

Virtualna stvarnost u visokoškolskom obrazovanju

Bičanić, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:747174>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-10**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet ekonomije i turizma

«Dr. Mijo Mirković»

DOMAGOJ BIČANIĆ

**VIRTUALNA STVARNOST U VISOKOŠKOLSKOM
OBRAZOVANJU**

Diplomski rad

Pula, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet ekonomije i turizma

«Dr. Mijo Mirković»

DOMAGOJ BIČANIĆ

**VIRTUALNA STVARNOST U VISOKOŠKOLSKOM
OBRAZOVANJU**

Diplomski rad

JMBAG: 0303067259, redovni student

Studijski smjer: Informatički menadžment

Predmet: ICT i društvo

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Ekonomija

Znanstvena grana: Poslovna informatika

Mentor: Doc. dr. sc. Snježana Babić

Pula, rujan 2021.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisan Domagoj Bičanić, kandidat za magistra poslovne ekonomije smjera Informatički menadžment ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, _____ godine



IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Domagoj Bičanić, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom Virtualna stvarnost u visokoškolskom obrazovanju koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, _____ godine

Potpis

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. VR TEHNOLOGIJA.....	3
2.1. Opći pojam VR tehnologije.....	3
2.2. Povijest VR tehnologije.....	4
2.3. Razvojni proces VR sustava.....	9
2.4. Virtualna stvarnost 21. stoljeća.....	11
3. HARDVERSKA RJEŠENJA ZA DOŽIVLJAJ VIRTUALNE STVARNOSTI.....	13
4. DESKTOP I MOBILNI VR SUSTAVI.....	17
5. VR U VISOKOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU.....	20
5.1. Prednosti virtualne stvarnosti (VR) u obrazovanju.....	22
5.2. Nedostaci virtualne stvarnosti (VR) u obrazovanju.....	25
5.3. STEM obrazovanje.....	26
5.4. Razvijene VR aplikacije za STEM obrazovanje.....	29
5.5. Vojno obrazovanje.....	32
6. PROVEDENA ISTRAŽIVANJA U GRANAMA VISOKOG OBRAZOVANJA – VIRTUALNA STVARNOST (VR).....	33
7. PERCEPCIJA STUDENATA PREMA KORIŠTENJU VR-a U VISOKOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU.....	47
7.1. Metodologija istraživanja.....	47
7.1.1. Ciljevi i metode istraživanja.....	47
7.1.2. Procedura i anketni upitnik u istraživanju.....	48
7.1.3. Sudionici u istraživanju.....	49
7.2. Rezultati istraživanja.....	52
7.2.1. Rezultati ispitanika/studenata o tome dali su se ikad susreli ili primjenjivali virtualnu stvarnost.....	52
7.2.2. Rezultati ispitanika/studenata o njihovom trenutnom znanju, vještinama i sposobnostima iz područja virtualne stvarnosti za potrebe učenja (edukacije).....	55
7.2.3. Rezultati ispitanika na temelju toga koliko često koriste neku od navedenih tehnologija.....	56
7.2.4. Rezultati istraživanja percepcije studenata o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju.....	61
8. INTERPRETACIJA REZULTATA.....	84
8.1. Hipoteza 1.....	84
9. ZAKLJUČAK.....	89
LITERATURA.....	91

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA.....	94
PRILOZI	98
SAŽETAK.....	111
SUMMRAY	112

1. UVOD

Virtualna stvarnost ili VR (eng. virtual reality) tehnologija je koja se danas sve više koristi u raznim društvenim djelatnostima, provedena su brojna istraživanja od strane znanstvenika na temu kako bi virtualna stvarnost mogla biti od koristi u raznim društvenim granama, pa tako i u obrazovanju. Napretkom tehnologije, sve više se počelo govoriti o pojmu virtualne stvarnosti, VR. Virtualna stvarnost kreira potpuno novi svijet – virtualni svijet o kojem se sve više razglaba. Današnja predviđanja tržišta HMD uređaja broje vrijednost od 25 milijardi USD. Mnogi smatraju kako VR iskustvo iznimno korisno utječe na sve djelatnosti, te ljudima olakšava savladavanje svakodnevnih prepreka na koje mogu naići u svome životu. Digitalizacija polako, ali sigurno pronalazi svoje mjesto u obrazovanju i potrebama u podučavanju studenata i učenika. Obrazovanje je profitiralo uvođenjem VR sustava u svoj kurikulum, studenti i učenici uglavnom pozitivno prihvaćaju korištenje VR tehnologije u svrhu svoje edukacije, smatraju kako im ono omogućava kvalitetnije i opširnije usvajanje gradiva, pruža im nezaboravno iskustvo, održava koncentraciju te kod studenata „pokreće“ želju za znanjem i učenjem.¹

Rad se sastoji od teorijske i empirijske analize. U teorijskom dijelu je objašnjeno prihvaćanje i korištenje VR tehnologije za potrebe edukacije, navedeni su sustavi i oprema koja je potrebna za korištenje VR tehnologijom, navedeni su i opisani primjeri uvođenja i korištenja VR tehnologije među studentima i ostalim korisnicima, te prednosti i nedostaci koje VR tehnologija pruža.

Na temelju prethodnih istraživanja o percepciji studenata prema VR tehnologiji te analizom prednosti i nedostataka iste, izrađen je anketni upitnik. Provedeno je istraživanje u kojem je sudjelovalo ukupno 155 ispitanika/studenata. Rezultati istraživanja u ovom diplomskom radu pokazali su da studenti iskazuju veliki interes za prihvaćanjem VR tehnologije, njihova percepcija prema VR-u uglavnom je pozitivna, te bi velika većina ispitanika okušala virtualni svijet u svrhu vlastite edukacije. Smatraju kako bi njihovo obrazovanje bilo stručnije i mnogo kvalitetnije, kako je i otkriveno u

¹ Gavin Baxter, i Thomas Hailey, Student perceptions of virtual reality use in higher education, 2019, Journal of Applied Research in Higher Education, dostupno na: <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106> (pristupljeno 1. rujna 2021.)

istraženoj literaturi. Ispitanici su odgovorili da VR sustav nije pristupačan svakom te da bi imali poteškoća pri nabavljanju istog.

2. VR TEHNOLOGIJA

Virtualna stvarnost (VR) simulirano je iskustvo, potpuno različito od stvarnog svijeta. VR ima za cilj stvoriti senzorno iskustvo za korisnika, ponekad uključujući vid, dodir, sluh, miris ili čak okus. Industrija u cjelini raste brzim tempom, a predviđa se da će se globalno tržište VR -a povećati s manje od pet milijardi američkih dolara 2021. na više od 12 milijardi američkih dolara do 2024.²

2.1. Opći pojam VR tehnologije

Pojam virtualna stvarnost (VR) najjednostavnije se definira kao sintetičko ili virtualno okruženje koje korisniku pruža osjećaj stvarnosti. Ono se još u javnosti prepoznaje i pod nazivom virtualno okruženje (VE), to su najučestaliji pojmovi kada se govori o približavanu tj. opisivanju VR tehnologije korisniku. „Synthetic Experience“ i „Virtual Worlds“ samo su neki od izraza koje danas možemo čuti kada se govori u virtualnoj stvarnosti, ali zapravo ti pojmovi odnose se na istu vrstu tehnologije, VR tehnologiju. VR se korisnicima tumači kao iluzija s naglaskom na sudjelovanje u virtualnom odnosno sintetičkom okruženju, suprotno od razmišljanja da je to vanjsko promatranje takvog okruženja. Prilikom korištenje VR-a potreban je trodimenzionalni stereoskopski zaslon pomoću kojeg se prate kretanja korisnika, odnosno svaki pokret tijela, glave, ruku te svaki binauralni zvuk. VR okruženje je imerzivno, multi-senzorno, interaktivno te trodimenzionalno koje se generira uz pomoć računala i tehnologije koja je potrebna prilikom reproduciranja takvog okruženja. Cilj virtualne stvarnosti je kreiranje novog tzv. „virtualnog svijeta“, kako bi korisnik mogao „uroniti“ u isti, ovladati svim sposobnostima interakcije s novim svijetom te uz pomoć posebno izrađenih uređaja za simulaciju okruženja dobiti povratnu informaciju iz virtualnog svijeta, a sve u svrhu kako bi doživljeno iskustvo bilo što realnije i stvarnije.³

²Virtual reality (VR) - statistics & facts, Statista, Thomas Alsop, 2021, dostupno na: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/> (pristupljeno 15. rujna 2021.)

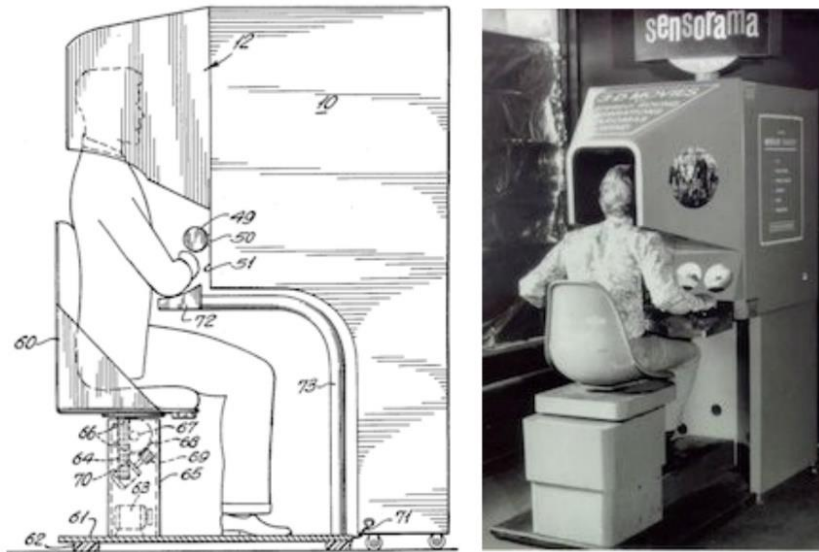
³Virtual reality, Britannica, Henry E. Lowood, dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

2.2. Povijest VR tehnologije

VR kroz povijest ostavio je svoje tragove „postojanja“, prva ideja o kreiranju virtualne stvarnosti javlja se još davne 1935 godine. U centru pozornosti toga vremena nalazi se kratka priča „Pygmalion's Spectacles“ napisanu od strane autora, Stanleya G. Weinbauma. Tada je službeno zabilježeno prvo spominjanje virtualne stvarnosti tj. ideje kako bi ono moglo ili trebalo izgledati. Weinbaum govori o posebnim naočalama koje bi korisniku omogućavale reprodukciju gledanje filmova iz prvog lica, odnosno korisnik je u ulozi glavnog protagonista, te mu je omogućeno da stupi u interakciju sa prikazanim filmovima kroz zvuk, sliku, osjet okusa i mirisa te taktilnu percepciju. Weinbaum ide korak dalje, te u svojem djelu spominje dodatnu mogućnost u kojem bi korisniku gledatelju bilo omogućeno stupanje u interakciju s likovima, postavljanje pitanja i dobivanja odgovora, odnosno uobičajena međusobna komunikacija između svih sudionika koji se nalazi tog trenutka u virtualnom svijetu. Weinbaum se smatra vizionarom svoga vremena jer gledajući danas njegova ideja i cjelokupan koncept virtualne stvarnosti ne razlikuje se mnogo u odnosu na to kakvu danas VR tehnologiju poznajemo, zanimljiva je činjenica da su takve ideje objavljene javnosti u vrijeme kada računala nisu postajala, te dok je televizija bila tek u počecima svojeg razvoja.⁴

Tridesetak godina poslije, točnije 1962. kinematograf, Morton Heiling zvan Sensorama zapravo pretočio je riječi u djelo i konstruirao simulator motocikla gdje je slika bila simulirana korištenjem video projekcije, otišao je i korak dalje te uspio dočarati simuliranje vibracija te miris pregrijanih guma motocikla, dok je zvuk bio emitiran putem tonskog zapisa.

⁴ 2. The Very Real History of Virtual Reality (+A Look Ahead), G2, 2019, dostupno na: <https://www.g2.com/articles/history-of-virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)



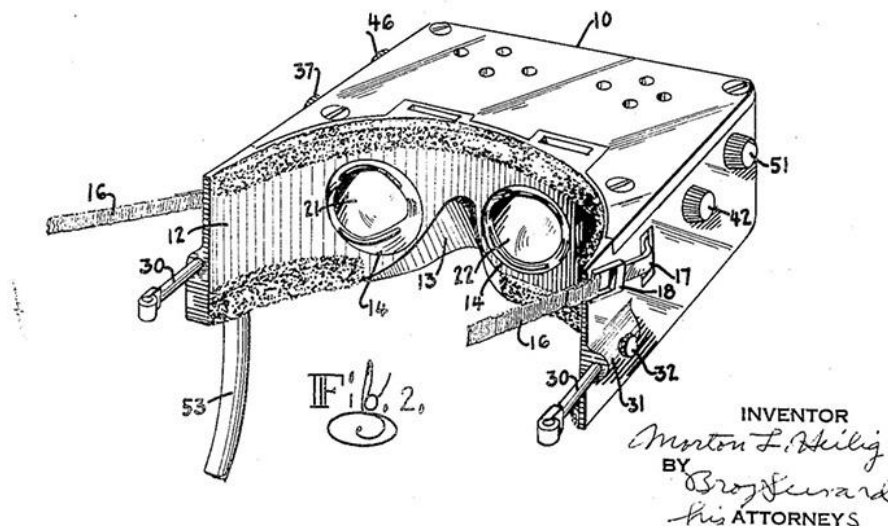
Slika 1.: *The Sensorama, 1962., prvi stroj za reproduciranje virtualne stvarnosti (VR)*

Izvor: (Chen, 2015.)

Jedan od najranijih prototipa imerzivne, multimodalne tehnologije, zvan „kino budućnosti“, mehanički kabinet, imena „Sensorama“ sastojao se od tad potpuno inovativnih nepoznatih značajki koje predstavljaju jedan moderni VR sustav, poput stereo zvučnika, stereoskopski 3D zaslona te haptičke povratne informacije (engl. haptic feedback) koje je korisnik Sensorame imao priliku osjetiti preko vibracija iz sjedala kabineta.⁵

Heiling se nije zaustavio samo na tome otkriću, godine 1960. patentiran je izum „Telesphere Mask“, stil HMD zaslona (engl. Head Mounted Display). Telesphere Mask, jako slični na aluminijsku verziju Gear VR-a, na vrlo stvaran način, zapravo je to i bio. Jedina stvarna razlika je u tome što se umjesto povezivanja sa pametnim telefonom, koji se tek trebao izumiti, povezivalo s minijaturnim TV-ima (katodna cijev).

⁵ R.A. Earnshaw, M.A. Gigante i H. Jones, *Virtual Reality Systems*, UK, Academic Press., 1993., str. 3-7.



Slika 2.: *The Telesphere Mask*, prvi zaslon virtualne stvarnosti sličan današnjem (HMD-u)

Izvor: (Ismail i Pillai, 2017.)

Bio je to izum u obliku zaslona koji se postavlja na glavu, baš poput današnjih VR headsetova, a pružao je mogućnost stereoskopskog 3D prikaza, ali i stereo zvuka. Povlači se crta između VR tehnologije iz prošlosti i one kakvu poznajemo danas, gdje virtualna stvarnost tek dostiže svoj vrhunac nove tehnologije odnosno 1950-tih godina gdje su nastala prva razmišljanja, zamišljanja, vizije, izumi VR tehnologije.⁶

Svi VR izumi 20. stoljeća zastarjeli su i daleko su lošije kvalitete u odnosu na VR kakav danas poznajemo, VR 21. stoljeća. Kako danas tako i kroz prošlost jedina zajednička stvar onih koji su se ikad uključili u razvoj virtualne stvarnosti ili radili na bilo koji način u njenom razvoju je da VR tehnologija korisnika „uroni“ u potpuno novi virtualan svijet.

Prolazeći kroz povijest dolazi se do već postavljenih temelja virtualne stvarnosti, spominje se Ivan Sutherland, smatran jednim od pionira virtualne stvarnosti. Jedno od njegovih revolucionarnih rješenja bilo je otkriće prikaza slike koja slijedi položaj glave. HMD uređaje locirao je u prostoru koristeći se ultrazvučnim i mehaničkim slijednicima položaja glave. Važno je spomenuti kako su se 1970-ih Sjedinjen Američke Države koristile tom tehnologijom za treniranje vojnih pilota.

⁶ Virtual reality, Britannica, Henry E. Lowood, dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

1975. godine Eric Howlett svojim radom dovodi virtualnu stvarnost na još jednu višu razinu, otkrićem optičkog sustava LEEP (Large Expanse, Extra Perspective).



Slika 3.: *LeepVR, osnova kasnijeg VR snimanja*

Izvor: (Lawrence, 2012.)

LEEP je omogućavao promatranje slika putem zaslona postavljenih u blizini očiju i to uz velik vidni kut. Smatra se izumiteljem ekstremne širokokutne stereoskopske optike koja se uvelike koristi u sustavima virtualne stvarnosti.⁷

VR tehnologija ranih 1990-ih godina pokušava uspostaviti svoje prve komercijalne „korake“, ali nailazi na brojne tehničke poteškoće izazvane od strane svjetske tehnologije koja je bila „bolest“ toga vremena, drugim riječima nije bila na dovoljnoj razini razvijenosti kako bi mogla uhvatiti korak s novim pravcem tehnologije. Nintendo i Sega, kompanije proizvođači računalnih konzola 1993 godine, pokušavaju „lansirati“ u prodaju nove HMD uređaje koji bi prvotno bili namijenjeni industriji video igara, pokušavao se pokrenuti novi trend koji bi kompanija donio dodatnu slavu i uspjeh. Održana je CES konferencija putem koje SEGA kompanija službeno najavljuje projekt SEGA VR. Predstavljen je uređaj te cijena istog u visini od 200 dolara, gdje je javnost takvu ponudu prihvatila dosta pristupačnom i isplativom za ono što bi uređaj trebao pružiti, odnosno približiti korisniku pustolovine virtualnog svijeta o kojem VR „simpatizeri“ i danas maštaju. Kompanije Sega nije uspjela realizirati projekt,

⁷ The Very Real History of Virtual Reality (+A Look Ahead), G2, 2019, dostupno na: <https://www.g2.com/articles/history-of-virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

dostupnost javnosti bila je onemogućena, kao razlog odustajanja od projekta navodi se razvijanje snažne glavobolje i mučnina koja se javlja većini korisnika prilikom testiranja samog uređaja.

Kompanija Nintendo uspijeva na tržište plasirati svoj VR uređaj pod nazivom „Virtual Boy“. Korisnici su imali priliku okušati se u 3D stereoskopskom prikazu, ali uređaji na prodajno tržište isporučeni su s brojnim tehničkim problemima koje su zabilježene od strane korisnika VR uređaja „Virtual Boy“.



