. Grafički prikaz tvrdnje T1.1: VR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave*

Druga tvrdnja je „VR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.“ (T1.2) Razmatra potencijalne prednosti VR tehnologije u smislu motivacije učenika/studenata za učenjem nastavnog gradiva. U ovoj tvrdnji kao i prethodnoj, većina ispitanika ima pozitivan stav, njih 10 (33%) je dalo najveću ocjenu, dok je 9 (30%) dalo ocjenu 4, što čini 63% ispitanika koji imaju pozitivan stav. Neutralnu ocjenu 3 je dalo 9 (30%) ispitanika, dok je negativnu dalo 2 (7%), a niti jedan ispitanik nije odgovorio na tvrdnju sa „Potpuno se ne slažem“, što pokazuje da nema snažnog protivljenja upotrebi VR tehnologije u svrhu motivacije učenika. Rezultat ove tvrdnje sugerira da većina ispitanika vjeruje da VR tehnologija može pozitivno utjecati na motivaciju učenika ili studenata za učenje.

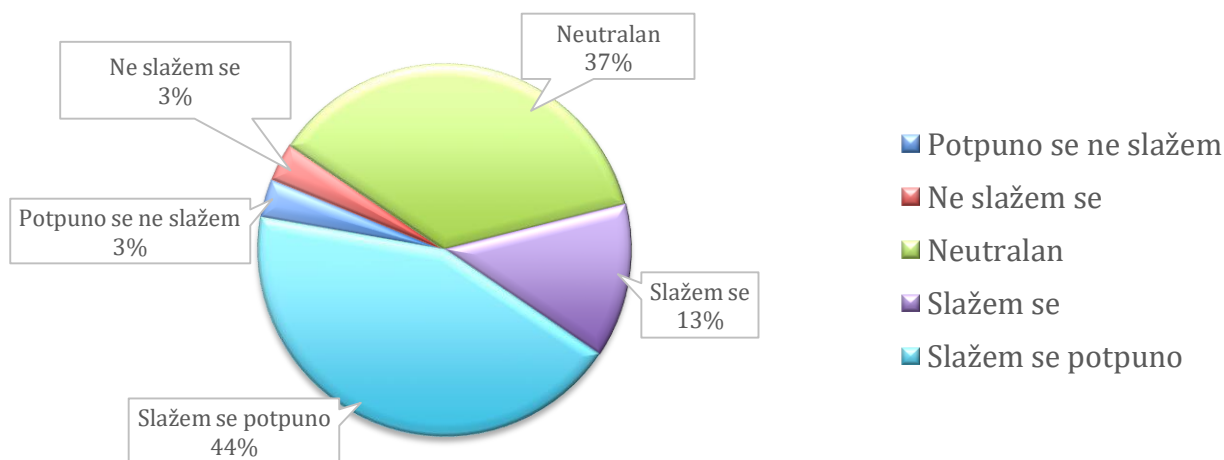
### VR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.



Slika 5.9. Grafički prikaz tvrdnje T1.2: VR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.

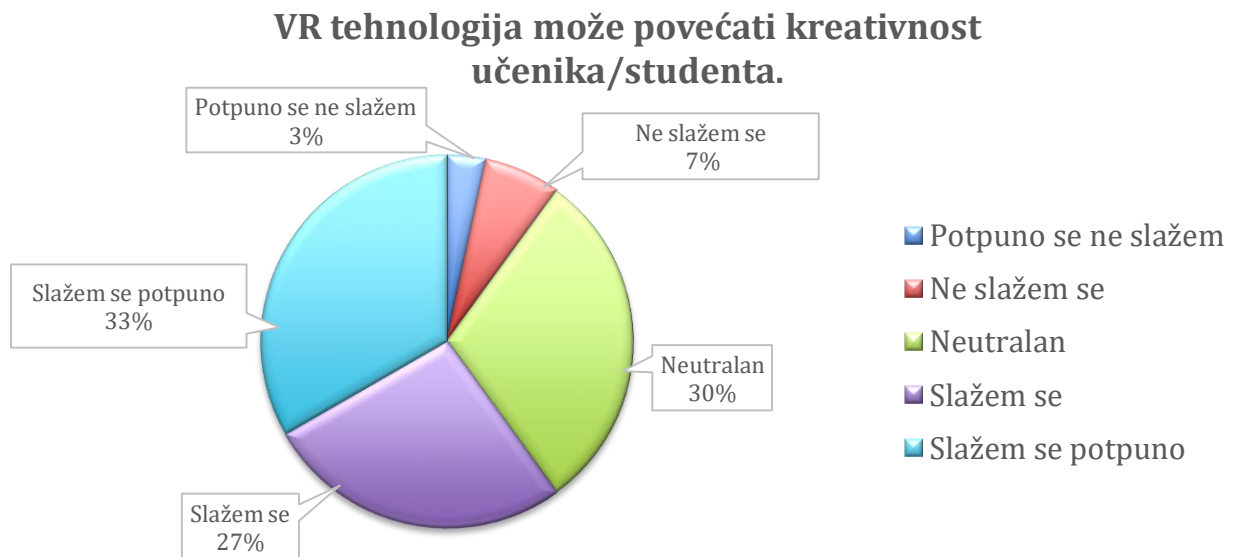
Treća tvrdanja se odnosi na omogućavanje lakšeg prijenosa znanja i objašnjavanja kompleksnijih i težih zadataka pomoću simulacija i vizualizacija. Tvrdnja glasi „VR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.“ (T1.3) i na nju su u većem broju ispitanici odgovorili pozitivno, njih 57%. Sa najvećom ocjenom je 13 (44%) ispitanika odgovorilo potvrdno, 4 (13%) sa ocjenom 4, 11 (37%) je ostalo neutralno i dalo cijenu 3, dok je po 1 (3%) ispitanik odgovorio sa ocjenom 2 i 1. Iz ove tvrdnje se dobiva zaključak da ispitanici imaju pozitivan stav prema korištenju VR-a za olakšanje razumijevanja kompleksnih pojmova i zadataka, te da bi takva tehnologija olakšala prijenos znanja.

### VR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.



Slika 5.8. Grafički prikaz tvrdnje T1.3: VR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.

Četvrta tvrdnja se odnosi na poticanje kreativnost učenika/studenata pružajući im putem VR-a interaktivne i inspirirajuće okoline gdje mogu stvarati, eksperimentirati i izražavati svoje ideje koje ne bi mogli u stvarnom svijetu. Tvrdnja glasi „VR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.“ (T1.4), te se na nju sa najvišom pozitivnom ocjenom izjasnilo 10 (34%) ispitanika, dok sa ocjenom 4 izjasnilo njih 8 (28%), što čini 60% pozitivnih odgovora na ovu tvrdnju. Neutralno se izjasnilo 9 (31%) ispitanika dok su se negativno, sa ocjenom 2 izjasnilo 2 (7%) ispitanika i sa ocjenom 1 se izjasnio 1 (3%) ispitanik. Iz ove tvrdnje se vidi da ispitanici imaju pozitivan stav prema VR tehnologiji u smislu poticanja i razvoja kreativnih vještina učenika/studenata. Ovo podržava ideju da VR tehnologija može doprinijeti razvoju kreativnih sposobnosti u obrazovanju, što bi moglo biti korisno za inovativno učenje i razmišljanje.

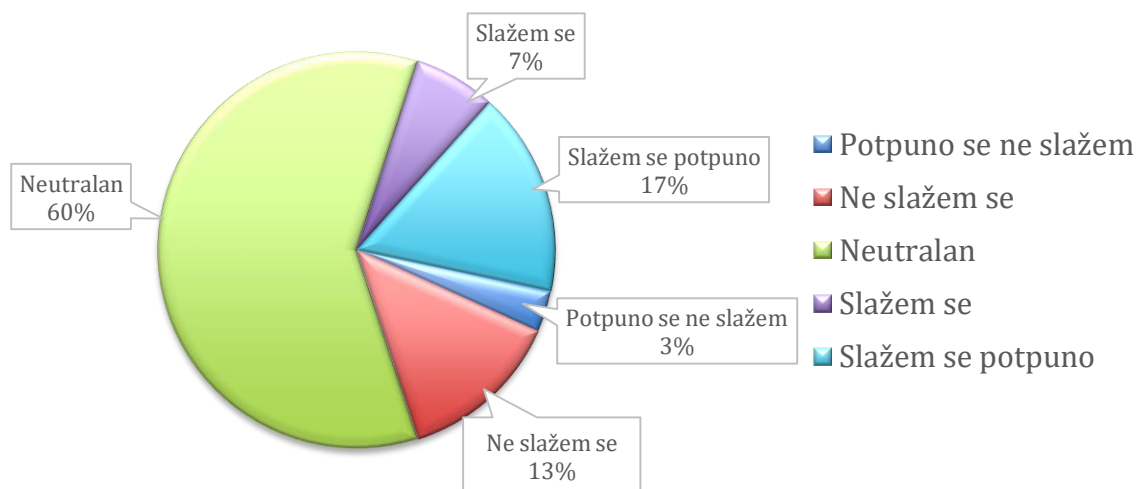


Slika 5.10. Grafički prikaz tvrdnje T1.4: VR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.



