

# Virtualna stvarnost u obrazovanju

---

Čiček, Igor

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:694645>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-23**

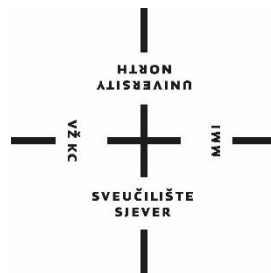


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 009/MMD/2020

**VIRTUALNA STVARNOST U  
OBRAZOVANJU**

Igor Čiček

Varaždin, rujan 2020.

## Sažetak

Sve bržim napretkom tehnologija otvaraju se nove mogućnosti za implementaciju istih u svim granama društva. Obrazovni sustav posebno može imati korist od implementacije novih tehnologija. Ovaj diplomski rad istražuje beneficije korištenja VR tehnologija u obrazovanju. Rad je podijeljen u dva dijela. U prvome teoretskom dijelu se istražuje klasični edukacijski sustav i njegove značajke kako bi se mogle usporediti prednosti korištenja VR sustava u obrazovanju. Zatim se rad okreće prema VR tehnologijama. Ukratko je istražena povijest virtualne stvarnosti kako bi se razbila predrasuda da je VR izrazito nova tehnologija koja je izumljena kroz zadnja dva desetljeća. Nakon kratke povijesti objašnjen je princip rada VR sustava i istraženo je trenutno stanje tehnologije. Nakon pregleda VR tehnologije istražuje se VR u obrazovanju. Koje grane visokog obrazovanja koriste VR sustave. Prednosti i mane VR-a u obrazovnom sustavu te potencijalne prepreke implementacije VR-a u obrazovni sustav.

U drugome dijelu diplomskog rada je provedeno istraživanje gdje su se ispitivali stavovi ispitanika o VR tehnologiji i uvođenju VR tehnologija u obrazovanje. Iznesene su hipoteze vezane uz temu i definirani su problemi vezani uz temu. Na kraju je napravljen osvrt na zaključke izvučene istraživanjem.

**Ključne riječi:** Virtualna stvarnost, obrazovanje, tehnologija, imerzija, stolni VR sustav, mobilni VR sustav

## **Abstract**

The ever-faster advancement of technologies opens new opportunities for their implementation in all branches of society. The education system in particular can benefit from the implementation of new technologies. This thesis explores the benefits of using VR technologies in education. The paper is divided into two parts. The first theoretical part explores the classical education system and its features in order to compare the advantages of using the VR system in education. Then the work turns to VR technologies. The history of virtual reality is briefly explored to break down the prejudice that VR is a distinctly new technology that has been invented over the last two decades. After a short history overview, the principle of operation of the VR system is explained and the current state of technology is investigated. After reviewing VR technology, VR in education is explored. Which branches of higher education use VR systems. Advantages and disadvantages of VR in the education system and potential obstacles to the implementation of VR in the education system.

In the second part of the paper, a research was conducted where the attitudes of respondents about VR technology and the introduction of VR technologies in education were examined. Topic-related hypotheses are presented, and topic-related problems are defined. Finally, a review is made of the conclusions drawn from the research.

**Keywords:** Virtual reality, education, technology, immersion, desktop VR system, mobile VR system

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| ODJEL                       | Odjel za multimediju  |  |
| STUDIJ                      | diplomski sveučilišni studij Multimedija  |  |
| PRISTUPNIK                  | Igor Čiček  | MATIČNI BROJ<br>0886/336D                  |
| DATUM                       | 16.06.2020.   | KOLEGIJ<br>Virtualna i proširena stvarnost |
| NASLOV RADA                 | Virtualna stvarnost u obrazovanju   |  |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Virtual reality in education  |  |
| MENTOR                      | Andrija Bernik  | ZVANJE<br>Docent                           |
| ČLANOVI POVJERENSTVA        | 1. izv.prof. Dean Valdec - predsjednik<br>2. doc.art. Robert Geček - član<br>3. doc.dr.sc. Andrija Bernik - mentor<br>4. doc.dr.sc. Emil Dumić - zamjenski član<br>5. _____ |  |

## Zadatak diplomskog rada

|      |  |
|------|--|
| BROJ | 009/MMD/2020   |
| OPIS | <p>Kako proširena stvarnost postaje sve pristupačnija i rasprostranjenija u svakodnevici, prvenstveno u industriji zabave počevši od video igara, adrenalinskih vožnji i ostalih VR iskustava, postavlja se pitanje da li je moguće uspješno implementirati virtualnu stvarnost u modernom obrazovanju.</p> <p>Diplomski rad će se fokusirati na prednosti virtualne stvarnosti u različitim granama obrazovanja te će izučavati koje su prednosti i mane korištenja navedene tehnologije. Premda je tehnologija virtualne stvarnosti relativno nova pokušati će se spoznati koje su potencijalne prepreke u implementaciji tehnologije u obrazovanju.</p> <p>U radu je potrebno istražiti i prezentirati:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- objasniti pojmove vezane uz virtualnu stvarnost</li><li>- prednosti i mane korištenja virtualne stvarnosti u obrazovanju</li><li>- potencijalne prepreke u implementaciji tehnologije u obrazovanju</li><li>- zaključak s kritičkim osvrtom</li></ul> |

ZADATAK URUČEN

19. 06. 2020.



POTPIS MENTORA

Bernik

IZJAVA 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, Igor Čiček (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica ~~završnog/diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Virtuelna stvarnost u obrazovanju (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Igor Čiček  
(vlastoručni potpis)

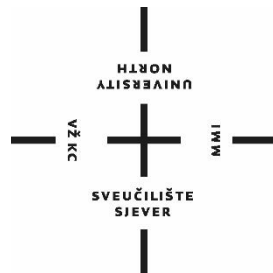
Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni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

Ja, Igor Čiček (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Virtuelna stvarnost u obrazovanju (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Igor Čiček  
(vlastoručni potpis)

**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij Multimedija**



DIPLOMSKI RAD br. 009/MMD/2020

**VIRTUALNA STVARNOST U  
OBRAZOVANJU**

Student:  
Igor Čiček, 0886/336D

Mentor:  
doc. dr. sc. Andrija Bernik

Varaždin, rujan 2020.





## **Predgovor**

Tema ovog diplomskog rada je proizašla iz zainteresiranosti za nove tehnologije, premda je tehnologija virtualne stvarnosti kroz zadnje desetljeće postigla veliki napredak te je postala opće dostupna. Na kolegijima vezanim uz tehnologije virtualne stvarnosti imao sam se priliku susresti sa samom tehnologijom koja je pobudila interes za temu. Na temelju toga sam odlučio dalje istražiti potencijalne scenarije u kojima se navedena tehnologija može koristiti, te se to pretvorilo u ovaj diplomski rad.

Ovim putem zahvaljujem mentoru doc. dr.sc. Andriji Berniku, pred. na pruženoj pomoći, savjetima i dostupnosti tijekom pisanja ovog rada. Također ovim putem želim zahvaliti prijateljima i obitelji na ukazanoj podršci i razumijevanju prilikom pisanja diplomskog rada.

## **Popis korištenih kratica**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>VR</b>       | Virtual Reality                                      |
| <b>HMD</b>      | Head-mounted display                                 |
| <b>USD</b>      | United States Dollar                                 |
| <b>VE</b>       | Virtual Environments                                 |
| <b>CES</b>      | Consumer Electronic Show                             |
| <b>LCD</b>      | Liquid Crystal Display                               |
| <b>LED</b>      | Light Emitting Diode                                 |
| <b>FOV</b>      | Field of view  |
| <b>OLED</b>     | Organic light emitting diode                         |
| <b>STEAM</b>    | Science, technology, engineering and mathematics     |
| <b>AVCATT-A</b> | The Aviation Combined Arms Tactical Trainer-Aviation |
| <b>VoD</b>      | Video on demand                                      |

## Sadržaj

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 1.     | Uvod.....   | 1         |
| 2.     | Značajke klasičnog edukacijskog sustava .....   | 2         |
| 2.1.   | Stratifikacija .....  | 2         |
| 2.2.   | Specifičnost/orijentacija .....   | 3         |
| 2.3.   | Upravljanje .....   | 4         |
| 3.     | VR tehnologija .....  | 5         |
| 3.1.   | Definiranje VR tehnologije .....  | 5         |
| 3.2.   | Razvoj VR tehnologije .....   | 5         |
| 3.2.1. | <i>Razvoj VR tehnologije kroz povijest.....</i>   | <i>6</i>  |
| 3.2.2. | <i>Tablični pregled razvoja VR sustava.....</i>   | <i>9</i>  |
| 3.3.   | Princip rada VR sustava .....   | 10        |
| 3.4.   | Istraživanje trenutnog stanja VR tehnologije .....  | 12        |
| 3.4.1. | <i>Usporedba Desktop VR sustava .....</i>   | <i>12</i> |
| 3.4.2. | <i>Usporedba mobilnih VR sustava .....</i>  | <i>13</i> |
| 3.4.3. | <i>Broj prodanih primjeraka VR sustava.....</i>   | <i>14</i> |
| 4.     | VR u obrazovanju .....  | 15        |
| 4.1.   | Grane visokog obrazovanja i primjena VR-a .....   | 15        |
| 4.1.1. | <i>STEM školstvo.....</i>   | <i>15</i> |
| 4.1.2. | <i>Vojno obrazovanje .....</i>  | <i>16</i> |
| 4.1.3. | <i>Povijest.....</i>  | <i>17</i> |
| 4.2.   | Prednosti VR-a u obrazovanju.....   | 17        |
| 4.3.   | Mane VR-a u obrazovanju.....  | 19        |
| 4.4.   | Potencijalne prepreke u implementaciji VR-a u obrazovanju .....   | 20        |
| 5.     | Istraživanje .....  | 22        |
| 5.1.   | Definiranje problema.....   | 22        |
| 5.2.   | Svrha i cilj istraživanja .....   | 22        |
| 5.3.   | Istraživačka pitanja .....  | 22        |
| 5.4.   | Hipoteze.....   | 23        |
| 5.5.   | Metodologija.....   | 23        |
| 5.5.1. | <i>Ispitanici.....</i>  | <i>23</i> |
| 5.5.2. | <i>Mjerni instrumenti.....</i>  | <i>24</i> |
| 5.5.3. | <i>Postupak.....</i>  | <i>24</i> |
| 6.     | Rezultati istraživanja.....   | 25        |
| 6.1.   | Analiza općih podataka ispitanika.....  | 25        |
| 6.2.   | Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona .....   | 28        |
| 6.3.   | Ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje..... | 31        |

|   |    |
|---|----|
| 6.4. Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja..... | 37 |
| 7. Interpretacija rezultata.....  | 44 |
| 7.1. Hipoteza 1.....  | 44 |
| 7.2. Hipoteza 2.....  | 45 |
| 7.3. Hipoteza 3.....  | 47 |
| 8. Zaključak.....   | 49 |
| 9. Literatura.....  | 50 |
| 10. Popis slika i tablica.....  | 52 |
| 11. Prilozi.....  | 55 |

## 1. Uvod

Digitalni uređaji se sve više usvajaju u svrhe učenja i obrazovanja. To se posebice može primijetiti u razdoblju od 1997. do 2006., kada su se intenzivno koristila umrežena računala za zajedničko učenje, te u razdoblju od 2007. do 2016., kada je takozvano internetsko digitalno učenje postalo rašireno. Tijekom ta dva razdoblja ljudi su preispitivali potencijal iskorištavanja novih tehnologija poput virtualnih okruženja za učenje i mobilnih uređaja. U posljednje vrijeme tehnologije virtualne stvarnosti (VR) aktivno se uključuju u obrazovanje, poučavanje i osposobljavanje u različitim domenama primjene. [1]

Iako VR nije novost, razvoj imerzivnih tehnologija u posljednjih deset godina – u smislu vizualizacije i interakcije – učinilo je VR sve privlačnijim za znanstvenike. Najnoviji VR zasloni poput HTC Vive ili Oculus Rift, omogućuju korisnicima da iskuse visok stupanj imerzije. Pojam imerzija opisuje sudjelovanje korisnika u virtualnom okruženju tijekom kojeg njegova svijest o vremenu u stvarnom svijetu često postaje nepovezana. Isto tako, niskobudžetni HMD-ovi za mobilne uređaje, kao što su Samsung Gear VR i Google Cardbord, omogućuju svima da iskuse imerzivna virtualna okruženja. [1]

Predviđa se da će tržište HMD-a biti procijenjeno na 25 milijardi USD do 2022. godine, rastući po godišnjoj stopi rasta od 39.52% između 2019. i 2025. s toga je idealno vrijeme za istraživanje imerzivnog VR-a, ponajprije zbog povećanih mogućnosti VR tehnologije i sve pristupačnije cijene. [1]

## **2. Značajke klasičnog edukacijskog sustava**

Europski sustav visokog obrazovanja vrlo je raznolik. S obzirom na njegovu veličinu, europski edukacijski sustav visokog obrazovanja usporediv je s američkim sustavom visokog obrazovanja. U Europskoj uniji ima 3 300 visokoobrazovnih ustanova i otprilike 4 000 u Europi kao jednoj cjelini. No međutim, u usporedbi sa američkim sustavom europski sustav je puno složeniji jer se primarno organizira na nacionalnoj i regionalnoj razini, svaki sa svojim zakonodavnim uvjetima, kulturno-povijesnim okvirima i velikim brojem različitih jezika. [2]

Razvrstavanje obrazovnih sustava u tipologije, uzimajući u obzir „karakteristike sustava“, nije lak zadatak. Različiti autori su razradili različite tipologije, često koristeći karakteristike koje u određenoj mjeri nalikuju jedna drugoj, dok se istovremeno razlikuju u nekim bitnim značajkama. Štoviše često se isti tipovi obrazovanja mogu pronaći pod različitim imenima, ili se pod istim imenom nalaze različiti tipovi obrazovanja. Ukratko će biti sažeto koje karakteristike obrazovnog sustava utječu na ishode. Kako bi se omogućio jednoličan pristup, destilirane su tri ključne dimenzije iz literatura: „stratifikacija“, „specifičnost/orijentacija“ i „upravljanje“. Ove ključne dimenzije su pojednostavljena višestrukog dizajna obrazovnih sustava, koja se prvenstveno koriste kako bi se implicirale specifične karakteristike šireg spektra sustava. [3]

### **2.1. Stratifikacija**

Stratifikacija obrazovnog sustava definira je kao stupanj usmjeravanja učenika sa različitim sposobnostima prema različitim obrazovnim krajnjim točkama. Sljedeće varijable se upotrebljavaju za označavanje stratificiranosti obrazovnog sustava:

- Dob prvog odabira smjera ili vrijeme provedeno u specifičnom smjeru, uzimajući u obzir ne samo razlike u početnoj dobi, već i razlike u očekivanim godinama obrazovanja
- Broj smjerova na raspolaganju u određenoj dobi
- Stupanj „mobilnost“ između smjerova

- Stupanj u kojem se akademska uspješnost koristi za upravljanje pristupa različitim smjerovima i školama

Arhetipski primjer visoko stratificiranog sustava je njemački sustav u kojem su učenici rano podijeljeni (10 godina starosti) u smjerove koji se uvelike razlikuju u sadržaju nastavnih planova.

Suprotno tome, u manje stratificiranim obrazovnim sustavima (npr. SAD ili Skandinavske zemlje) podijele po smjerovima započinje kasnije, kurikulum različitih smjerova se manje razlikuje, veća je „mobilnost“ između smjerova. [3]

## 2.2. Specifičnost/orijentacija

Kvantitativni koncept stratifikacije sam po sebi nije dovoljan da u potpunosti prepozna različite „orijentacije“ ili „logike“ obrazovnih sustava. U literaturama često se dijele zemlje na „profesionalno orijentirane“ zemlje od „akademsko orijentiranih“ zemalja, ne na temelju dobi odabira smjera, već uglavnom na ciljeve obrazovnog sustava. Profesionalno orijentirani sustavi primarno uzimaju za cilj pripremanje i osposobljavanje svojih učenika za određeno radno mjesto na tržištu rada. S druge strane, primarni cilj akademsko orijentiranih sustava je što veći omjer učenika na što višoj razini općih sposobnosti (s upisom u tercijarno obrazovanje kao prvi cilj). Kao za primjer se uzima Njemački strukovni obrazovni sustav naspram Francuskog. [3]

Njemačka ima vrlo dugu tradiciju strukovnog obrazovanja s jasnom profesionalnom orijentacijom. Povijesno gledano, veliki dio stanovništva prošao je stručnu spremu i to školovanje je bilo „specifično“ u smislu da je usko povezano sa zahtjevima određenog posla. Kako bi postigli visoku stručnu spremu, poslodavci su sudjelovali u dizajniranju obrazovnog sustava u velikoj mjeri. Uz to uspostavljen je sustav prakse u kojem je formalno obrazovanje u strukovnom obrazovanju kombinirano sa stjecanjem praktičnog iskustva na radnom mjestu. [3]

S druge strane, u Francuskoj je obrazovna tradicija imala veliku sklonost teorijskom, tj. apstraktnom znanju nad praktičnim vještinama. Kada je uvedeno strukovno obrazovanje, glavni cilj nije bila priprema učenika za određeno zanimanje, već više pružanje mogućnosti učenicima niže opće sposobnosti da steknu barem neku

kvalifikaciju na svojoj razini. Kao posljedica toga, strukovno obrazovanje djeluje više kao preostali sustav za one koji nisu uspješni u školi. [3]

### **2.3. Upravljanje**

Sljedeća karakteristika pod nazivom „standardizacija“ definirana kao „stupanj do kojeg kvaliteta obrazovanja zadovoljava iste standarde širom zemlje.“ Varijable kao što su obuka nastavnika, školski proračuni, nastavni programi i ujednačenost ispita su relevantni za mjerenje položaja obrazovnog sustava u ovoj dimenziji. Ova definicija je uglavnom osmišljena kako bi se razlikovao američki sustav sa jedne strane, a europski sa druge. U usporedbi s američkim, svi europski sustavi mogli bi se označiti kao „visoko standardizirani“. Na primjer, u Sjedinjenim Državama se nastavni programi razlikuju od škole do škole; uvjeti za stjecanje srednjoškolske kvalifikacije su samo djelomično formalizirani. Vrlo su velike razlike između različitih školskih četvrti i unutar njih izdaci po učeniku i plaće nastavnika. Europski sustavi su u ovim točkama više standardizirani. [3]



## **3. VR tehnologija**

### **3.1. Definiranje VR tehnologije**

Pojmovi virtualna stvarnost (VR) i virtualno okruženje (VE) se u računalnoj zajednici koriste naizmjenično, te su najpopularniji pojmovi za opisivanje tehnologije virtualne stvarnosti, no postoje mnogi drugi pojmovi koji se koriste za opisivanje virtualne stvarnosti: Sintetičko iskustvo (engl. Synthetic Experience), Virtualni svjetovi (engl. Virtual Worlds), Umjetni svjetovi (eng. Artificial Worlds) ili Umjetna stvarnost (engl. Artificial Reality). [4]

Svi ti pojmovi označavaju istu vrstu tehnologije:

- Interaktivna grafika u stvarnom vremenu s trodimenzionalnim modelima u kombinaciji s tehnologijom stereoskopskog zaslona koji omogućuje korisniku uranjanje u virtualni svijet i direktnu manipulaciju istoga. [5]
- Iluzija sudjelovanja u sintetičkom okruženju, a ne vanjsko promatranje takvog okruženja. VR se oslanja na trodimenzionalni stereoskopski zaslon koji prati pokrete glave, ruku i tijela i binauralni zvuk. VR je imerzivno, multi-senzorno iskustvo. [6]
- Virtualna stvarnost se odnosi na imerzivno, interaktivno, multi-senzorno, trodimenzionalno okruženje generirano na računalu i u kombinaciji sa tehnologijom potrebnom za izgradnju takvih okruženja. [7]

### **3.2. Razvoj VR tehnologije**

Premda je VR tehnologija doživjela komercijalan uspjeh tek početkom prošlog desetljeća, sama tehnologija virtualne stvarnosti vuče korijene iz 19. stoljeća otkrićem stereoskopske slike. Kroz dvadeseto stoljeće bilježimo prve tehnološke napretke u razvijanju tehnologije virtualne stvarnosti te prve neuspjele pokušaje komercijalnih VR ustava.