Slika 4.: Virtual Boy, igraća VR konzola

Izvor: (WarPedFactor, 2021.)

„Virtual Boy“, sustav namijenjen korisniku za nošenje na glavi, ali nakon kratkog perioda korištenja također je zabilježen razvoj glavobolje i mučnine kod korisnika, sustav je poslan na doradu, ali ipak nije opravdao očekivanja kompanije zbog slabije prodaje, te je projekt povučen u kratkom roku.⁸

⁸ P. Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.

2.3. Razvojni proces VR sustava

U periodu od 19. st pa sve do 21. st bilježi se razvoj VR tehnologije, svako vrijeme za sobom je donosilo svoj doprinos u tehnologiji. VR tehnologija s početka svog otkrića nije mogla brže napredovati u svom razvoju zbog posljedice nerazvijenosti tehnologije tog vremena koja nije mogla ispratiti takvu jednu inovativnu granu tehnologije koje će današnji svijet sve više okruživati te postaviti nove trendove u brojim granama društva.⁹

19 st.	1838.	Izumitelj prvog stereoskopa – Sir Charles Wheatstone
20 st.	1929.	Izumitelj prvog simulatora leta, nazvan „Blue Box“ – Edwin Link
	1950.	Jednostavnost VR sustava te dolazak HMD (head – mounted display)
	1962.	Izrada prototipa „Sensorama“, mehaničkog kabineta – Morton Heiling
	1968.	Drugi po redu osmišljen head-mounted VR, tj. prvi sustav sa praćenjem pokreta povezan s računalom
	1978.	MIT tim radi na razvoju „Aspen Movie Map“, prvo virtualno putovanje kroz Aspen, Colorado.
	1984.	Jaron Lanier, osnivač tvrtke VPL Research, proizvedena prva „Dana Glove“, „EyePhone“ i „Audio Sphere“
	1993.	VR sustav od strane SEGA kompanije (SEGA genesis VR)
	1995.	„Virtual Boy“ - VR sustav pušten u prodaju od strane Nintendo kompanije

⁹ The Very Real History of Virtual Reality (+A Look Ahead), G2, Bridget Poetker, 2019., dostupno na: <https://www.g2.com/articles/history-of-virtual-reality> (pristupljeno 7. rujna 2021.)

21 st.	2007.	„Street View“ – predstavljen od strane kompanije Google, služi za realistično prikazivanje karte svijeta
	2010.	Oculus Rift – nastaje prvi prototip inovatora Luckya Palmera
	2014.	Mark Zuckerberg, kupnja Oculus Rifta VR u vrijednosti 2.3 milijarde dolara
	2014.	„Google Cardboard“ – VR platforma za pametne telefone, razvijeno od strane Google kompanije
	2014.	Razvijen prvi VR sustav koji služi za praćenje pokreta oka, FOVE
	2015.	„HTC Vive“ – VR sustav razvijen od strane dvaju kompanija HTC i Valve, omogućava kretanje korisnika unutar 3D prostora te korištenje upravljača
	2016.	„Project Morpheus“ – VR sustav razvijen za PlayStation 4 konzolu, razvijen od strane SONY kompanije

Tablica 1.: Razvojni proces VR sustava

Izvor: (Poetker, 2019.)

2.4. Virtualna stvarnost 21. stoljeća

Virtualne stvarnosti 21. stoljeća započinje 2013. godine kada mladić imena Palmer Luckey, s tek 19. godina dolazi na ideju da uz pomoć nekoliko tehnologija i njihovim međusobnim spajanjem uspije ih ujediniti u jednu cjelinu. Ubrzo postaje autor prvog VR headseta koji je naizgled nezgrapan, niske osnovne grafičke mogućnosti, ali i dalje kao takvo pružalo je iznenađujuće iznenađenje i uživanje u virtualnom svijetu. Nakon svojeg uspjeha, Palmer Luckey, pokreće kampanju pod imenom Kickstarter te uspješno prikuplja iznos od 2.4 milijuna dolara te tako uspijeva pokrenuti proizvodnju. Uz suradnju s Johnom Carmackom nastala je nova tehnologija „Oculus Rift“ Development Kit 1. „Oculus Rift“ svojom pojavom na tržištu VR uređaja prezentira početak prvih moderno potrošačkih VR sustava današnjice. Već dobro postignutim rezultatom te tehnologije mnogi prepoznaju potencijal ovog koncepta, te među prvim poznatim kompanijama, Facebook prepoznaje sav potencijal projekta „Oculus Rift“ te 2014. godine ga kupuje u iznosu od 2 milijarde dolara.¹⁰

2016. godine razvijena je nadogradnja „Oculus Rift“ Development Kit 2, rezolucije ekrana 1920x1080 piksela te brzinom osvježavanja od ukupno 90 Hz, dorađen je s novim sensorima „6DOF“ (6 degrees of freedom) – detekcijom pokreta u svim smjerovima, koja služi pri praćenju pokreta glave.¹¹

VR sustavi koji se nalazi u prodaji rade na sličan način, odnosno HMD sustavi u principu su vrlo slični prilikom korištenja tj. kada korisnik konzumira virtualnu stvarnost. Cjelokupan sustav osmišljen je na način da se nosi na glavi, a reprodukcija zvuka prenesena je putem slušalica koje su ugrađene u isti, te se koriste i upravljači s integriranim upravljačima pokreta. Neki od najboljih i najkvalitetnijih VR sustava danas na tržištu zasigurno su, Oculus Rift i HTC Vive, koji su nagrađivani po tome što se korisniku pruža najrealističnije iskustvo virtualne stvarnosti. Sony razvija VR sustav pod nazivom Playstation VR koji glasi kao alternativni sustav koji je namijenjen i pristupačniji većini korisnika koji bi se htjeli okušati u VR svijetu, ono što je jedini uvjet kako bi se Playstation VR mogao koristiti je posjedovanje Playstation 4 konzole. Playstation VR bilježi velike uspjehe u svojoj prodaji, korisnici su zadovoljni takvim VR

¹⁰How Palmer Luckey Created Oculus Rift, Smithsonian Magazine, 2014, dostupna na: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/how-palmer-luckey-created-oculus-rift-180953049/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

¹¹Develop for the Quest Platform, Oculus, dostupno na: <https://developer.oculus.com/quest/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

sustavom, naglašena je njegova prednost poput toga što je pristupačan te pruža zadovoljavajuće iskustvo provedeno u virtualnom svijetu.¹²

¹² Playstation VR, Sony, dostupno na: <https://www.playstation.com/hr-hr/ps-vr/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

3. HARDVERSKA RJEŠENJA ZA DOŽIVLJAJ VIRTUALNE STVARNOSTI

Tržište pruža velik asortiman različitih VR uređaja pomoću kojih se uzbudljivije doživljava iskustvo virtualno svijeta u kojem se korisnik zatekne igranjem videoigara, promatranjem holograma i drugih sličnih situacija. Od glavnih uređaja koji se koriste za što bolju reprodukciju virtualne stvarnosti su VR naočale, 3D zvučni sustavi, uređaji koji se koriste za zrcaljenje svakog korisnikovog pokreta, sustavi za mapiranje prostorija (ultrazvučni i laserski), govorni sintetizatori, te uređaji za prepoznavanje govora i mirisa. S ciljem kako bi se korisnik što bolje prepustio nesvakidašnjem iskustvu provedenom u svijetu virtualne stvarnosti. Kada korisnik „uroni“ i virtualni svijet, odnosno u trenutku kada virtualno okruženje uspije korisniku simulirati stvarni svijet, tada korisnik poprima osjećaj stvarnosti. Za sve navedeno kao glavni zadatak postavlja se pronalazak balansa između imerzije i izvedivosti za potpuni doživljaj virtualne stvarnosti.

Ono što čini glavni dio opreme za konzumiranje virtualne stvarnosti (VR) naziva se HMD (engl. head-mounted display). Na tržištu su tri velika konkurenta proizvođača HMD-a, OculusRift11, PlayStation 14 te HTC Vive13, dok se OculusRift11 smatra najkvalitetnijim na tržištu. VR headset obično je povezan s računalom, pametnim telefonom te drugim oblikom računalne platforme. HMD čini glavnu ulogu VR sustava jer putem njega korisnik konzumira stereoskopske slike. Prva verzija VR sustava spajala se žičnim putem s jedinicom, odnosno ograničavala je korisnikovo kretanje u prostoru, dok se novije verzije VR sustava oslanjaju na bežično spajanje s jedinicom te tako korisniku pružaju mogućnost potpune slobode u prostoru. Kako bi VR sustav kvalitetno i na ispravan način funkcionirao te prenosio sve doživljaje na što kvalitetniji način jedna od najvažnijih komponenata je praćenje samog položaja korisnika jer ono pruža glavnu ulaznu informaciju prilikom uranjanja u virtualni svijet. Položaj korisnika može se pratiti pomoću vanjskih senzora koje šalju povratnu informaciju, dok su kod novijih HMD uređaja senzori smješteni unutar istog, odnosno primjenjuje se tehnologija „inside-out tracking“. ¹³

¹³ P. Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.

Danas je tržište upoznato s brojnim VR headsetovima (Slika 5.) koji omogućavaju reproduciranje virtualne stvarnosti, prikazani su samo najpopularniji VR headset uređaji, koji bilježe najbolje recenzije kvalitete.



Slika 5.: *Playstation VR, HTC Vive i Oculus Rift*

Izvor: (Dexter i Ridley, 2021.)

Prikazani su jedni od najmodernijih HMD uređaja (Slika 5.). Na tržištu ih je ukupno rasprostranjeno više od 5,5 milijuna primjeraka. Korisnici svakodnevno uživaju u visokoj rezoluciji emitiranog virtualnog okruženja, a uređaji pripadaju grupi najkvalitetnijeg razreda VR opreme.

Praćenje rada oka ne radi na principu kako bi mjerili poziciju ili pak orijentaciju glave, oni se usredotočuju na samu detekciju smjera u kojem je usmjeren pogled oka korisnika koji se nalazi u određenom virtualnom prostoru. Postoji više vrsta uređaja: optički, elektrookularni te elektromagnetski. LED (engl. Light Emitting Diode) infracrveno svjetlo koje ima ulogu osvjetljavanja oka pri čemu dolazi do generiranja refleksije na samu rožnicu preko kojeg se dolazi do traga u kojem smjeru korisnik gleda. Na takvom principu rada baziraju se optički uređaji koji su ujedno i najrašireniji na tržištu i primjeni. Ostala dva tipa uređaja rade sličnim načinom, ali kao nedostatak imaju to što su skuplja opcija ili su manje stabilni u praksi izvođenja.¹⁴

Jedna od važnih komponenti VR sustava je 3D zvuk, kako se tehnologija razvija te za sobom donosi što kvalitetniju 3D sliku i videozapise, tako i VR sustavi bit će upotpunjeni korištenjem 3D zvuka. Pomoću njega korisnici mogu istraživati objekte koji

¹⁴ ibidem

su u kreću oko njih te mogu u pravo vrijeme odrediti smjer zvuka te njegov izvor. Postoje zvučni signali koji podržavaju trenutne VR sustave, ali ti sustavi nisu na visini jer nisu sposobni učiniti da se korisnik osjeća potpuno uronjen u virtualno okruženje. S 3D zvukom mozak ugodno surađuje sa simulacijama jer su zvukovi dovoljno autentični da surađuju s umom kako bi doveli korisnika u njegov izmišljeni svijet. Zvuk se najviše odražava odnosno utječe na imerziju korisnika u virtualnom svijetu, zbog toga se koristi 3D zvuk koji nastaje na principu snimanja binaural zvuka. Binauralni zvukovi utječu na korisnikov mozak, odnosno mijenjaju kognitivne i psihološke procese, odražavajući se na korisnikovo praćenje i pamćenje.¹⁵

VR tehnologija otišla je korak dalje tako što je u svoj asortiman opreme uvrstila haptičke rukavice pomoću kojih korisnik može osjetiti i opipati predmete koji se nalaze u virtualnom prostoru. Jedne od najpoznatijih VR rukavica su, HaptX rukavice DK2. One pružaju realan osjećaj dodira za razliku od bilo kojeg drugog uređaja. Izgrađene su patentiranom mikrofluidnom tehnologijom, jedine su rukavice koje pružaju performanse industrijskog razreda potrebne za profesionalne primjene. Bez obzira na to „trenira“ li se nova radna snaga, dizajnira novi proizvod ili pak kontrolira robote s udaljenosti, HaptX rukavice čine takvo iskustvo stvarnim. Haptička tehnologija, poznata i kao kinestetička komunikacija ili 3D dodir, odnosi se na bilo koju tehnologiju koja može stvoriti iskustvo dodira primjenom sila, vibracija ili pokreta na korisnika. Kreatori ove vrste haptičkih rukavica bili su suočeni s nekoliko izazova. Prvo, senzori i pokretači moraju biti dovoljno mali da stanu unutar tkanine te su morali biti postavljeni u blizini prstiju kako se ne bi javljale „greške u komunikaciji“. Drugo, veličina opreme (uključujući ožičenje) mora biti vrlo fleksibilno, u protivnom će se korisnik osjećati ograničen u svom kretanju. Treće, rukavica mora izdržati veliku deformaciju, uključujući istežanje koje se pojavljuje prilikom stavljanja same rukavice te uklanjanja iste s korisnikove ruke.¹⁶

¹⁵ 3D sound: the next big frontier for virtual reality, Allerin, 2018, dostupno na: <https://www.allerin.com/blog/3d-sound-the-next-big-frontier-for-virtual-reality> (pristupljeno 30. kolovoza 2021.)

¹⁶ HAPT X GLOVES DK2, haptx, dostupno na: <https://haptx.com/> (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

Haptičke rukavice (Slika 6.) osmišljene su na način da budu izrađene od odjevnog predmeta kako bi pružale što udobniji osjećaj, a samim time i provedeno iskustvo korisnika u njima pružat će bolje rezultate korištenja.



Slika 6.: *Haptx rukavica*

Izvor: (Haptx, 2021.)

Haptičke rukavice osmišljene su poput “tradicionalnih rukavica”, izgledaju poput odjevnog predmeta od neke vrste fleksibilne tkanine, koji odgovara obliku ruke i omogućuje prstima da se kreću pojedinačno, odnosno da se „razumiju“ prilikom pomicanja. Senzori za mjerenje fleksije prstiju te pokretači istih, kako bi primijenili povratnu informaciju na kožu ili kostur ruke ušiveni su unutar tkanine ili pričvršćene s vanjske strane rukavica, te su na taj način u dobroj „komunikaciji“.¹⁷

¹⁷ ibidem

4. DESKTOP I MOBILNI VR SUSTAVI

Ovo poglavlje usmjereno je na usporedbu desktop VR sustava i mobilnih VR sustava. HTC Vive, Oculus Rift, Windows MR i Playstation VR svi oni spadaju u skupinu desktop VR sustava. Uspoređena će biti platforma, iskustvo, FoV (Field of View), Rezolucija (po oku), težina, brzina osvježavanja te upravljači. Kada se govori o platformama može se navesti da, HTC Vive koriste platforme Windowsa ili Mac, dok Oculus Rift prilagođen je samo za Windows platformu, također kao i Windows MR, a Playstation VR za drugu vrstu platforme, a to je konzola Playstation 4. Kada je riječ o iskustvu korištenja, odnosno provedenom iskustvu u danom virtualnom okruženju za HTC Vive, Oculus Rift te Windows MR može se reći da je stacionarno odnosno veličine sobe, dok je kod Playstation VR iskustvo samo stacionarno. FoV (Field of View) odnosno vidno polje koje pružaju ovi VR sustavi glasi da za sustave HTC Vive i Oculus Rift, FoV iznosi 110 stupnjeva dok za sustave Windows MR i Playstation VR iznosi 100 stupnjeva. Rezolucija koja se mjeri po oku iznosi za HTC Vive i Oculus Rift 1080 x 1200 OLED dok za Windows MR varira od 1440 x 1440 LCD, a za Playstation VR iznosi 1080 x 960 OLED. Težina svih uređaja kreće se između 0,54 kg do 0,64 kg osim Windows MR koji iznosi svega 0,17 kg. Kada je riječ o brzini osvježavanja VR sustavi poput HTC Vive i Oculus Rifta su na 90 Hz, Windows MR varira između 60-90 Hz, dok Playstation VR varira između 90 do 120 Hz. Upravljači koji su dodijeljeni sustavima nazvani su:

- Dual motion wand controllers (HTC Vive),
- Dual motion controllers (Oculus Rift),
- Dual motion controllers, inside-out tracking (Windows MR)
- Dual PlayStation move controllers (Playstation VR).¹⁸

Kod usporedbe mobilnih VR sustava, Samsung Gear VR, Google Daydream te Google Cardboard vrijedi sljedeće. Uspoređena će također biti platforma, iskustvo, FoV (Field of View), rezolucija (po oku), težina, brzina osvježavanja te upravljači. Sva tri VR sustava rade na platformi android osim što je za Google Cardboard omogućena

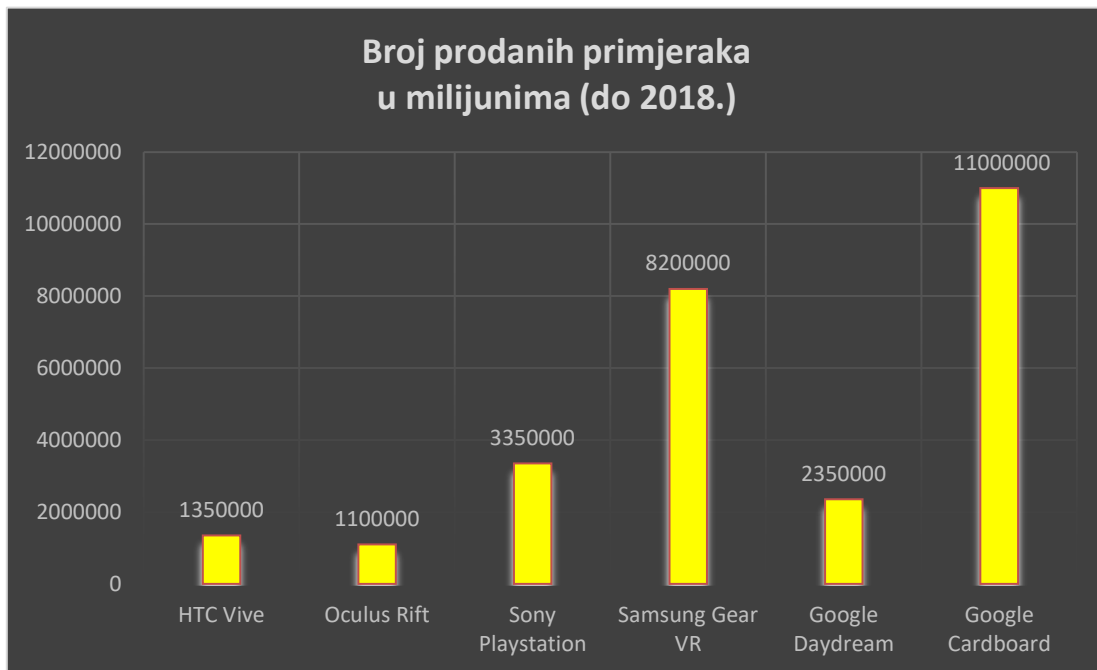
¹⁸ P. Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.

i iOS platforma. Iskustvo je zabilježeno kao stacionarno prilikom korištenja sva tri sustava, dok se primjećuje razlika u usporedbi Fov (Field of View) odnosno vidnog polja, gdje za Samsung Gear VR ono iznosi 101 stupanj, Google Daydream 90 stupnjeva te za Google Cardboard varira oko 90 stupnjeva. Kada je riječ o rezoluciji sustav Samsung Gear VR koristi svoj poznati Super AMOLED od 1440 x 1280 piksela, VR sustav Google Daydream pruža Pixel XL 1440 x 1280 AMOLED , dok kod sustava Google Cardboard rezolucija varira. Težina (bez mobitela) iznosi 0,34 kg za Samsungov sustav dok za Google Daydream 0,22 kg, Google Cardboard teži svega 0,09 kg. Brzina osvježavanja iznosi 60 Hz osim za Google Cardboard koja varira. Od upravljača koriste se:

- Headset touchpad, single motion controller (Samsung Gear VR),
- Single motion controller (Google Daydream)
- Single headset button (Google Cardboard).