Tvrđnja broj pet se odnosi na retenciju i zadržavanje znanja kod učenika/studenata prilikom učenja uz pomoć VR-a. Na tvrdnju „VR tehnologija poboljšava ishode učenja.“ (T1.5) ispitanici su odgovorili u većini neutralno, njih 18 (60%) je odabralo ocjenu 3, dok je 5 (17%) odabralo najvišu, a 2 (7%) je odabralo 4. Negativno je odgovorilo 4 (13%) ispitanika koja su dali ocjenu 2 i 1 (3%) koji je dao ocjenu 1 ili „Ne slažem se“. U ovoj tvrdnji se vidi da ispitanici, pošto nisu imali možda priliku sudjelovati u ovakvom načinu učenja, samo tri su u prvom pitanju odabrali odgovor da su se služili VR-om u svrhu obrazovanja (P1.1), ima neutralan stav na takav načina učenja, tj. poboljššan ishod učenja.

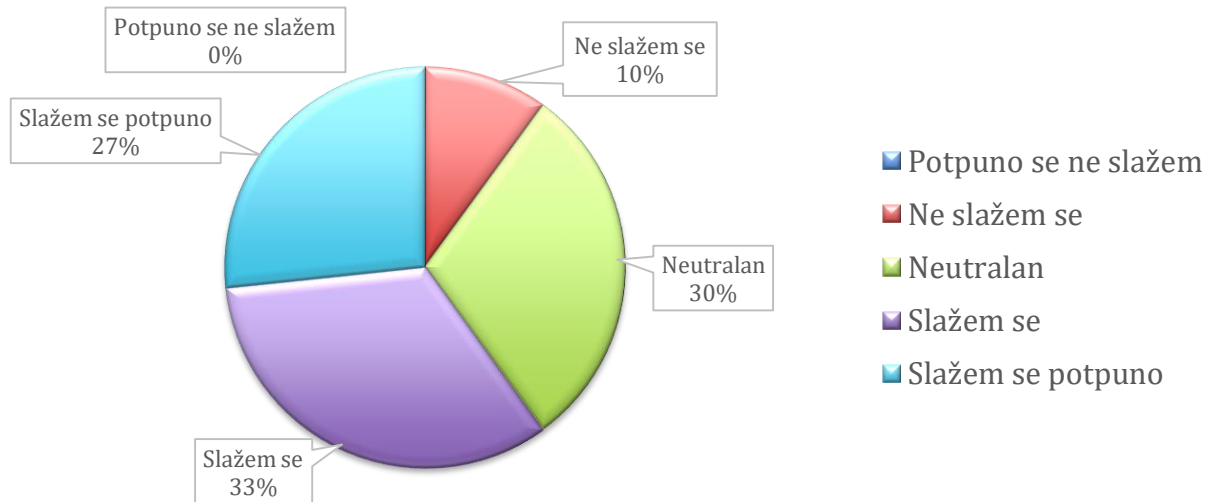
### VR tehnologija poboljšava ishode učenja.



Slika 5.11. Grafički prikaz tvrdnje T1.5: VR tehnologija poboljšava ishode učenja.

Sljedeća tvrdnja se odnosi na negativan utjecaj prekomjernog korištenja VR tehnologije. Tvrđnja glasi „Dugotrajna upotreba VR-a može dovesti kod učenika/studenta do potencijalnih zdravstvenih problema (umor očiju, ovisnost, cybersickness i drugo).“ (T1.6) Na navedenu tvrdnju je pozitivno odgovorilo 18 ispitanika, što čini 60% od ukupnog broja ispitanika. Na odgovor „Slažem se potpuno“ odgovorilo je 8 (27%) ispitanika, sa ocjenu 4 je odgovorilo 10 (33%) ispitanika, dok je suzdržano ostalo 9 (30%) ispitanika. Negativno je odgovorilo 3 (10%) ispitanika dajući ocjenu 2, dok ocjenu 1 nije dao niti jedan ispitanik. Prema ovoj tvrdnji se vidi da su se ispitanici, možda već svojim iskustvom, pošto su u velikom broju odgovorili na pitanje broj dva (P1.2) da su koristili neki oblik HMD-a, izjasnili da bi prekomjerna uporaba VR tehnologija mogla izazvati potencijalne zdravstvene probleme. Što ukazuje na to da je potrebno poduzeti odgovarajuće mjere kako bi se smanjio rizik od potencijalnih problema koje VR tehnologija nosi. Pridržavanje sigurnosnih mjera i korištenja na odgovoran način bi umanjilo vjerojatnost zdravstvenih problema.

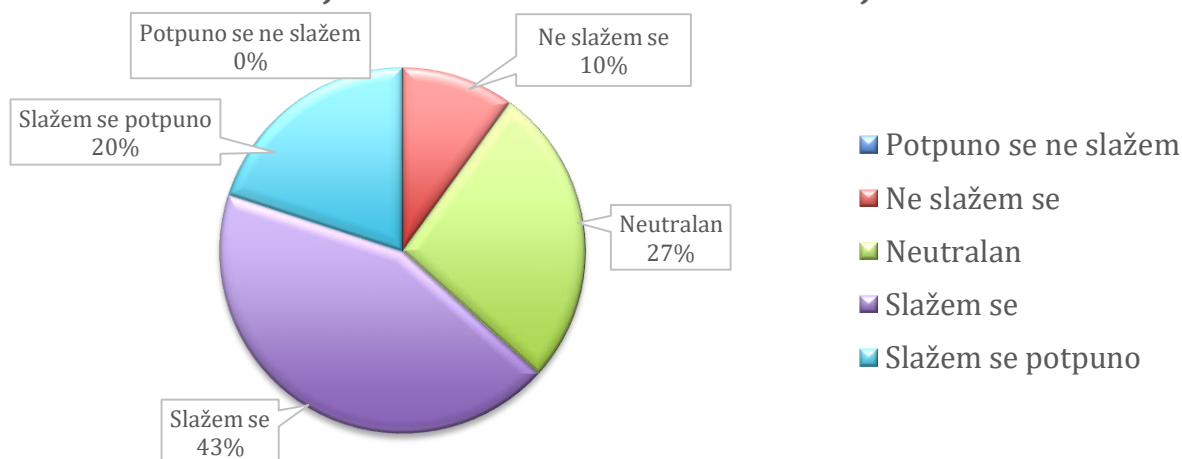
**Dugotrajna upotreba VR-a može dovesti kod učenika/studenta do potencijalnih zdravstvenih problema. (Umor očiju, ovisnost, cybersickness i drugo)**



*Slika 5.12. Grafički prikaz tvrdnje T1.6: Dugotrajna upotreba VR-a može dovesti kod učenika/studenta do potencijalnih zdravstvenih problema. (Umor očiju, ovisnost, cybersickness i drugo)*

Sedma tvrdnja se odnosi na prilagodbu nastave stvaranjem interaktivnih materijala kako bi se olakšao prijenos znanja sa učitelja/profesora na učenike/studente. Tvrdnja glasi „VR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.“ (T1.7) i na nju je pozitivno odgovorilo 19 ispitanika, njih 6 (20%) je dalo najvišu ocjenu, a 13 (43%) je dalo ocjenu 4, što čini 63% ispitanika koja imaju pozitivan stav. Neutralno je 8 (27%) ispitanika, dok su 3 (10%) dala ocjenu 2, a ocjenu 1 nije dao niti jedan ispitanik. Prema ovoj tvrdnji ispitanici vide pozitivne utjecaje koje bi VR tehnologija donijela učiteljima/profesorima u olakšavanju prijenosa znanja. Personalizacija obrazovanja pomoću VR-a može biti jedan od načina za poboljšanje iskustava učenja u obrazovanju.

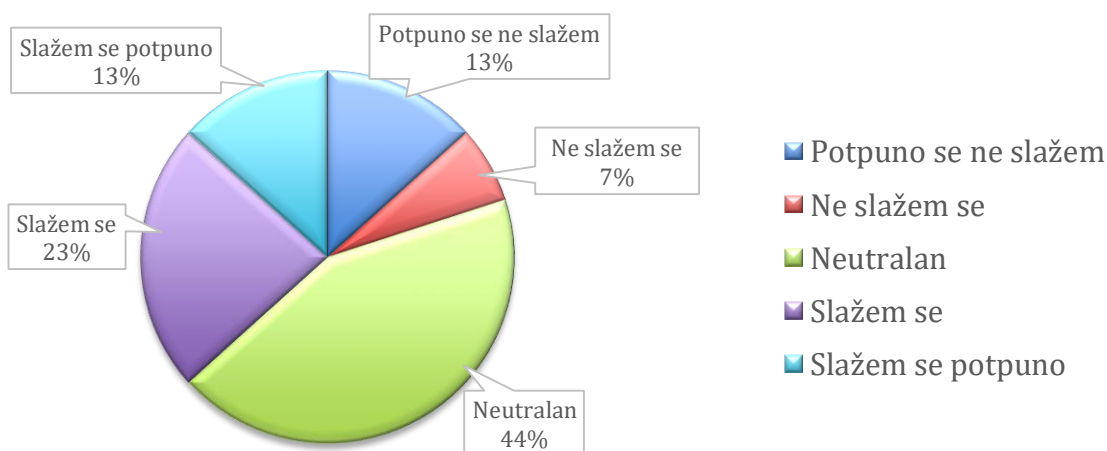
### VR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.