### 3.2.1. Razvoj VR tehnologije kroz povijest

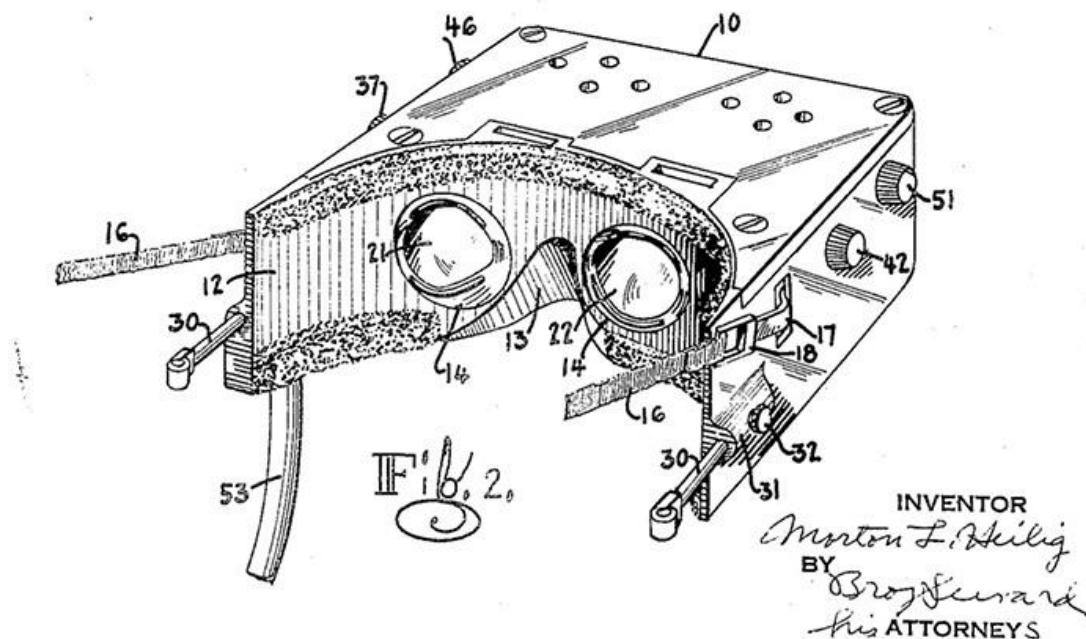
Prva ideja virtualne stvarnosti je konceptualizirana 1935 godine. U kratkoj priči „Pygmialion's Spectacles“ autor, Stanley G. Weinbaum opisuje naočale koje omogućuju korisniku gledanje filma iz prvog lica u kojem je gledatelj glavni protagonist, te je u potpunoj interakciji sa filmom kroz sliku, zvuk, osjet mirisa i okusa i kroz taktilnu percepciju. Gledatelj može pričati sa likovima te oni odgovaraju na pitanja i ostale interakcije. Weinbaum piše tu priču prije izuma računala, a televizija je tek bila u svojim ranim počecima. Uspoređujući moderne VR sustave i Weinbaumovu ideju, ne moguće je zanemariti izrazito velike sličnosti između prvotne ideje i trenutnog stanja tehnologije. [8]

Kinematograf, Morton Heilig razvija ideju „Kino budućnosti“ (engl. „The Cinema of the Future“) koje bi obuhvaćalo sva ljudska osjetila, te je kratko nakon toga predstavio „Sensorama“, mehanički kabinet, po izgledu sličan arkadnom tipu štandova za igre, za koje je snimio nekolicinu kratkih filmova. Kabinet je imao mnoge značajke modernih VR sustava kao što su stereoskopski 3D zaslon, stereo zvučnike i haptičke povratne informacije (engl. haptic feedback) kroz vibracije u sjedalu. [8]



*Slika 3.1 The Sensorama*

Kratko nakon izuma Sensoramae, Heilig je patentirao „Telesphere Mask, prvi HMD stil zaslona koji je omogućio stereoskopski 3D prikaz i stereo zvuk. Dimenzijama i izgledom patent je puno više nalik modernim VR sustavima. [8]



Slika 3.2 The Telesphere Mask

Prvi komercijalni pokušaji VR tehnologije u ranim devedesetima su bili prožeti tehničkim problemima uzrokovanim nedovoljno razvijenom tehnologijom. Godine, 1993., Sega, kompanija koja se bavila razvojem računalnih igara i konzola za računalne igre je najavila Sega VR na CES konferenciji. Prvenstveno je cijena uređaja trebala iznositi 200 dolara što je bilo relativno pristupačna cijena, međutim sustav nikada nije postao dostupan javnosti. Tom Kalinske, CEO kompanije je naknadno objasnio da u internom testiranju većina ljudi razvila snažne glavobolje i mučnine. [8]

Istovremeno Nintendo je predstavio i pustio u prodaju svoju verziju VR-a pod nazivom „Virtual Boy“. To je bio prvi prijenosni sustav koji je omogućio stereoskopski 3D prikaz, međutim „Virtual Boy“ je bio prožet mnogim tehničkim problemima zbog inferiorne tehnologije. Početna testiranja su rezultirala drhtavom slikom što je bilo direktno uzrokovano LCD zaslonom te je finalna verzija zadržala samo crvene LED diode. Prvenstveno je sustav bio namijenjen za nošenje na glavi sa sensorima za pokret, ali zbog mučnina i glavobolja finalna verzija je isporučena sa postoljem koje je bilo predviđeno da stoji na stolu. Sustav je bio veliki neuspjeh koji nije zadovoljio prodajom te je povučen sa tržišta unutar godine dana. [8]

Poduzetnik Palmer Luckey, 2010. godine, razvija seriju HMD prototipa, fokusirajući se na nisku cijenu, responzivnost, veliki FOV i razumnu težinu sustava. Šesta iteracija sustava pod nazivom Oculus Rift je predstavljena na Kickstarter web stranici za grupno financiranje (engl. crowdfunding). Kickstarter kampanja je bila izrazito uspješna, prikupljeno je 2.4 milijuna dolara, što je 980 posto više od prvenstvenog cilja. Oculus Rift predstavlja početak modernih potrošačkih VR sustava. [8]

### 3.2.2. Tablični pregled razvoja VR sustava

Tablica 1: Pregled razvoja VR sustava [9]

| 19. stoljeće |   |
|--------------|---|
| 1838.        | Sir Charles Wheatstone; Izum stereoskopa  |
| 20. stoljeće |   |
| 1929.        | Edwin Link; izum prvog simulatora leta „Blue Box“   |
| 1950.        | VR sustavi postaju jednostavniji i postaju HMD  |
| 1962.        | Prototip „Sensorama“ mehanički kabinet  |
| 1968.        | Drugi head-mounted VR, također prvi sustav sa praćenjem pokreta koji je bio povezan sa računalom  |
| 1978.        | MIT tim je razvio „Aspen Movie Map“ sustav koji je omogućavao virtualnu turu kroz Aspen, Colorado   |
| 1984.        | Jaron Lanier (također zaslužan za popularizaciju naziva Virtual Reality) osniva tvrtku VPL Research; tvrtka zaslužna za „Dana Glove“, „EyePhone“ i „Audio Sphere“ |
| 1993.        | Predstavljen Sega Genesis VR sustav   |
| 1995.        | Nintendo pušta u prodaju „Virtual Boy“ VR sustav  |
| 21. stoljeće |   |

|       |  |
|-------|--|
| 2007. | Google predstavlja aplikaciju „Street View“ koja realistično prikazuje karte diljem svijeta, a 2010.g predstavlja stereoskopski 3D prikaz  |
| 2010. | Lucky Palmer; Prvi prototip za Oculus Rift   |
| 2014. | Mark Zuckerberg kupuje Oculus Rift VR za 2.3 milijarde dolara  |
| 2014. | Google razvija „Google Cardboard“, VR platformu koja koristi pametne telefone umjesto klasičnih VR zaslona, namijenjena širokoj populaciji sa izrazito niskom cijenom.   |
| 2014. | FOVE, prvi VR sustav sa praćenjem kretanja očiju   |
| 2015. | HTC i Valve razvijaju VR sustav pod nazivom „HTC Vive, koji omogućava kretanje korisnika u 3D prostoru i korištenje upravljača (engl. controller) sa praćenjem pokreta koji omogućuju korisniku interakciju sa objektima |
| 2016. | Sony pušta u prodaju „Project Morpheus“, VR sustav za PlayStation 4  |

### 3.3. Princip rada VR sustava

U ovome poglavlju će se ukratko istražiti princip rada VR sustava te potrebne tehnologije za korištenje istog. Premda postoje različiti profesionalni sustavi za simulaciju virtualne stvarnosti ovo poglavlje će se fokusirati na komercijalno dostupne Desktop VR sustave.

Kako bi virtualna okruženja trebala simulirati stvarni svijet, potrebno je „prevariti“ korisnikova osjetila, kako bi se dobio osjećaj stvarnosti. Potrebno je pronaći balans između imerzije i izvedivosti. Koji su najvažniji podražaji i koja razina kvalitete mora biti kako bi prevarili osjetila i postigli najbolju imerziju? [4]

Čovjek većinu informacija prima osjetom vida (70%), pa tako najveći napredak i istraživanja su fokusirana baš na to osjetilo. Drugo najvažnije osjetilo je osjetilo sluha (20%) te je tijekom dizajniranja VR sustava uzeto u obzir. Osjet dodira (4%) uglavnom ne igra pre veliku ulogu u stvaranju imerzije, te se koristi samo prilikom dizajniranja VR sustava visoke preciznosti, kada je dodir neophodan. Osjet mirisa (5%) i osjet

okusa (1%) uglavnom nisu zastupljeni u komercijalnim VR sustavima zbog niske razine imerzije i poteškoća u implementaciji istih. [4]

Glavna komponenta svih komercijalnih VR sustava je HMD koji je zaslužan za projekciju stereoskopske slike koja daje iluziju dubine. U desktop VR sustavima, sami render slike se ne događa u HMD-u već u računalu sa kojim je sustav povezan. Prva generacija sustava je bila povezana isključivo fizički putem kabla, dok nove generacije pretežno postaju bežično povezane sa računalom kako bi se omogućila sloboda kretanja što nas dovodi do mogućnosti kretanja u prostoru. Dok su prvi sustavi uglavnom bili stacionarni, uzastopni modeli su omogućili kretanje unutar 4.5m x 4.5m zone. Kretanje korisnika se prati uz pomoć vanjskih senzora koji mapiraju poziciju korisnika u prostoru. Noviji modeli sve više prihvaćaju tehnologiju „inside-out tracking“ je su senzori za praćenje implementirani u sami HMD. [8]

Haptične povratne informacije su implementirane u većinu modernih upravljača, no mogućnosti su ograničene. Većina haptičnih povratnih informacija se svodi na vibraciju upravljača prilikom neke vrste interakcije sa virtualnim svijetom. Provode se velike količine istraživanja kako bi se omogućila realnija razina interakcije sa virtualnim svijetom kroz haptične povratne informacije. Premda trenutno ne postoji niti jedan komercijalno dostupan sustav koji dolazi sa naprednim haptičnim sustavima, kompanije poput HaptX i bHaptics su usko specijalizirane za razvoj i proizvodnju dodatne opreme za VR koja se fokusira na haptične povratne informacije poput rukavica, prsluka i odjela. [8]

Kako zvuk igra veliku ulogu u imerziji korisnika, koristi se 3D zvuk koji funkcionira na principu snimanja binaural zvuka. Binaural snimanje zvuka se bazira na dva kanala koji se snimaju uz pomoć posebnih mikrofona koji simuliraju ljudsku glavu. Kako bi se iskusio 3D zvuk u VR sustavu potrebno je koristiti slušalice. [8]

Svi high-end desktop VR sustavi dolaze sa upravljačima koji prate poziciju korisnikovih ruku u 3D prostoru, neke verzije upravljača dolaze i sa višestrukim zonama pritiska koje omogućavaju korisniku interakciju sa objektiva u virtualnom svijetu sa individualnim prstima.

U ovom poglavlju su obrađeni osnovni principi rada i potrebne tehnologije kako bi se moglo implementirati imerzivno VR iskustvo, no razvija se i istražuje svaka od pojedinih tehnologija VR sustava, zasloni više rezolucije i brže osvježavanje slike, haptični prsluci i rukavice, traka za kretanje u svim smjerovima praćenje pokreta očiju, praćenje pokreta ruku bez upravljača i slično.

### 3.4. Istraživanje trenutnog stanja VR tehnologije

Većina proizvođača VR sustava razvija slične HMD sustave. Kombiniraju sustav koji se nosi na glavi sa integriranim zvukom kroz slušalice i upravljači sa integriranim senzorima pokreta. Za potrošačke VR sustave, trenutno su najbolje iskustvo pružaju HTC Vive i Oculus Rift. Pružaju najrealističnije iskustvo u kombinaciji sa najboljim hardverom na tržištu. Windows Mixed Reality je teško uvrstiti u jedinstvenu kategoriju zbog raznih verzija proizvoda, ali većina spada u „High-end“ dio spektra VR tehnologije. Playstation VR je alternativni sustav koji je pristupačniji i ne zahtjeva snažno računalo, jedino što je potrebno je PlayStation 4 konzola. Mnogi hvale Playstation VR zbog njegove pristupačnosti i jednostavnosti korištenja. [8]

Mobilni VR sustavi se oslanjaju na hardver pametnih telefona te jedino što dodatno potrebno nabaviti je kućište koje omogućava nošenje na glavi. Zbog velike raširenosti pametnih telefona i jeftine cijene kućišta, mobilni VR je namijenjen širokim masama te je idealan „entry-level“ VR sustav. Jedan od nedostataka je slabi hardver koji u usporedbi s Desktop varijantama daje neusporedivo lošija VR iskustva. [8]

#### 3.4.1. Usporedba Desktop VR sustava

Tablica 2: Usporedba desktop VR sustava [8]

|           | HTC Vive        | Oculus Rift | Windows Mixed Reality | PlayStation VR |
|-----------|-----------------|-------------|-----------------------|----------------|
| Platforma | Windows ili Mac | Windows     | Windows               | Playstation 4  |



|                     |                              |                            |  |                                   |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|
| Iskustvo            | Stacionarno, veličina sobe   | Stacionarno, veličina sobe | Stacionarno, veličina sobe                   | Stacionarno                       |
| FoV                 | 110 stupnjeva                | 110 stupnjeva              | 100 stupnjeva                                | 100 stupnjeva                     |
| Rezolucija (po oku) | 1080 x 1200<br>OLED          | 1080 x 1200<br>OLED        | Varira (1440 x 1440 LCD)                     | 1080 x 960<br>OLED                |
| Težina              | 0.54 kg                      | 0.64 kg                    | Varira (0.17 kg)                             | 0.59 kg                           |
| Brzina osvježavanja | 90 Hz                        | 90 Hz                      | Varira (60-90 Hz)                            | 90-120 Hz                         |
| Upravljači          | Dual motion wand controllers | Dual motion controllers    | Dual motion controllers, inside-out tracking | Dual PlayStation move controllers |

### 3.4.2. Usporedba mobilnih VR sustava

Tablica 3: Usporedba mobilnih VR sustava [8]

|                       | Samsung Gear VR          | Google Daydream                      | Google Cardboard      |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Platforma             | Android                  | Android                              | Android i iOS         |
| Iskustvo              | Stacionarno              | Stacionarno                          | Stacionarno           |
| FoV                   | 101 stupnjeva            | 90 stupnjeva                         | Varira (90 stupnjeva) |
| Rezolucija            | 1440 x 1280 Super AMOLED | Varira (Pixel XL 1440 x 1280 AMOLED) | Varira                |
| Težina (bez mobitela) | 0.34 kg                  | 0.22 kg                              | Varira (0.09 kg)      |
| Brzina osvježavanja   | 60 Hz                    | Varira (minimalno 60 Hz)             | Varira                |

|            |  |                             |                          |
|------------|--|-----------------------------|--------------------------|
| Upravljači | Headset touchpad,<br>single motion<br>controller | Single motion<br>controller | Single headset<br>button |
|------------|--|-----------------------------|--------------------------|

### 3.4.3. Broj prodanih primjeraka VR sustava

Tablica 4: Broj prodanih primjeraka VR sustava [8]

| Sustav              | Broj prodanih primjeraka (do 2018. godine) |
|---------------------|--|
| HTC Vive            | 1.35 milijuna                              |
| Oculus Rift         | 1.1 milijun                                |
| Sony PlayStation VR | 3.35 milijuna                              |
| Samsung Gear VR     | 8.2 milijuna                               |
| Google Daydream     | 2.35 milijuna                              |
| Google Cardboard    | Više od 10 milijuna                        |

## **4. VR u obrazovanju**

Ključno pitanje korištenja novih tehnologija u obrazovanju i dalje je sposobnost predavača da konceptualiziraju kako najbolje integrirati tehnologiju u kurikulum, a nove tehnologije trebaju nove pedagoške strategije i vjerodostojno ocjenjivanje. Iako se može zamisliti scenarij u predavačkom teatru gdje svi studenti nose VR HMD, dok kolektivno gledaju virtualno predavanje, takvi primjeri zamjene postojećih pedagoških strategija i prakse ne iskorištavaju obrazovni potencijal VR-a. Suprotno tome, omogućavanjem korisnički generiranog sadržaja potencijalno se omogućuje umreženje pedagogije usmjerene na razvoju studentove kreativnosti i sposobnosti, premošćući raskorak između iskustva studenta s tehnologijom unutar predavaonice i njihovim iskustvom izvan predavaonice. Koncept aktivnog VR-a usklađuje se s ciljem dizajniranja pedagogija koje su fokusirane na umrežena i autentična interaktivna iskustva u čijem središtu je student. Umreženo učenje stavlja veliki fokus na suradnju, odlučnost, povjerenje i organizaciju u procesu učenja. Primjeri umreženih pedagogija usmjerenih na studente uključuju socijalni konstruktivizam, razgranato učenje i heutagogiju. Socijalni konstruktivizam usredotočuje se na suradnju i naglašava važnost vođenja studenata od strane naprednijih i iskusnijih studenata, koji će im omogućiti napredak izvan onoga što bi mogli sami postići. Razgranato učenje koristi dizajn ekologije resursa i podržava studente da razvijaju kreativnost i suradnju. Heutagogija preusmjerava standardni pristup, gdje je profesor glavni izvor znanja, prema sposobnosti studenta da uči izvan ograničenih umjetnih okruženja koja su karakteristična za standardni pristup učenju. [10]

### **4.1. Grane visokog obrazovanja i primjena VR-a**

#### **4.1.1. STEM školstvo**

Zbog velikog procvata u 3D virtualnim svjetovima za zabavu, raste interes za implementaciju VR-a u obrazovne svrhe. Iako se vidi razvoj VR-a u obrazovne svrhe, većina još uvijek koristi tehnologiju kako bi unaprijedili i ojačali klasične metode poučavanja koristeći novu platformu bez promijene pedagogije učenja i predavanja.