Desktop i mobilni VR sustavi poznati su na svjetskom tržištu, te ih korisnici rado koriste za potrebe „uranjanja“ u virtualni svijet kako bi iskusili nezaboravno iskustvo u svrhu zabave ili pak službene namjene.¹⁹

¹⁹ ibidem



Grafikon 1.: *Broj prodanih primjeraka desktop i mobilnih VR sustava izražen u milijunima (do 2018.)*

Izvor: *(John Wiley & Sons, 2018.)*

Grafikon prikazuje broj rasprodanih primjeraka desktop i mobilnih VR sustava diljem svijeta, izražen u milijunima u razdoblju do 2018 godine. Google Cardboard bilježi najveće prodaju od preko 10,5 milijuna rasprodanih primjeraka.

5. VR U VISOKOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU

VR industrija ostavlja veliki utjecaj na sve ono što čini čovjekovo okruženje. Kako se VR industrija još uvijek razvija i nije dostigla svoj vrhunac, tako se danas postavlja pitanje, gdje bi se sve VR danas mogao koristiti u svrhu postizanja bolje kvalitete i učinkovitosti. Smatra se kako je VR jedna nova dimenzija koja će u budućnosti čovječanstvo sve više okruživati, jer pruža mogućnost jedne više razine prenošenja znanja, educiranja, obavljanja složenih zadataka i sl. Kako je VR doživio veliki uspjeh u „gaming“ industriji, postavio neke nove trendove koje je publika odmah prihvatila i usvojila, tako se došlo do razmišljanja kako VR ne bi trebalo koristiti samo u slobodno vrijeme za potrebe igranja video igara, nego njegova primjena može biti puno korisnija u svim industrijskim granama, ali najviše u obrazovanju. Obrazovanje se smatra temeljem napretka civilizacije, te ponajviše zbog toga u obrazovanje se nastoji ulagati kako bi mlađe generacije postizale što bolje i kvalitetnije uspjehe, bili educiraniji i kvalitetnije shvaćali prednosti napretka tehnologije, ono što tehnologija nudi i što će sve moći ponuditi u bližoj budućnosti.

Kako je kurikulum obrazovanja naviknut na tradicionalni način prenošenja znanja na studente, postavlja se pitanje na koji način te kako bi se tehnologija najkvalitetnije mogla integrirati u kurikulum. Izmjenom tradicionalnog kurikuluma, tj. uvođenjem tehnologije u isti dogodile bi se promjene u više smjerova koje bi mogle uvelike utjecati na stil izvođenja predavanja, vjerodostojnosti ocjenjivanja, usvajanja gradiva i sl. VR u učionicama donosi jedan novi način predavanja, studenti nose VR HMD uređaj dok predavač objašnjava, tj. dok studenti prate virtualno predavanje. Mnoga provedena istraživanja pa tako i istraživanje koje je provedeno u ovome radu donose podatke o tome kako takav način konzumiranja predavanja na studente ostavlja pozitivne utiske, odnosno ono utječe na razvoj njihove kreativnosti, boljeg usvajanja gradiva, te student može pohraniti i sačuvati više informacija jer tokom predavanja direktno sudjeluje u tom trenutku pomoću virtualne stvarnosti (VR).²⁰

²⁰ Gavin Baxter, i Thomas Hainey, Student perceptions of virtual reality use in higher education, 2019, Journal of Applied Research in Higher Education, dostupno na: <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106> (pristupljeno 1. rujna 2021.)

Virtualno okruženje visoke je grafičke kvalitete i osmišljeno je na način da studentu replicira određeno okruženje u stvarni svijet. Studenti mogu razgledavati virtualno okruženje, ovaj element dizajna odnosi se i na aplikacije u kojima korisnici mogu putovati unaprijed definiranom putanjom i pri tome se osvrutati, odnosno mogu samostalno istraživati virtualno okruženje putem teleportacije ili „letenja“.

VR u visokoškolskom obrazovanju studentima omogućava da sami kreiraju ili odaberu virtualne objekte te s njima uspostave komunikaciju na različite načine. To uključuje preuzimanje dodatnih informacije o objektu u pisanom ili govornom obliku, uzimanje, rotiranje ili zumiranje objekata da bi vidjeli više pojedinosti o njemu. VR u nastavi omogućuje studentima komunikaciju s drugim studentima ili profesorima. Interakcija se može odvijati u obliku avatara ili putem komunikacijskih alata za razmjenu trenutnih poruka. Kada se sagleda kako se korištenje VR-a odražava na predavača, odnosno profesora, utvrđeno je da VR aplikacije koje se koriste u nastavi nude proširene funkcionalnosti poput dodjeljivanja zadataka studentima te ocjenjivanja istih, ili pak što se može navesti kao najveća prednost mogućnost praćenja napretka studenta na određenom projektu. Studenti dobivaju trenutnu tekstualnu, slušnu ili haptičku povratnu informaciju. Povratne informacije informiraju studente o tome jesu li ispravno riješili zadatke i jesu li interakcije s virtualnim objektima bile uspješne. U nekim slučajevima, povratne informacije mogu se također pružiti simuliranjem rezultata interakcije s virtualnim objektima. Uvođenjem VR u visokoškolsko obrazovanje zasigurno bi se postigao bolji uspjeh studenata, iskustvo i znanje koje im se može ponuditi putem tehnologije kvalitetnije od tradicionalnog načina učenja, što ne znači da se tradicionalni način obrazovanja treba zapostaviti, potrebno je pronaći ravnotežu između oba načina predavanja te prilagoditi kurikulum.

Danas je tehnologija važan i utjecajan faktor u obrazovanju neko ikada prije. Javljaju se nove generacija studenata koje sa sobom donose u visoko obrazovanje visok stupanj računalnog znanja i vještina te isto tako imaju i visoka očekivanja da će ih akademski instituti upoznati s odgovarajućim tehnologijama za njihovu uspješnu pripremu za određenu industriju. Akademске institucije su suočene s izazovima novih tehnoloških zahtjeva i moraju usvojiti odgovarajuće strategije kako bi se zadovoljile inovativne obrazovne potrebe.²¹

²¹ ibidem

Virtualna stvarnost danas se uvelike koristi u vojnoj obuci, dizajnu automobila i zrakoplovstva, medicinskoj izobrazbi, modeliranju, programiranju, arhitekturi, ali i zabavi. 3D digitalne tehnologije često su tema primijenjenih istraživanja i već se usvajaju za komercijalne primjene, posebno u automobilskoj industriji, tj. Jaguar Land Rover integrira koncepte virtualne stvarnosti u predstavljanje novih proizvoda (NPI). Proces u fazi projektiranja omogućuje 3D digitalno (virtualno) dizajniranje, odnosno dorađivanje prototipova koji će se rano koristiti za donošenje odluka faze projektiranja. Virtualna stvarnost također pruža prikladno okruženje za recenzije dizajna te pomaže u smanjenju vremena i snižavanju troškova pri razvoju te poboljšava kvalitetu i krajnju upotrebljivost novih proizvoda.²²

5.1. Prednosti virtualne stvarnosti (VR) u obrazovanju

Jedna od velikih prednosti korištenja virtualne stvarnosti prilikom poučavanja studenata je ta što je visoko motivirajuće. Studenti su koncentrirani na predavanje, nisu ometani situacijama iz vanjskog okruženja te im je puna koncentracija zadržana na sadržaju. VR plijeni i zadržava pozornost studenata, to je dokumentirano u izvješćima brojnih istraživačkih studija. Studentima je to uzbudljivo i izazovno, proces hodanja kroz okruženje u tri dimenzije, komuniciranje s okolinom i stvaranje vlastitih trodimenzionalnih (3D) svjetova. VR omogućuje ekstremno izbliza ispitivanje objekta, promatrajući određeni objekt iznutra, odozgo ili odozdo, VR prikazuje područja koja do sada studentu nisu bila otkrivena. Na primjer, nakon što je molekula modelirana u VR-u, studenti je mogu detaljno proučiti, ući u molekule, hodati uokolo i upoznati se s njezinim dijelovima. VR može promijeniti način interakcije učenika s predmetom. VR zahtijeva interakciju, odnosno potiče aktivno sudjelovanje, a ne pasivnost korisnika. Sudionik koji je u interakciji s virtualnim okruženjem potiče se na nastavak interakcije tako da se odmah vide rezultati. VR pruža studentima priliku da otkriju dosad nepoznata otkrića, omogućuje osobama s invaliditetom sudjelovanje u eksperimentu ili okruženju za učenje u kojima inače ne bi mogli prisustvovati. Moguće je izvoditi laboratorijske eksperimente iz kemije i fizike, na području medicine moguća je izvedba operacije pacijenta, dok se na vojnoj akademiji mogu uvježbavati 3D tereni i obuka

²² Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning, IJET, 2011., dostupno na: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/1766> (pristupljeno 1. rujna 2021.)

vojnika kako reagirati u visokorizičnim situacijama po život, u svijetu informatike i informatičkih znanosti moguće je modelirati, programirati te osmišljavati nove koncepte u virtualnom okruženju, slagati prototipove te izvršavati pokuse i usavršavati isti. VR omogućuje studentima da nastave graditi svoje znanje kroz svoje virtualno iskustvo.²³

Neki od prednosti VR-a:

- Novi način učenja, interakcija sa nastavnim sadržajem uz pomoć svih ljudskih osjetila (vid, sluh, njuh, dodir, okus),
- Bolje tehnike podučavanja (3D interaktivni prostor – u usporedbi s riječima, vizualni materijali poput videa i animacije nose puno više informacija),
- Mogućnost dodavanja pozadinskih skripti u sustav koje će nadgledati i ocjenjivati rad studenta u stvarnom vremenu i procjenjivati jesu li postignuti poučni ciljevi o odnosu na tradicionalni test na papiru koji je najčešća tip procjene studentovog znanja.

Predlaže se koristiti virtualnu stvarnost kada:

- postoji mogućnost provedbe simulacije
- je za poučavanje ili obučavanje studenata nužno koristiti opasne stvari ili tvari, kako bi se izbjegli rizične situacije, koristi se virtualno okruženje
- model virtualnog okruženja će pružiti još kvalitetniju poduku i praksu u odnosu na realno okruženje
- interakcija s VR modelom motivira više nego interakcija s pravom stvari u realnom okruženju
- putovanja, troškovi i/ili logistika za obuku predstavljaju takvu alternativu atraktivnom
- važna su zajednička iskustva grupe u zajedničkom okruženju
- iskustvo stvaranja simuliranog okruženja ili modela važno je za cilj učenja

²³ 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., dostupno na: <http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/22/17> (pristupljeno 2. rujna 2021.)

- potrebna je vizualizacija informacija, manipuliranje i preuređivanje informacija, pomoću grafičkih simbola, tako da se može lakše razumjeti
- simuliranu situaciju na treningu moguće je učiniti stvarno realnom
- razvoj participativnog okruženja i aktivnosti koje mogu postojati samo kao računalno generirani svjetovi
- nastavni zadaci uključuju ručnu spretnost ili fizičko kretanje
- učenje postaje mnogo zanimljivijim i zabavnijim
- osobama s invaliditetom pruža priliku za izvođenje eksperimenata i aktivnosti, koje u stvarnom okruženju ne mogu izvesti ili im biti prisutni
- greške koje je učenik ili pripravnik napravi koristeći stvarnu stvar mogle bi biti pogubne i/ili demoralizirajuće za studente, štetne za okoliš, prouzročiti nenamjerne materijalne štete, koja može uzrokovati oštećenje skupocjene opreme sl. dok se uz VR pruža mogućnost izvođenja rizičnih pokusa i situacija više puta, moguće je učiti na greškama i pristupiti opušteno problemu.²⁴

Uočene su brojne prednosti u primjeni VR tehnologije za potrebe edukacije studenata u svrhu poboljšanja njihovog učenja i kvalitetnijeg savladavanja nastavnog sadržaja.

²⁴ ibidem

5.2. Nedostaci virtualne stvarnosti (VR) u obrazovanju

Nedostaci korištenja virtualne stvarnosti prvenstveno su povezani s troškovima ali i vremenom koje je potrebno za učenje korištenja hardvera i softvera, nedostaci se javljaju i kod mogućih zdravstvenih poteškoća, te se zbog toga ne može garantirati sigurnost korisnika prilikom korištenja VR. Kao nedostatak navodi se i suočavanjem s mogućim poteškoćama pri korištenju te same integracije VR kao nove tehnologije u tečaj ili nastavni kurikulum.

Neki od nedostataka VR-a:

- Visoki troškovi implementiranja VR-a u obrazovanje
- Mogući zdravstveni problemi
- Spora integracija tehnologije u nastavni plan i program

Predlaže se ne koristiti virtualnu stvarnost ako:

- nije moguća zamjena za poučavanje/obuku sa stvarnom stvari
- nužna je interakcija sa stvarnim ljudima, bilo učiteljima ili učenicima
- korištenje virtualnog okruženja može biti fizički ili emocionalno štetno
- korištenje virtualnog okruženja može rezultirati "literalizacijom" (Stuart, 1992.), simulacijom toliko uvjerljivom da bi neki korisnici mogli zamijeniti model sa stvarnošću²⁵

Uočen je dosta manji omjer nedostataka VR-a u odnosu na brojne prednosti koje VR studentima može ponuditi. S obzirom da ima velik broj prednosti svi nedostaci mogu biti prihvatljivi.

²⁵ ibidem

5.3. STEM obrazovanje

Jedan poseban sektor u kojem VR tehnologija uzima maha je STEM obrazovanje . Ova pionirska tehnologija potiče angažman studenata, dok VR laboratoriji pomažu u otključavanju inovativnih novih rješenja. Još uvijek postoji mnogo lažnih pretpostavki i stereotipa o virtualnoj i proširenoj stvarnosti (VR i AR), odnosno dosta veliki udio ljudi jednostavno ne razumije kako bi se VR mogao koristiti izvan industrije zabave. No, suprotno takvim popularnim pretpostavkama, projekt po projekt i aplikacija po aplikacija, stalno se dokazuje da VR i AR mogu biti nevjerojatno moćni alati i u obrazovanju, i to pogotovo STEM području obrazovanja. ²⁶

Na koji način imerzivna tehnologija dodaje vrijednost i stvara nove mogućnosti u STEM obrazovanju? VR pruža nekoliko prednosti koje se odnose na bilo koje područje obrazovanja, ali zasigurno postoje neke koje se odnose posebno na STEM:

- VR pomaže prilagoditi okruženje bez rizika u školskim satovima. Mnogi tradicionalni eksperimenti u STEM -u uključuju potencijalne rizike. Vatra, struja ili korozivne tvari tjeraju predavača da ograniči opseg eksperimenata ili ih čak potpuno preskoči. Uz pomoć sveobuhvatne tehnologije, predavači mogu pokazati sve te sjajne stvari u sigurnom okruženju.
- Korištenje VR-a enormno smanjuje troškove. Troškovi razvoja uronjene stvarnosti nisu ništa u usporedbi s izgradnjom profesionalnog laboratorija ili radionice. Na ovaj način visokokvalitetno STEM obrazovanje nije ograničeno samo na bogata područja i bogate obrazovne institucije.
- Smanjenje troškova dovodi do jednog od najvažnijih pitanja sadašnjeg obrazovanja - demokratizacije obrazovanja. VR može pružiti kvalitetan pristup i mogućnosti velikoj masi studenata, do kojih bi inače bilo nemoguće doći.
- STEM obrazovanje, osobito biologija i medicinska istraživanja, upleću se u etičke dileme. Testiranje na životinjama ili prava pacijenata jedan su od primjera kako tradicionalno obrazovanje može biti moralno upitno. Uz VR učenici se mogu uključiti u mnogo eksperimenata u okruženju bez okrutnosti i etičnosti.

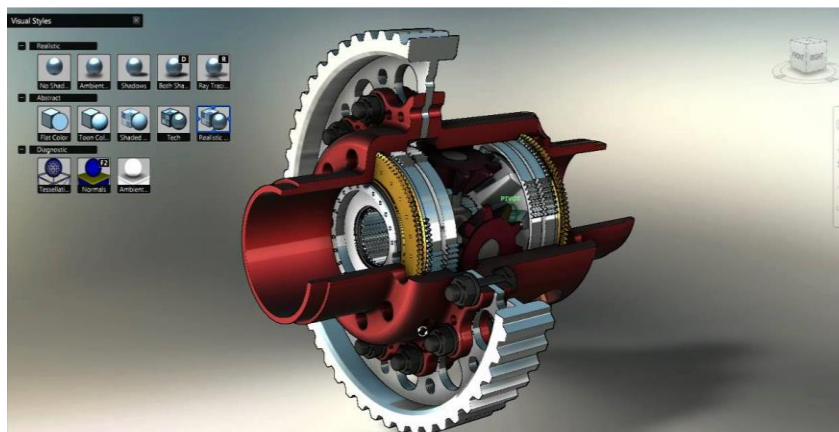
²⁶ Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning, A. G. Abulrub, A. Attridge and M. A. Williams, 2011., dostupno na: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/1766> (pristupljeno 2. rujna 2021.)