Slika 5.14. Grafički prikaz tvrdnje T1.7: VR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.

Zadnja, osma tvrdnja se odnosi na stav ispitanika o njihovom razmišljanju o budućnosti VR-a u školama. Na tvrdnju „VR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.“ (T1.8) su ispitanici u većini odgovorili većinom sa neutralnim stavom, njih 13 (44%) je imalo neutralan stav, dok je 11 (37%) imalo pozitivan. Sa najvišom ocjenom su odgovorila 4 (13%) ispitanika, a 7 (23%) je odgovorilo sa ocjenom 4. Negativno je odgovorilo 6 ispitanika od kojih 2 (7%) sa ocjenom 2 i 4 (13%) sa ocjenom 1. Ovi rezultati pokazuju da postoji raznolikost među stavovima ispitanika u vezi s budućnošću VR tehnologije u obrazovanju. Dok neki podržavaju ideju da bi VR trebao postati standardna oprema u školama, drugi su suzdržani ili pesimistični.

### VR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.



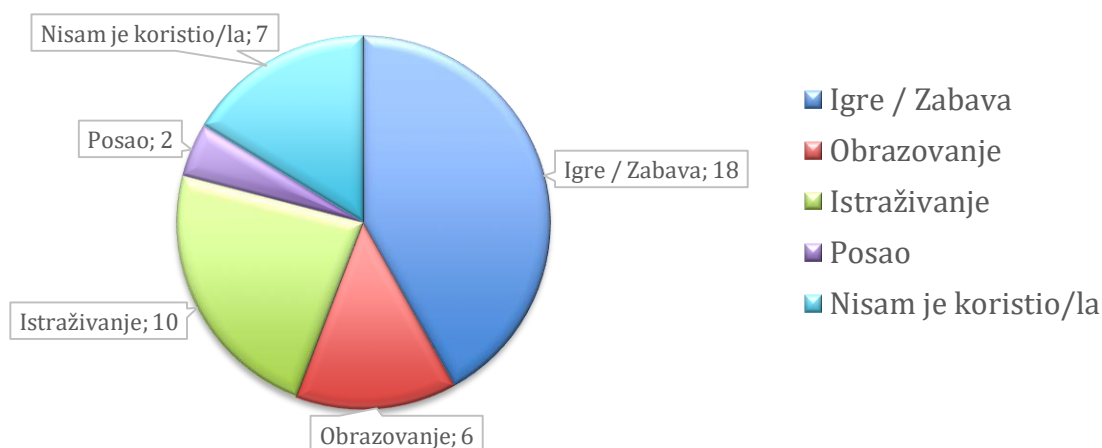
Slika 5.13. Grafički prikaz tvrdnje T1.8: VR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.

### 5.3. Analiza podataka obrasca ankete o proširenoj stvarnosti

Treći odjeljak ankete se odnosi na korištenje AR tehnologija. Prva dva pitanja ankete se odnose na informacije o korištenju VR tehnologija ispitanika prije ispunjavanja ankete i u koju su je svrhu koristili, dok se drugi dio sastoji od osam tvrdnji u vezi korištenja VR tehnologije u školstvu.

Prvo pitanje u ovom djelu ankete, na koje se moglo dati više odgovora, je „Jeste li koristili AR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?“ (P2.1) na koju su u većini ispitanici odgovorili da su koristili AR tehnologiju u neku svrhu, njih 23 što je 77% ispitanika koji su koristili neki oblik AR tehnologije. Na odgovor „Igre / Zabava“ 18 (60%) ispitanika se izjasnilo da su koristili tehnologiju. Na drugu opciju, „Obrazovanje“ se 6 (20%) ispitanika odlučilo, za „Istraživanje“ njih 10 (33%), dok za „Posao“ njih 2 (7%), a na opciju „Nisam je koristio/la“ njih 7 (23%). S obzirom na ove rezultate, može se zaključiti da je AR tehnologija prilično raširena među ispitanicima i da se koristi u različite svrhe, prije svega za zabavu, ali i za obrazovanje i istraživanje.

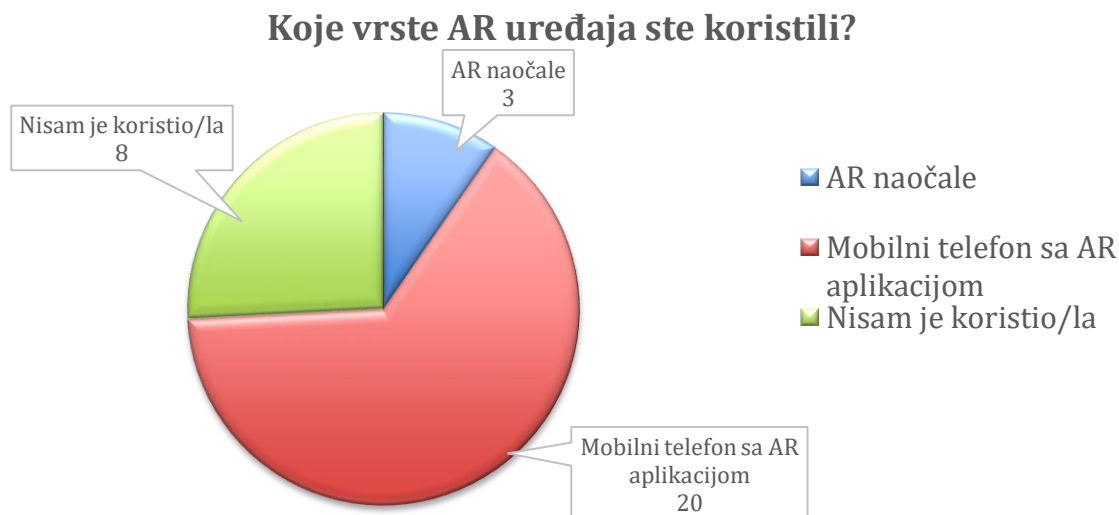
#### Jeste li koristili AR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?



Slika 5.15. Grafički prikaz pitanja P2.1: Jeste li koristili AR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?

Drugo pitanje u ovom dijelu ankete je „Koje vrste AR uređaja ste koristili?“ (P2.2), na koje su se 3 (10%) ispitanika izjasnila da su koristili „AR naočale“, 20 (67%) se izjasnilo da su koristili „Mobilni telefon sa AR aplikacijom“, te 8 (27%) se izjasnilo kako nisu koristili nikakav oblik AR uređaja od ponuđenih. Sa ovim pitanjem se dobio uvid koliko je AR tehnologija pristupačna ispitanicima i koliko je koristilo nekakav uređaj i aplikaciju za AR. Najpopularniji AR uređaj među ispitanicima su mobilni telefoni s AR aplikacijama, koristili su ih čak 67% ispitanika. Ovo sugerira da su mobilni telefoni glavni nositelji AR tehnologije među ispitanicima, što je i očekivano s

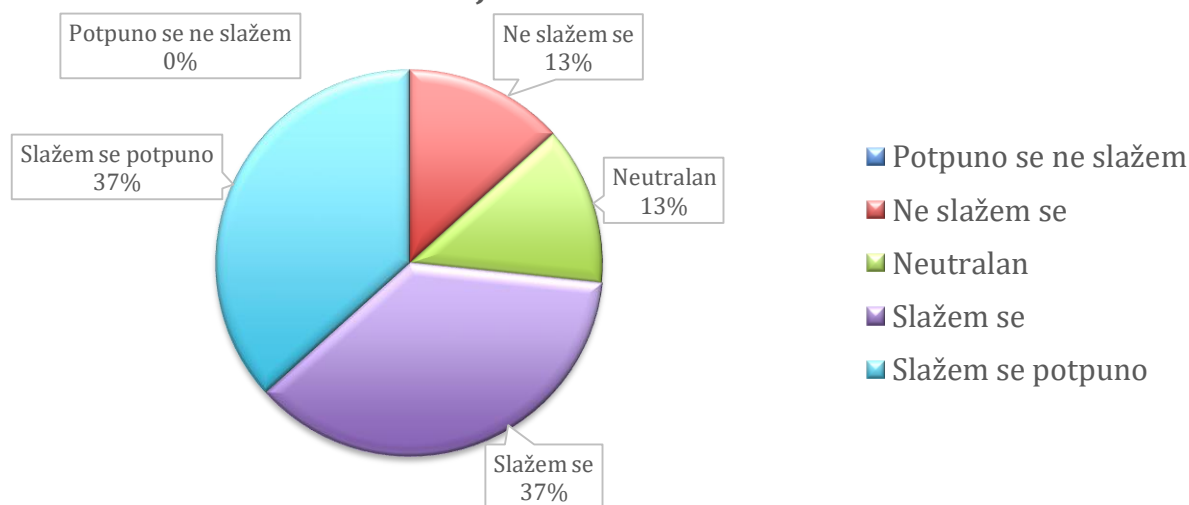
dostupnošću AR aplikacija na mobilnim uređajima. Za AR naočale se očekivalo da ih većina ispitanika nije koristila jer su još uvijek izrazito skupe i nisu dostupne široj populaciji, međutim zanimljivo je da 27% ispitanika nije koristilo nijedan oblik AR uređaja, a to sugerira da jedna skupina ispitanika nije imala nikakvog iskustva s uporabom AR tehnologije i to se mora uzeti u obzir pri analizi rezultata.