Suvremene tehnologije pa tako i VR bi trebale biti primijenjene u STEM obrazovanju tako da poveća učinkovitost i zainteresiranost za učenje i istraživanje. U ovome primjeru je prikazano kako se može implementirati 3D virtualni sustav učenja koji simulira STEM eksperimente u virtualnom laboratoriju koji pospješuje učenje.

U prvome eksperimentu studenti uče kako mjeriti električne vrijednosti sa multimetrom, na analognom strujnom krugu. U virtualnoj realnosti student je u mogućnosti koristiti multimetar i sve njegove postavke kako bi pravilno očitao tražene vrijednosti u eksperimentu. Također studentu su dostupne sve komponente strujnog kruga sa kojima je moguće manipulirati kako bi zadovoljio zadane parametre zadatka. [11]

U drugome eksperimentu je studentima predstavljeno virtualno okruženje za provođenje kemijskih pokusa. Studenti imaju pristup opremi za provođenje pokusa kao što su čaše, epruvete, tikvice, alkoholni plamenici, razne vrste kemikalija i slično. Kada student dotakne bilo koju od kemikalija, prikaže mu se tekstualni kemijski sastav tvari. Student je u mogućnosti manipulirati i miješati razne kemikalije i tvari koje reagiraju sa odgovarajućim kemijskim reakcijama. [11]

#### **4.1.2. Vojno obrazovanje**

U ovom poglavlju, na primjeru simulatora borbenog helikoptera, se raspravlja o obrazovanju i treniranju vojnog osoblja uz pomoć VR sustava.

Ovo je vjerojatno najpoznatija primjena VR-a u vojne svrhe. Borbeni simulatori postoje već dugo vremena i kroz vrijeme su se simulatori unaprijedili. Područje primjene borbenih simulatora je jako rašireno. Svi obrambeni odjeli (zračne snage, mornarica i vojska) koriste simulatore s virtualnom stvarnošću kako bi simulirali avione, helikoptere, fregate, podmornice, tenkove i slično. Budući da je područje primjene rašireno, raspravlja se samo o primjeni na simulaciji helikoptera. Ovaj bi primjer trebao dati općenitu ideju o sličnim borbenim simulatorima. AVCATT-A je sustav helikopterske borbene obuke koji koristi simulaciju virtualne stvarnosti. Svrha sustava je osposobljavanje posade helikoptera. Sustav simulira realne uvjete sa bojnog polja kao što su dim, snijeg, prašina ili pjesak, promijene smjera puhanja vjetra,

vidljivost, temperaturu i oblačne uvijete. Sustav koristi HMD za simuliranje svijeta, a kokpit je kombiniran između virtualnih komponenti i fizičkih komponenti u stvarnom svijetu. [12]

### **4.1.3. Povijest**

U istraživanju provedenom 2018. godine, provedenom na 25 studenata u polju osnovno školskog obrazovanja na temu „Analiza i uporaba VR-a u edukacijske svrhe u području povijesti“ zaključeno da je sadržaj dostupan uz pomoć VR-a povećao dugoročno stečeno znanje. [13]

U istraživanju studentima je pružen video i audio sadržaj za upoznavanje Kaaba-e koji se odnosi na Islamsku povijest. Sudionici su mogli audio informacije kroz interakciju sa točkama interesa prilikom šetnje oko Kaaba-e. Sadržaj je razvijen bez vremenskog ograničenja kako bi sudionici mogli ponavljati interakcije sa sadržajem koliko su željeli. Podaci su prikupljeni kroz intervju sa svakim sudionikom posebno. U intervju 76% sudionika je izjavilo da nikada prije nisu koristili VR sustav, dok je 24% izjavilo da je koristilo VR barem jednom prije istraživanja. Stopa usvajanja nove tehnologije kod sudionika koji nisu prethodno koristili VR je bila visoka. Sudionici su izjavili da su se uz pomoć VR mogli puno bolje uživjeti u sadržaj koji je bio puno uzbudljiviji i zanimljiviji od klasičnih tehnika obrazovanja što je povećalo zanimanje i motiviranost za sadržaj, što je konsekventno pridonijelo boljem i dugotrajnijem svladavanju nastavnog sadržaja. [13]

## **4.2. Prednosti VR-a u obrazovanju**

Promjena fokusa sa profesora na studenta; VR omogućuje mnoge nove načine učenja. VR omogućuje promjenu sa starih pedagogija jer omogućava interakciju uz pomoć svih ljudskih osjetila, kao što su vid, sluh, dodir, okus, njuh. VR interaktivni sustavi su usredotočen na studenta – njihovu motivaciju za učenje i njihovu praksu učenja. Umjesto da primaju sve informacije od strane predavača studenti mogu kontrolirati svoje vlastito učenje manipuliranjem nastavnog materijala i vježbanjem u ili izvan učionice. Iako se poučavanje u čijem fokusu je student zagovara već

godinama, činjenica je da mnogi učitelji imaju problem sa transferom fokusa sa profesora na studenta. Jedan od razloga zašto se fokus ne prebaci sa profesora na studenta je nedostatak kreativnog i prijateljskog okruženja u kojem aktivnost i praksa igraju nezamjenjivu ulogu. [11]

Učenje kroz rad; Svi znamo da prilikom učenja novih i apstraktnih koncepata, npr. globalno zatopljenje, prijenos zvuka, magnetizam, itd. je teško razumjeti te koncepte bez konkretnih primjera. Stvari su drugačije kada studenti imaju nešto što mogu vidjeti i manipulirati pred sobom, što im pomaže prilikom povezivanja apstraktnih koncepata sa konkretnim primjerima. Štoviše uz pomoć VR-a je moguće pružiti više prakse i znanja. Na primjer, u istraživanju transformacije energije, studenti nisu samo u stanju razumjeti koncepte, već su sposobni vidjeti iz prve ruke u kojim okolnostima se transformacija energije može primijeniti. [11]

Održavanje interesa za učenje; Jedna od prednosti edukacijskih tehnologija koje nalikuju igri je sposobnost motiviranja studenata i održavanje interesa za učenje, tako da puštaju studente da kontroliraju svoj svijet znanja/igre kroz interakciju, istraživanje i iskustva. Interakcija sa sustavom je ključna za nadogradnju prethodnog znanja. Uz pomoć sustava studenti mogu iskusiti neuspjeh bez kritičnih posljedica i učiti na vlastitim pogreškama. U procesu vježbanja i učenja studenti mogu modificirati svoja rješenja kako bi postigli najbolje rezultate. [11]

Bolje tehnike poučavanja; Podučavanje i učenje su združeni procesi. Uvođenjem i primjenom 3D interaktivnog sustava nije umanjeni značaj predavača već je cilj pomoći predavačima da bolje poučavaju koristeći tehnologiju u predavaonici. U usporedbi s riječima, vizualni materijali poput videa i animacije nose puno više informacija. Stoga bi kombinacija riječi i animacija mogla povećati količinu informacija i znanja koje je predavač sposoban prenijeti. [11]

Materijalizacija apstraktnog znanja; Postoje mnogi apstraktni pojmovi, modeli i procesi. Koncepti koji postoje u STEM grani obrazovanja, trebaju se prikazivati dinamično i realistički. Približavanje koncepata samo uz pomoć znakova i figura možda nije dovoljno da studentima daju čitave slike o konceptima. Aplikacija koja ima za cilj objasniti određene koncepte, traži od igrača da je u aktivnoj interakciji sa konceptom što pridonosi boljem razumijevanju pojmova, modela i koncepata. [11]

Procjena i ocjenjivanje u stvarnom vremenu; Tradicionalna nastava u predavaonici ne može dati neposredne povratne informacije o učenju i performansama učenika jer predavači ne mogu konstantno pratiti pojedinačnog studenta. Formativne procjene, sumacijske procjene i službene procjene su tri tipične tehnike koje se koriste za ocjenjivanje u učionici, ali te metode ne pružaju specifične i pravovremene informacije o učenju. Te metode su spore, pristrane i ograničene su opsegom od strane kreatora ispita. Test na papiru koji je najčešća tip procjene, više je test namijenjen ocjenjivanju kognitivnog ponašanja na nižoj razini, a ne kognitivnog ponašanja na višoj razini, prema Bloomovoj klasifikaciji taksonomije. Taj problem se može riješiti dodavanjem pozadinskih skripti u sustav koje će nadgledati i ocjenjivati rad studenta u stvarnom vremenu i procjenjivati jesu li postignuti poučni ciljevi. [11]

Poboljšano iskustvo internetske komunikacije i suradnje; Uz pomoć „Cloud“ sustava, informacijama i uslugama se može pristupiti u bilo kojem trenutku i bilo gdje, na različitim računalnim platformama. Korisnici uvijek mogu dobiti pristup obrazovnim aplikacijama, osobnim podacima, procjenama i mogu komunicirati sa predavačima i drugim sudionicima u stvarnom vremenu. To znatno smanjuje cijenu i troškove učenja i povećava fleksibilnost, što je vrlo pogodno za online učenje. Sve podatke je moguće spremati u „Cloud“, kojima imaju pristup i studenti i predavači. Nadalje „Cloud“ pruža platformu za komunikaciju, suradnju, organiziranje timova i projekte fokusirane na grupe. [11]

### **4.3. Mane VR-a u obrazovanju**

Mane korištenja virtualne stvarnosti u obrazovanju prvenstveno proizlaze kroz relativno novu vrstu tehnologije koja još nije dovoljno preispitana. Mane su primarno povezane sa troškovima, vremenom potrebnim za učenje korištenja hardvera i softvera, mogućim zdravstvenim i sigurnosnim efektima na korisnika, te spora integracija tehnologije u nastavni plan i program. Kao i kod svih novih tehnologija, svako od ovih pitanja može postepeno nestati provođenjem dodatnih istraživanja i generalnog prihvaćanja tehnologije izvan nastavnih procesa. [14]

#### 4.4. Potencijalne prepreke u implementaciji VR-a u obrazovanju

Postoje uvjerljivi dokazi da studenti mogu unaprijediti proces učenja kroz VR sustave. Međutim još uvijek postoji broj neriješenih pitanja u pogledu učinkovitosti takvih sustava. Imerzivni (HMD) naspram ne imerzivnih (klasični stolni zasloni) VR sustava, kolaboracija u edukacijskim VR sustavima, razina realizma u VR sustavima su samo neke od pitanja koja se javljaju u debatama kada dolazi do implementacije VR sustava u obrazovne svrhe. [15]

Virtualna stvarnost nije prikladna za svaki obrazovni scenarij. Postoje obrazovni scenariji u kojima VR može biti koristan, dok bi se u drugim scenarijima VR trebao izbjegavati. U nastavku su navedeni scenariji gdje VR može biti pogodan za učenje i u kojim slučajevima bi ga trebalo izbjegavati. [14]

Potencijalno pogodni scenariji za korištenje virtualne stvarnosti:

- Može se koristiti simulacija nastavnog materijala
- Poučavanje nastavnog materijala u stvarnosti je opasno, nemoguće, nezgodno ili teško
- Model virtualnog okruženja poučavat će i trenirati sa jednakom efikasnošću kao i stvarnost.
- Interakcija s virtualnom stvarnošću podjednako je motivirajuća ili više motivirajuća nego interakcija sa stvarnošću
- Putovanje, troškovi i/ili logistika okupljanja čine alternativu atraktivnom
- Zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju su važna
- Iskustvo stvaranja simuliranog okruženja ili modela je važno za cilj učenja
- Potrebna je vizualizacija informacija, manipuliranje i preuređivanje informacija, uporabom grafičkih simbola lakše je razumjeti nastavne materijale
- Obrazovna situacija mora biti prikazana što realističnije
- Važnost da je učenje što zanimljivije i zabavnije



- Pogreške studenta koristeći stvarnu stvar mogu biti pogubne i/ili demoralizirajuće, štetne, skupe za studenta

Scenariji u kojima bi trebalo izbjegavati korištenje virtualne stvarnosti

- Nije moguća zamjena za poučavanje/obuku u stvarnom svijetu
- Interakcija s pravim ljudima, bilo da su predavači ili studenti, je neophodna
- Korištenje virtualnog okruženja bi moglo biti fizički ili emocionalno štetno
- Korištenje virtualnog okruženja može rezultirati „literalizacijom“, simulacijom toliko uvjerljivom da bi neki korisnici mogli zamijeniti VR sa stvarnošću
- Virtualna stvarnost je preskupa da bi se opravdala uporabom, imajući u vidu očekivani ishod učenja [14]

## **5. Istraživanje**

### **5.1. Definiranje problema**

Mnoga istraživanja provedena su o primjenama i učinkovitosti virtualne stvarnosti u obrazovanju od 1980-ih. Na svakoj razini obrazovanja, virtualna stvarnost može voditi učenike do novih otkrića, motivirati i poticati. Odražavajući stvarni svijet, simulacija daje sudionicima priliku isprobati različite scenarije bez opasnosti, troškova i vizualiziranje koncepta i scenarija koji inače ne bi bili mogući u stvarnome svijetu. Omogućuje prebacivanje učenje sa pasivnog pristupa na aktivan.

Iako je vidljivo da virtualna stvarnost može uvelike pridonijeti obrazovnom procesu, još uvijek većinski dio obrazovnog sustava ne upotrebljava ovu vrstu tehnologije, a u slučajevima u kojima se koristi, još uvijek se smatra kao novitet, a ne kao temeljni alat za unaprjeđenje obrazovnog procesa. Postavlja se pitanje da li je zainteresiranost za ovu vrstu tehnologije dovoljno visoka kako bi se opravdali protunacionalni troškovi i izmjene u obrazovnom sustavu, kako bi se VR tehnologija efikasno mogla koristiti u obrazovanju.

### **5.2. Svrha i cilj istraživanja**

Kao što sve grane ljudskog života vide napredak u korištenju novih tehnologije tako se i za obrazovni sustav traže novi načini unaprijeđena korištenjem novih tehnologija. VR je u zadnjem desetljeću iskusio nagli razvoj te je postao sve prisutan u svakodnevnom životu. Sva dosadašnja istraživanja ukazuju na veliki broj prednosti koje može donijeti VR u obrazovanju, sa vrlo malim brojem nedostataka.

Na temelju tih istraživanja, cilj ovog istraživanja je ispitivanje prihvatljivosti i generalnih stavova ljudi prema uvođenju VR sustava u obrazovne ustanove.

### **5.3. Istraživačka pitanja**

1. Preferiraju li ispitanici HMD VR naspram 2D zaslona?
2. Smatraju li ispitanici da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje?

3. Da li bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja?

## **5.4. Hipoteze**

H1: Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona.

H2: Ispitanici smatraju da bi korištenje VR ustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje.

H3: Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja.

## **5.5. Metodologija**

### **5.5.1. Ispitanici**

Anketa je provedena na ispitanicima koji su dobrovoljno ispunili upitnik. Upitnik je ispunilo 55 ispitanika od kojih je 30 muškaraca i 25 žena. Ispitanici imaju različite razine obrazovanja; Najveći postotak sudionika (38.2%) je završio neki oblik visokoškolskog obrazovanja (fakultet, sveučilište, visoku školu i slično), zatim slijede sudionici koji trenutno pohađaju srednju školu (30.9%), na trećem mjestu su sudionici koji trenutno pohađaju neki oblik visokoškolskog obrazovanja (fakultet, sveučilište, visoku školu i slično), na predzadnjem mjestu su osobe koje nisu završile niti jedan oblik visokoškolskog obrazovanja (7.3%) ,a osobe koje trenutno pohađaju osnovnu školu su na zadnjem mjestu (1.8%).

Većina ispitanika (52.7%) se izjasnila da su probali koristiti VR sustav više od jedan puta, zatim slijede ispitanici (30.9%) koji su probali VR sustav samo jednom u životu, dok manji broj ispitanika (16.4%) nije nikada probalo niti jedan oblik VR sustava.

Od svih ispitanika 30 (55%) se izjasnilo da nemaju niti jedan oblik VR sustava kod kuće, dok se 25 (45%) ispitanika izjasnilo da imaju neki oblik VR sustava kod kuće.

### **5.5.2. Mjerni instrumenti**

Stavovi ispitanika i prihvatljivost uvođenja VR sustava u obrazovanje je ispitana Likertovom skalom. Tvrdnje korištene u skali odabrane su na temelju proučavanja literature vezane uz efektivnosti VR sustava u obrazovanju i uz imerzivnost i učinak VR sustava na korisnika. Upitnik je provedena na engleskom jeziku kako bi se mogao obuhvatiti što veći uzorak ljudi sa različitim demografskim pozadinama. Primjer upitnika kako je bila dostupna ispitanicima se nalazi u „prilozima“ ovoga rada. Na početku upitnika je ukratko bila opisana svrha upitnika i kratka uputa za Likertovu skalu. Ispitanici su mogli za svaku tvrdnju zaokružiti jednu numeričku vrijednost.