- Mnogo je STEM scenarija jednostavno nemoguće prikazati u tradicionalnom obrazovanju. Ne postoji način da se studenti odvedu na putovanje na Mars ili ih stave u krvna zrnca, uz VR-a studentima takvi eksperimenti su sasvim mogući.
- Impresivna tehnologija može promijeniti percepciju STEM -a. Mnogim studentima matematika, fizika, informatika ili biologija dosadni su i teško ih je razumjeti. Pomoću sveobuhvatne tehnologije može se promijeniti slika tih subjekata tako da oni postanu mnogo privlačniji korisnicima.²⁷

Kada je riječ o STEM obrazovanju onda svakako u takvu skupinu pripada inženjerstvo. Virtualna stvarnost u svijetu inženjerskog obrazovanja donosi toliko poboljšanja i prednosti koji studentima olakšavaju rad, učenje i shvaćanje kompleksnih i složenih zadataka. Koristi se 3D interaktivni sustav vizualizacije virtualne stvarnosti prilikom pripreme budućih inženjera za praktično iskustvo u stvarnosti industrijskog okruženja. Tehnologija VR-a značajno poboljšava i osposobljava inženjere u pripremi da svoje stečeno teorijsko znanje primjene u realnim svakodnevnim industrijskim problemima. Softverske pakete za 3D vizualizaciju pružaju inženjering profesionalci i dizajneri sa mogućnošću da se kreira proizvod i unaprijed odredi njegova potencijalna svrha koju bi proizvod obnašao u stvarnom svijetu prije nego što se započne s fazom ulaganja u proizvodnju prototipa odnosno proizvodnju krajnjeg proizvod. Oni također inženjerima pružaju potrebne alate za precizno oponašanje materijala iz stvarnog svijeta, rasvjete i okruženja pomažući u povećanju povjerenja i donošenje informirane odluke o dizajnu proizvoda. Inženjerima je omogućeno da vizualiziraju mogućnosti dizajna, istraže alternative te prije završne faze detaljno ocijene dizajn. Inženjeri se koriste Autodesk alatima, odnosno alatom Autodesk Showcase, koji pruža fotorealističan dizajn u stvarnom vremenu, to je programski paket za vizualizaciju koji korisnicima omogućuje da pripreme i predstave visokokvalitetne 3D dizajne.²⁸

²⁷ ibidem

²⁸ 6 Companies That Master the Use of VR & AR in STEM education, setapp, 2018, dostupno na: <https://blog.setapp.pl/ar-vr-stem-education> (pristupljeno 3. rujna 2021.)



Slika 7.: Prototip izrađen u programu Autodesk Showcase

Izvor: (Abulrub, Attridge i Williams, 2011.)

Autodesk Showcase nudi jednostavno i instinktivno sučelje koje pokreće zdrav razumni tijek rada s mogućnostima da imaju alternative s različitim osvjetljenjem i uvjetima iz okoline. Također, osnažuje proces virtualnog dizajna s višekorisničkom mrežnom suradnjom radi donošenja razvojnih odluka u ranim fazama projektiranja. Dizajn se može dijeliti iz fotorealističnog 3D okruženja u virtualno okruženje.

Projekt Formula Student jedna je od najpoznatijih važnih studentskih natjecanja u moto sportu u Europi, njime upravlja Institucija strojarskih inženjera (IMechE) u suradnji s priznatim sponzorstvom tvrtke. Namjera projekta je razviti izvrsnost u inženjerskim diplomskim vještinama koje zadovoljavaju očekivanja industrije i potreba. Studentski projekt kombinira teorijsko znanje i učenje s razvojem praktičnih inženjerskih vještina, stoga studenti uz pomoć VR tehnologije kroz projekt poboljšavaju NPI (New Product Introduction) proces te snižavaju troškove povezane s izgradnjom svojeg projekta.²⁹

²⁹ Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning, A. G. Abulrub, A. Attridge and M. A. Williams, 2011., dostupno na: <https://online-journals.org/index.php/i-iet/article/view/1766> (pristupljeno 2. rujna 2021.)

5.4. Razvijene VR aplikacije za STEM obrazovanje

Razvijene su brojne VR aplikacije za potrebe STEM obrazovanja, pomoću kojih studenti vježbaju, stječu iskustvo i lakše savladavaju nastavni sadržaj.

- **Labster VR**

Aplikacija Labster VR sa sjedištem u Kopenhagenu savršen je primjer kako impresivna stvarnost zaista može promijeniti STEM obrazovanje. Danci su pokrenuli svoj softver za simulaciju laboratorija prije 5 godina, a sada su u partnerstvu s Google-om Daydream stvorili alat koji koristi desetak sveučilišta diljem svijeta. Uz pomoć stručnjaka sa Sveučilišta Arizona State, Labster je stvorio doista koristan proizvod koji zadovoljava potrebe obrazovne industrije. Ali kako točno funkcionira Labster VR? Aplikacija pruža nevjerovatno laboratorijsko iskustvo virtualne stvarnosti. Obuhvaća teme stanične i molekularne biologije, ekologije i fiziologije.



Slika 8.: *Labster VR*

Izvor: (Mierzejewski, 2018.)

Aplikacija Labster VR omogućuje studentima izvođenje eksperimenata i vježbanje u zabavnom okruženju bez rizika. Zbog mogućnosti mijenjanja vremena, studenti se osjećaju ugodnije isprobavati nove stvari bez ikakvog rizika. Kao rezultat toga, uče na svojim greškama, a zabilježeni rezultati su izvrsni. Istraživanja pokazuju da studenti koji koriste Labster uče čak preko 100% više.³⁰

³⁰ 6 Companies That Master the Use of VR & AR in STEM education, setapp, 2018, dostupno na: <https://blog.setapp.pl/ar-vr-stem-education> (pristupljeno 3. rujna 2021.)

zSpace

zSpace je uspješna tvrtka iz Kalifornije. Oni pružaju više od 800 školskih okruga, tehničkih centara, medicinskih škola i sveučilišta širom svijeta s VR & AR iskustvom. S Unity engineom stvaraju aplikacije poput 'Curie's Elements' - korisno iskustvo u kojem studenti mogu istraživati periodni sustav s Bohrovim i atomskim modelima za svaki element. Štoviše, studenti također mogu graditi elemente dodavanjem protona, neutrona i elektrona. Na ovaj način sat kemije studentima je sve samo ne dosadan. Okruženje za učenje bez rizika često se ističe kao najvažnija karakteristika sveobuhvatnih obrazovnih aplikacija za STEM.



Slika 9.: Zspace

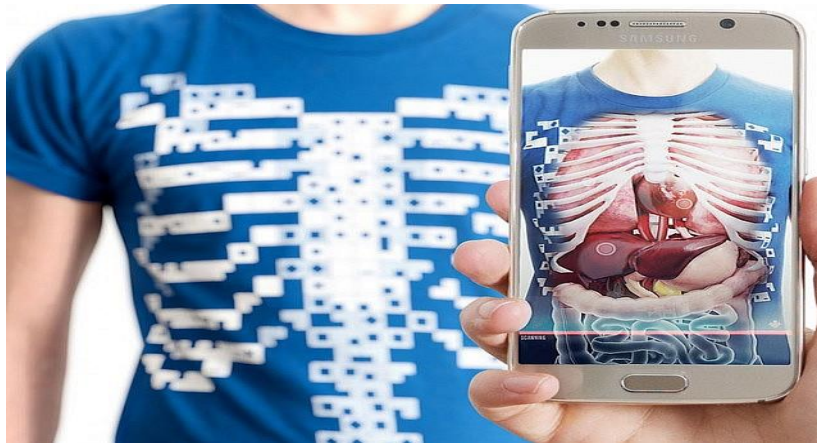
Izvor: (Mierzejewski, 2018.)

Jedna od najvećih moći ove aplikacije je ta što omogućuje studentima da naprave i što je najvažnije, da isprave svoje pogreške. Oni mogu manipulirati mnogim varijablama i ne moraju brinuti o troškovima ili čišćenju nakon pokusa, dok je ušteda vremena i novca u isto vrijeme je zagarantirana.³¹

³¹ ibidem

- **Virtuali-Tee**

Virtuali-Tee je nagrađivani alat za učionicu, koji je stvorio Curiscope, start-up iz Brightona u Velikoj Britaniji. Ono što je posebno u vezi s Virtuali-Tee je to što je to zapravo majica, ali ne obična majica. Virtuali-Tee, kada se nosi i gleda kroz povezanu aplikaciju, prikazuje pogled na unutarnje organe poput rada srca. Moguće je istraživati ljudsku anatomiju putem svojih tableta, pametnih telefona ili VR slušalica. Virtuali-Tee omogućuje učenje o probavnom, respiratornom, koštanom, bubrežnom i krvožilnom sustavu. VR iskustvo privlači pažnju na način koji je jednostavno nemoguć kada se koriste tradicionalni alati. Kontekst iz stvarnog života pomaže da se brže razumije i zapamti ljudska anatomija.



Slika 10.: *Virtuali-Tee*

Izvor: (Mierzejewski, 2018.)

Virtualna stvarnosti ekstremno zahvaća svijet obrazovanja. Napredak tehnologije, kao što je Unity engine, omogućuje programerima da osmisle visoko inovativne načine za podizanje obrazovanja na potpuno novu razinu.³²

³² ibidem

5.5. Vojno obrazovanje

Vojska je jedno od najvažnijih područja primjene tehnologije virtualne stvarnosti, ono se vodi kao područje najranijeg i najčešćeg korištenja VR-om. Američko ministarstvo obrane na popisu tehnologija virtualnu stvarnost ubraja kao jednu od sedam ključnih tehnologija koje će osigurati dominaciju Američke snage u 21. stoljeću te donijeti ključne promjene u konceptima i načinima borbe na vojnim poljima. Primjena tehnologije virtualne stvarnosti u vojnom području uglavnom uključuje virtualnu obuku, virtualnu vježbe na bojnom polju i proizvodnja virtualnog oružja.

Virtualna stvarnost raširena je po svim obrambenim dijelovima vojske, uključujući: vojsku, mornaricu i zračne snage. U svim dijelovima razvijena je i implementirana VR tehnologija koja se primjenjuje kroz borbene simulatore. Sjedinjene Američke Države kao prva država iskusila je kako virtualna stvarnost može doprinijeti društvu, davne 1970. godine koristile su se takvom vrstom tehnologije u vojne svrhe. Danas se ono koristi kao standardna tehnologija u vojnom svijetu. Trening vojnika jedna je od najvažnijih segmenata vojnog obrazovanja. Virtualna stvarnost se ovdje koristi u borbenim i ostalim sličnim situacijama kako bi vojnici naučili na pravilan način reagirati ako se ikada pronađu u stvarnome svijetu u takvoj situaciji.

AVCATT-A sustav je helikopterske borbene obuke koji radi na način da se koristi simulacijom virtualne stvarnosti. Takav sustava služi za educiranje i osposobljavanje posade helikoptera. AVCATT-A sustav ima zadaću da simulira realne uvjete sa bojnog polja poput: dima, snijega, prašine ili pijeska, promijene smjera puhanja vjetra, vidljivost, temperaturu i oblačne uvjete. Sustav se koristi pomoću HMD uređaja koji simulira realno okruženje, dok je kokpit kombiniran između komponenti virtualnih i fizičkih komponenti u stvarnom svijetu.³³

³³ Virtual Reality and Its Application in Military, Xinxiong Liu, Jing Zhang, Guoxiang Hou i Zenan Wang, 2018., dostupno na: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/170/3/032155/pdf> (pristupljeno 3. rujna 2021.)

6. PROVEDENA ISTRAŽIVANJA U GRANAMA VISOKOG OBRAZOVANJA – VIRTUALNA STVARNOST (VR)

Virtualna stvarnost postiže odgovarajuću razinu razvoja sa svrhom kako bi se osmislile inovativne aplikacije te implementirale u obrazovanje i osposobljavanje. Virtualna stvarnost ujedno nudi mogućnosti, ali i izazov za cjelokupan obrazovni sektor. Jedan od takvih izazova tehnologije virtualne stvarnosti povezani su ipak sa troškovima koji bi vjerojatno bili neprihvatljivi za obrazovne ustanove. Međutim, posljednjih godina razvoj računalnog hardvera i softvera učinio je izvodljivijim uključivanje VR tehnologije u buduće strategije poučavanja. Stoga, danas možemo svjedočiti raznim istraživanjima koja su se provela na temelju korištenja virtualne stvarnosti u nastavi za potrebe obrazovanja studenata i učenika. Tehnologija može olakšati učenje u okruženjima koja studentima obično nisu fizički dostupna putem 3D modela i interaktivnih videozapisa od 360 °.³⁴

Rezultati provedenog istraživanja iz 2017. godine na Sveučilištu u Sydneyu gdje je osnovan namjenski laboratorij za virtualnu stvarnost. VR Laboratorij se sastojao od 26 jedinica te je bio opremljen HMD uređajima, Oculus Rift. Tokom istraživanja provedena je evaluacija dizajna, troškova, stope usvajanja nastave i studentskog iskustva tijekom pet nastavnih razdoblja. U laboratoriju je podučeno 4833 studenata odnosno izvršeno je 7952 studentskih posjeta VR laboratoriju. Laboratorij je najviše korišten od strane Tehničkih fakulteta (53%), zatim Fakulteta umjetnosti i društvenih znanosti (23,8%) i Prirodoslovno-matematički fakulteta (23,2%). Bilježi se povećanje broja studenata za 250% tijekom razdoblja evaluacije, odnosno u razdoblju od 2017. do 2019 godine. 71,5% ispitanih učenika ($n = 295$) izvijestili su o poboljšanim ishodima učenja zahvaljujući VR sustavu. Ovi nalazi daju povjerenje visokoškolskim ustanovama da je prava VR tehnološka infrastruktura zdrava obrazovna investicija za budućnost. Tehnologija ima mogućnost da studente odvede na lokacije koje su fizički ograničene (gradilišta ili urbana neformalna naselja i sl.) te omogućuje interakciju s 3D modelima ili dizajnom u orijentacijama i razmjerima koji ranije nisu bili mogući. Kompetencije generirane za studente VR-a u obrazovanju uključuju:

³⁴ Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory, Benjy Marks & Jacqueline Thomas, 2021., dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10653-6> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

prostornu vizualizaciju, inovativno razmišljanje, rješavanje problema, kritičko mišljenje i empatiju.

Tijekom istraživanja provedena su mnoga ulaganja, od laboratorija, dizajna, kreiranja VR sadržaja, implementacije laboratorija za VR, procjene usvajanja laboratorijske VR nastave, kreiranja VR sadržaja za studente, istraživanja studentskog iskustva i drugo.

- **Dizajn laboratorija za virtualnu stvarnost**

Prostor je dizajniran za podučavanje te je opremljen najnovijom VR tehnologijom, a podučavanje se vrši unutar manjih grupa koja se kreću od 15 do 30 studenata. Korišteni su Oculus Rift HMD uređaji za projiciranje VR okruženja. Razlog zašto je izabran baš taj tip HMD uređaja je ta što Oculus posjeduje raznovrsniji raspon dostupnog sadržaja u odnosu na druge HMD uređaje. Računala su imala sljedeći softver u standardnoj konfiguraciji: Oculus, Unity i Steam VR.

- **Kreiranje VR sadržaja**

Prilikom stvaranja izvornih nastavnih VR sadržaja, bile su potrebne odgovarajuće vještine, softver i hardver. Laboratorijski tehničari imali su zadatak snimanja videozapisa od 360 ° i stvaranja 3D sadržaja (općenito u Unityju, Blenderu i ThreeJS -u). Korištena je sljedeća hardver oprema kupljena za snimanje sadržaja od 360 ° : GoPro 360 ° Max kamera, Kandao Obsidian stereo kamera od 360 ° i Dron SP360 montiran s Kodak PixPro 4 K 360 ° kamerom. Za dodatno uređivanje sadržaja korišten je dodatni softver: Adobe Creative Suite. ³⁵

³⁵ ibidem

- **Implementacija laboratorija za potrebe VR-a**

Najveći trošak (66%) imalo je 26 računala velike snage (78 000 austrijskih dolara). Ostali troškovi koji su utrošeni na hardverska rješenja prikazani su na slici 11.

Budget items	Details	Cost	Total
		AU\$	AU\$
VR units	Oculus Rift × 26	\$ 850 ea	\$ 22 100
	HTC Vive × 2	\$ 1350 ea	\$ 2 700
Computers	Custom towers × 26	\$ 3000 ea	\$ 78 000
Ancillary items	Monitors, key-boards, mouses × 26	\$ 200 set	\$ 5 200
Stable chairs	Refurbished × 24	\$ 285 ea	\$ 6 840
Signage	External and internal	\$ 2700	\$ 2 700
Total			\$ 117 540

Slika 11.: Troškovi implementacije hardvera laboratorija virtualne stvarnosti i implementacije signalizacije u 2017. godini

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

Troškovi cjelokupne implementacije VR sustava u VR laboratorij za podučavanje studenata iznimno je skupa investicija, uz pomoć prikazanih troškova (Slika 11.) može se uvidjeti stvarno stanje potrebnih resursa i spremnost na provođenje ovakvog projekta.³⁶

³⁶ ibidem

Operational budget	Details	Cost	Total
		AU\$	AU\$
Technician (casual)	20 h × 26 weeks	\$ 51.50/hr	\$ 26 780
Replacement batteries	AA rechargeable × 80	\$ 6.50 ea	\$ 520
Face-shields (disposable)	3000 student visits	\$ 0.50 ea	\$ 1500
Repairs to headsets	Ear-piece pair × 5	\$ 150 ea	\$ 750
Total			\$ 29 550

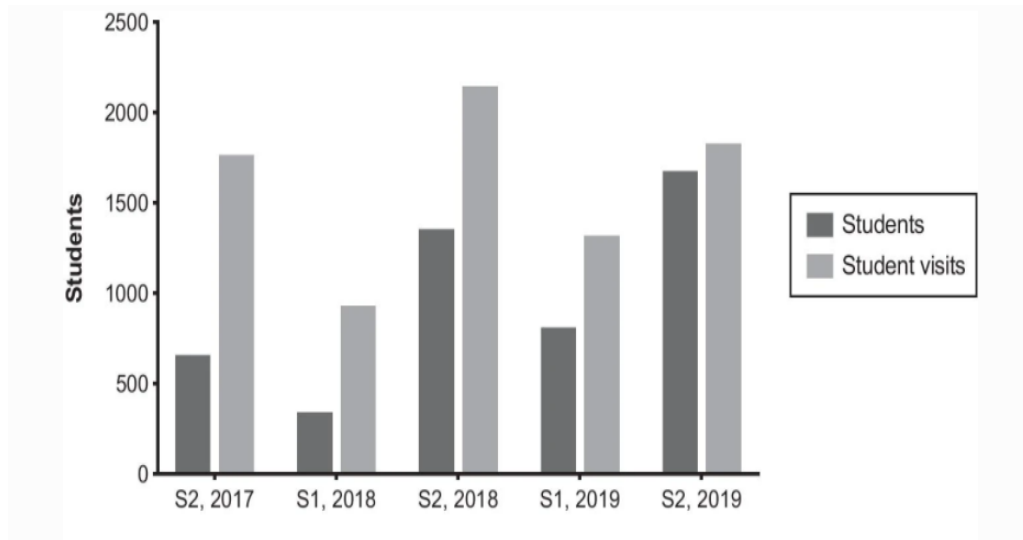
Slika 12.: Prikazani su troškovi godišnjeg operativnog proračuna VR laboratorija za dva nastavna semestra

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

Troškovi godišnje operativnog proračuna VR laboratorija financiranog od strane sveučilišta u Sydneyu prikazani su na slici 12.