Slika 5.16. Grafički prikaz pitanja P2.2: Koje vrste AR uređaja ste koristili?

Drugi dio ankete o AR-u obrazovanju se sastoji od osam tvrdnji, a prva tvrdnja je „AR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.“ (T2.1) na koju su u većini ispitanici pozitivno odgovorili, njih 22 (73%), od čega je 11 (37%) odgovorilo sa „Slažem se potpuno“ i 11 (37%) sa ocjenom 4. Neutralna su 4 (13%) ispitanika koja su dala ocjenu 3, dok za ocjenu 2 su se odlučila 4 ispitanika (13%), a ocjenu 1 nije dao niti jedan ispitanik. Ovi rezultati pokazuju da većina ispitanika vjeruje da AR tehnologija može imati pozitivan utjecaj na interes učenika tijekom nastave.

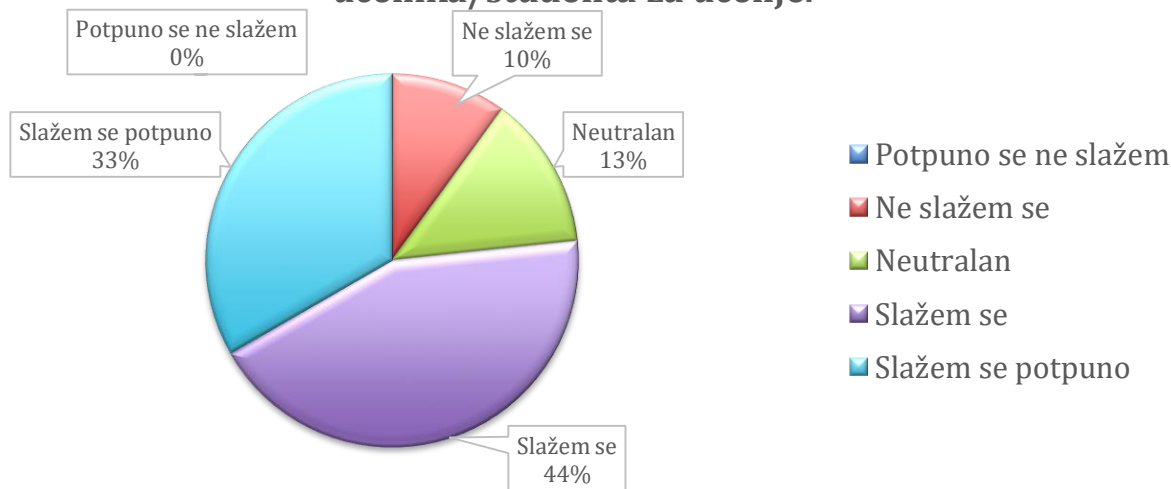
### AR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.



Slika 5.17. Grafički prikaz tvrdnje T2.1: AR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.

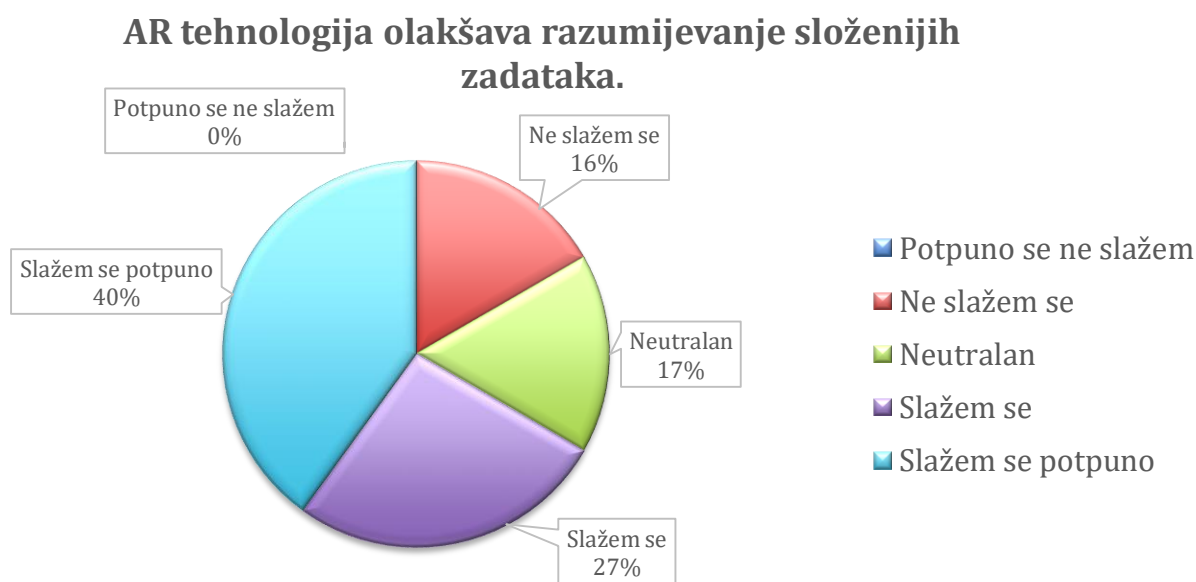
Na drugu tvrdnju, „AR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.“ (T2.2) 23 ispitanika se pozitivno izjasnilo, od kojih je 10 (33%) ispitanika dalo najvišu ocjenu, a 13 (44%) ocjenu 4. Neutralna su 4 (13%) ispitanika, dok je negativno odgovorilo 3 (10%) ispitanika sa ocjenom 2, dok najnižu ocjenu nije dao nitko. Po stavovima, većina ispitanika vjeruje da AR tehnologija može pozitivno utjecati na motivaciju učenika za učenje.

### AR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.



Slika 5.18. Grafički prikaz tvrdnje T2.2: AR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.

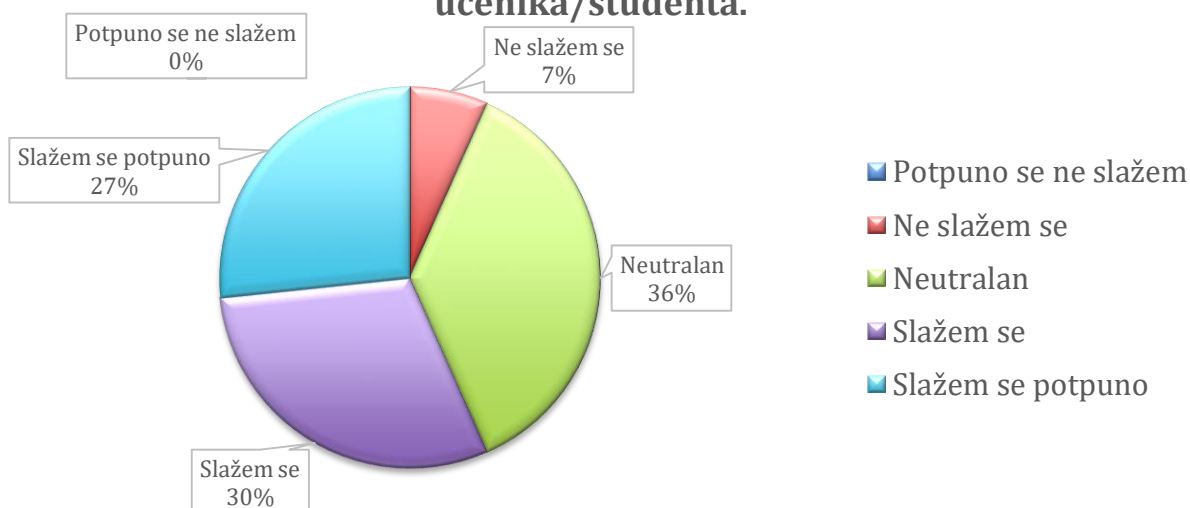
Na tvrdnju „AR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.“ (T2.3) 20 ispitanika je odgovorilo pozitivno, sa najvišom ocjenom njih 12 (40%), a sa ocjenom 4 njih 8 (27%). Neutralno se izjasnilo 5 (16,5%), dok je negativno sa ocjenom 2 odgovorilo 5 (16,5%) ispitanika. Najnižu ocjenu nitko nije odabrao. AR tehnologija može biti korisna za razumijevanje težih zadataka u obrazovanju. Većina ispitanika je dala pozitivne ocjene i nitko nije izrazio krajnje negativan stav. Ovo znači da većina misli da AR tehnologija može pomoći učenicima i studentima da bolje razumiju složene koncepte i zadatke tijekom učenja.