Numerička vrijednost povezana sa značenjem: 1 – u potpunosti se ne slažem; 2 – ne slažem se; 3 – nemam mišljenje; 4 – slažem se; 5 – u potpunosti se slažem.

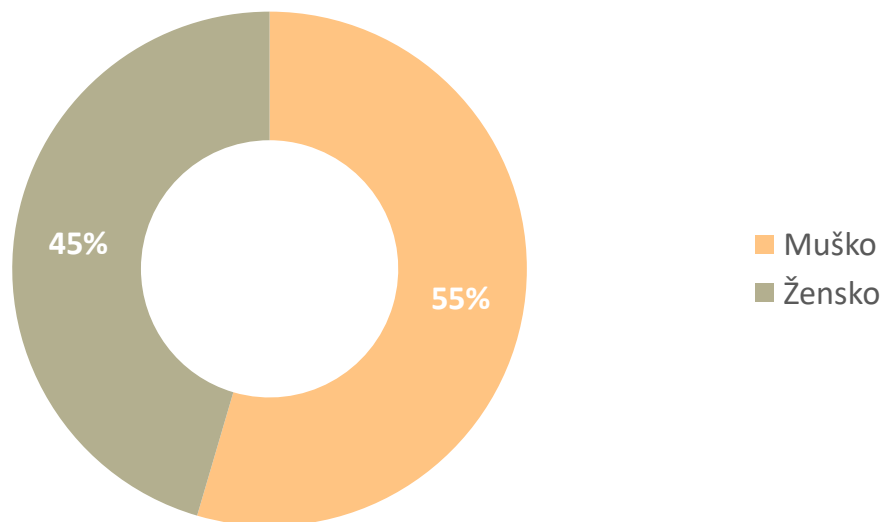
### **5.5.3. Postupak**

Ispitivanje je provedeno u periodu od 23. kolovoza do 29. kolovoza 2020 godine. Anketa je izrađena uz pomoć „Google forms“ aplikacije te je distribuirana na različitim Internet forumima. Sudionici su dobrovoljno pristupali ispunjavanju upitnika koji je u potpunosti anoniman. Upitnik se u potpunosti bazirala na mišljenjima sudionika. Na početku upitnika je ukratko opisan kontekst i svrha upitnika. U prvome dijelu upitnika su postavljena općenita demografska pitanja za ispitanike. U dugome dijelu upitnik je baziran na Likertovoj skali. Izjave su povezane sa pretpostavljenim hipotezama, te su uspostavljena kontrolna pitanja. Prosječno potrebno vrijeme za ispunjavanje upitnika je 6 minuta.

## 6. Rezultati istraživanja

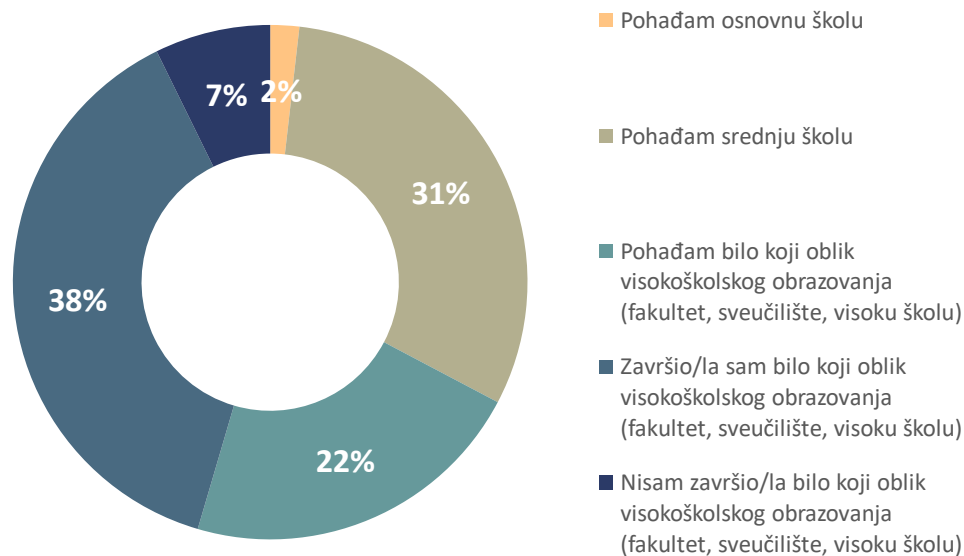
### 6.1. Analiza općih podataka ispitanika

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 55 ispitanika. Od ukupno navedenog broja ispitanika, kao muško se izjasnilo 30 ispitanika (55%), a ako žensko se izjasnilo 25 ispitanika (45%).



Slika 6.1 Grafički prikaz sudionika prema spolu

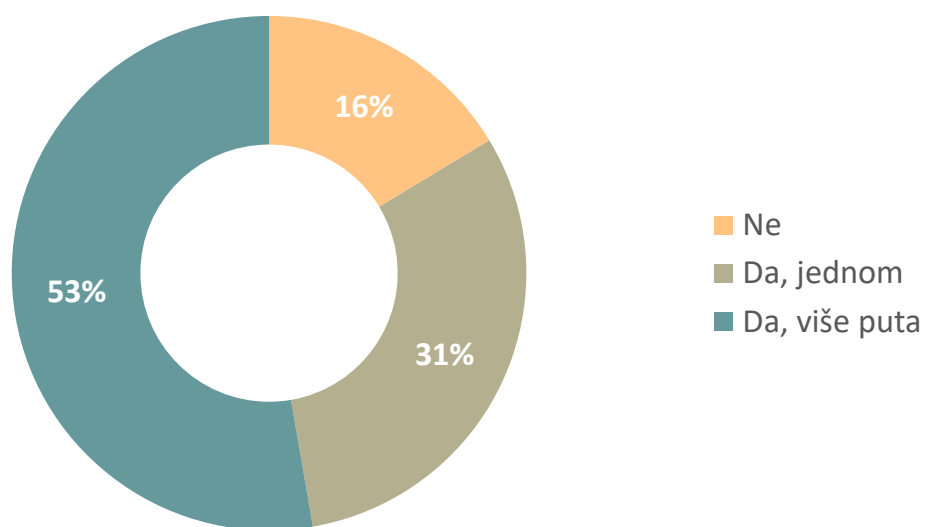
Ispitanici su mogli dobrovoljno pristupiti ispunjavanju upitnika te je upitnik bilo otvoren za sve tipove ispitanika. Od 55 ispitanika koji su pristupili ispunjavanju upitnika 1 ispitanik (2%) se izjasnio da pohađa osnovnu školu, 17 ispitanika (31%) se izjasnilo da pohađa srednju školu, 12 ispitanika (22%) se izjasnilo da pohađa neki oblik visokoškolskog obrazovanja (fakultet, sveučilište, visoku školu), 21 ispitanik (38%) se izjasnio da je završio bilo koji oblik visokoškolskog obrazovanja (fakultet, sveučilište, visoku školu) i 4 ispitanika (7%) se izjasnilo da nisu završili bilo koji oblik visokoškolskog obrazovanja (fakultet, sveučilište, visoku školu).



Slika 6.2 Grafički prikaz sudionika prema razini obrazovanja

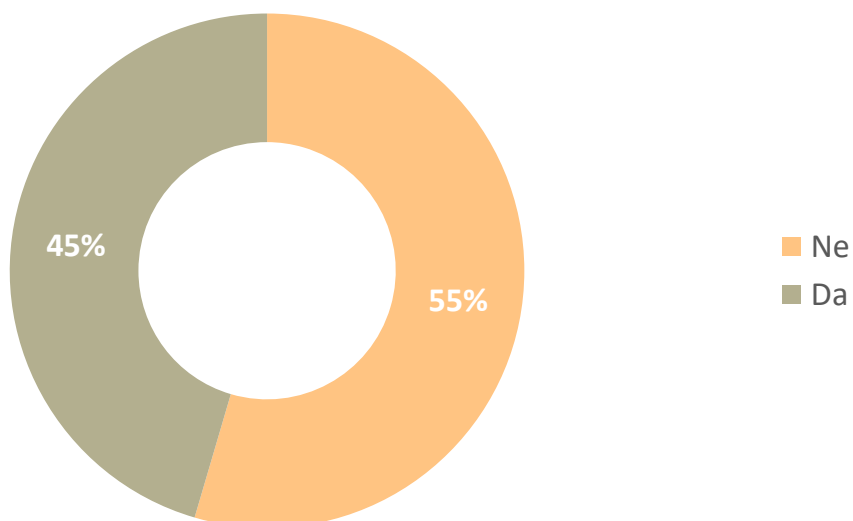
Ispitanici su pitani jesu li ikada imali priliku isprobati VR sustav. Za svrhe istraživanja VR sustav se smatra bilo koji HMD VR sustav, uključujući desktop i mobilne verzije VR-a (Oculus Rift, HTC Vive, PlayStation VR, Samsung Gear VR, Google Daydream i slično).

Upitnik je ispunilo 9 ispitanika (16%) koji nikada nisu isprobali VR, 17 ispitanika (31%) je isprobalo VR jednom i 29 ispitanika (53%) je isprobalo VR više od jedan puta.



Slika 6.3 Grafički prikaz ispitanika koji su/nisu isprobali bilo koji oblik VR sustava

Ispitanici su također pitani da li imaju bilo koji oblik VR sustava kod kuće. Na ovo pitanje, 30 ispitanika (55%) se izjasnilo da nema niti jedan oblik VR sustava kod kuće, dok je 25 ispitanika (45%) potvrdilo da imaju VR sustav kod kuće

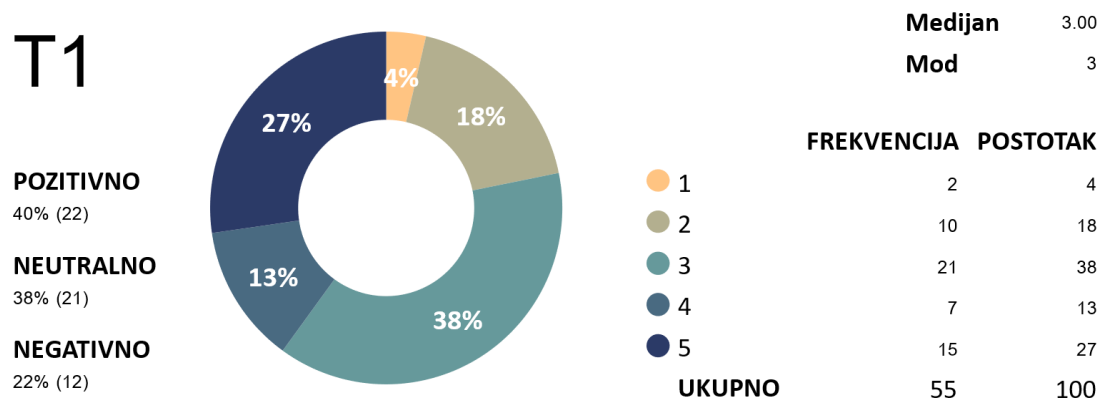


Slika 6.4 Grafički prikaz ispitanika koji imaju/nemaju bilo koji oblik VR sustava kod kuće

## 6.2. Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona

Prva hipoteza glasi „Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona.“ Te je na temelju te hipoteze ispitanicima pružen niz tvrdnji na Likertovoj skali.

Prva tvrdnja (T1) koja glasi: „Vrijeme mi prolazi brže kada konzumiram sadržaj na VR sustavu u usporedbi sa običnim 2D zaslonima“ je postavljena kako bi se ustanovilo da li povećana imerzija pridonosi preferenciji sustava. Od 55 ispitanika se pozitivno izjasnilo 22 ispitanika (40%), a negativno 12 ispitanika (22%), 21 ispitanik (38%) je ostao suzdržan.



Slika 6.5 Grafički prikaz za tvrdnju 1 (T1): Vrijeme mi prolazi brže kada konzumiram sadržaj na VR sustavu u usporedbi sa običnim 2D zaslonima

Druga tvrdnja (T2) koja glasi: “Kada koristim VR sustav imam osjećaj kao da sam prisutan u virtualnom svijetu“, preispituje razinu imerzije na temelju samoprocjene ispitanika. Pozitivno se izjasnilo 33 ispitanika (60%), a negativno 6 ispitanika (11%), dok je suzdržano ostalo 16 ispitanika (29%).



## T2

### POZITIVNO

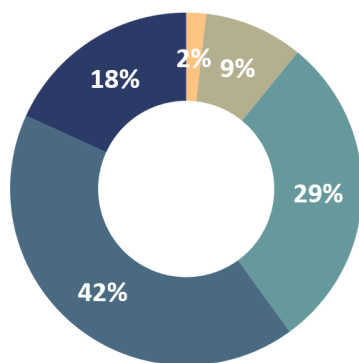
60% (33)

### NEUTRALNO

29% (16)

### NEGATIVNO

11% (6)



UKUPNO

Medijan 4.00

Mod 4

FREKVENCIJA POSTOTAK

|    |     |
|----|-----|
| 1  | 2   |
| 5  | 9   |
| 16 | 29  |
| 23 | 42  |
| 10 | 18  |
| 55 | 100 |

Slika 6.6 Grafički prikaz za tvrdnju 2 (T2): Kada koristim VR sustav imam osjećaj kao da sam prisutan u virtualnom svijetu

Treća tvrdnja (T3) je postavljena kao kontrolno pitanje temeljeno na drugom pitanju (T2): „Kada koristim VR sustav, uvijek sam svjestan/svjesna da se nalazim u virtualnom okruženju i da ništa što vidim nije stvarno.“ Na ovu tvrdnju se pozitivno izrazilo 29 ispitanika (52%), a negativno 8 ispitanika (15%), dok je suzdržano ostalo 18 ispitanika (33%). Analizom podataka moguće je utvrditi nekonzistentnost u odgovaranju na ovu tvrdnju na što upućuje inverzni medijan vrijednosti: 2.00, gdje na drugoj tvrdnji (P2), medijan iznosi 4.00. S obzirom na nekonzistentnost podataka druga (P2) i treća (P3) tvrdnja se neće uzeti u obzir prilikom potvrđivanja hipoteze.

## T3

### POZITIVNO

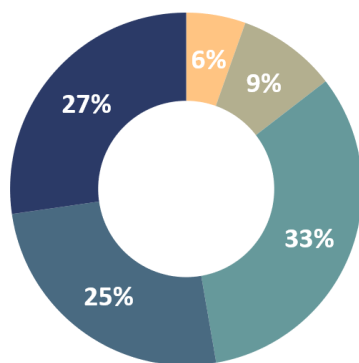
52% (29)

### NEUTRALNO

33% (18)

### NEGATIVNO

15% (8)



UKUPNO

Medijan\* 2.00

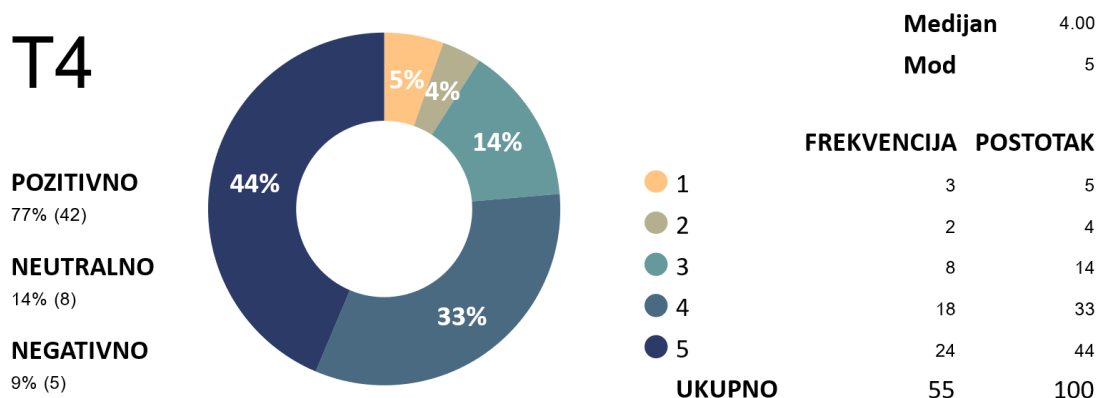
Mod\* 3

FREKVENCIJA POSTOTAK

|    |     |
|----|-----|
| 3  | 6   |
| 5  | 9   |
| 18 | 33  |
| 14 | 25  |
| 15 | 27  |
| 55 | 100 |

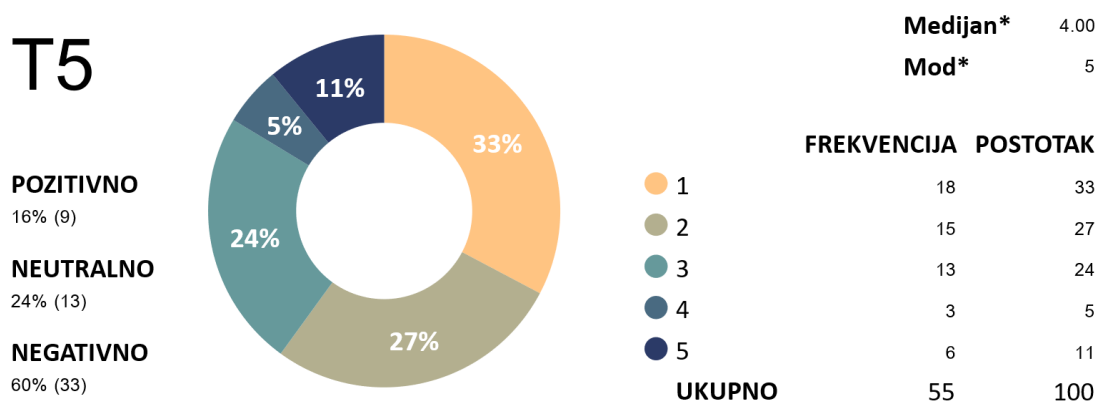
Slika 6.7 Grafički prikaz za tvrdnju 3 (T3): Kada koristim VR sustav, uvijek sam svjestan/svjesna da se nalazim u virtualnom okruženju i da ništa što vidim nije stvarno (podaci označeni sa (\*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)

Kod četvrte tvrdnje (T4) koja glasi: „Sa VR-om nisam ograničen/ograničena na pasivno konzumiranje informacija i slika prikazanih na zaslonu“, pozitivno se izrazilo 42 ispitanika (77%), a negativno 5 ispitanika (9%), 8 ispitanika (14%) je ostalo suzdržano.