- **Usvajanje VR nastave**

Otvoren je VR laboratorij koji broji 658 pojedinačnih studenata koji su završili ukupno 1764 posjeta (slika 13.).

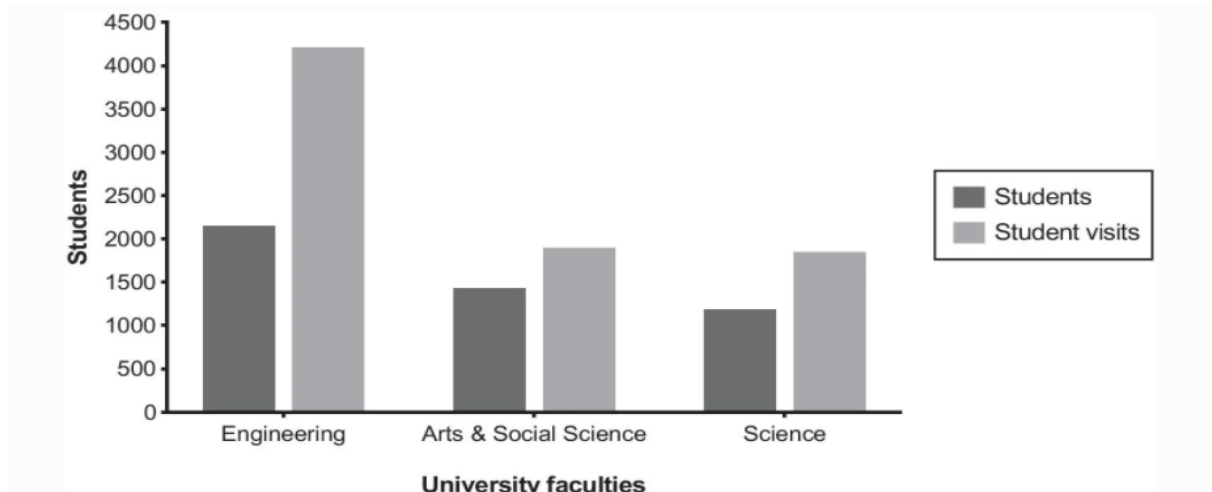


Slika 13.: Broj studenata koji se podučavaju u laboratoriju za virtualnu stvarnost od 2. semestra 2017. do 2. semestra 2019. godine

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

U semestru 2 (S2) bila je veća potražnja nego semestru 1 (S1). Najviše korišteni nastavni semestar bio je (S2) 2019. godine, kada su u laboratoriju podučavana 1674 individualna studenta (1825 studentskih posjeta) na 14 studijskih jedinica. U usporedbi sa (S2) 2017., ovo je povećanje od 250% pojedinačnih studenata koji se podučava i dokaz stvarnog povećanja stope posvojenja. Ukupni studentski posjeti samo su se neznatno povećali.³⁷

³⁷ ibidem



Slika 14.: Ukupan broj studenata sveučilišnih fakulteta koji se koriste laboratorijem virtualne stvarnosti

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

Prikazan je ukupan broj studenata Sveučilišta u Sydneyu koji se koriste laboratorijem virtualne stvarnosti za potrebe svoje edukacije. Tijekom pet nastavnih semestara, inženjerske studijske jedinice koristile su laboratorij više od ostalih fakulteta. Od svih studentskih posjeta, 53,0% (4212 studenata, 20 jedinica) bilo je iz inženjerskih jedinica, 23,8% (1894 učenika, 16 jedinica) iz umjetničkih i društvenih znanosti, a 23,2% (1846 učenika, 15 jedinica) iz znanstvenih jedinica.³⁸

³⁸ ibidem

- **Isporučeni VR sadržaj**

Kvalitetna nastava ovisi o kvalitetnom nastavnom sadržaju. Većina studijskih jedinica osmislile su i razvile vlastite sadržaje za nastavu. Taj je sadržaj uključivao snimanje videozapisa od 360 ° pomoću laboratorijske opreme i razvoj novih 3D modela koristeći vještine laboratorijskog osoblja te raspoloživi softver.

- **Iskustvo studenata stečeno korištenjem VR sustava**

Tijekom pet nastavnih semestara 295 studenata preddiplomskih studija inženjerstva ispunilo je internetsku anketu. Većina studenata bila je na trećoj godini (41,9%) ili četvrtoj godini (31,2%) studija. Za većinu studenata to je bilo prvo VR iskustvo (211 učenika, 71,5%) . Razmišljajući o tome smatraju li da je vodič kroz VR poboljšao njihove ishode učenja, 211 studenata (71,5%) odgovorilo je pozitivno, a 84 učenika je odgovorilo da nije. Više od jedne trećine studenata (107, 36,3%) prijavilo je nelagodu koristeći tehnologiju. Najviše prijavljenih tegoba bile su: glavobolje, vrtoglavica, zamagljen vid, težina kompleta (HMD) za glavu te da ne stane preko korisnikovih naočala. Na pitanje žele li studenti koristiti tehnologiju u budućim studijskim kolegijima, 202 studenta odgovorila su pozitivno (68,5%).³⁹

Iz pozitivno kodiranih studentskih razmišljanja ponovile su se tri ključne teme; uzbuđenje korištenja nove tehnologije, poboljšano razumijevanje sadržaja i povećani angažman u vodiču.

Odabir pozitivnih citata refleksije ispitanih učenika:

- *"Zaista super i osjećam se sretno koristiti ove visokotehnološke nastavne materijale za učenje."*
- *"Osjećam da će VR tako brzo napredovati u budućnosti i da će zaista moći poboljšati naše učenje. Mislim da puno ljudi ne bi koristilo VR, a ovo će biti način da se studenti zaista uključe u svoju temu. "*
- *"Program je bio izuzetno koristan, pružao je jednostavan i intuitivan način za istraživanje strukture. Osjećao se stvarnim i primjenjivim, a sposobnost da se vidi struktura iz svih kutova i na vrlo visokoj razini detalja bila je mnogo bolja nego vidjeti nešto slično na papiru. "*

³⁹ ibidem

- *“Stvorio je svojevrsno uronjeno iskustvo koje je blokiralo vanjske smetnje i natjeralo vas da više pažnje posvetite sadržaju. Također kombinacija audio i video učenja pomaže u stvaranju dubljih dojmova.”*

Postojao je razuman nedostatak prihvaćanja tehnologije sa 93 studenta (31,5%) koji su odgovorili da ne žele koristiti tehnologiju u budućim studijskim kolegijima. Iz negativno kodiranih refleksija identificirane su sljedeće tri ključne teme: nelagoda u korištenju tehnologije, osjećaj da kvaliteta sadržaja ne poboljšava njihovo učenje i da je teško kretati se.

Izbor negativnih citata učenika glasi:

- *"Kvaliteta nekih videozapisa od 360 stupnjeva nije bila velika i izazvala je osjećaj mučnine."*
- *"Cijelo vrijeme okretanje bilo je dosadno, a naočale pomalo neugodne."*
- *"Vjerujem da bi neki od videozapisa od 360 stupnjeva imali isti rezultat da su prikazani u razredu na normalnom ekranu."*
- *"Tekst na okviru bio je zamućen i modeli su se povremeno lomili što je odvrćalo iskustvo."*
- *“Ne mogu nositi naočale tijekom laboratorija. Nisam mogao vidjeti jasno i uvijek sam bio nervozan ako sam kliknuo na pogrešnu aplikaciju/video. Morao sam i žmiriti da vidim jasnije i uvijek mi se završavalo vrtoglavo i neugodno nakon sata.”⁴⁰*

⁴⁰ ibidem

Survey questions	Yes		No	
	n	%	n	%
Have you used VR technology previously?	84	28.5%	211	71.5%
Did it improve your learning outcomes for your unit?	211	71.5%	84	28.5%
Did you experience any discomfort using the technology?	107	36.3%	188	63.7%
Would you like to use this technology in other units in the future?	202	68.5%	93	31.5%

Slika 15.: Rezultati istraživanja provedeni na odabiru studenata inženjerskih studija (n = 295) koji su se predavali u laboratoriju

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

Prikazani su rezultati ispitanika (Slika 15.) koji su odgovarali na pitanja dali su ikada koristili VR tehnologiju, dali im je VR unaprijedio učenje, dali su osjećali ikakvu nelagodu koristeći se VR tehnologijom, te dali bi imali želju koristiti se VR tehnologijom u budućnosti.

- **Poteškoće tokom korištenja VR**

Podaci iz ankete dodatno su analizirani kako bi se utvrdilo je li neugodnost utjecala na to jesu li studenti prijavili pozitivno iskustvo učenja ili spremnost da ga koriste u budućnosti. Istražujući je li neugodnost negativno utjecala na prijavljene ishode učenja, sličan je omjer pronađen u oba ishoda učenja (da i ne), (Slika 16.). Izračunati omjer vjerojatnosti (OR) dao je gotovo ekvivalentnost (OR = 0,96, 95% CI = 0,57–1,63, $p = 0,89$), što ukazuje da nelagoda nije imala značajan utjecaj na ishode učenja. Zbog nelagode i spremnosti za korištenje tehnologije u budućnosti, zabilježen je veći udio nelagode za buduću pozitivnu uporabu (da) u odnosu na negativnu (ne). Studenti koji su prijavili nelagodu imali su znatno veću vjerojatnost da će prijaviti pozitivnu spremnost za korištenje tehnologije u budućnosti. Dakle, nelagoda nije bila faktor u ishodima učenja ili prihvaćanju tehnologije.⁴¹

⁴¹ ibidem

	Improved learning outcomes?		Odds ratio	Future use of VR in units?		Odds ratio	
	Yes	No	(p) ^a	Yes	No	(p) ^a	
Did you experience VR discomfort?	Yes	76 (25.8%)	31 (10.5%)	0.96 (0.89)	81 (27.5%)	26 (8.8%)	1.73 (0.05)
	No	135 (45.8%)	53 (18.0%)		121 (41.0%)	67 (22.7%)	

Slika 16.: Odnosi između prijavljene VR nelagode i pitanja vezanih za učenje za studente inženjerskih znanosti (n = 295)

Izvor: (Marks i Thomas, 2021.)

Prikazani su rezultati istraživanja o tome dali su ispitanici osjetili nelagodu koristeći se VR sustavom, (Slika 16.).

- **Iskustvo studenata stečeno učenjem VR sadržaja**

Za većinu (71,5%) ispitanih studenata inženjerskog studija to je bilo njihovo prvo VR iskustvo, međutim to će se vjerojatno promijeniti kako VR tehnologija postaje sve popularnija za kućnu zabavu. Sveukupno je bilo iznenađujuće da je postojao veliki udio (31,5%) ispitanih studenata inženjerstva koji su izjavili da ne žele koristiti tehnologiju u budućnosti. Ti su studenti izrazili svoj otpor usvajanju tehnologije. To se nije očekivalo i ukazuje na neka ključna pitanja s iskustvom učenja studenata koje treba dodatno razumjeti. Neposredna sugestija bila je da bi se studenti koji osjećaju nelagodu mogli izvještavati negativnije, međutim to nije bio slučaj. Zapravo, bilo je obrnuto, studenti koji su doživjeli nelagodu izjavili su da žele znatno više koristiti tehnologiju. Jedno od objašnjenja za to je da ako studenti nisu bili u mogućnosti dovršiti iskustvo učenja VR -a, recimo zbog nelagode u nošenju naočala, možda bi ih htjeli ponovno pokušati koristiti u nadi da se tehnologija može poboljšati i da će imati više pozitivnog iskustvo u praćenju nastave.⁴²

VR industrija radi na smanjenju iskustva bolesti kretanja ugradnjom dodatnih senzora sučelja mozga i stroja u uređaje montirane na glavu, koji pružaju realističnija uronjena iskustva i mogu reagirati ako se otkrije bolest kretanja. Senzori senzitivne povratne sprege za tijelo još su jedno razvojno područje koje će pomoći u smanjenju bolesti kretanja. Ovaj tehnološki razvoj pomoći će u smanjenju prepreka za nelagodu

⁴² ibidem

učenika, ali prihvaćanje VR -a u obrazovanju od strane svih učenika vjerojatno će potrajati.⁴³

- **Ima li VR perspektivu u nastavi?**

Učinci Covid-19 zahtijevali su brzu prilagodbu učenju na daljinu i nove načine korištenja VR tehnologije. Trenutno se istražuje prijelaz tehnologije za individualno učenje studenata. VR tehnologija može se uspješno primijeniti na svakog pojedinog studenta, omogućiti im realno uključivanje u laboratorijska iskustva učenja, koja su posebno važna u znanosti i inženjerskoj pedagogiji. Različiti pristupi koji se razmatraju uključuju opskrbu svakog studenta osnovnim kompletom slušalica za VR i stvaranje više VR sadržaja, osobito onih koji ponavljaju laboratorijsko učenje. S dobrim dizajnom, očekuje se da VR može djelomično probiti jaz između poučavanja licem u lice i trenutnih nedostataka učenja na daljinu. Visoka učilišta imaju važno mjesto u našim društvima za pomoć u širenju inovacija. Ovo je istraživanje pokazalo da postoje potrebne stope usvajanja inovativne nastave VR -a na sveučilišnoj razini, kako bi se u potpunosti iskoristili namjenski izgrađeni laboratoriji za VR. Nadalje, pružanje VR tehnologije doprinosi procesu širenja tehnologije i isplativo je ulaganje za visokoškolsku ustanovu. Kako bi se poboljšala inovativnost, važno je pružiti internu podršku stvaranju sadržaja za nastavnike. Obuku i obrazovne okvire za VR trebali bi razviti i isporučiti kako bi se osiguralo isporučivanje kvalitetnog sadržaja. Pozitivna iskustva VR tehnologije omogućit će svim studentima da nastave proces širenja inovacija pri preseljenju na radno mjesto.⁴⁴

⁴³ ibidem

⁴⁴ ibidem

- **Rezultati ostalih provedenih istraživanja:**

Prema rezultatima istraživanja (Alfalah et al., 2017). utvrđeno je kako se većina ispitanika izjasnila da smatraju vrlo važnim uvođenjem i korištenjem digitalne tehnologije prilikom učenja, te da je većina ispitanika imala priliku koristiti se nekim oblikom tehnologije (E- učenje, Zoom i sl.) kao pomoć u svojem obrazovanju. Isto istraživanje donosi rezultate koji govore o tome da čak 92% ispitanika od kojih su svi bili studenti namjeravaju koristiti VR sustav ukoliko dođe do njegovog uvođenja u sustav obrazovanja. Dosta velik postotak studenata, čak njih 86% se izjasnilo kako vjeruje da razvoj VR aplikacija ima budućnost te kako bi imalo opravdanu svrhu upotrebe na njihovim kolegijima koje trenutno pohađaju. Zaključno u ovome istraživanju su dobivene povratne informacije, odnosno stavovi i mišljenja studenata o VR tehnologiji, koja ukazuju na obećavajuću tendenciju prihvatanja ove tehnologije i njezine integracije u kurikulum. Stoga ovo istraživanje otvara put za praktične korake prema primjeni VR tehnologije u informatičkom obrazovanju.⁴⁵

Istraživanje provedeno na Sveučilištu u Gothenburgu (Hussein i Nätterdal, 2015). donose rezultate ispitanika koji tvrde da kvalitetnije i brže usvajaju gradivo kada uče pomoću svojih osjetila (vid, sluh, njuh, dodir i okus) koje im omogućava VR tehnologija u odnosu na običan tekst tj. tradicionalni način nastave, kroz istraživanje također je potvrđeno da ipak mali postotak korisnika, manje od 5% nakon kratkog vremena provedenog u virtualnom okruženju se žali na glavobolju i mučninu, odnosno slabost u kretanju, kao razlog toga navodi se nagla promjena korisnika iz stvarnog okruženja u virtualno. Profesor u ulozi ispitanika u istraživanju se izjasnio kako bi bio zadovoljan i sretan student da je imao priliku koristiti VR tehnologiju, te smatra da sretni i zadovoljni studenti ostvaruju bolje rezultate u svojem obrazovanju.⁴⁶

Istraživanje provedeno na južnoafričkim visokoškolskim ustanovama donosi zaključke da je 15% studenata očekivalo od virtualne stvarnosti (VR) da će im pružiti realno iskustvo učenja, poput posjetama rezervatima prirode ili stranim destinacijama i to iz udobnosti svoga doma ili učionice. 5% studenata izjasnilo se kako smatraju da

⁴⁵ Perceptions toward Adopting Virtual Reality as a Learning Aid in Information Technology, S. Alfalah, J. Falah, T. Alfalah, M. Elfalah, O. Falah, 2017, dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/315831627> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

⁴⁶The Benefits of Virtual Reality in Education, Mustafa Hussein, Carl Nätterdal, 2015, dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/43559881.pdf> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

bi primjena VR mogla negativno utjecati na njihovo iskustvo prilikom učenja. Istraživanje je utvrdilo da se 20% studenata izjasnilo kako su uz pomoć virtualne stvarnosti imali mogućnost steći praktično iskustvo nastave, 19% studenata identificiralo je moguće povećanje procesa učenja i zadržavanje usvojenog znanja ,a 16% ispitanika kao prednost virtualne stvarnosti u nastavi ističe povećanu interakciju sa nastavnim sadržajem te upravo to navode kao najveću prednost uvođenja VR u visokoškolsko obrazovanje (Matome i Jantjies, 2019).⁴⁷

U do sada istraženoj literaturi, rezultati istraživanja dokazali su da se VR tehnologija najviše koristila u znanstvenim i društvenim studijima (Durukan, Artun i Temur, 2020). Osmišljeni su digitalni udžbenici koji su temeljeni na VR sadržajima koja promiču učenje učenika vizualnim i slušnim resursima. Omogućeno je istraživanje ljudskog tijela na način da se učenici nalaze u malom "svemirskom brodu" koji se kreće u unutrašnjosti tijela, omogućeno je manipuliranje objektima i mjestima bez ikakvih ograničenja zahvaljujući virtualnom okruženju. Time je osmišljeno ne samo poboljšanje usvajanja gradiva, nego i omogućavanje da se sadržaj učenja svlada s užitkom što rezultira većim interesom učenika za nastavom (Hussein i Nätterdal, 2015).⁴⁸

Kroz istraživanje koje je provedeno na privatnom Northeastern Universty studenti su se kroz istraživačka pitanja koja su se temeljila na uvođenju i prihvaćanju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi, izjasnili kako smatraju da pomoću VR se može održati viši interes studenata za učenjem te kako VR razvija kreativnost studenata, također podaci dokazuju kako brže i kvalitetnije prolazi vrijeme konzumiranjem sadržaja putem VR-a sustava o odnosu na tradicionalne 2D zasloneu nastavi.⁴⁹

Naglasiti treba da prema rezultatima (Baxter i Hailey, 2019)., studenti se izjasnili kako VR može utjecati na poboljšanje studentove samo učinkovitosti u nastavi. Na pitanje da poredaju redom koji od navedenih atributavirtualnog okruženja im se najviše dojmio, odgovor je glasio: uronjenost, interaktivnost, realističnost, osjećaj prisutnosti, eskapizam te istraživanje virtualnog okruženja. Smatra se da će

⁴⁷Student perceptions o fvirtual reality in higher education, Tebogo John Matome, Mmaki E. Jantjies, 2019, dostupno na: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED608662.pdf> (pristupljeno 5. rujna 2021.)