Slika 5.19. Grafički prikaz tvrdnje T2.3: AR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.

Četvrta tvrdnja glasi „AR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.“ (T2.4), te su na nju pozitivno izjasnilo 17 (57%) ispitanika, od kojih je 8 (27%) odabralo najvišu ocjenu, a 9 (30%) ocjenu 4. Neutralno je 11 (36%), dok su negativno odgovorila 2 (7%) sudionika sa ocjenom 2. Većina ispitanika smatra da AR tehnologija može pozitivno utjecati na kreativnost učenika, što sugerira da vide potencijal za korištenje AR tehnologije u obrazovanju kako bi se potaknula kreativnost i inovativnost među učenicima i studentima.

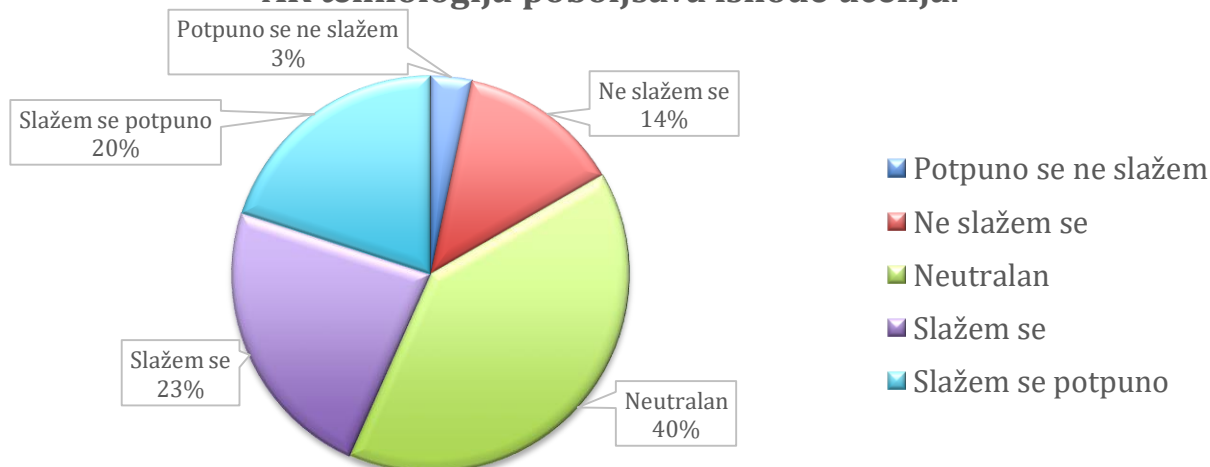
### AR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.



Slika 5.20. Grafički prikaz tvrdnje T2.4: AR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.

Sljedeća, peta tvrdnja glasi „AR tehnologija poboljšava ishode učenja.“ (T2.5) i na nju su se ispitanici blago pozitivno izjasnili. Za najvišu ocjenu se odlučilo 6 (20%) ispitanika, dok za manju ocjenu 4 se odlučilo 7 (23%). Neutralno se izjasnilo 12 (40%) sudionika, dok su se za ocjenu 2 odlučila 4 (14%) ispitanika, a za ocjenu 1 samo 1 (3%) ispitanik. Iz rezultata pete tvrdnje se može zaključiti da većina ispitanika ima neutralan stav prema tome hoće li AR tehnologija poboljšati ishode učenja. Manji broj ispitanika smatra da AR tehnologija bude pozitivno utjecala na ishode učenja, dok isto tako postoji manji broj ispitanika koji su pesimistični po tom pitanju.

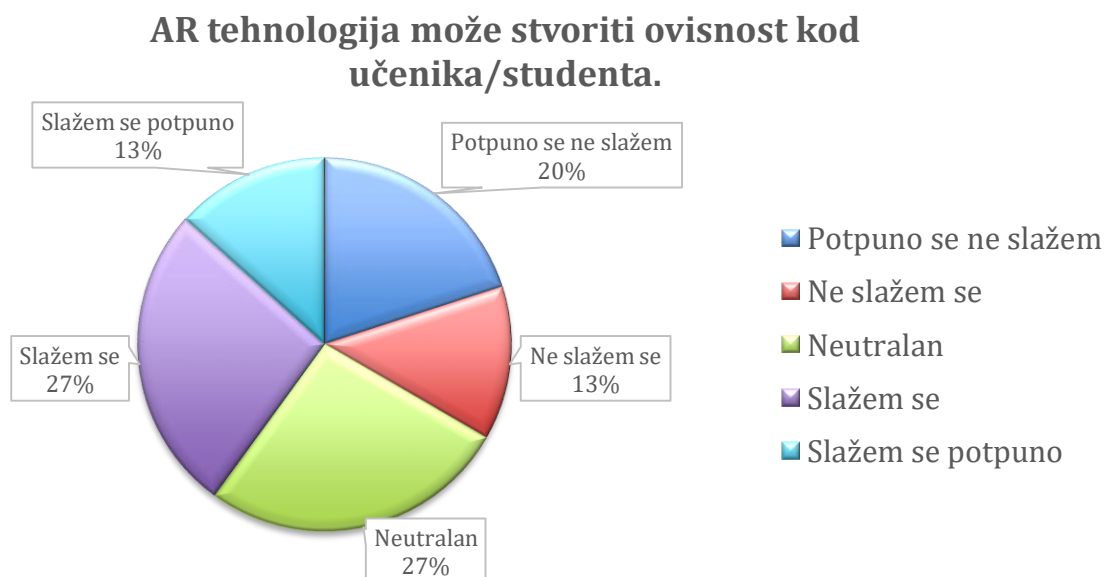
### AR tehnologija poboljšava ishode učenja.



Slika 5.21. Grafički prikaz tvrdnje T2.5: AR tehnologija poboljšava ishode učenja.



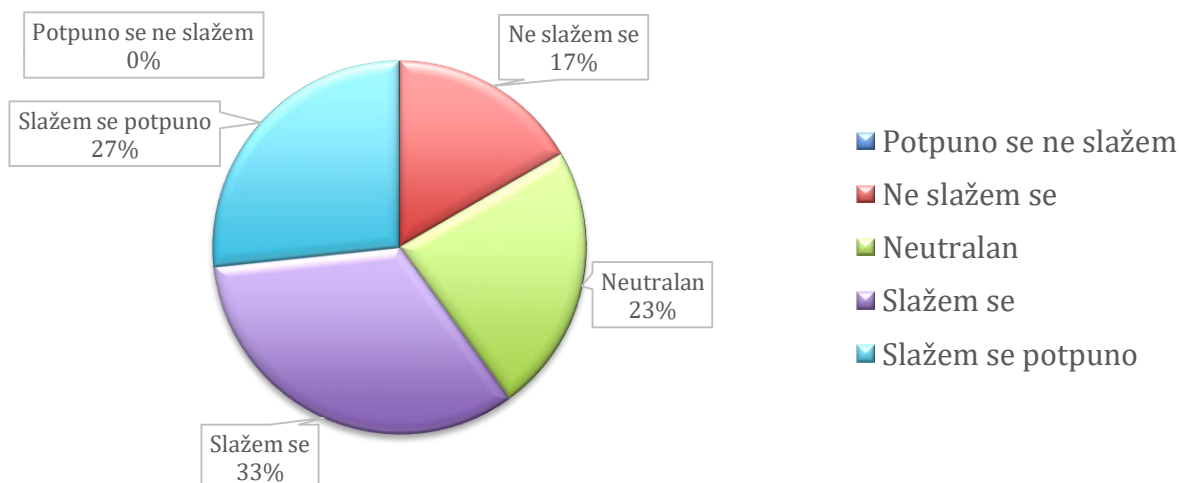
Tvrđnja „AR tehnologija može stvoriti ovisnost kod učenika/studenta.“ (T2.6) se odnosi na potencijalne negativne učinke AR tehnologije kod pretjeranog korištenja, kao zamor očiju, glavobolja od gledanja u ekran i ostalo. Na tvrdnju se pozitivno izjasnilo 12 ispitanika, od kojih su 4 (13%) odabrala najvišu ocjenu 5, a 8 (27%) je odabralo ocjenu 4. Neutralan odgovor je odabralo 8 (27%) ispitanika, dok su se za negativan odlučila 4 (13%) dajući ocjenu 2 i 6 (20%) koji su dali ocjenu 1, ili da se ne slažu sa navedenom tvrdnjom. U ovoj tvrdnji većina ispitanika ima neutralan stav ili smatra da AR tehnologija neće stvoriti ovisnost kod učenika i studenata. Međutim, postoji broj ispitanika koji su zabrinuti zbog potencijalnih negativnih učinaka i vjeruju da AR tehnologija može dovesti do ovisničkog ponašanja. Ovi rezultati sugeriraju da bi trebalo obratiti pažnju na edukaciju o sigurnom i odgovornom korištenju AR tehnologije kako bi se smanjili potencijalni rizici.