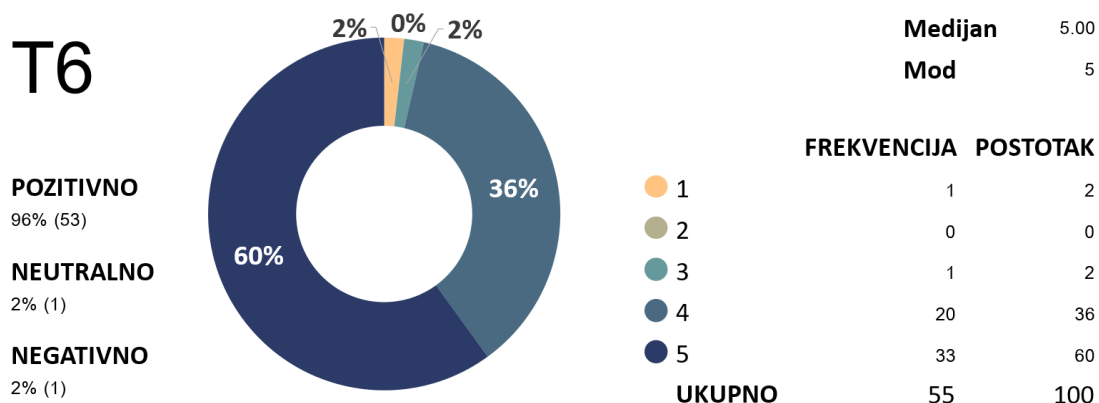
Slika 6.8 Grafički prikaz za tvrdnju 4 (T4): Sa VR-om nisam ograničen/ograničena na pasivno konzumiranje informacija i slika prikazanih na zaslonu

Na petu tvrdnju (T5) koja glasi: „Potpuna imerzija u virtualni svijet me zastrašuje“, pozitivno je odgovorilo 9 ispitanika (16%), a negativno 33 ispitanika, 13 ispitanika (24%) je ostalo suzdržano. Ovo pitanje je inverzno.



Slika 6.9 Grafički prikaz za tvrdnju 5 (T5): Potpuna imerzija u virtualni svijet me zastrašuje (podaci označeni sa (\*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)

Šesta tvrdnja (T6) glasi: „Vizualni podražaji koje pruža VR djeluju fascinirajuće na korisnika.“ Na ovu tvrdnju pozitivno je odgovorilo 53 ispitanika (96%), a negativno je odgovorio 1 ispitanik (2%), suzdržani je također ostao 1 ispitanik (2%).



Slika 6.10 Grafički prikaz za tvrdnju 6 (T6): Vizualni podražaji koje pruža VR djeluju fascinirajuće na korisnika

### 6.3. Ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje

Druga hipoteza glasi: „Ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje.“ Slijedeće tvrdnje u upitniku su vezane za tu hipotezu.

Premda čovjek većinu informacija (70%) prima osjetom vida, mnogi ljudi gube zainteresiranost za određene sadržaje ako nisu vizualno predstavljeni. Ispitanicima je dana tvrdnja (T7): „Teško mi je razumijevanje apstraktnih sadržaja i koncepata (npr. prijenos energije i slično) bez vizualnog prikaza istog.“ Pozitivno se izjasnilo 34 ispitanika (62%), a negativno 10 ispitanika (28%), suzdržano je ostalo 11 ispitanika (20%).

## T7

### POZITIVNO

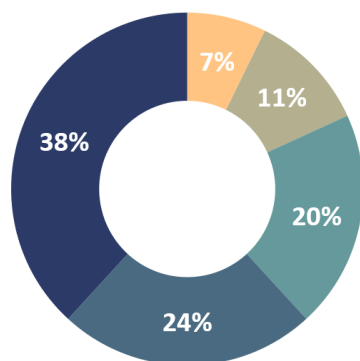
62% (34)

### NEUTRALNO

20% (11)

### NEGATIVNO

28% (10)



UKUPNO

Medijan 4.00

Mod 5

|        | FREKVENCIJA | POSTOTAK |
|--------|-------------|----------|
| 1      | 4           | 7        |
| 2      | 6           | 11       |
| 3      | 11          | 20       |
| 4      | 13          | 24       |
| 5      | 21          | 38       |
| UKUPNO | 55          | 100      |

Slika 6.11 Grafički prikaz za tvrdnju 7 (T7): Teško mi je razumijevanje apstraktnih sadržaja i koncepata (npr. prijenos energije i slično) bez vizualnog prikaza istog

Osma tvrdnja (T8) u upitniku glasi: „Smatram da bi moja zainteresiranost za kolegije i edukacijske sadržaje bila veća kada bi se koristili interaktivni sadržaji i VR sustavi.“ Na navedenu tvrdnju 38 ispitanika (69%) se izjasnilo pozitivno, a negativno 8 ispitanika (14%), dok je 9 ispitanika (17%) ostalo suzdržano.

## T8

### POZITIVNO

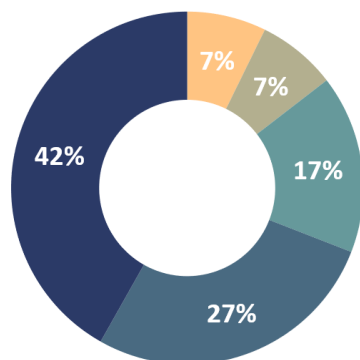
69% (38)

### NEUTRALNO

17% (9)

### NEGATIVNO

14% (8)



UKUPNO

Medijan 4.00

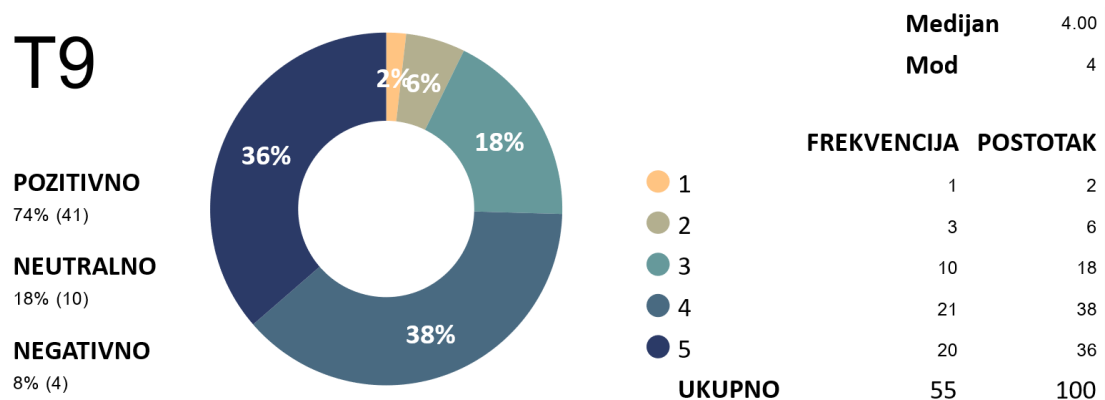
Mod 5

|        | FREKVENCIJA | POSTOTAK |
|--------|-------------|----------|
| 1      | 4           | 7        |
| 2      | 4           | 7        |
| 3      | 9           | 17       |
| 4      | 15          | 27       |
| 5      | 23          | 42       |
| UKUPNO | 55          | 100      |

Slika 6.12 Grafički prikaz za tvrdnju 8 (T8): Smatram da bi moja zainteresiranost za kolegije i edukacijske sadržaje bila veća kada bi se koristili interaktivni sadržaji i VR sustavi

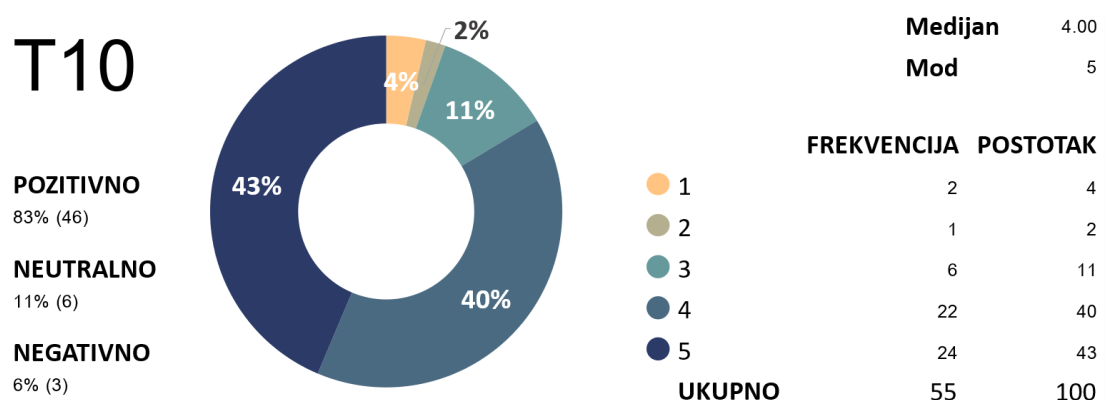
Pošto VR sustavi i aplikacije za VR ustave sve više podržavaju grupna iskustva sudionicima je dana tvrdnja (T9): „Zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju su važna.“ Pozitivno se izrazio 41 ispitanik (74%), negativno 4 ispitanika (8%), dok je suzdržano ostalo 10 ispitanika (18%). Iz priloženog je moguće zaključiti

da su ljudima izrazito važna grupna iskustva što bi prilikom implementacije u aplikacije za VR u učionicama pridonijelo zainteresiranosti za sadržaje.



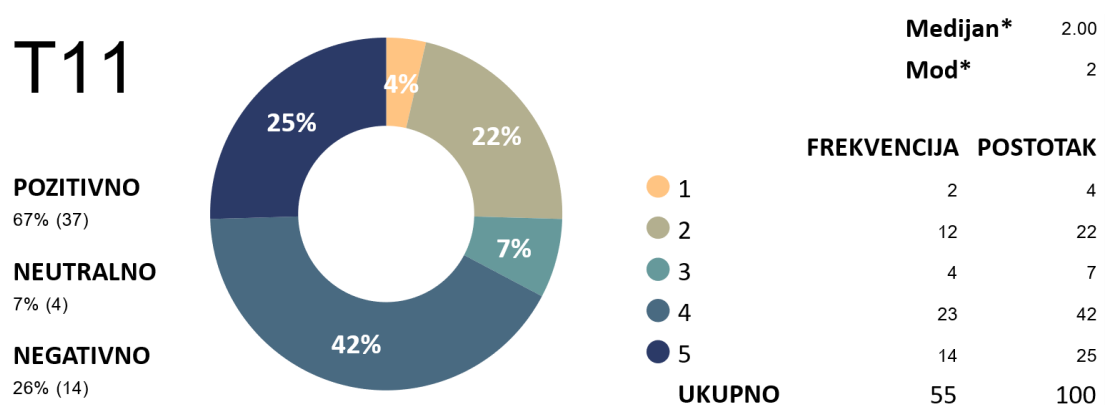
Slika 6.13 Grafički prikaz za tvrdnju 9 (T9): Zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju su važna

Deseta tvrdnja (T10) glasi: „Stimulacija višestrukih osjetila dovodi do boljeg razmjenjivanja nastavničkih sadržaja (pozitivna stimulacija osjetila posljedično dovodi do upečatljivijih iskustava i razumijevanja obrazovnih sadržaja).“ Kao što je navedeno u tvrdnji stimulacija osjetila posljedično dovodi do upečatljivijih iskustava što bi dovelo do veće zainteresiranosti za nastavnički sadržaj. Na ovoj tvrdnji 46 ispitanika se izjasnilo pozitivno (83%), a negativno 3 ispitanika (6%), dok je 6 ispitanika (11%) ostalo suzdržano.



Slika 6.14 Grafički prikaz za tvrdnju 10 (T10): Stimulacija višestrukih osjetila dovodi do boljeg razmjenjivanja nastavničkih sadržaja (pozitivna stimulacija osjetila posljedično dovodi do upečatljivijih iskustava i razumijevanja obrazovnih sadržaja)

Jedanaesta tvrdnja (T11) u upitniku glasi: „Interakcija s pravim ljudima, u stvarnom svijetu bilo da su predavači ili studenti, je neophodna“. Tvrdnja je formulirana negativno. Na ovu tvrdnju 37 (67%) ispitanika je odgovorilo pozitivno, a 14 ispitanika (26%) je odgovorilo negativno, 4 ispitanika (7%) je ostalo suzdržano. Iz podataka na ovoj tvrdnji je moguće zaključiti da još uvijek ljudi nisu kompletno spremni napustiti tradicionalni način predavanja u obrazovnim ustanovama i zamijeniti ga sa „Learn from home“ modelom, bilo to kroz VR sustav ili kroz VoD.



Slika 6.15 Grafički prikaz za tvrdnju 11 (T11): Interakcija s pravim ljudima, u stvarnom svijetu bilo da su predavači ili studenti, je neophodna (podaci označeni sa (\*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)

Dvanaesta tvrdnja (T12) glasi: „Prilikom korištenja VR sustava, studenti/učenici imaju priliku aktivno učiti i sudjelovati, umjesto da pasivno gledaju 2D zaslone.“ Na ovu tvrdnju je pozitivno odgovorilo 41 ispitanik (74%), a negativno 7 ispitanika (13%), suzdržano je također ostalo 7 ispitanika (13%).

## T12

### POZITIVNO

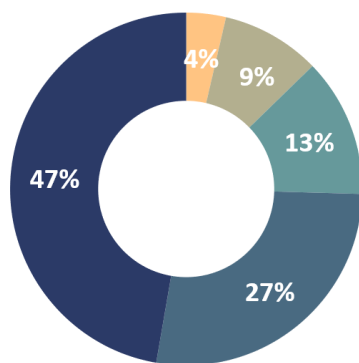
74% (41)

### NEUTRALNO

13% (7)

### NEGATIVNO

13% (7)



UKUPNO

Medijan 4.00

Mod 5

FREKVENCIJA POSTOTAK

| Rating | FREKVENCIJA | POSTOTAK |
|--------|-------------|----------|
| 1      | 2           | 4        |
| 2      | 5           | 9        |
| 3      | 7           | 13       |
| 4      | 15          | 27       |
| 5      | 26          | 47       |
| UKUPNO | 55          | 100      |

Slika 6.16 Grafički prikaz za tvrdnju 12 (T12): Prilikom korištenja VR sustava, studenti/učenici imaju priliku aktivno učiti i sudjelovati, umjesto da pasivno gledaju 2D zaslone

Trinaesta tvrdnja (T13) glasi: „Biti u mogućnosti vidjeti i doživjeti razne lokacije unutar učionice koje pruža VR, učenike može inspirirati.“ VR sustavi omogućavaju stvaranje virtualnih okruženja i lokacija od neke obrazovne važnosti poput povijesnih lokacija, znanstvenih ustanova i slično. Na ovu tvrdnju je pozitivno odgovorio 51 ispitanik (93%), a negativno 0 ispitanika (0%), dok je suzdržano ostalo 4 ispitanika (7%). Podatci ukazuju na veliku zainteresiranost za korištenje VR sustava u svrhu istraživanja stvarnih lokacija kroz virtualno okruženje.

## T13

### POZITIVNO

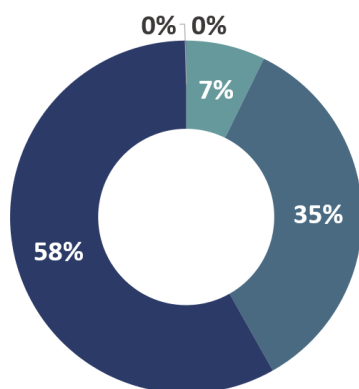
93% (51)

### NEUTRALNO

7% (4)

### NEGATIVNO

0% (0)



UKUPNO

Medijan 5.00

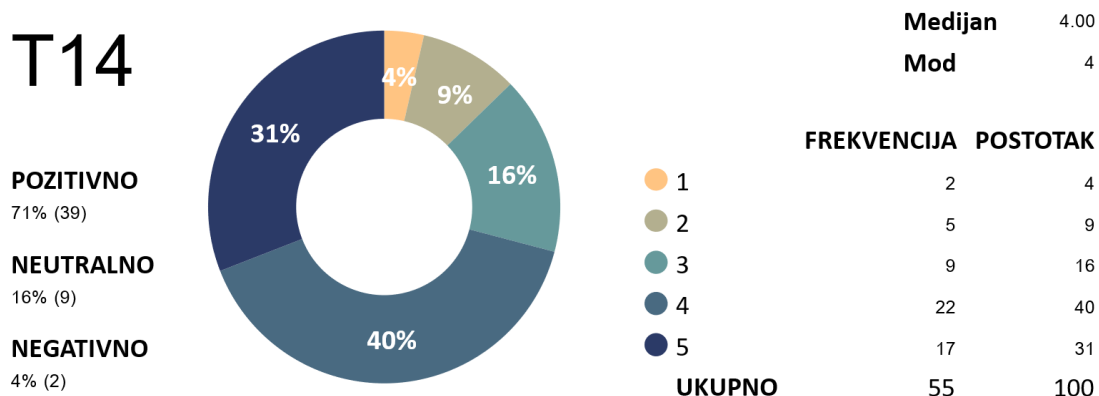
Mod 5

FREKVENCIJA POSTOTAK

| Rating | FREKVENCIJA | POSTOTAK |
|--------|-------------|----------|
| 1      | 0           | 0        |
| 2      | 0           | 0        |
| 3      | 4           | 7        |
| 4      | 19          | 35       |
| 5      | 32          | 58       |
| UKUPNO | 55          | 100      |

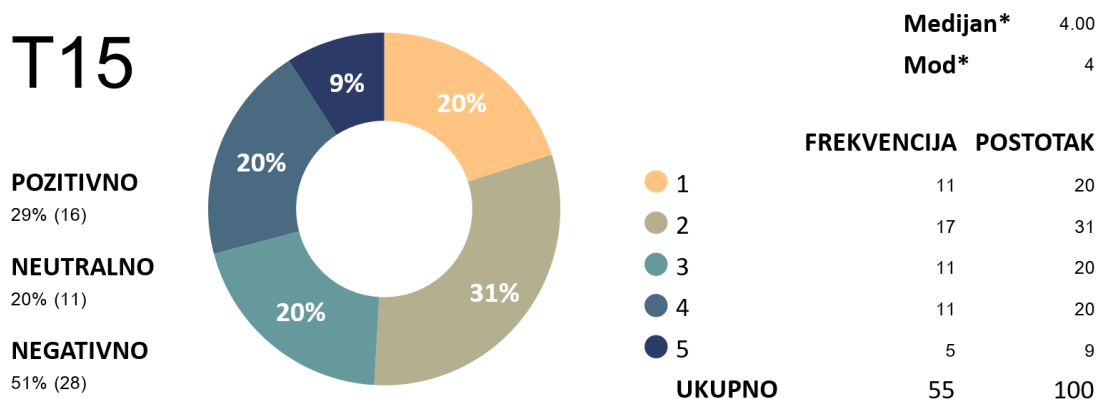
Slika 6.17 Grafički prikaz za tvrdnju 13 (T13): Biti u mogućnosti vidjeti i doživjeti razne lokacije unutar učionice koje pruža VR, učenike može inspirirati

Četrnaesta tvrdnja (T14) glasi: „Uvođenje virtualne stvarnosti u učionicu pretvara učenje u zabavu.“ Pozitivno je odgovorilo 39 ispitanika (71%), a negativno 2 ispitanika (4%), dok je suzdržano ostalo 9 ispitanika (16%).