⁴⁸ The Benefits of Virtual Realityin Education, Mustafa Hussein, Carl Nätterdal, 2015., dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/43559881.pdf> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

⁴⁹An application of virtual reality in education: Can this technology enhance thequality of students' learning experience?, Enda McGovern, Gerardo Moreira & Cuauhtemoc Luna-Nevarez, 2019. ,dostupno na: <https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1703096> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

postojati potencijalni problemi prilikom usvajanja VR tehnologije, izjašnjavajući se kao se misli na hardverske probleme i zdravstvene probleme koji su “popularna” tema kada se govori u iskustvu provedenom u VR okruženju.⁵⁰

⁵⁰ Student perceptions of virtual reality use in higher education, Gavin Baxter, Thomas Hainey, 2019., dostupno na: <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106> (pristupljeno 5. rujna 2021.)

7. PERCEPCIJA STUDENATA PREMA KORIŠTENJU VR-a U VISOKOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU

7.1. Metodologija istraživanja

Ovo poglavlje utvrdit će sve ciljeve i metode koje su provedene tokom istraživanja, opisana je cjelokupna procedura koja se provela tokom ovog anketnog upitnika koji je izrađen u svrhu diplomskog rada, naposljetku opisane su sve osnovne karakteristike sudionika odnosno ispitanika/studenata koji su sudjelovali u istraživanju percepcije studena prema korištenju virtualne stvarnosti u visokoškolskom obrazovanju.

7.1.1. Ciljevi i metode istraživanja

Kao glavni cilj istraživanja bilo je ispitivanje percepcije korisnika odnosno ne korisnika VR tehnologije s naglaskom na njezino korištenje u visokoškolskom obrazovanju. Želi se saznati koliko su ispitanici/studenti upoznati s VR tehnologijom, na koji način percipiraju VR tehnologiju te njezinu korisnost prilikom primjene u visokoškolskom obrazovanju. Žele se utvrditi neki od razloga (definiranih u radu na osnovu istražene literature) koji konkretno doprinose studentima tokom njihovog obrazovanja. Prikupljeni rezultati ovog istraživanja provedeni u svrhu diplomskog rada koristit će kao pomoćne informacije studentima i nadležnim osobama u obrazovanju kako bi uočili potrebe mlađih generacija tj. studenata koji imaju interes za inovativnim načinom provedbe nastave/predavanja, a sve u svrhu doprinosa studentima za kvalitetnijim i temeljitijim usvajanjem gradiva tokom njihovog cjelokupnog procesa obrazovanja.

Prikupljanje podataka izvršeno je metodom anketiranja.

7.1.2. Procedura i anketni upitnik u istraživanju

Istraživanje u ovom radu provedeno je od 7. lipnja do 30. lipnja 2021. godine. Istraživanje se provodilo putem online ankete koja je kreirana pomoću online alata Google obrasca (<https://docs.google.com/forms/>). Prikupljeni podaci dobiveni su na temelju percepcije ispitanika/studentata o korištenju VR tehnologije prilikom njihovog visokog obrazovanja, od kojih 94,8% ispitanika/studentata susrelo s osnovnim značenjem pojma VR tehnologija, a tek 16,8% studenta ispitanika primjenjivalo je neki od oblika virtualne stvarnosti (VR) tokom svojeg obrazovanja u odnosu na ostalih 83,2% ispitanika/studentata koji to nisu imali priliku isprobati. Podaci su prikupljeni putem društvene mreže Facebook (www.facebook.com) te pozivnica poslanih putem e-maila. Svaki od ispitanika/studentata upoznat je s pravila upitnika koja jamče anonimnost ispitanika, a upitnik se zasniva na dobrovoljnoj razini te su ispitanici pozvani da popune anketni upitnik. Prikupljeni podaci preuzeti su iz online alata Google obrasci, tu su zatim obrađeni i grafički prikazani uz pomoć alata Microsoft Excela i Google obrazac grafikona.

Anketni upitnik kreiran je u svrhu ovog rada te je temeljen na istraženju relevantnoj literaturi. Upitnik se sastojao od ukupno 47 pitanja te je svaki od njih bio zatvorenog tipa. Anketni upitnik među tih 47 pitanja sadržavao je 5 pitanja sociodemografske prirode tj. ona koja su vezana opće karakteristike ispitanika/studentata tj. dob, spol, godina studija, status obrazovanja te smjer studija. Postavljena su 4 pitanja koje imaju naglasak na opće poznavanje odnosno korištenje ili susretanje s virtualnom stvarnosti tj. VR uređajima, dok su preostala pitanja temeljena na percepciji studenata o korištenju VR tehnologije prilikom njihovog visokoškolskog obrazovanja. Odgovore na postavljena anketna pitanja ispitanici/studenti mogli su dati služeći se Likertovom ljestvicom koja se sastojala od 5 stupnjeva (1= potpuno netočno, 2= uglavnom netočno, 3= niti točno, niti netočno, 4= uglavnom točno, 5= potpuno točno), te ostalih 5 stupnjeva koja su glasila (1= nikada, 2= rijetko, 3= ponekad, 4= učestalo, 5= stalno).

7.1.3. Sudionici u istraživanju

Istraživanje koje je provedeno kroz ovaj diplomski rad sadržava ukupno 155 ispitanika/studenata, za sve sudionike prikazana je struktura koja potvrđuje ispitanikovu/studentovu spol, dob, godinu studija, status obrazovanja te njihov smjer studiranja. Pomoću kreirane tablice dobivenih rezultata (tablica 2.) prikazana je struktura ispitanika. Kroz strukturu ispitanika možemo zaključiti da prevladava nešto veći broj ispitanika ženskog spola (83, 53,5%) dok je ispitanika muškog spola nešto manje, odnosno (72, 46,5%). Govoreći o dobnim skupinama ispitanika/studenata kroz anketni upitnik se može saznati da prevladava dobna skupina u rasponu od 18–24 godine tj. (121, 78,1%), zatim slijedi u dosta manjem broju dobna skupina u rasponu od 25-31 godine tj, njih (23, 14,8%) dok uzorak ispitanika između 32-38 godine iznosi (5, 3,2%), zatim dobne skupine između 39-45 godine iznosi (5, 3,2%) te jedan ispitanik u dobnoj skupini između 46-52 godine tj., (1, 0,6%). Većina ispitanika/studenata pohađa prvu godinu preddiplomskog studija (54, 34,8%), zatim slijedi uzorak ispitanika/studenta koji studiraju na drugoj godini preddiplomskog studija (43, 27,7%), dosta manji uzorak ispitanika/studenata u odnosu na prethodne iznose ispitanici/studenti koji pohađaju petu godinu studija odnosno drugu godinu diplomskog studija (26, 16,8%), uzorak ispitanika/studenata koji studiraju na trećoj godini preddiplomskog studija iznosi (21, 13,5%), te najmanji uzorak ovog anketnog upitnika zabilježen je kod ispitanika/studenata četvrte godine studija odnosno 1 godine diplomskog studija (11, 7,1%). Rezultati anketnog upitnika prikazuju da čak 129 studenata ima status redovitog studenta tokom svojeg studiranja odnosno 83,2% ispitanika, dok preostalih 26 studenata imaju status izvanrednog studenta tokom svojeg studiranja, odnosno 16,8% ispitanika. S obzirom na smjer studijskog programa koji ispitanici/studenti pohađaju najveći uzorak zabilježen je kod studenata informatike (61, 39,4%), zatim slijedi uzorak studenata koji studiraju marketinško upravljanje (24, 15,5%), dok uzorak studenata menadžmenta i poduzetništva te informatičkog menadžmenta broji 17 studenata, odnosno (11%) ispitanika. Zatim slijede studenti studijskog smjera računarstva (12, 7,7%), turizma (11, 7,1%), financijskog menadžmenta (8, 5,2%) te studenti ekonomije (5, 3,2%).

Ispitanici (N=155)			
Varijabla (oznake)			
		Frekv.	Postotak %
Spol	Muški (1)	72	46,5
	Ženski (2)	83	53,5
Dob	18-24 godine	121	78,1
	25-31 godine	23	14,8
	32-38 godine	5	3,2
	39-45 godine	5	3,2
	46-52 godine	1	0,6
	53 godine i više	0	0
Godina studija	1 godina	54	34,8
	2 godina	43	27,7
	3 godina	21	13,5
	4 godina	11	7,1
	5 godina	26	16,8
Status studenta	Redovan	129	83,2
	Izvanredan	26	16,8
Smjer studija	Ekonomija	5	3,2
	Turizam	11	7,1
	Informatički menadžment	17	11

	Financijski menadžment	8	5,2
	Menadžment i poduzetništvo	11	11
	Marketinško upravljanje	24	15,5
	Informatika	61	39,4
	Računarstvo	12	7,7

Tablica 2.: *Prikaz strukture ispitanika/studenata prema spolu, dobi, godini studija, statusu studenta i smjera studija*

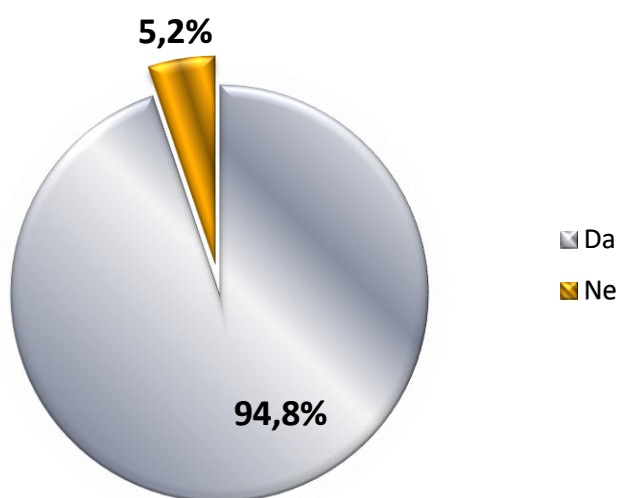
Izvor: (obrada autora rada)

Iz navedene tablice 2. vidljiva je ranije objašnjenja struktura podataka ispitanika tj. studenata koji su sudjelovali u anketnom upitniku o percepciji studenata o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju.

7.2. Rezultati istraživanja

7.2.1. Rezultati ispitanika/studenata o tome dali su se ikad susreli ili primjenjivali virtualnu stvarnost

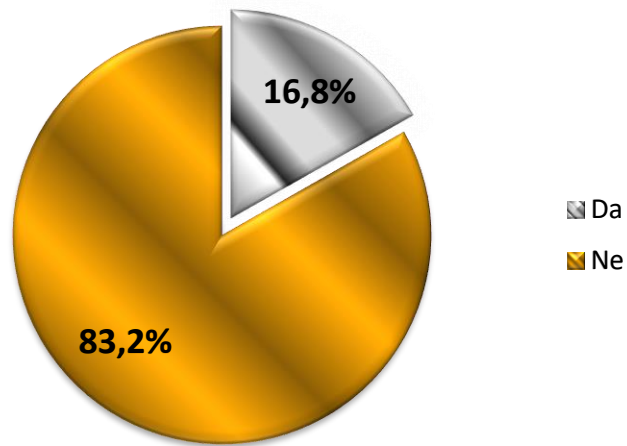
Struktura ispitanika o tome dali su se ikad susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. Virtual reality - VR) prikazana je na grafikonu 2.



Grafikon 2.: Postotak odgovora ispitanika o njihovom susretu s pojmom virtualne stvarnosti

Izvor: (obrada autora rada)

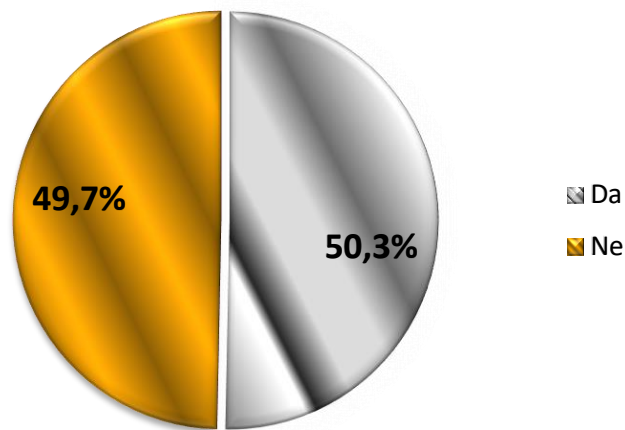
Rezultati istraživanja pokazuju da se 94,8% ispitanika/studenata već susrelo s pojmom virtualna stvarnost dok svega 5,2% ispitanika/studenata nije nikada čulo za pojam virtualna stvarnost (eng. Virtual reality - VR).



Grafikon 3.: *Postotak odgovora ispitanika o primjenjivanju virtualne stvarnosti (VR) za potrebe edukacije*

Izvor: (obrada autora rada)

Rezultati istraživanja prikazani na grafikonu 3. pokazuju da je 83,2% ispitanika/studenta nije imalo priliku primjenjivati VR tokom svojeg obrazovanja, dok se 16,8% ispitanika/studenata izjasnilo da su primjenjivali VR za potrebe edukacije.



Grafikon 4.: *Postotak odgovora ispitanika o korištenju samostalnog VR uređaja*
(izvor: obrada autora rada)

Izvor: (obrada autora rada)

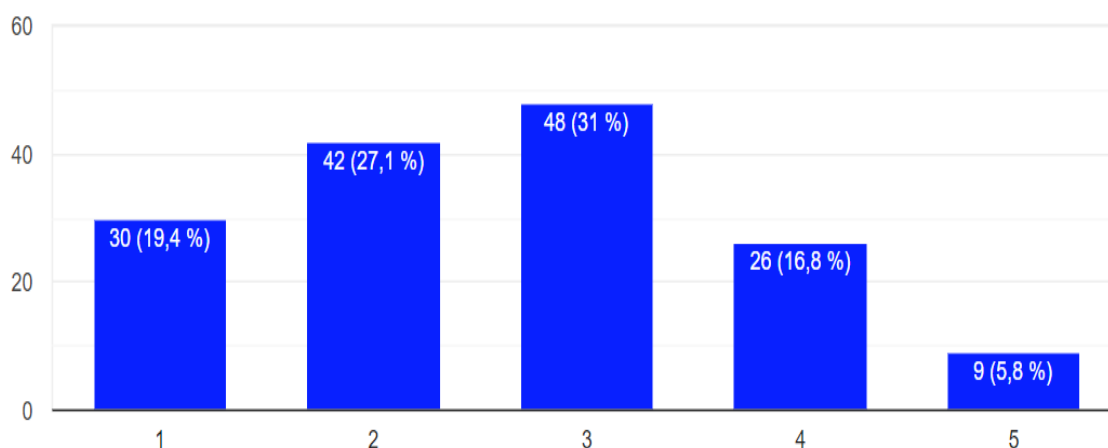
Rezultati istraživanja prikazani na grafikonu 4. pokazuju da je 50,3% ispitanika/studenata bilo u mogućnosti koristiti se nekim od oblika samostalnih VR uređaja (npr. VR naočale za video igre, virtualno posjećivanje lokacija, događaja i drugo), dok se 49,7% ispitanika/studenata nije koristilo niti jednim oblikom samostalnog VR uređaja.

7.2.2. Rezultati ispitanika/studenata o njihovom trenutnom znanju, vještinama i sposobnostima iz područja virtualne stvarnosti za potrebe učenja (edukacije)

Provedeno je istraživanje o znanju i sposobnosti korištenja ispitanika/studenata iz područja virtualne stvarnosti, te kako bi se utvrdila razina poznavanja korištenja VR tehnologije među ispitanicima.

Molim, procijenite svoja trenutna znanja, vještine i sposobnosti iz područja primjene virtualne stvarnosti (Virtual reality – VR) za potrebe učenja (edukacije).

155 odgovora



Slika 17.: Postotak odgovora ispitanika prema procjeni njihovih trenutnih znanja, vještina i sposobnosti za potrebe edukacije

Izvor: (obrada autora rada)

Prema rezultatima istraživanja prikazanih na slici 17. najviše ispitanika/studenata njih 31% ocjenom dobar (3) procijenilo je svoje znanje, vještine i sposobnosti iz područja virtualne stvarnosti (VR) za potrebe edukacije, zatim slijedi 27,1% ispitanika/studenata s ocjenom dovoljan (2), a 19,4% s ocjenom nedovoljan (1) te njih 16,8% s ocjenom vrlo dobar (4) dok 5,8% ispitanika/studenata procjenjuje svoje znanje, vještine i sposobnosti virtualne stvarnosti (VR) s odličnim (5).

7.2.3. Rezultati ispitanika na temelju toga koliko često koriste neku od navedenih tehnologija

Prema rezultatima iz provedenog istraživanja sakupljeni su sljedeći podaci o tome koliko često korisnici/studenti koriste neke od navedenih tehnologija.