Slika 5.22. Grafički prikaz tvrdnje T2.6: AR tehnologija može stvoriti ovisnost kod učenika/studenta.

Predzadnja tvrdnja u ovom dijelu ankete glasi „AR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.“ (T2.7) i za nju se većina ispitanika pozitivno izjasnila. Za najvišu ocjenu se odlučilo 8 (27%) ispitanika, dok se 10 (33%) odlučilo za ocjenu 4. Neutralno se izjasnilo 7 (23%) ispitanika. Negativno se izjasnilo 5 (17%) ispitanika koji su dali ocjenu 2, dok se za najnižu ocjenu nije odlučio niti jedan. U ovoj tvrdnji većina ispitanika ima pozitivan stav prema tome kako AR tehnologija može pomoći učiteljima prilagoditi svoju nastavu, te ovo ukazuje na percepciju da AR tehnologija može biti koristan alat za personalizaciju nastave i bolje zadovoljavanje potreba različitih učenika.

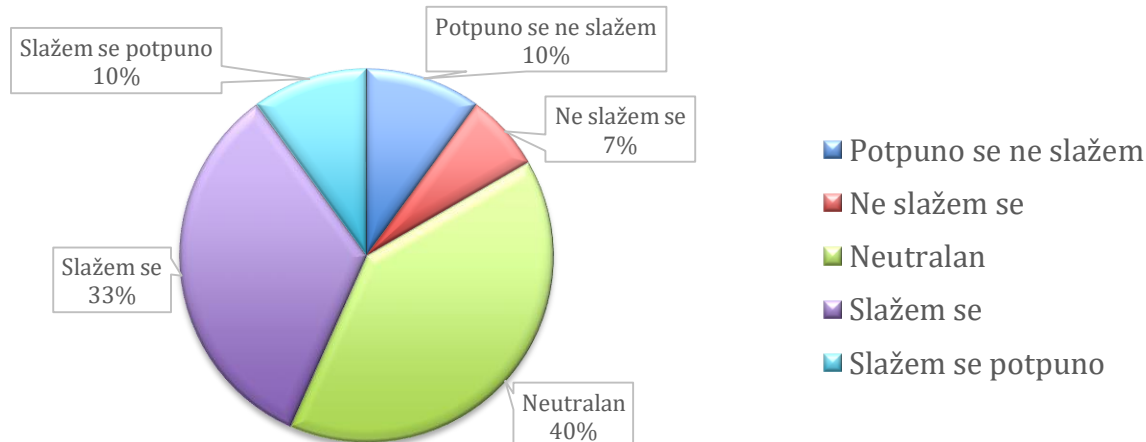
### AR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.



Slika 5.23. Grafički prikaz tvrdnje T2.7: AR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.

U zadnjoj tvrdnji se preispituje razmišljanje ispitanika u svezi budućnosti AR u školama i tvrdnja glasi „AR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.“ (T2.8) Na tu tvrdnju 12 (40%) ispitanika je odabralo neutralan odgovor. Pozitivan ili blago pozitivan stav su imala 3 (10%) ispitanika koja su odabrala odgovor 5, a 10 (33%) je odabralo odgovor 4, dok su negativno odgovorila 2 (7%) sa ocjenom 2 i 3 (10%) ispitanika sa ocjenom 1. Iz rezultata ove tvrdnje možemo zaključiti da većina ispitanika ima neutralan stav prema tome hoće li AR tehnologija postati standardna oprema u školama u budućnosti.

### AR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.



Slika 5.24. Grafički prikaz tvrdnje T2.8: AR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.

## 5.4. Analiza podataka zadnjeg dijela ankete

U zadnjem dijelu ankete postavljena su tri pitanja koja se odnose na prednosti i nedostatke integracije AR i VR tehnologije u obrazovanje, te koji sadržaji i kakav način učenja bi odgovarao ispitanicima. Na sva tri pitanja moguće je odgovoriti sa više ponuđenih odgovora.

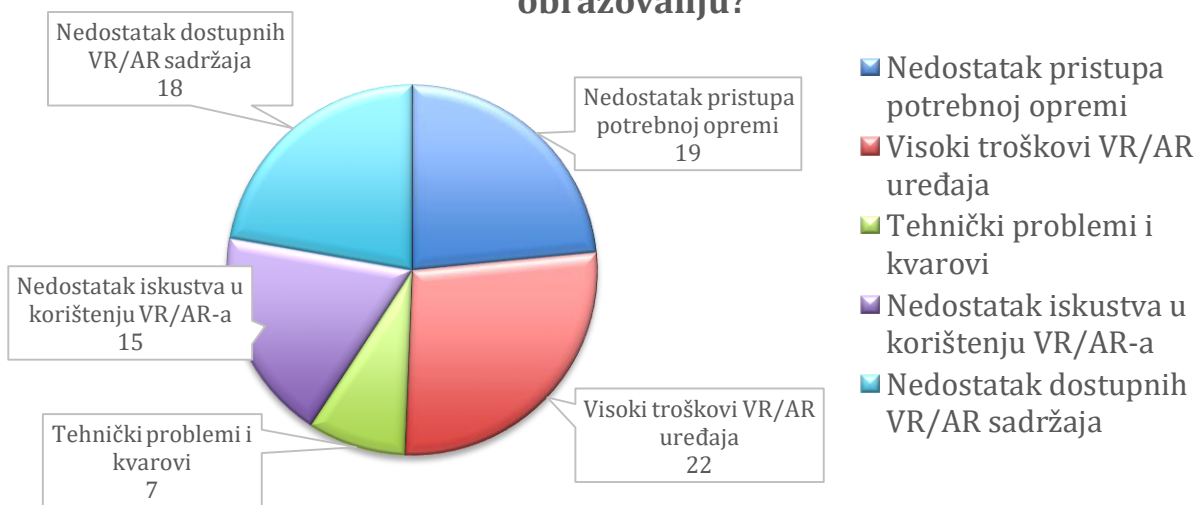
Na prvo pitanje koje glasi „Kada bi tijekom svog obrazovanja imali priliku sudjelovati u istraživanju koje testira učinkovitost VR/AR, za koji sadržaj smatrate da bi bio najkorisniji za Vas?“ (P3.1) ispitanici su imali 5 različitih odgovora za odabrati. Prvi odgovor „Virtualni laboratoriji“ je odabralo 10 (33%) ispitanika, što pokazuje interes za praktično učenje i eksperimentiranje u virtualnom okruženju, što je posebno važno u znanstvenim disciplinama. Drugi odgovor je odabralo 15 (50%) ispitanika, a odgovor je glasio „Interaktivna predavanja“, to pokazuje da bi ispitanici voljeli sudjelovati u obrazovnim aktivnostima koje ih uključuju i omogućuju im aktivno sudjelovanje tijekom predavanja. Na treći odgovor „Simulacije stvarnih situacija“ se odlučilo 16 (53%) ispitanika, što ukazuje na potrebu za praktičnim iskustvima kroz simulaciju stvarnih situacija koja omogućuju učenicima/studentima razumijevanje i rješavanje stvarnih problema. Četvrti odgovor „Virtulana putovanja“ je odabralo 9 (30%) ispitanika, što pokazuje interes za geografsko i kulturno obrazovanje putem VR/AR tehnologije, a peti odgovor „Umjetnički i kreativni sadržaj“ je odabralo 10 (30%) ispitanika, što podrazumijeva podržavanje kreativnosti i izražavanja učenika/studenta kroz VR/AR medije. .



Slika 5.25. Grafički prikaz pitanja P3.1: Kada bi tijekom svog obrazovanja imali priliku sudjelovati u istraživanju koje testira učinkovitost VR/AR, za koji sadržaj smatrate da bi bio najkorisniji za Vas?