Slika 6.18 Grafički prikaz za tvrdnju 14 (T14): Uvođenje virtualne stvarnosti u učionicu pretvara učenje u zabavu

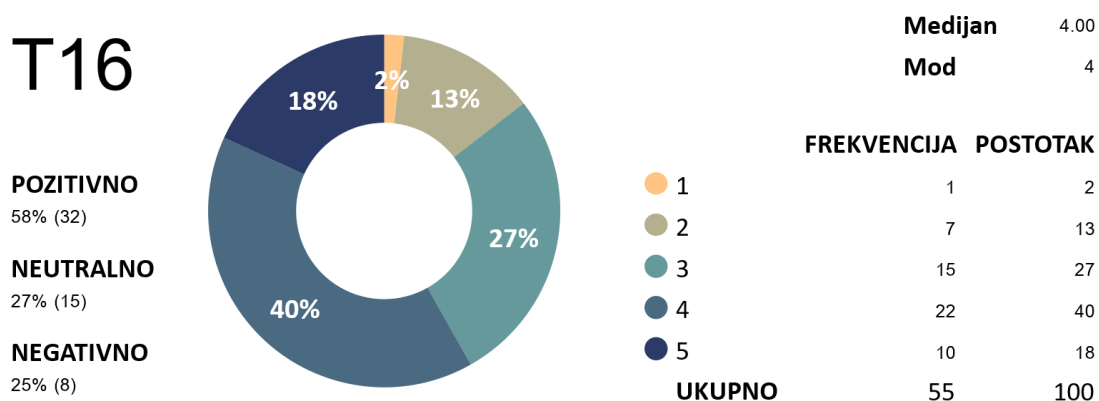
Petnaesta tvrdnja (T15) glasi: „Korištenje VR sustava bi odvlačilo pažnju učenika od nastavnčkog sadržaja.“ Ova tvrdnja je formulirana kao negativna tvrdnja, te je pozitivno na nju odgovorilo 16 ispitanika (29%), a negativno 28 ispitanika (51%), dok je suzdržano ostalo 20 ispitanika (11%).



Slika 6.19 Grafički prikaz za tvrdnju 15 (T15): Korištenje VR sustava bi odvlačilo pažnju učenika od nastavnčkog sadržaja (podaci označeni sa (\*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)



Šesnaesta tvrdnja (T16) glasi: „Zbog simulacije koje VR pruža, studenti/učenici će nastaviti dalje istraživati nastavnički sadržaj.“ Ako je moguće što više zainteresirati studente/učenike za nastavnički sadržaj korištenjem virtualne stvarnosti, postoji mogućnost da će studenti/učenici svojevrijeme u svoje slobodno vrijeme nastaviti istraživati i proučavati nastavničke teme i sadržaje. Pozitivno na tu tvrdnju je odgovorilo 32 ispitanika (58%), a negativno 8 ispitanika (25%), dok je suzdržano ostalo 15 ispitanika (27%).

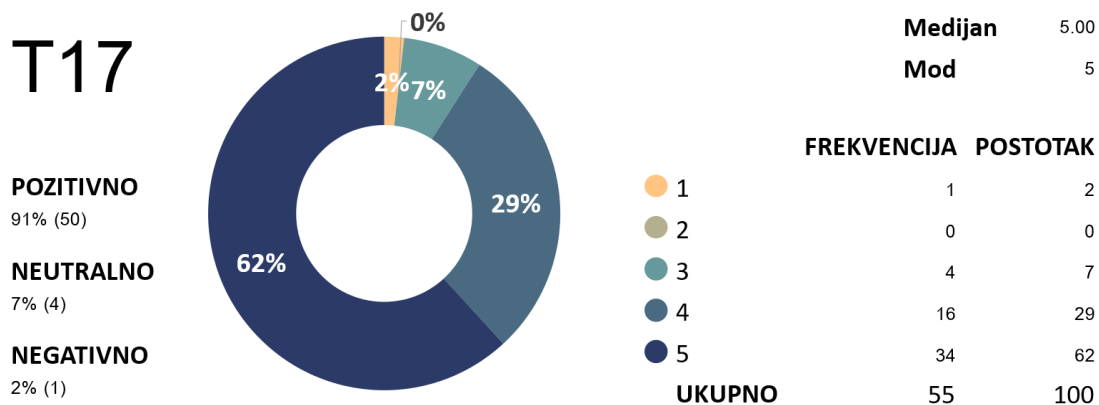


Slika 6.20 Grafički prikaz za tvrdnju 16 (T16): Zbog simulacije koje VR pruža, studenti/učenici će nastaviti dalje istraživati nastavnički sadržaj

#### 6.4. Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja

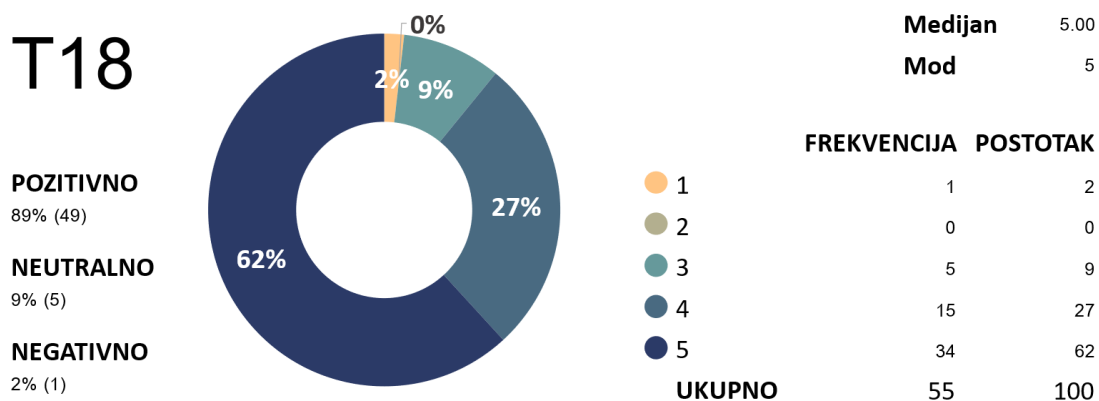
Treća hipoteza glasi: „Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja.“ Sljedeće tvrdnje preispituju valjanost te hipoteze.

Sedamnaesta tvrdnja (T17) glasi: „Ljudi bolje uče kroz interakciju.“ Pozitivno je na tu tvrdnju odgovorilo 50 ispitanika (91%), a negativno 1 ispitanik (2%), dok je suzdržano ostalo 4 ispitanika (7%).



Slika 6.21 Grafički prikaz za tvrdnju 17 (T17): Ljudi bolje uče kroz interakciju

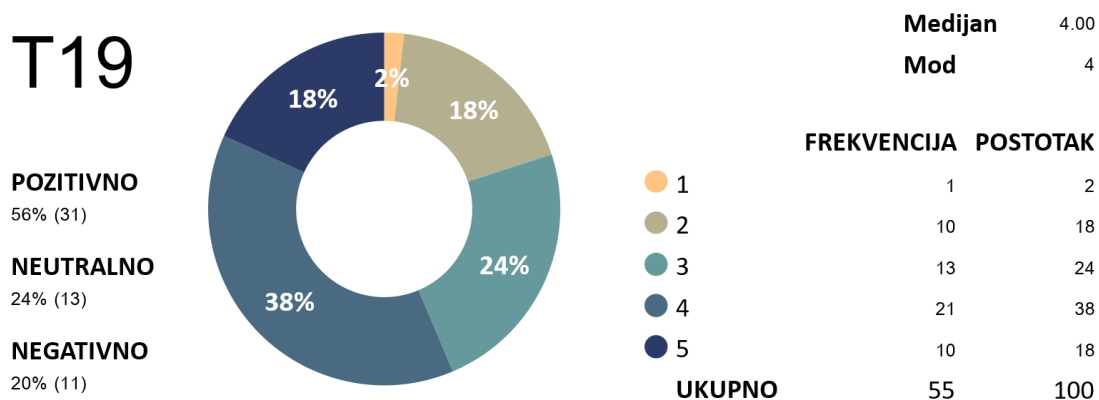
Osamnaesta tvrdnja (T18) glasi: „Kroz učenje je potrebno primjenjivati teorijsko znanje na praktičnim primjerima kako bi svladao neku novu vještinu.“ Pozitivno se izrazilo 49 ispitanika (89%), a negativno 1 ispitanik (2%), dok je suzdržano ostalo 5 ispitanika (9%).



Slika 6.22 Grafički prikaz za tvrdnju 18 (T18): Kroz učenje je potrebno primjenjivati teorijsko znanje na praktičnim primjerima kako bi svladao neku novu vještinu

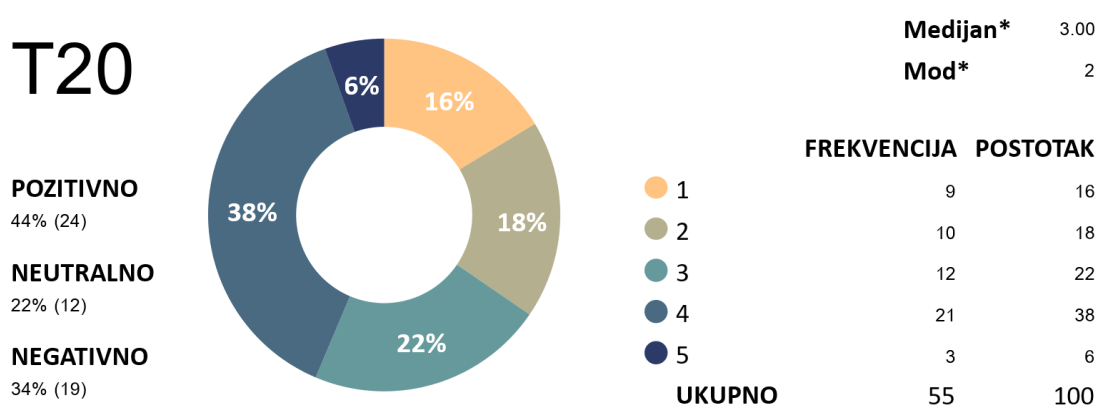
Sljedeća tvrdnja preispituje pretpostavku da bi se interakcija u predavaonicama trebala prebaciti na primarno među studentsku/učeničku interakciju gdje bi profesor bio samo „vodič“ razgovora, dok se trenutno u većini predavaonica prakticira interakcija gdje je profesor glavni izvor informacija i interakcije. Jedan od primjera gdje bi se mogao primijeniti model interakcije između studenata je gdje student sa više znanja o određenoj temi pomaže studentu sa manje znanje. Devetnaesta tvrdnja (T19)

glasi: „U predavaonicama bi trebala u glavnini biti interakcija između studenata/učenika (profesor služi samo kao „vodič“ razgovora).“ Pozitivno je na ovu tvrdnju odgovorio 31 ispitanik (56%), a negativno 11 ispitanika (20%), dok je suzdržano ostalo 13 ispitanika (24%).



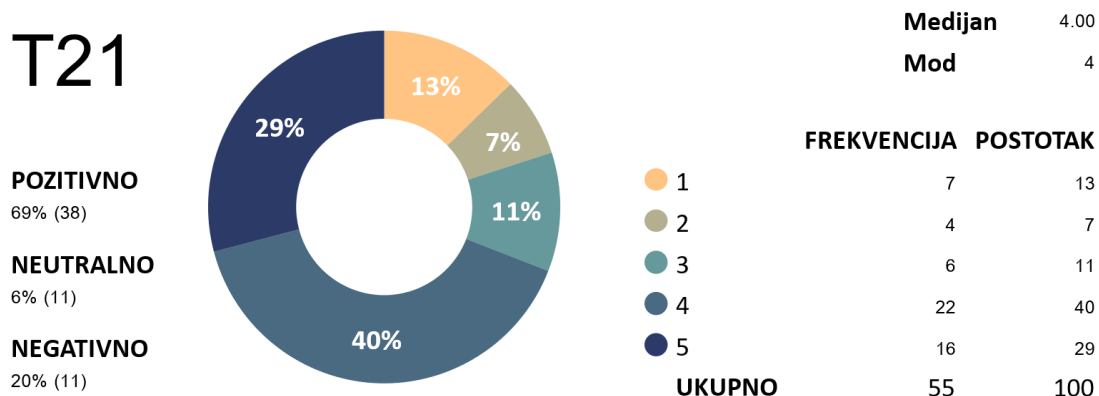
Slika 6.23 Grafički prikaz za tvrdnju 19 (T19): U predavaonicama bi trebala u glavnini biti interakcija između studenata/učenika (profesor služi samo kao „vodič“ razgovora)

Sljedeća tvrdnja u upitniku ima ulogu kontrolnog pitanja baziranog na devetnaestoj tvrdnji (T19). Dvadeseta tvrdnja (T20) glasi: „U predavaonicama bi profesor trebao voditi glavnu riječ, tj. profesor je glavni izvor informacija i interakcija.“ Pozitivno se izrazilo 24 ispitanika (44%), a negativno 19 ispitanika (34%), dok je suzdržano ostalo 12 ispitanika (22%).



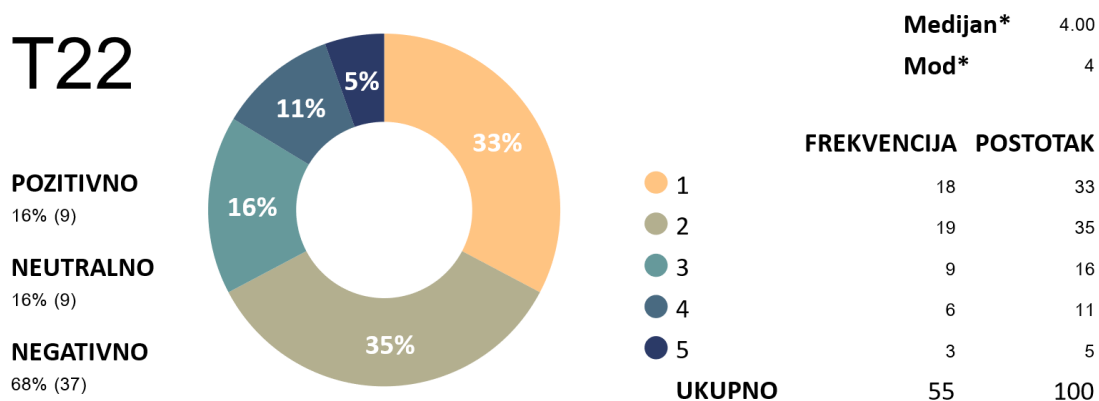
Slika 6.24 Grafički prikaz za tvrdnju 20 (T20): U predavaonicama bi profesor trebao voditi glavnu riječ, tj. profesor je glavni izvor informacija i interakcija (podaci označeni sa (\*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)

Dvadeset i prva tvrdnja (T21) glasi: „Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (npr. ispiti) ne odražava realno znanje ispitanika.“ Na ovu tvrdnju se pozitivno izrazilo 38 ispitanika (69%), a negativno 11 ispitanika (20%), 11 ispitanika (6%) je ostalo suzdržano.



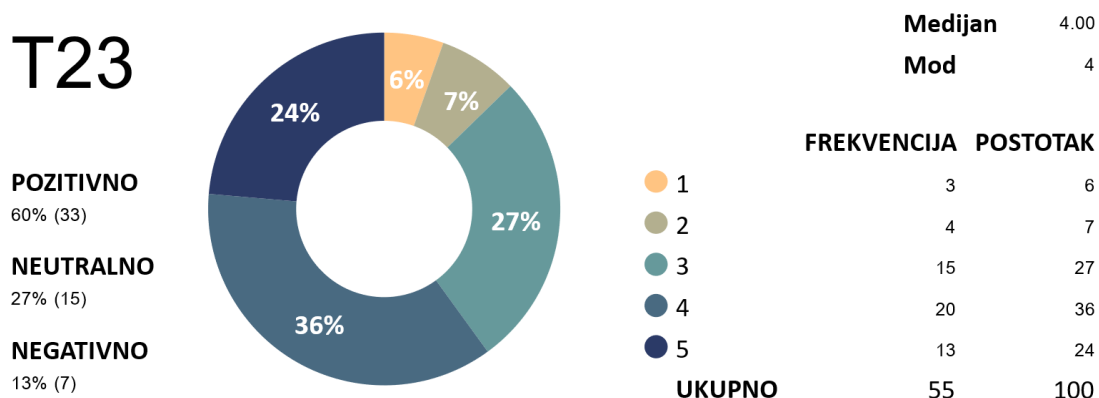
Slika 6.25 Grafički prikaz za tvrdnju 21 (T21): Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (npr. ispiti) ne odražava realno znanje ispitanika

Sljedeća tvrdnja u upitniku ima ulogu kontrolnog pitanja baziranog na dvadeset i prvoj tvrdnji (T21). Dvadeset i druga tvrdnja (T22) glasi: „Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (ispiti) odražava realno znanje ispitanika.“ Na ovu tvrdnju pozitivno je reagiralo 9 ispitanika (16%), a negativno 37 ispitanika (68%), a suzdržano je ostalo 9 ispitanika (16%).