Ispitanici (N=155)			
Varijabla (oznake)			
		Frekv.	Postotak %
<i>Koliko često koristite 3D igre</i>	1) nikada	81	52,3
	2) rijetko	24	15,5
	3) ponekad	23	14,8
	4) učestalo	15	9,7
	5) stalno	12	7,7
<i>Koliko često koristite samostalne VR uređaje (npr. VR naočale)?</i>	1) nikada	120	77,4
	2) rijetko	27	17,4
	3) ponekad	5	3,2
	4) učestalo	3	1,9
	5) stalno	0	0
<i>Koliko često koristite Chatbot za edukaciju?</i>	1) nikada	107	69
	2) rijetko	28	18,1
	3) ponekad	10	6,5
	4) učestalo	7	4,5
	5) stalno	3	1,9
<i>Koliko često koristite inteligentne osobne asistente (Siri, Google Assistant, Cortana, ...)?</i>	1) nikada	66	42,6
	2) rijetko	40	25,8
	3) ponekad	29	18,7
	4) učestalo	13	8,4
	5) stalno	7	4,5

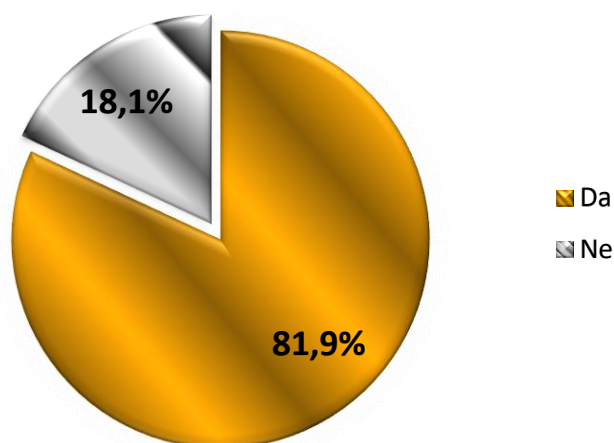
Koliko često koristite mobilne računalne igre?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	28 34 47 32 14	18,1 21,9 30,3 20,6 14,9
Koliko često koristite VR aplikacije za pametne telefone ?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	85 44 14 11 1	54,8 28,4 9 7,1 0,6
Koliko često koristite 3D animacije za edukaciju?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	92 35 19 8 1	59,4 22,6 12,3 5,2 0,6
Koliko često koristite videozapise u 3D formatu (npr. YouTube VR)?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	111 21 11 6 6	71,6 13,5 7,1 3,9 3,9
Koliko često koristite internetski preglednik u prikazu 360° ?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	91 35 22 5 2	58,7 22,6 14,2 3,2 1,3
Koliko često koristite aplikaciju Facebook 360?	1) nikada 2) rijetko 3) ponekad 4) učestalo 5) stalno	114 25 10 5 1	73,5 16,1 6,5 3,2 0,6

Koliko često koristite aplikaciju Google Street View?	1) nikada	9	5,8
	2) rijetko	35	22,6
	3) ponekad	55	35,5
	4) učestalo	36	23,2
	5) stalno	20	12,9
Koliko često koristite aplikaciju Google Cardboard?	1) nikada	126	81,3
	2) rijetko	17	11
	3) ponekad	8	5,2
	4) učestalo	2	1,3
	5) stalno	2	1,3
Koliko često koristite VR aplikacije za virtualna putovanja svijetom (npr. Google istraživanja)?	1) nikada	93	60
	2) rijetko	36	23,2
	3) ponekad	16	10,3
	4) učestalo	7	4,5
	5) stalno	3	1,9

Tablica 3.: Rezultati ispitanika na temelju toga koliko često koriste neku od navedenih tehnologija

Izvor: (obrada autora rada)

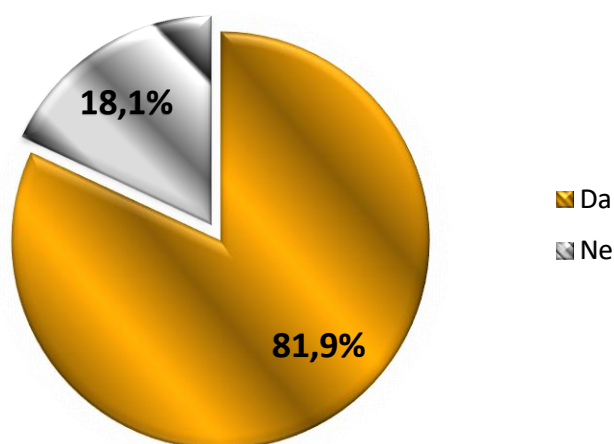
Tablica 3. nam prikazuje uzorke ispitanika/studenata te one tehnologije koje najčešće koriste prilikom svojeg obrazovanja ili pak u svoje slobodno vrijeme. Iz rezultata provedenog istraživanja koji se nalaze u tablici 2. može se zaključiti da ispitanici/studenti ne koriste često 3D i VR aplikacije, VR naočale, 3D animacije, VR aplikacije za virtualno putovanje svijetom i sl. U prosjeku 5-10% studenata koristi se navedenim tehnologijama prilikom svoje edukacije odnosno obrazovanja. Istraživanje ukazuje na to da mladi nisu toliko upoznati s prednostima i korištenjem VR i 3D aplikacija koje im dodatno mogu poboljšati obrazovanje i usvajanje gradiva, prošiti znanje i probuditi kreativnost.



Grafikon 6.: *Postotak odgovora ispitanika o korištenju VR uređaja i aplikacija u svojoj bližoj budućnosti za potrebe edukacije*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeće pitanje u anketi glasi: „Želite li u bliskoj budućnosti koristiti virtualnu stvarnost (VR uređaje i VR aplikacije) u edukaciji?“, najveći dio ispitanika/studenata, njih 81,9% odgovorilo je da imaju želju u bliskoj budućnosti koristiti VR u svrhu edukacije, dok 18,1% ispitanika/studenata to ne želi.



Grafikon 7.: *Postotak odgovora ispitanika o upotrebi digitalne tehnologije u nastavi svih kolegija*

Izvor: (obrada autora rada)

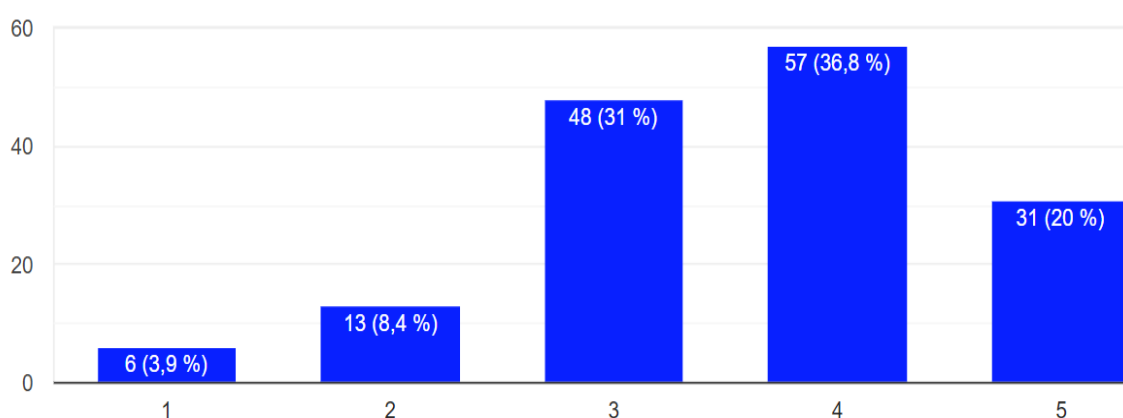
Grafikon 7. prikazuje rezultate istraživanja koja pokazuju koliko ispitanika/studenata podržavaju upotrebu digitalne tehnologije u nastavi svih kolegija. Istraživanje ukazuje na to da se 81,9% ispitanika izjasnilo da odobrava odnosno podržava takav način predavanja, dok se dosta manji uzorak ispitanika od 18,9% nije složio s tom tvrdnjom, odnosno ne podržava primjenu digitalne tehnologije u nastavi.

7.2.4. Rezultati istraživanja percepcije studenata o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju

Sljedeće slike prikazuju postotak ispitanika/studenata na sljedeće tvrdnje s obzirom na mjernu skalu: "potpuno netočno(1), uglavnom netočno(2), niti točno niti netočno(3), uglavnom točno(4), potpuno točno(5)".

Smatram da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi.

155 odgovora



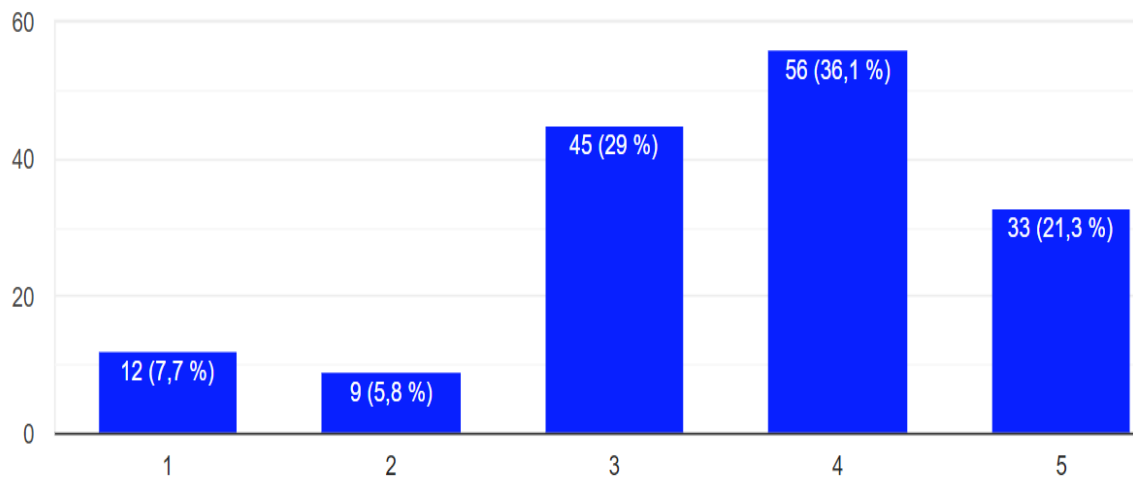
Slika 18.: Odgovor na tvrdnju: "Smatram da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi."

Izvor: (obrada autora rada)

Provedeno je istraživanje gdje su ispitanici/studenti upitani smatraju li da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi, slika 6. 56,8% ispitanika/studenata slaže se s navedenom tvrdnjom, dok je 31% ispitanika/studenata ostalo suzdržano. 12,3% ispitanika/studenta izjasnilo se kako se ne slaže s navedenom tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,61 dok je standardna devijacija 1,02.

Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje.

155 odgovora



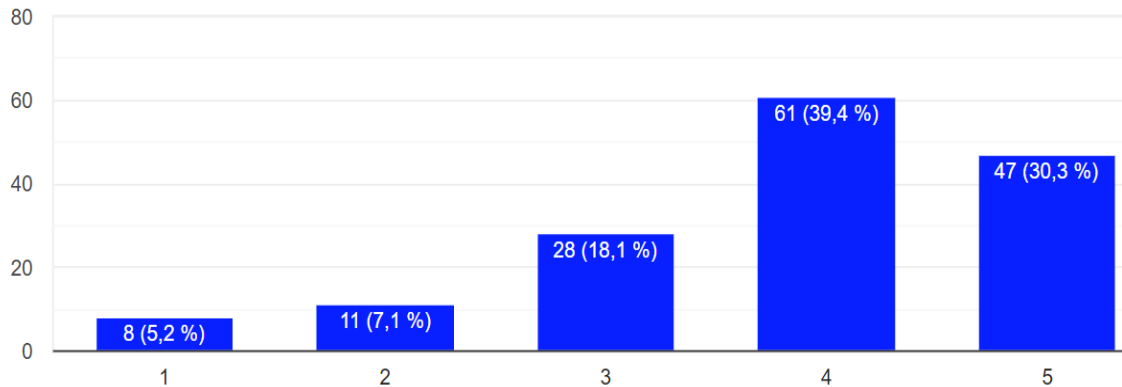
Slika 19.: Odgovor na tvrdnju: “ Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje.”

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja je glasila: „Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje“. Na slici 19. istraživanje ukazuje na to da se 57,4% ispitanika/studenata slaže s tom tvrdnjom, dok 29% njih su suzdržani, a 13,5% njih se ne slaže s tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,57 dok je standardna devijacija 1,12.

Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram.

155 odgovora



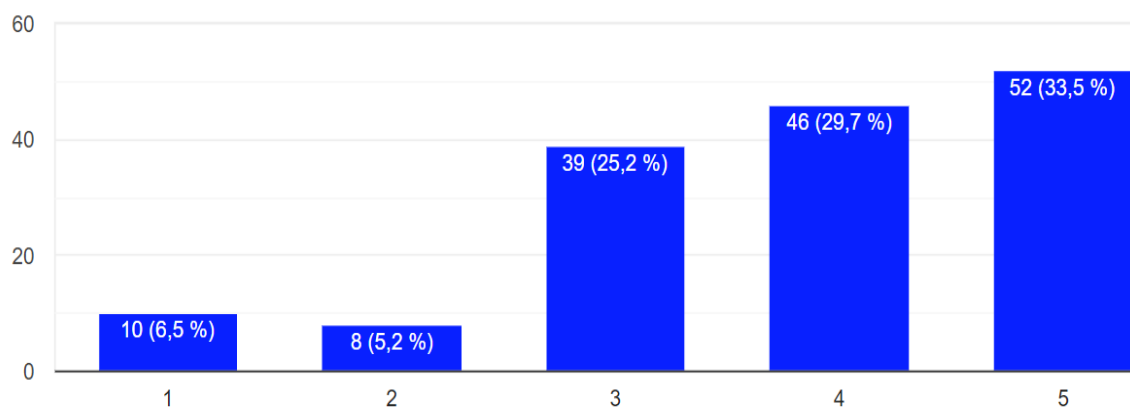
Slika 20.: *Odgovor na tvrdnju: "Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram."*

Izvor: (obrada autora rada)

Tvrdnja glasi: „Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram“. Istraživanje sa slike 20. ukazuje na to kako se 69,7% ispitanika slaže s tom tvrdnjom, dok njih 18,1% ostalo suzdržano, a 12,3% ispitanika izjasnilo je ne slaganje. Prosjek iznosi 3,83 dok je standardna devijacija 1,10.

Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje.

155 odgovora



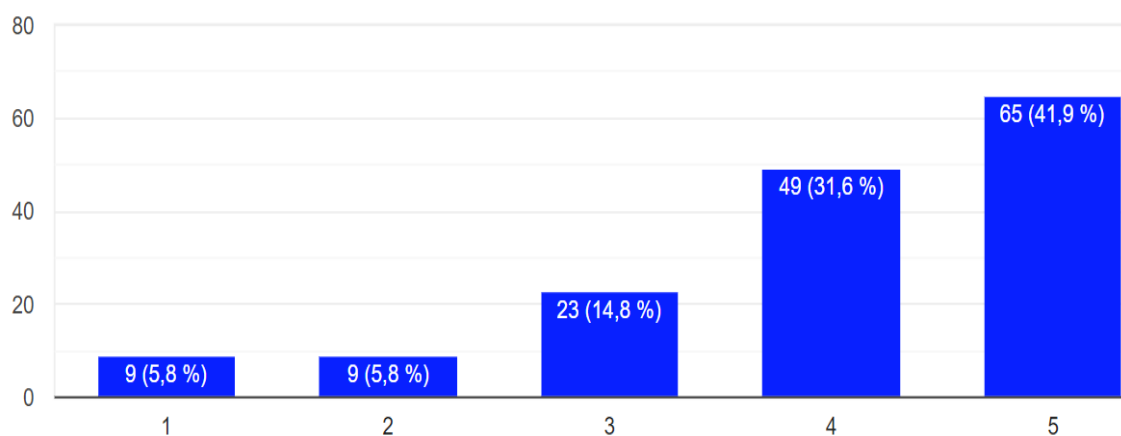
Slika 21.: *Odgovor na tvrdnju: "Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje."*

Izvor: (obrada autora rada)

Na tvrdnju: „Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje“. Istraživanje pokazuje (Slika 21.) da se njih 63,2% slaže, 25,2% je ostalo suzdržano, dok se njih 11,7% ne slaže. Prosjek iznosi 3,79 dok je standardna devijacija 1,16.

Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata.

155 odgovora



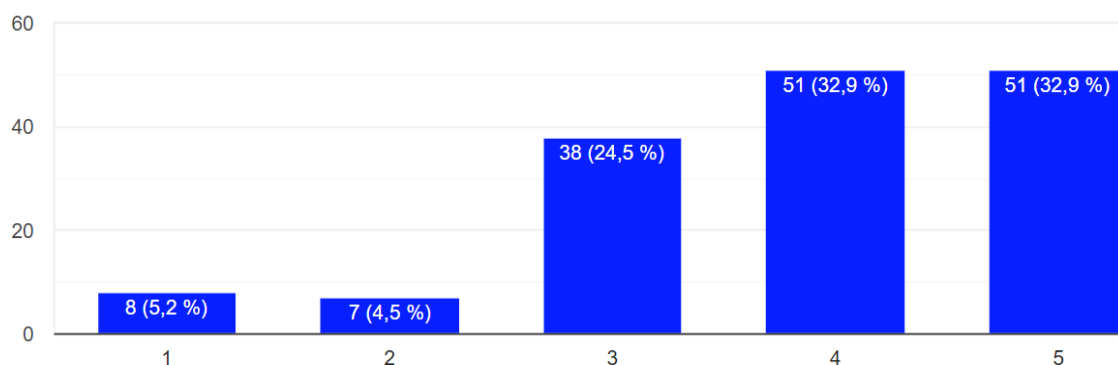
Slika 22.: Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata.”

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja glasi: „Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata“. Istraživanje (Slika 22.) ukazuje na to da se 73,5% ispitanika/studenata slaže s tom tvrdnjom, a njih 14,8% je ostalo suzdržano, dok se njih 11,6% izjasnilo da se ne slaže. Prosjek iznosi 3,98 dok je standardna devijacija 1,15.

Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram.

155 odgovora



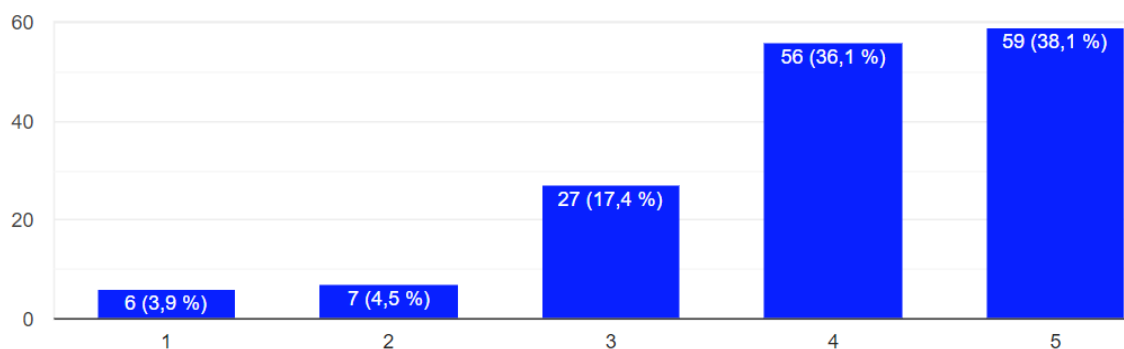
Slika 23.: *Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram.”*

Izvor: (obrada autora rada)

Tvrdnja: „Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram“. Istraživanje ukazuje (Slika 23.) da se 65,8% ispitanika/studenata slaže, dok je njih 24,5% suzdržano na tu tvrdnju, a tek 9,7% njih izrazilo ne slaganje s tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,84 dok je standardna devijacija 1,10.