Drugo pitanje se odnosi na nedostatke implementacije AR i VR tehnologija u obrazovni sustav, a glasi „Prema Vašem mišljenju, koje poteškoće se mogu očekivati pri korištenju VR/AR tehnologije u obrazovanju?“ (P3.2). Prvi ponuđeni odgovor „Nedostatak pristupa potrebnoj opremi“ je odabralo 19 (63%) ispitanika, što podrazumijeva problem dostupnosti tehnologije nekim školama ili učenicima. Drugi odgovor „Visoki troškovi VR/AR uređaja“ su odabrala 22 (73%) ispitanika, što ukazuje na to da troškovi opreme i licenci za softver mogu biti previsoki za škole s ograničenim proračunom. Na treći odgovor „Tehnički problemi i kvarovi“ izjasnilo se 7 (23%) ispitanika, što podrazumijeva probleme s hardverom ili softverom, koji mogu ometati učenje i nastavu. Na četvrti odgovor „Nedostatak iskustva u korištenju VR/AR-a“ se izjasnilo 15 (50%) ispitanika, koji se odnosi na to da bi se učitelji i učenici mogu osjećati nespremni ili neiskusni u radu s ovom tehnologijom. Zadnji ponuđeni odgovor je „Nedostatak dostupnih VR/AR sadržaja“ i njega je odabralo 18 (60%) ispitanika, a odnosi se na to da kvalitetni obrazovni sadržaji za VR/AR mogu biti ograničeni ili nedostupni.

### Prema Vašem mišljenju, koje poteškoće se mogu očekivati pri korištenju VR/AR tehnologije u obrazovanju?



Slika 5.26. Grafički prikaz pitanja P3.2: Prema Vašem mišljenju, koje poteškoće se mogu očekivati pri korištenju VR/AR tehnologije u obrazovanju?

Zadnje pitanje ankete se odnosi na način učenja pomoću AR i VR tehnologija i glasi „Koja bi opcija učenja bila bolja prema Vašem mišljenju, putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama (u učionici) ili unaprijed snimljenim VR/AR lekcijama koje možete pratiti samostalno?“ (P3.3). Ispitanici su imali 3 ponuđena odgovora i mogli su ih odabrati više. Prvi odgovor „Učenje uživo u učionici“ je odabralo 20 (67%) ispitanika, što ukazuje na to da većina ispitanika preferira učenje putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama u učionici. Drugi ponuđeni

odgovor „Pristup snimljenim VR/AR lekcijama“ je odabralo 11 (37%) ispitanika, dok se za zadnji odgovor „Nisam siguran“ odlučilo 3 (10%) ispitanika.

**Koja bi opcija učenja bila bolja prema Vašem mišljenju, putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama (u učionici) ili unaprijed snimljenim VR/AR lekcijama koje možete pratiti samostalno?**



*Slika 5.27. Grafički prikaz pitanja P3.3: Koja bi opcija učenja bila bolja prema Vašem mišljenju, putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama (u učionici) ili unaprijed snimljenim VR/AR lekcijama koje možete pratiti samostalno?*

## 6. ZAKLJUČAK

Proširena i virtualna stvarnost tehnologije su s kojima se u današnje doba sve više susrećemo. Bilo da je riječ o njihovom korištenju na poslu, kod kuće ili u školi, navedene tehnologije mijenjaju naš način života i očekivano je da će sve više napredovati. U školstvu se, kroz brojna provedena istraživanja, na AR i VR gleda kao na tehnologiju budućnosti, tehnologiju koja ima utjecaj na kvalitetu naučenog gradiva, dužinu zadržavanja informacija učenika te olakšavanje predavanja profesorima i učiteljima. Također, spomenute tehnologije povećavaju interes i motivaciju učenika za učenjem, što daje veliku prednost pred učenjem tradicionalnim načinom putem nastavnog sadržaja zapisanog u knjigama. Međutim, osim učenja, putem AR i VR tehnologija olakšava se dostupnost dalekih mjesta ili izleti u prošlost što nije do sada bilo moguće. Putem simulacija, učenici bi mogli obilaziti mjesta koja bi do sada mogli samo zamišljati. Na temelju navedenog, svi prednosti, ideja, ali i nedostataka AR i VR tehnologija, provedeno je istraživanje u kojem je cilj bio dobiti podatke o tome koliko su ispitanici upoznati s tehnologijama virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR) u obrazovanju, o njihovom iskustvu s upotrebom navedenih tehnologija, te njihovo mišljenje i stavovi o primjeni ovih tehnologija u obrazovanju u samom procesu učenja. Većina ispitanika bila je upoznata sa tehnologijama virtualne stvarnosti, te je većina i koristila AR i VR u određenim situacijama. Mišljenja su većinom da bi implementacija navedenih tehnologija imala mnoge dobrobiti za učenike i učitelje, time i za obrazovni sustav no treba uzeti u obzir da je među njima bilo i onih koji nisu nikada koristili niti jednu od navedenih tehnologija.

Dobivenim podacima može se zaključiti da postoji još mnogo pitanja koje treba riješiti prije nego se navedene tehnologije uključe u školstvo unatoč tome što većina dobivenih podataka govore u prilog tome da se AR i VR treba uvesti u školstvo. Treba razmotriti načine na koji bi se uvodile AR i VR tehnologije u školstvo, odabrati ciljanu skupinu na kojoj bi se provelo učenje novim tehnologijama te dobile povratne informacije kroz određeno vrijeme trajanja samog procesa. Samo se na taj način učenicima može pružiti mogućnost za unaprjeđenjem procesa učenja.

U Varaždinu, 25. rujna 2023.

potpis

## Popis literature

1. [https://www.researchgate.net/figure/Volume-of-data-information-created-captured-copied-and-consumed-worldwide-from-2010-to\\_fig1\\_348937287](https://www.researchgate.net/figure/Volume-of-data-information-created-captured-copied-and-consumed-worldwide-from-2010-to_fig1_348937287), dostupno 09.09.2023.
2. <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/cs181/projects/technorealism/glut.html>, dostupno 09.09.2023.
3. R. T. Azuma: A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, kolovoz 1997., str. 355-385
4. E. Solak, R. Cakir: Exploring the effect of materials designed with augmented reality on language learners' vocabulary learning, The Journal of Educators Online-JEO Izd. 13 br. 2, srpanj 2015., str. 50-72
5. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>, dostupno 11.10.2023.
6. I. E. Sutherland: The Ultimate Display, Proceedings of the Congress of the International Federation of Information Processing (IFIP) Izd. 2, 1965., str. 506-508.
7. <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality/Education-and-training>, dostupno 10.09.2023.
8. I. E. Sutherland: A head-mounted three dimensional display, National Computer Conference Izd. 1, prosinac 1968., str. 757 - 764
9. T. Mazuryk, M. Gervautz: Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future, Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology, Austria, prosinac 1999.
10. R. Krum: Cool Infographics Effective Communication with Data Visualization and Design, John Wiley & Sons Inc., Indianapolis, listopad 2014.
11. H. L. Roediger III, M. S. Weldon: Reversing the Picture Superiority Effect, Imagery and Related Mnemonic Processes, Springer, Imagery and Related Mnemonic Processes, Springer, New York, 1987., str. 151-174
12. E. Solak, R. Cakir: Investigating the Role of Augmented Reality Technology in the Language Classroom, Croatian Journal of Education Izd. 18; Br. 4, 2016, str. 1067-1085.
13. O. Bimber, R. Raskar, Spatial Augmented Reality, CRC Press, Boca Raton, 2005.
14. A. Salwa, N. Nizar, M. A. Ismail: The impact of using augmented reality as teaching material on student's motivation, Asian Journal of Vocational Education and Humanities Izd. 2, Br. 1, 2021., str. 1-8.
15. Z. Gecu-Parmaksiz, O. Delialioğlu: The effect of augmented reality activities on improving preschool children's spatial skills, Interactive Learning Environments, Izd. 28., Br. 7., 2020., str. 876-889.

16. S. I. Al-Somali: Exploring Academics' Perspectives Related to the Adoption of Augmented Reality Applications within an E-Learning Environment in Higher Education Institutions: The Role of AR Self-Efficacy, Innovation Resistance, Perceived AR Fatigue and Technology Involvement, *Proceedings of The International Conference on Modern Research in Education, Teaching and Learning* Izd. 1; Br. 1, svibanj 2023., str. 33–45
17. L. X Jensen & F. Konradsen: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training, *Education and Information Technologies* Izd. 23, srpanj 2018, str. 1515–1529
18. B. J. Concannon , E. Shaniff, M. Roduta Roberts: Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-secondary Education and Skill Training, *Frontiers in Education* Izd. 4, kolovoz 2019., članak 80
19. E. Dolgunsöz, G. Yıldırım, S. Yıldırım: The effect of virtual reality on EFL writing performance, *Journal of Language and Linguistic Studies*, Izd. 14, ožujak 2018., str. 278-292
20. S. Alfalah, J. Falah, T. Alfalah, M. Elfalah, O. Falah: Perceptions toward Adopting Virtual Reality as a Learning Aid in Information Technology, *Education and Information Technologies* Izd. 23, svibanj 2018, str. 2633-2653
21. H. Yang, M. Cai, Y. Diao, R. Li, L. Liu, Q. Xiang: How does interactive virtual reality enhance learning outcomes via emotional experiences? A structural equation modeling approach, *Frontiers in Psychology* Izd. 13, siječanj 2023., članak 13
22. P. Milgram, F. Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, *IEICE Transactions on Information and Systems* Izd. 77, prosinac 1994., str. 1321-1329
23. <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-augmented-reality-brief-history>, dostupno 17.09.2023
24. <https://svarmony.com/blog/history-of-ar/>, dostupno 17.09.2023.
25. Z. Tacgin: *Virtual and Augmented Reality An Educational Handbook*, Cambridge Scholars Publishing, Newcastle, 2020.
26. J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, I. Wohlgenannt : A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda, *Computers & Education* Izd. 147, travanj 2020.