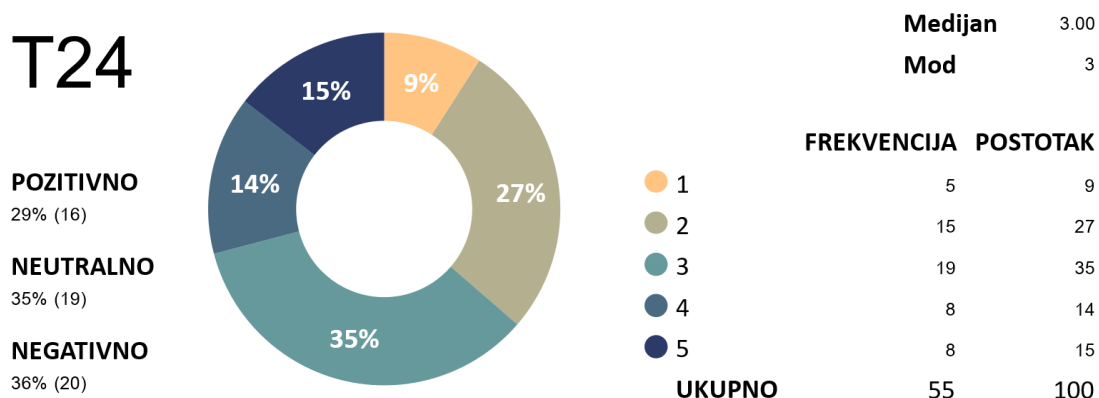
Slika 6.26 Grafički prikaz za tvrdnju 22 (T22): Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (ispiti) odražava realno znanje ispitanika (podaci označeni sa \*) su inverzni dok su ostali podaci jednaki stvarnom ocjenjivanju ispitanika)

Premda VR omogućava praćenje određenih parametara korisnika, postoji mogućnost individualne evaluacije, te se ispitanicima postavlja sljedeća tvrdnja (T23): „Evaluacija prilagođena pojedincu gdje se prate određeni parametri ispitanika, uz pomoć VR sustava predstavlja bolji evaluacijski sustav.“ Na tu tvrdnju se pozitivno izrazilo 33 ispitanika (60%), a negativno 7 ispitanika (13%), dok suzdržano ostalo 15 ispitanika (27%).



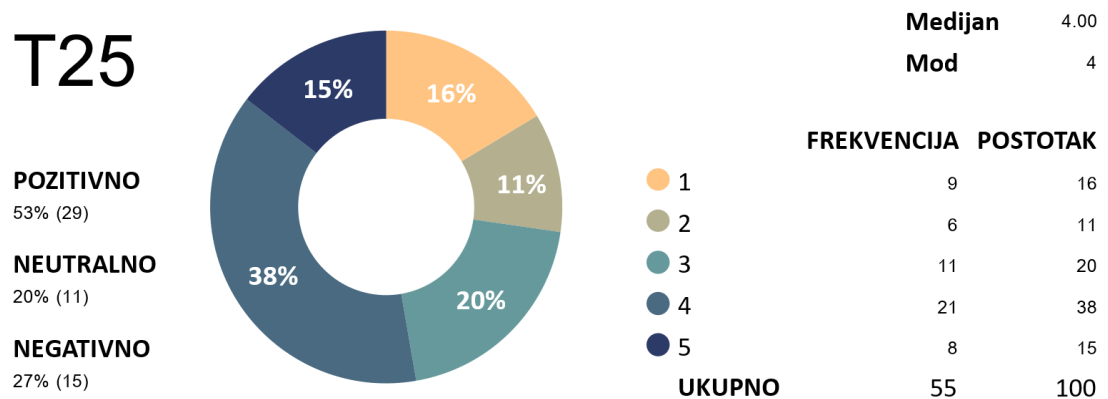
Slika 6.27 Grafički prikaz za tvrdnju 23 (T23): Evaluacija prilagođena pojedincu gdje se prate određeni parametri ispitanika, uz pomoć VR sustava predstavlja bolji evaluacijski sustav

Sljedeća tvrdnja (T24) u upitniku glasi: „Modeli virtualnog okruženja poučavaju i treniraju sa jednakom efikasnošću kao i stvarnost.“ Na zadanu tvrdnju pozitivno se izjasnilo 16 ispitanika (29%), a negativno 20 ispitanika (36%), dok je suzdržano ostalo 19 ispitanika (35%).



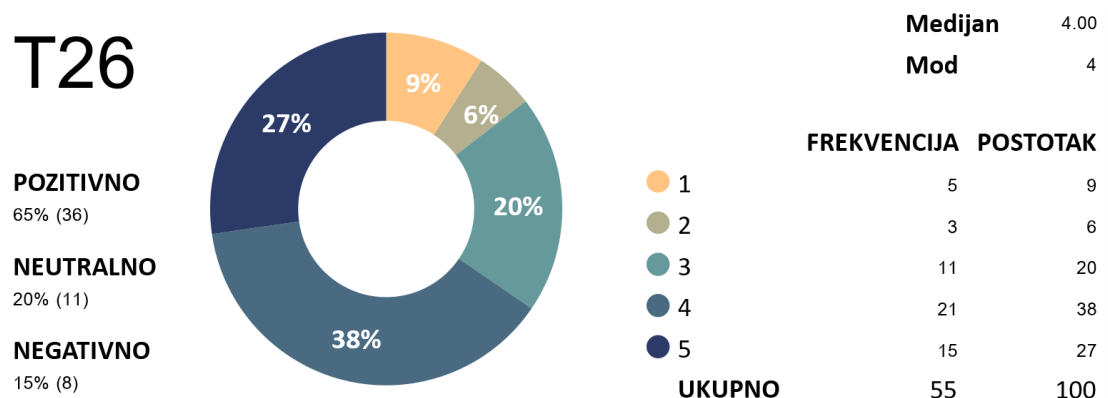
Slika 6.28 Grafički prikaz za tvrdnju 24 (T24): Modeli virtualnog okruženja poučavaju i treniraju sa jednakom efikasnošću kao i stvarnost

Dvadeset i peta tvrdnja (T25) glasi: „Za razliku od VR-a koji može pružiti interaktivno iskustvo, klasično učenje svodi se samo na pružanje činjenica.“ Pozitivno se izrazilo 29 ispitanika (53%), a negativno 15 ispitanika (27%), dok je suzdržano ostalo 11 ispitanika (20%).



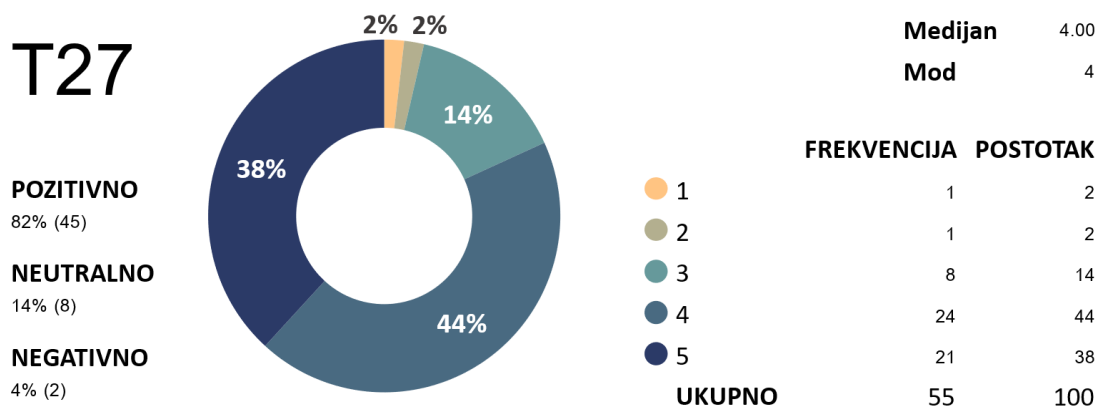
Slika 6.29 Grafički prikaz za tvrdnju 25 (T25): Za razliku od VR-a koji može pružiti interaktivno iskustvo, klasično učenje svodi se samo na pružanje činjenica

Dvadeset i šesta tvrdnja (T26) glasi: „Virtualna stvarnost razvija kreativnost studenata.“ Na navedenu tvrdnju se pozitivno izrazilo 36 ispitanika (65%), a negativno 8 ispitanika (15%), dok je suzdržano ostalo 11 ispitanika (20%).



Slika 6.30 Grafički prikaz za tvrdnju 26 (T26): Virtualna stvarnost razvija kreativnost studenata

Uz pomoć virtualne stvarnosti je moguće pripremiti korisnike za reagiranje u određenim opasnim, ne poznatim situacijama u virtualnom svijetu, koje zatim mogu primijeniti na realnim situacijama u stvarnome svijetu. Zadnja tvrdnja (T27) u upitniku glasi: „Pomoću virtualne stvarnosti student može naučiti kako reagirati u odrađenim (nepoznatim, opasnim) situacijama.“ Na ovu tvrdnju se pozitivno izrazilo 45 ispitanika (82%), a negativno 2 ispitanika (4%), dok je suzdržano ostalo 8 ispitanika (14%).



Slika 6.31 Grafički prikaz za tvrdnju 27 (T27): Pomoću virtualne stvarnosti student može naučiti kako reagirati u odrađenim (nepoznatim, opasnim) situacijama

## 7. Interpretacija rezultata

Završetkom analize pojedinačnih stavki, uzevši u obzir kontrolna i inverzna pitanja koja moraju biti transformirana u istome smjeru, će se proračunati kako bi ukazivala pozitivan stav prema tvrdnji i hipotezi. Hipoteze će se evaluirati prema prosječnom postotku ispitanika koji su se pozitivno izrazili prema tvrdnjama vezanima za određenu hipotezu, te na temelju mod-a i medijana. Na skali od 1 do 5 pozitivnim stavom se smatra odgovor 4 i 5, suzdržano se smatra odgovor 3, dok se negativnim stavom smatraju odgovori 1 i 2. Kako bi se hipoteza mogla sa sigurnošću potvrditi postotak pozitivnih odgovora bi morao prelaziti granicu od 51%, dok bi mod i medijan trebao prelaziti granicu od 3.75.

Istraživanju je pristupilo 55 ispitanika od kojih je 30 ispitanika muškog, 25 ženskog roda. Većina sudionika se nalazi u obrazovnom sustavu, njih 30, dok je visoko školsko obrazovanje završio 21 ispitanik, a 4 ispitanika nisu završili niti jedan oblik visokoškolskog obrazovanja. VR sustav je imalo priliku isprobati 46 ispitanika, a 9 ispitanika nikada nije isprobalo VR sustav. Od 55 ispitanika, 25 ispitanika ima VR ustav kod kuće.

### 7.1. Hipoteza 1

Hipoteza 1 preispituje da li korisnici preferiraju korištenje HMD VR sustava naspram 2D zaslona. To se odnosi na sve vrste sadržaja, interaktivnih sadržaja kao što su video igre, korištenje 3D aplikacija i pasivnih sadržaja kao što su video on demand i slično. Ispitanicima je predstavljen niz tvrdnji koje preispituju zainteresiranost ispitanika za određene elemente VR sustava kao što su osjećaj prolaznosti vremena (T1), osjećaj prisutnosti u virtualnom svijetu (imerzija) (T2,T3), te mišljenje o VR tehnologiji (T4, T5, T6). Postavljeno je kontrolno pitanje (T3). Na drugu tvrdnju (T2) se 60% ispitanika izjasnilo pozitivno, dok se na kontrolno pitanje (T3) pozitivno izrazilo 52% ispitanika. te je analizom podataka utvrđeno da ispitanici nisu pomno pratili ili razumjeli kontrolno pitanje u potpunosti. Zbog nekonzistentnosti podataka tvrdnja dva (T2) i tvrdnja tri (T3) se neće uzeti u obzir prilikom evaluacije hipoteze. Tvrdnja „Potpuna imerzija u virtualni svijet me zastrašuje je inverzija je u skladu s tim potrebno inverzno preračunati mod i medijan dok se za postotak uzimao broj ispitanika



koji se ne slažu s tom tvrdnjom. Izuzevši iz evaluacije navedene tvrdnje (T2, T3) prosječni postotak ispitanika koji se slažu sa tvrdnjama vezanim uz hipotezu 1 je 68.25%, dok je prosječna vrijednost mod-a 4.5, a prosječna vrijednost medijana 4.00. Prema svim pokazateljima hipotezu: „Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona“ je moguće potvrditi no potrebno je uzeti u obzir ne konzistentnost odgovora na određenim tvrdnjama te nakon izbacivanja nekonzistentnih tvrdnji hipoteza je potvrđena na malom broju tvrdnji.

Tablica 5: Rezultati upitnika za hipotezu 1

| Ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona  |         |    |         |    |         |    |     |         |
|--|---------|----|---------|----|---------|----|-----|---------|
| tvrdnja  | pozitiv |    | neutral |    | negativ |    | mod | medijan |
|  | n       | %  | n       | %  | n       | %  |     |         |
| Vrijeme mi prolazi brže kada konzumiram sadržaj na VR sustavu u usporedbi sa običnim 2D zaslonima                    | 22      | 40 | 21      | 38 | 12      | 22 | 3   | 3.00    |
| Kada koristim VR sustav imam osjećaj kao da sam prisutan u virtualnom svijetu  | 33      | 60 | 16      | 29 | 6       | 11 | 4   | 4.00    |
| Kada koristim VR sustav, uvijek sam svjestan da se nalazim u virtualnom okruženju i da ništa što vidim nije stvarno* | 29      | 52 | 18      | 33 | 8       | 15 | 3** | 2.00**  |
| Sa VR-om nisam ograničen/ograničena na pasivno konzumiranje informacija i slika prikazanih na zaslonu                | 42      | 77 | 8       | 14 | 5       | 9  | 5   | 4.00    |
| Potpuna imerzija u virtualni svijet me zastrašuje*   | 9       | 16 | 13      | 24 | 33      | 60 | 5** | 4.00**  |
| Vizualni podražaji koje pruža VR djeluju fascinirajuće na korisnika  | 53      | 96 | 1       | 2  | 1       | 2  | 5   | 5.00    |

\* negativno formulirana tvrdnja

\*\* vrijednost izračunata korištenjem inverznih podataka

## 7.2. Hipoteza 2

Hipoteza 2 preispituje da li ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje. Kroz tvrdnje sudionicu su izrazili osobno mišljenje o zainteresiranosti korištenja VR-a u učionicama i izvan učionica u

obrazovne svrhe (T8, T12, T13, T14, T16), važnost socijalnog aspekta u procesu obrazovanja (T9, T11) i unaprjeđenje i bolje razumijevanje nastavničkog sadržaja (T7, T10, T15). Iz dostupnih podataka moguće je zaključiti da postoji velika zainteresiranost za korištenje novih tehnologija u ovom slučaju VR-a u nastavničke svrhe kako bi se povećala zainteresiranost, no ispitanicima je još uvijek izrazito bitna socijalna interakcija koju pružaju obrazovne ustanove, te model „učenje od kuće“ kroz VoD sadržaje nije poželjan, dok socijalna interakcija u virtualnom okruženju je prihvaćena. Ispitanici također smatraju da korištenje VR-a u obrazovanju ne bi odvlačilo učenikovu/studentovu pažnju sa nastavničkog sadržaja. Kontrolno pitanje (T15) je konzistentno sa ostalim odgovorima. Prosječni postotak pozitivnog mišljenja o tvrdnjama vezanima za ovu hipotezu ima 66.1% ispitanika, dok je prosječan mod tvrdnji 4.3, a medijan 3.90. Prema svim pokazateljima hipoteza: „Ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje“ je potvrđena.

Tablica 6: Rezultati upitnika za hipotezu 2

| Ispitanici smatraju da bi korištenje VR sustava povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje                               |         |    |         |    |         |    |     |         |
|--|---------|----|---------|----|---------|----|-----|---------|
| tvrdnja  | pozitiv |    | neutral |    | negativ |    | mod | medijan |
|  | n       | %  | n       | %  | n       | %  |     |         |
| Teško mi je razumijevanje apstraktnih sadržaja i koncepata (npr. prijenos energije i slično) bez vizualnog prikaza istog                 | 34      | 62 | 11      | 20 | 10      | 28 | 5   | 4.00    |
| Smatram da bi moja zainteresiranost za kolegije i edukacijske sadržaje bila veća kada bi se koristili interaktivni sadržaji i VR sustavi | 38      | 69 | 9       | 17 | 8       | 14 | 5   | 4.00    |
| Zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju su važna   | 41      | 74 | 10      | 18 | 4       | 8  | 4   | 4.00    |
| Stimulacija višestrukih osjetila dovodi do boljeg razmjenjivanja nastavničkih sadržaja   | 46      | 83 | 6       | 11 | 3       | 6  | 5   | 4.00    |
| Interakcija s pravim ljudima, u stvarnom svijetu bilo da su predavači ili studenti, je neophodna*  | 37      | 67 | 4       | 7  | 14      | 26 | 2** | 2.00**  |
| Prilikom korištenja VR sustava, studenti imaju priliku aktivno učiti i sudjelovati, umjesto da pasivno gledaju 2D zaslone                | 41      | 74 | 7       | 13 | 7       | 13 | 5   | 4.00    |

|  |    |    |    |    |    |    |     |        |
|--|----|----|----|----|----|----|-----|--------|
| Biti u mogućnosti vidjeti i doživjeti razne lokacije unutar učionice koje pruža VR, učenike može inspirirati | 51 | 93 | 4  | 7  | 0  | 0  | 5   | 5.00   |
| Uvođenje virtualne stvarnosti u učionicu pretvara učenje u zabavu  | 39 | 71 | 9  | 16 | 2  | 4  | 4   | 4.00   |
| Korištenje VR sustava bi odvlačilo pažnju učenika od nastavničkog sadržaja*                                  | 16 | 29 | 11 | 20 | 28 | 51 | 4** | 4.00** |
| Zbog simulacije koje VR pruža, studenti/učenici će nastaviti dalje istraživati nastavnički sadržaj           | 32 | 58 | 15 | 27 | 8  | 25 | 4   | 4.00   |

\* negativno formulirana tvrdnja

\*\* vrijednost izračunata korištenjem inverznih podataka

### 7.3. Hipoteza 3

Hipoteza 3 preispituje mišljenje ispitanika da li smatraju da bi uvođenje VR-a u obrazovanje, u nastavnički program poboljšalo ishode učenja. Mnoga dosadašnja istraživanja ukazuju na potencijalni napredak u ishodima učenja prilikom korištenja VR sustava. Tvrdnje povezane sa ovom hipotezom preispitaju mišljenje ispitanika na ovu temu. Ispitanicima su ponuđene tvrdnje koje izražavaju efikasnost procesa učenja (T17, T18), zatim su ponuđene tvrdnje vezane sa obrazovni sustav, način prenošenja informacija i način evaluacije učenika/studenta (T19, T20, T21, T22, T23), također su navedene tvrdnje vezane uz integraciju VR-a u obrazovanje (T24, T25, T26, T27). Kontrolno pitanje T22 koje je temeljeno na tvrdnji T21, ukazuje da su ispitanici pomno čitali i razumjeli navedene tvrdnje. Na prikazanim podacima je moguće zaključiti da se većina ljudi slaže sa tvrdnjom da trenutni evaluacijski sustav (npr. ispiti) ne odražavaju realno znanje, već bi bilo potrebno pronaći alternativu prilagođenu svakom pojedincu. Na tvrdnje da bi profesor trebao biti kao glavni izvor informacija i interakcije u predavaonicama (T19), naspram tvrdnje koja iznosi da bi se glavnina interakcije trebala odvijati među studentima, a profesor je samo „vodič“ (T20), mišljenja su podijeljena. Na prvu tvrdnju (T19) se pozitivno izrazilo 56% ispitanika, dok se na drugu tvrdnju (T20) pozitivno izrazilo 44% ispitanika. Prosječni postotak ljudi koji su se pozitivno izrazili sa tvrdnjama vezanim uz hipotezu 3 je 63.27%, prosječni mod je 3.9, a medijan 4.00. Na temelju iznesenih podataka hipotezu:

„Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustav) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja“ je moguće potvrditi.