## Popis slika

Slika 2.1 Damoklov mač.....	3
Slika 2.2. Boeingov AR .....	4
Slika 2.3. Google glass.....	4
Slika 3.1. Stereoskop .....	8
Slika 3.2. Link-trainer .....	9
Slika 3.3. Sensorama.....	9
Slika 3.4. Telesphere Mask .....	10
Slika 3.5. Super Cockpita.....	11
Slika 3.6. Virtual Boy .....	12
Slika 3.8. Google cardboard VR.....	16
Slika 5.1. Likertova ljestvica za bodovanje u anketi .....	23
Slika 5.2. Grafički prikaz: Dobna skupina .....	24
Slika 5.3. Grafički prikaz: Vaš spol.....	24
Slika 5.4. Grafički prikaz: Stupanj obrazovanja.....	25
Slika 5.5. Grafički prikaz pitanja P1.1: Jeste li koristili VR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili? .....	26
Slika 5.6. Grafički prikaz pitanja P1.2: Koje vrste VR uređaja ste koristili? .....	27
Slika 5.7. Grafički prikaz tvrdnje T1.1: VR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave .....	28
Slika 5.8. Grafički prikaz tvrdnje T1.3: VR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka. ....	29
Slika 5.9. Grafički prikaz tvrdnje T1.2: VR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje. ....	29
Slika 5.10. Grafički prikaz tvrdnje T1.4: VR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.....	30
Slika 5.11. Grafički prikaz tvrdnje T1.5: VR tehnologija poboljšava ishode učenja. ....	31
Slika 5.12. Grafički prikaz tvrdnje T1.6: Dugotrajna upotreba VR-a može dovesti kod učenika/studenta do potencijalnih zdravstvenih problema. (Umor očiju, ovisnost, cybersickness i drugo).....	32
Slika 5.13. Grafički prikaz tvrdnje T1.8: VR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti. ....	33
Slika 5.14. Grafički prikaz tvrdnje T1.7: VR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.....	33

Slika 5.15. Grafički prikaz pitanja P2.1: Jeste li koristili AR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili? .....	34
Slika 5.16. Grafički prikaz pitanja P2.2: Koje vrste AR uređaja ste koristili? .....	35
Slika 5.17. Grafički prikaz tvrdnje T2.1: AR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave. ....	36
Slika 5.18. Grafički prikaz tvrdnje T2.2: AR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje. ....	36
Slika 5.19. Grafički prikaz tvrdnje T2.3: AR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka. ....	37
Slika 5.20. Grafički prikaz tvrdnje T2.4: AR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.....	38
Slika 5.21. Grafički prikaz tvrdnje T2.5: AR tehnologija poboljšava ishode učenja. ....	38
Slika 5.22. Grafički prikaz tvrdnje T2.6: AR tehnologija može stvoriti ovisnost kod učenika/studenta.....	39
Slika 5.23. Grafički prikaz tvrdnje T2.7: AR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.....	40
Slika 5.24. Grafički prikaz tvrdnje T2.8: AR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti. ....	40
Slika 5.25. Grafički prikaz pitanja P3.1: Kada bi tijekom svog obrazovanja imali priliku sudjelovati u istraživanju koje testira učinkovitost VR/AR, za koji sadržaj smatrate da bi bio najkorisniji za Vas? .....	41
Slika 5.26. Grafički prikaz pitanja P3.2: Prema Vašem mišljenju, koje poteškoće se mogu očekivati pri korištenju VR/AR tehnologije u obrazovanju? .....	42
Slika 5.27. Grafički prikaz pitanja P3.3: Koja bi opcija učenja bila bolja prema Vašem mišljenju, putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama (u učionici) ili unaprijed snimljenim VR/AR lekcijama koje možete pratiti samostalno?.....	43

## **Popis tablica**

Tablica 2.1. Uređaji koji se nose na glavi, HMD .....	7
Tablica 3.1. HMD-i povezani s kabelom .....	16
Tablica 3.2. Samostalni HMD-i (AiO) .....	17

# Prilozi

## Anketa

### AR i VR tehnologije u obrazovanju

Ova anketa je dio istraživanja o upotrebi tehnologija Virtualne stvarnosti (VR) i Proširene stvarnosti (AR) u obrazovanju i vašem osobnom mišljenju o njihovoj primjeni. Cilj istraživanja je saznati kako studenti razmišljaju o potencijalnoj integraciji AR i VR tehnologija u obrazovanje.

Anketa se provodi u svrhu prikupljanja podataka za potrebe pisanja diplomskog rada.

Anketa je anonimna te se odgovori i prikupljene informacije neće nigdje drugdje koristiti.

Anketa se sastoji od 4 odjeljka.

Hvala.

#### Dobna skupina

- Manje od 25 godina
- 25 - 34 godine
- 35 - 44 godine
- 45 ili više godina

#### Vaš spol

- Muško
- Žensko

#### Stupanj obrazovanja

- Završena srednja škola
- Završen preddiplomski studij
- Završen diplomski studij
- Završen poslijediplomski studij

### Virtualna realnost (VR) u obrazovanju

Jeste li koristili VR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?

- Igre / Zabava
- Obrazovanje

- Istraživanje
- Virtualna putovanja
- Posao
- Nisam je koristio/la

Koje vrste VR uređaja ste koristili?

- VR naočale (Google Cardboard, Samsung Gear VR i sl...)
- VR headset (HTC Vive i Oculus Rift)
- Mobilni VR headset (Meta (Oculus) Quest, Oculus Go, Vive Focus...)

VR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija poboljšava ishode učenja.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

Dugotrajna upotreba VR-a može dovesti kod učenika/studenta do potencijalnih zdravstvenih problema. (Umor očiju, ovisnost, cybersickness i drugo)

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

VR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

### **Proširena stvarnost (AR) u obrazovanju**

Jeste li koristili AR tehnologiju? Ako je Vaš odgovor „da“, u koju ste ju svrhu koristili?

- Igre / Zabava
- Obrazovanje
- Istraživanje
- Posao
- Nisam je koristio/la

Koje vrste AR uređaja ste koristili?

- AR naočale
- Mobilni telefon sa AR aplikacijom
- Nisam je koristio/la

AR tehnologija može povećati interes učenika/studenta tijekom nastave.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija može povećati motivaciju učenika/studenta za učenje.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija olakšava razumijevanje složenijih zadataka.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija može povećati kreativnost učenika/studenta.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija poboljšava ishode učenja.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija može stvoriti ovisnost kod učenika/studenta.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija pomaže učiteljima da bolje prilagode svoju nastavu za razne stilove učenja.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

AR tehnologija bi trebala postati standardna oprema u svim školama u budućnosti.

Potpuno se ne slažem 1 – 2 – 3 – 4 – 5 Slažem se potpuno

Kada bi u toku svog obrazovanja imali priliku sudjelovati u istraživanju koje testira učinkovitost VR/AR koji sadržaj smatrate da bi bio najkorisniji za Vas?

- Virtualni laboratoriji
- Interaktivna predavanja
- Simulacije stvarnih situacija
- Virtulana putovanja
- Umjetnički i kreativni sadržaj

Prema Vašem mišljenju, koje poteškoće se mogu očekivati pri korištenju VR/AR tehnologije u obrazovanju?

- Nedostatak pristupa potrebnoj opremi
- Visoki troškovi VR/AR uređaja
- Tehnički problemi i kvarovi
- Nedostatak iskustva u korištenju VR/AR-a
- Nedostatak dostupnih VR/AR sadržaja

Koja bi opcija učenja bila bolja prema Vašem mišljenju, putem VR/AR tehnologije uživo s profesorima i kolegama (u učionici) ili unaprijed snimljenim VR/AR lekcijama koje biste pratili samostalno?

- Učenje uživo u učionici
- Pristup snimljenim VR/AR lekcijama
- Nisam siguran

Sveučilište  
SjeverSVEUČILIŠTE  
SJEVERIZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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, BRANIMIR BILIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom AR I VR TEHNOLOGIJE U ŠKOLSTVU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Branimir Bilić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno 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.

Ja, BRANIMIR BILIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom AR I VR TEHNOLOGIJE U ŠKOLSTVU (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Branimir Bilić