Tablica 7: Rezultati upitnika za hipotezu 3

| Ispitanici smatraju da bi uvođenje interaktivnih medija (u ovom slučaju VR sustava) u nastavnički program poboljšalo ishode učenja.     |         |    |         |    |         |    |     |         |
|---|---------|----|---------|----|---------|----|-----|---------|
| tvrdnja   | pozitiv |    | neutral |    | negativ |    | mod | medijan |
|   | n       | %  | n       | %  | n       | %  |     |         |
| Ljudi bolje uče kroz interakciju  | 50      | 91 | 4       | 7  | 1       | 2  | 5   | 5.00    |
| Kroz učenje je potrebno primjenjivati teorijsko znanje na praktičnim primjerima kako bi svladao neku novu vještinu                      | 49      | 89 | 5       | 9  | 1       | 2  | 5   | 5.00    |
| U predavaonicama bi trebala u glavnini biti interakcija između studenata/učenika (profesor služi samo kao „vodič“ razgovora)            | 31      | 56 | 13      | 24 | 11      | 20 | 4   | 4.00    |
| U predavaonicama bi profesor trebao voditi glavnu riječ, tj. profesor je glavni izvor informacija i interakcija*                        | 24      | 44 | 12      | 22 | 19      | 34 | 2** | 3.00**  |
| Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (npr. ispiti) ne odražava realno znanje ispitanika   | 38      | 69 | 11      | 6  | 11      | 20 | 4   | 4.00    |
| Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (npr. ispiti) odražava realno znanje ispitanika*   | 9       | 16 | 9       | 16 | 37      | 68 | 4** | 4.00**  |
| Evaluacija prilagođena pojedincu gdje se prate određeni parametri ispitanika, uz pomoć VR sustava predstavlja bolji evaluacijski sustav | 33      | 60 | 15      | 27 | 7       | 13 | 4   | 4.00    |
| Modeli virtualnog okruženja poučavaju i treniraju sa jednakom efikasnošću kao i stvarnost   | 16      | 29 | 19      | 35 | 20      | 36 | 3   | 3.00    |
| Za razliku od VR-a koji može pružiti interaktivno iskustvo, klasično učenje svodi se samo na pružanje činjenica                         | 29      | 53 | 11      | 20 | 15      | 27 | 4   | 4.00    |
| Virtualna stvarnost razvija kreativnost studenata   | 36      | 65 | 11      | 20 | 8       | 15 | 4   | 4.00    |
| Pomoću virtualne stvarnosti student može naučiti kako reagirati u odrađenim (nepoznatim, opasnim) situacijama                           | 45      | 82 | 8       | 14 | 2       | 4  | 4   | 4.00    |

\* negativno formulirana tvrdnja

\*\* vrijednost izračunata korištenjem inverznih podataka

## 8. Zaključak

U zadnjem desetljeću zabilježen je veliki napredak VR tehnologije i ulazak iste u mainstream. Kompanije poput Facebook-a, Google-a, Valve-a i Samsung-a ulažu velika sredstva i resurse kako bi se normaliziralo korištenje VR-a. Sve grane društva preispituju mogućnost uporabe novih tehnologija. Jedna od tih grana društva je i obrazovanje u kojem raste zainteresiranost za implementaciju VR-a. Mnoga istraživanja su provedena na temelju implementacije VR-a u obrazovanju, efikasnost takvih sustava, njihove prednosti i mane te je na temelju tih ideja provedeno i ovo istraživanje gdje se preispituje mišljenje pojedinaca o uvođenju VR-a u obrazovanje.

Istraživanje se temeljilo na pretpostavkama kako ispitanici preferiraju korištenje HMD VR naspram 2D zaslona gdje bi korištenje VR sustava kao interaktivnog medija povećalo zainteresiranost za određene nastavničke sadržaje te bi time došlo do poboljšanja ishoda učenja. Pregled dosadašnjih istraživanja koja uključuju VR u obrazovanju ukazuje kako prednosti koje nudi ovaj interaktivni medij prevladavaju njegove nedostatke. Provedeno istraživanje na temelju dobivenih rezultata pripada još jednom istraživanju u nizu koje potvrđuje prednosti korištenja VR sustava tim više kako istraživanje pretežito čine mladi pojedinci koji se još uvijek nalaze u sustavu obrazovanja i pojedinci koji su izašli iz sustava te već imaju iskustva i formirana mišljenja u vezi trenutnog stanja obrazovnog sustava. No, iako rezultati sugeriraju kako zainteresiranost za korištenje novih tehnologija postoji, u ovom slučaju korištenje VR sustava, potrebno je uzeti u obzir kako je ispitanicima i dalje bitna socijalna interakcija bilo da se radi u obrazovnoj ustavi ili pak u virtualnom okruženju.

Iako je još uvijek potrebno rješavanje neriješenih pitanja u vezi uvođenja ovog interaktivnog medija u sustave obrazovanja, svi proučeni podatci sugeriraju kako su prednosti ove tehnologije velike što samo sa sigurnošću potvrđuje da je potrebno ozbiljno razmotriti načine uvođenja VR sustava u sustave obrazovanja kako bi se učenicima/studentima pružila alternativa klasičnom obrazovanju te na taj način unaprijedio proces učenja.

U Varaždinu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Potpis studenta

## 9. Literatura

- [1] 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* 147, 2020.
- [2] J. Bartelse, F. Van Vught: Institutional Profiles: Towards a Typology of Higher Education Institutions in Europe, *IAU Horizons*, Vol. 13 n° 2-3, 2007.
- [3] J. Lavrijsen, I. Nicaise: Characteristics of Educational Systems; How they influence outcomes in the short and the long run, Leuven: Steunpunt SSL, rapport nr. SSL\_2012.04/1.1.1., 2013.
- [4] T. Mazuryk, M. Gervautz: *Virtual Reality History, Applications, Technology and Future*, Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology, Austria, 1999.
- [5] H. Fuch, G. Bishop: *Research Directions in Virtual Environments*, NFS Invitational Workshop, Univ. North Carolina, 1992.
- [6] M. Gigante: *Virtual Reality: Definitions, History and Applications*. "Virtual Reality Systems", Academic-Press, ISBN 0-12-22-77-48-1, pp. 3-14, 1993.
- [7] C. Cruz-Neira: *Virtual Reality Overview*. SIGGRAPH'93 Course, No. 23, pp. 1.1-1.18, 1993.
- [8] P. Mealy: *Virtual & Augmented Reality for dummies*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.
- [9] O.V. Mykhailovska, A. I. Chervynskiy, D.P. Fokin: The Prospects of Virtual Reality (VR) Technology in Educational Process and Business, *Scientific bulletin of Polissia* no 1 (17), 2019.
- [10] T. Cochrane: *Mobile VR in Education: From the Fringe to the Mainstream*, *International Journal of Mobile and Blended Learning*, Volume 8, Issue 4, 2016.

- [11] R. Shumaker, S. Lackey: Virtual. Augmented and Mixed Reality – Applications of Virtual and Augmented Reality, 5th International Conference, VAMR 2014, Part II, HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22 – 27, 2014.
- [12] R. Haar: Virtual Reality in the Military: Present and Future, Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, University of Twente, Netherlands, 2015.
- [13] G. Yildirim, M. Elban, S. Yildirim: Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study, Asian Journal of Education and Training 4(4): 62-69, 2018.
- [14] V. S. Pantelidis: Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality, Department of Library Science, College of Education, East Carolina University, Greenville, North Carolina, USA, 2009.
- [15] G. Taxén, A. Naeve: CyberMath: A System for Exploring Open Issues in VR-based Education, Department of Numerical Analysis and Computer Science, KTH, Stockholm University, Stockholm, Sweden, 2001.

## 10. Popis slika i tablica

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Slika 3.1  | The Sensorama .....   | 7  |
| Slika 3.2  | The Telesphere Mask .....   | 8  |
| Slika 6.1  | Grafički prikaz sudionika prema spolu .....   | 25 |
| Slika 6.2  | Grafički prikaz sudionika prema razini obrazovanja .....  | 26 |
| Slika 6.3  | Grafički prikaz ispitanika koji su/nisu isprobali bilo koji oblik VR sustava .....  | 27 |
| Slika 6.4  | Grafički prikaz ispitanika koji imaju/nemaju bilo koji oblik VR sustava kod kuće .....  | 27 |
| Slika 6.5  | Grafički prikaz za tvrdnju 1 (T1): Vrijeme mi prolazi brže kada konzumiram sadržaj na VR sustavu u usporedbi sa običnim 2D zaslonima .....  | 28 |
| Slika 6.6  | Grafički prikaz za tvrdnju 2 (T2): Kada koristim VR sustav imam osjećaj kao da sam prisutan u virtualnom svijetu .....  | 29 |
| Slika 6.7  | Grafički prikaz za tvrdnju 3 (T3): Kada koristim VR sustav, uvijek sam svjestan/svjesna da se nalazim u virtualnom okruženju i da ništa što vidim nije stvarno .....              | 29 |
| Slika 6.8  | Grafički prikaz za tvrdnju 4 (T4): Sa VR-om nisam ograničen/ograničena na pasivno konzumiranje informacija i slika prikazanih na zaslonu .....                                    | 30 |
| Slika 6.9  | Grafički prikaz za tvrdnju 5 (T5): Potpuna imerzija u virtualni svijet me zastrašuje .....  | 30 |
| Slika 6.10 | Grafički prikaz za tvrdnju 6 (T6): Vizualni podražaji koje pruža VR djeluju fascinirajuće na korisnika .....  | 31 |
| Slika 6.11 | Grafički prikaz za tvrdnju 7 (T7): Teško mi je razumijevanje apstraktnih sadržaja i koncepata (npr. prijenos energije i slično) bez vizualnog prikaza istog .....                 | 32 |
| Slika 6.12 | Grafički prikaz za tvrdnju 8 (T8): Smatram da bi moja zainteresiranost za kolegije i edukacijske sadržaje bila veća kada bi se koristili interaktivni sadržaji i VR sustavi ..... | 32 |
| Slika 6.13 | Grafički prikaz za tvrdnju 9 (T9): Zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju su važna .....   | 33 |



|            |  |    |
|------------|--|----|
| Slika 6.14 | Grafički prikaz za tvrdnju 10 (T10): Stimulacija višestrukih osjetila dovodi do boljeg razmjenjivanja nastavničkih sadržaja .....  | 33 |
| Slika 6.15 | Grafički prikaz za tvrdnju 11 (T11): Interakcija s pravim ljudima, u stvarnom svijetu bilo da su predavači ili studenti, je neophodna .....                                  | 34 |
| Slika 6.16 | Grafički prikaz za tvrdnju 12 (T12): Prilikom korištenja VR sustava, studenti/učenici imaju priliku aktivno učiti i sudjelovati, umjesto da pasivno gledaju 2D zaslone ..... | 35 |
| Slika 6.17 | Grafički prikaz za tvrdnju 13 (T13): Biti u mogućnosti vidjeti i doživjeti razne lokacije unutar učionice koje pruža VR, učenike može inspirirati .....                      | 35 |
| Slika 6.18 | Grafički prikaz za tvrdnju 14 (T14): Uvođenje virtualne stvarnosti u učionicu pretvara učenje u zabavu .....   | 36 |
| Slika 6.19 | Grafički prikaz za tvrdnju 15 (T15): Korištenje VR sustava bi odvlačilo pažnju učenika od nastavničkog sadržaja .....  | 36 |
| Slika 6.20 | Grafički prikaz za tvrdnju 16 (T16): Zbog simulacije koje VR pruža, studenti/učenici će nastaviti dalje istraživati nastavnički sadržaj .....                                | 37 |
| Slika 6.21 | Grafički prikaz za tvrdnju 17 (T17): Ljudi bolje uče kroz interakciju .....  | 38 |
| Slika 6.22 | Grafički prikaz za tvrdnju 18 (T18): Kroz učenje je potrebno primjenjivati teorijsko znanje na praktičnim primjerima kako bi svladao neku novu vještinu .....                | 38 |
| Slika 6.23 | Grafički prikaz za tvrdnju 19 (T19): U predavaonicama bi trebala u glavnini biti interakcija između studenata/učenika (profesor služi samo kao „vodič“ razgovora) .....      | 39 |
| Slika 6.24 | Grafički prikaz za tvrdnju 20 (T20): U predavaonicama bi profesor trebao voditi glavnu riječ, tj. profesor je glavni izvor informacija i interakcija .....                   | 39 |
| Slika 6.25 | Grafički prikaz za tvrdnju 21 (T21): Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (npr. ispiti) ne odražava realno znanje ispitanika .....                                     | 40 |
| Slika 6.26 | Grafički prikaz za tvrdnju 22 (T22): Klasični evaluacijski sustav u obrazovanju (ispiti) odražava realno znanje ispitanika ...   | 40 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Slika 6.27 | Grafički prikaz za tvrdnju 23 (T23): Evaluacija prilagođena pojedincu gdje se prate određeni parametri ispitanika, uz pomoć VR sustava predstavlja bolji evaluacijski sustav ..... | 41 |
| Slika 6.28 | Grafički prikaz za tvrdnju 24 (T24): Modeli virtualnog okruženja poučavaju i treniraju sa jednakom efikasnošću kao i stvarnost .....   | 41 |
| Slika 6.29 | Grafički prikaz za tvrdnju 25 (T25): Za razliku od VR-a koji može pružiti interaktivno iskustvo, klasično učenje svodi se samo na pružanje činjenica .....                         | 42 |
| Slika 6.30 | Grafički prikaz za tvrdnju 26 (T26): Virtualna stvarnost razvija kreativnost studenata .....   | 42 |
| Slika 6.31 | Grafički prikaz za tvrdnju 27 (T27): Pomoću virtualne stvarnosti student može naučiti kako reagirati u odrađenim (nepoznatim, opasnim) situacijama .....                           | 43 |
| Tablica 1  | Pregled razvoja VR sustava .....   | 9  |
| Tablica 2  | Usporedba desktop VR sustava .....   | 12 |
| Tablica 3  | Usporedba mobilnih VR sustava .....  | 13 |
| Tablica 4  | Broj prodanih primjeraka VR sustava .....  | 14 |
| Tablica 5  | Rezultati upitnika za hipotezu 1 .....   | 45 |
| Tablica 6  | Rezultati upitnika za hipotezu 2 .....   | 46 |
| Tablica 7  | Rezultati upitnika za hipotezu 3 .....   | 48 |

## **11. Prilozi**

### **VR systems in education**

The survey is anonymous and opinion-based. Data will be solely used for the purposes of making the final thesis on the topic: VR systems in education.

The first part of the survey is general questions about examinees used to determine data blocks. The second part are questions about the viability of VR systems in education.

In the context of this survey, VR refers to head-mounted display type of VR system (e.g. Oculus Rift, HTC Vive, PlayStation VR, Samsung Gear VR, Google Daydream, etc.)

### **General information about examinee**

1. Gender?
  - Male
  - Female
2. Did you have the opportunity to try any type of VR system (mobile, desktop, etc.)?
  - No
  - Yes, once
  - Yes, more then once
3. Do you have any type of VR system (mobile, desktop, etc.) at home?
  - Yes
  - No
4. Select what is true for you:
  - I attend elementary school
  - I attend high school
  - I attend any form of high education (college, university, etc.)
  - I graduated any form of high education (college, university, etc.)
  - I didn't finish any form of high education (college, university, etc.)

### **Hypothesis based questions**

In this part of the survey questions are directly connected to the hypotheses to determine viability of VR systems in education. All questions are on scale of 1 to 5, where 1 is completely disagree and 5 completely agree with the statement.

1. Interaction with the real people in the real world, whether they are lecturers or students, is necessary.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
2. The visual stimuli provided by VR systems is fascinating to the users.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
3. Stimulation of multiple senses leads to a better understanding of educational content (positive stimulation to the senses consequently lead to more impactful experiences and understanding of educational content).  
1 – 2 – 3 - 4 - 5
4. The classical evaluation system in education (e.g. exams) does not reflect the real knowledge of the respondents.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
5. People learn better trough interaction.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
6. Complete immersion in the virtual world frightens me.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
7. Time passes faster for me while I consume content via VR system compared to consuming content via regular 2D displays.  
1 – 2 - 3 - 4 - 5
8. Introducing virtual reality into the classrooms turns learning into entertainment.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
9. Trough learning process, it's necessary to apply theoretical knowledge to practical examples in order to master a new skill.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
10. Due to the simulation and experience provided by VR, students will continue to explore and research the educational content.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
11. Virtual reality develops students' creativity.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
12. Unlike VR, which can provide an interactive experience, classical learning boils down to providing facts only.  
1 – 2 – 3 – 4 - 5
13. While I use a VR system, I am always aware that I'm in virtual world and that none of it is real.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

14. The group's shared experiences in a shared environment are important.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

15. The classical evaluation system in education (e.g. exams) reflects the real knowledge of the respondents.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

16. With the help of virtual reality, a student can learn how to react in certain (unknown, dangerous) situations.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

17. With VR, I'm not limited to passively consuming information and images displayed on the screen.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

18. Being able to see and experience the various locations around the world within the classroom provided by VR can inspire and intrigue students.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

19. Virtual environment models teach and train with the same efficiency as reality.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

20. While I use VR system, I feel like I am present in a virtual world.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

21. Using a VR system would distract students from the educational content.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

22. In the classrooms, there should be mostly interaction between students (the professor only serves as a "guide" to the conversation).

1 – 2 – 3 – 4 - 5

23. It's difficult for me to understand abstract contents and concepts (e.g. energy transfer, and similar) without a visual representation of the same.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

24. Evaluation tailored to the individual, where certain parameters of the respondents are monitored with the help of VR system represents a better evaluation system.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

25. I think that my interest in courses and educational content would be higher if interactive content and VR systems were used.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

26. In classrooms, professor should lead the keynote, i.e. the professor is the main source of information and interaction.

1 – 2 – 3 – 4 - 5

27. While using VR systems, students can actively learn and participate, instead of passively looking at 2D displays.

1 – 2 – 3 – 4 - 5