Smatram da bih mogao(la) primjenom virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi (npr. posjetiti razne lokacije, događaje, izvoditi zahtjevne i opasne simulacije, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku, ..) unaprijediti svoja znanja, vještine i sposobnosti potrebne za tržište rada.

155 odgovora



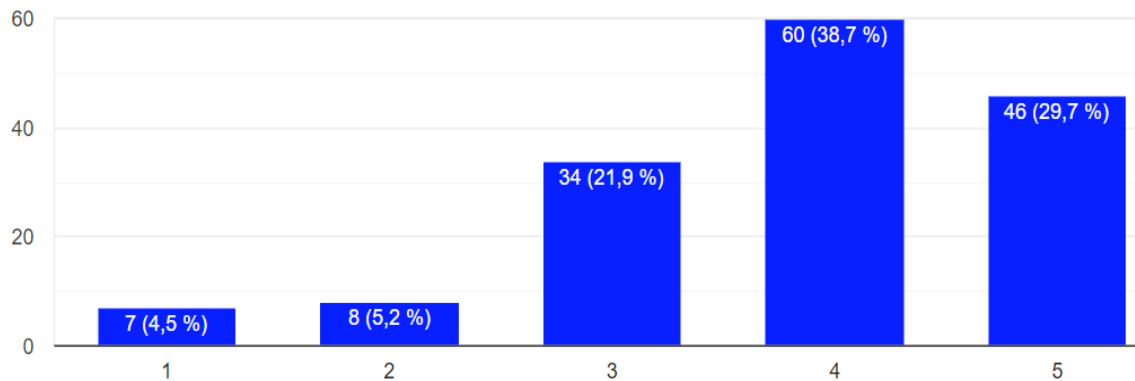
Slika 24.: *Odgovor na tvrdnju: “ Smatram da bih mogao(la) primjenom virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi (npr. posjetiti razne lokacije, događaje, izvoditi zahtjevne i opasne simulacije, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku), unaprijediti svoja znanja, vještine i sposobnosti potrebne za tržište rada.”*

Izvor: (obrada autora rada)

Većina ispitanika/studenata (Slika 24.) odnosno njih 74,2% smatra da bi se primjenom VR u visokoškolskoj nastavi otvorila mogućnost posjeta raznih virtualnih lokacija, događaja, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku, ali i izvoditi zahtjevne i opasne simulacije koje su u stvarnosti previše rizične. 17,4% ispitanika/studenata ostalo je suzdržano o toj tvrdnji, dok se tek 8,4% njih ne slaže s tom tvrdnjom. Prosjek iznosi 4,00 dok je standardna devijacija 1,04.

Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo)

155 odgovora



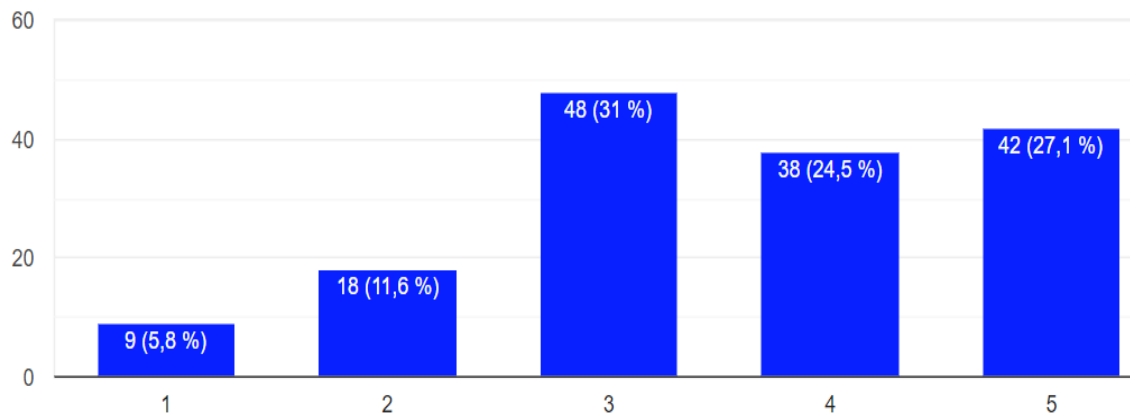
Slika 25.: *Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo).”*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja glasi: „Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo)“. Većina ispitanika/studenata, njih 68,4% izjasnilo se pozitivnim stavom, dok je 21,9% ispitanika/studenata ostalo suzdržano, te su njih 9,7% negativnog mišljenja o navedenoj tvrdnji. Prosjek iznosi 3,84 dok je standardna devijacija 1,05

Smatram da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.).

155 odgovora



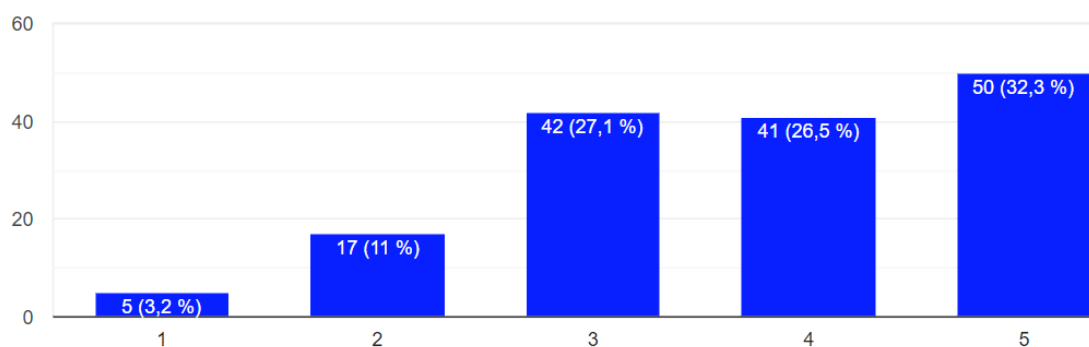
Slika 26.: *Odgovor na tvrdnju: "Smatram da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.)."*

Izvor: (obrada autora rada)

Najveći postotak ispitanika na tvrdnju da li smatraju da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.) se slaže s tom tvrdnjom, čak njih 51,6%, visok postotak je i suzdržanih ispitanika/studenata, njih 31%, dok se njih 17,4% ne slaže. Prosjek iznosi 3,55 dok je standardna devijacija 1,17

Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR).

155 odgovora



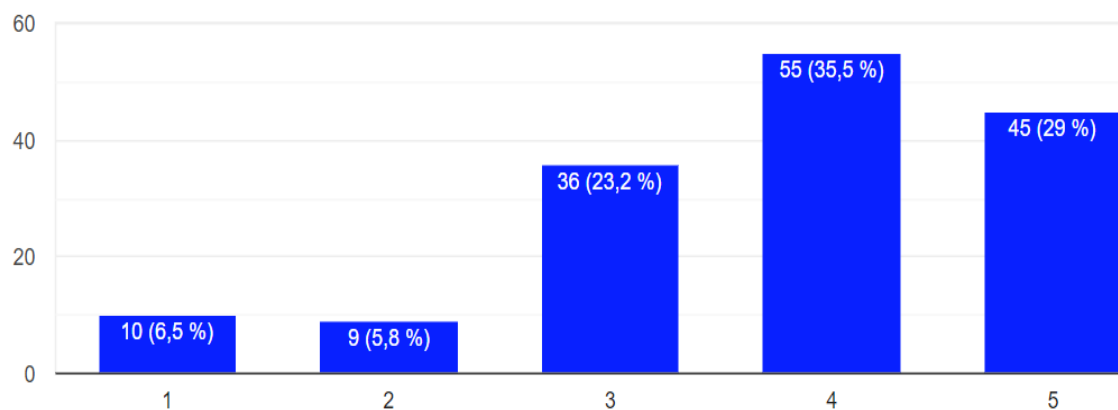
Slika 27.: *Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR).”*

Izvor: (obrada autora rada)

Tvrdnja glasi: „Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR)“. Njih 58,8% kroz istraživanje se izjasnilo da se slaže, a 27,1% ispitanika/studentata je suzdržano, dok se njih 14,2% ne slaže s tom tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,74 dok je standardna devijacija 1,12.

Smatram da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti moje iskustvo učenja tijekom studiranja.

155 odgovora



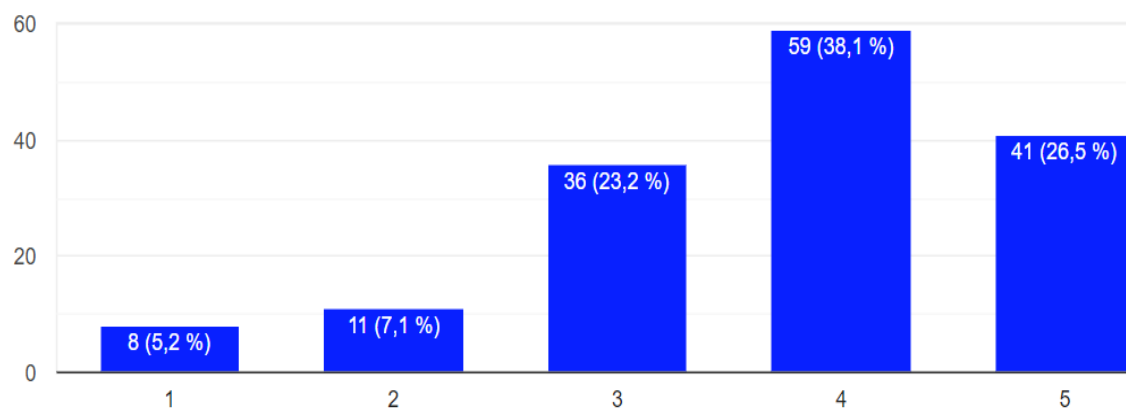
Slika 28.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti moje iskustvo učenja tijekom studiranja.”*

Izvor: (obrada autora rada)

Većina ispitanika/studenata, čak njih 64,5% se slaže da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti njihovo iskustvo učenja tijekom studiranja, njih 23,2% ostalo je suzdržano, dok se 12,3% izjasnilo kako se ne slažu s tom tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,75 dok je standardna devijacija 1,13.

Smatram da bi mi upotreba VR u nastavi pomogla studentima u stjecanju kognitivnih znanja i vještina.

155 odgovora



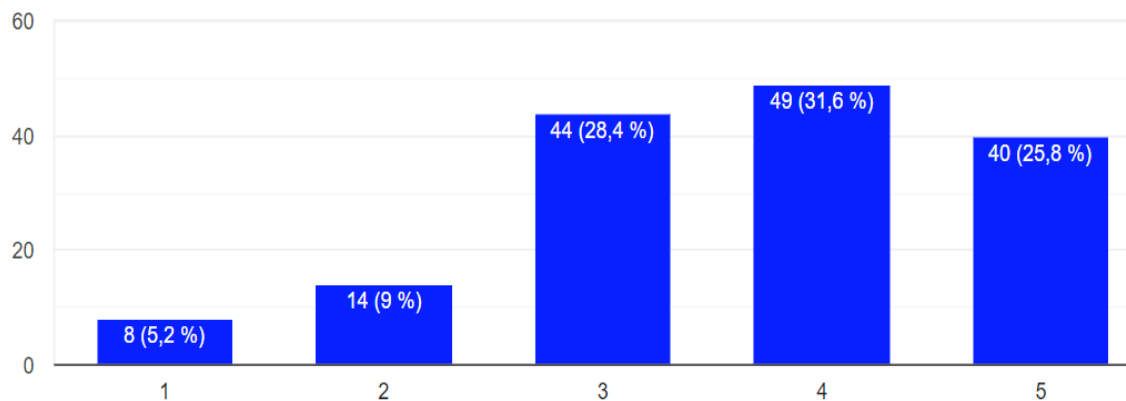
Slika 29.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi mi upotreba VR u nastavi pomogla studentima u stjecanju kognitivnih znanja i vještina.“*

Izvor: (obrada autora rada)

64,6% ispitanika/studenata se slaže s time da kako bi im upotreba VR u nastavi pomogla u stjecanju kognitivnih znanja i vještina, dok je njih 23,2% ostalo suzdržano, a 12,3% ispitanika/studenata negativnog je mišljenja na tu tvrdnju. Prosjek iznosi 3,74 dok je standardna devijacija 1,09.

Mišljenja sam da VR u nastavi može utjecati na poboljšanje studentske samoučinkovitosti u izvršavanju aktivnosti na nastavi i učenju.

155 odgovora



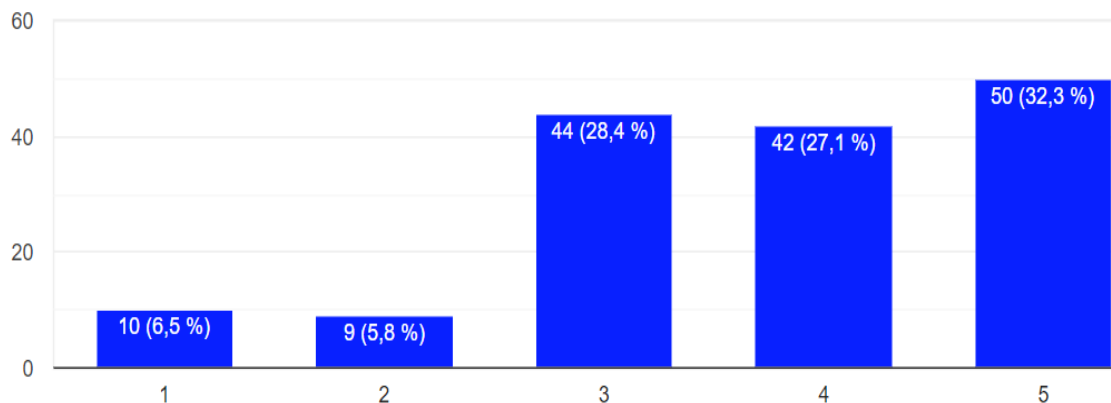
Slika 30.: *Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da VR u nastavi može utjecati na poboljšanje studentske samoučinkovitosti u izvršavanju aktivnosti na nastavi i učenju.”*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća slika 30. prikazuje kako 57,4% ispitanika/studenata se slaže s navedenom tvrdnjom, te se njih 28,4% izjasnilo suzdržanim stavom, dok se njih 14,2% ne slaže. Prosjek iznosi 3,64 dok je standardna devijacija 1,12.

Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram.

155 odgovora



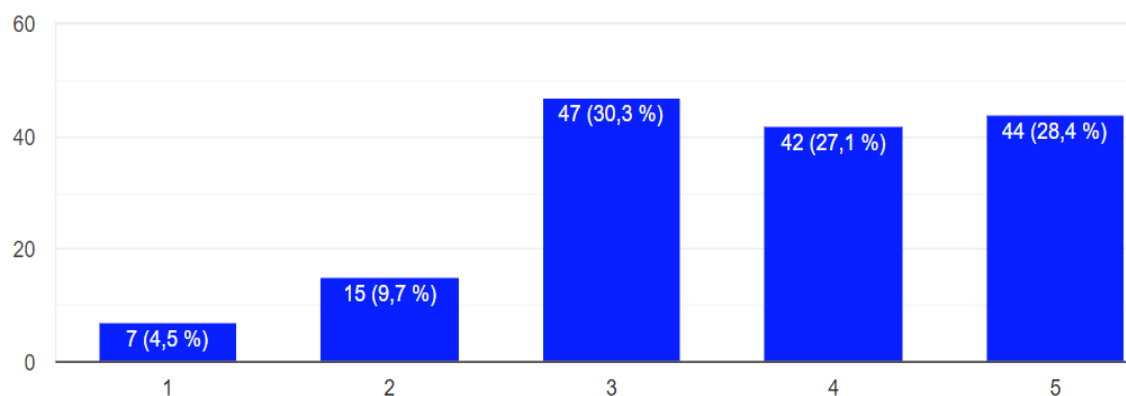
Slika 31.: *Odgovor na tvrdnju: „Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram.“*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja: „Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram“. 59,4% ispitanika izjasnilo se kako su pozitivnog mišljenja o navedenoj tvrdnji, dok je njih 28,4% ostalo suzdržano, a 12,3% ispitanika/studenata bilo je negativnog stava. Prosjek iznosi 3,73 dok je standardna devijacija 1,16.

Smatram da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak.

155 odgovora



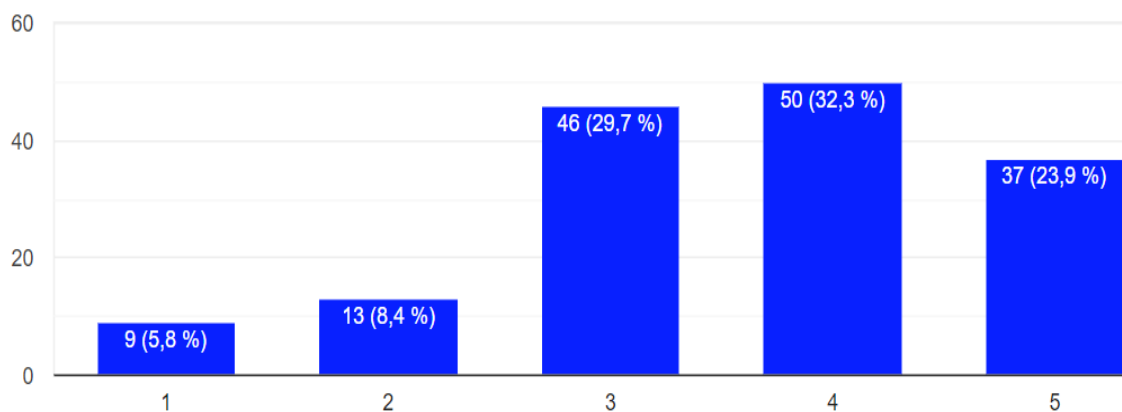
Slika 32.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak.”*

Izvor: (obrada autora rada)

55,5% ispitanika/studenata smatra da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak za njih, dok se njih 14,2% ne slaže s tom tvrdnjom, a dosta visok postotak ispitanika/studenata čak 30,3% ostalo je suzdržano. Prosjek iznosi 3,65 dok je standardna devijacija 1,13.

Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima.

155 odgovora



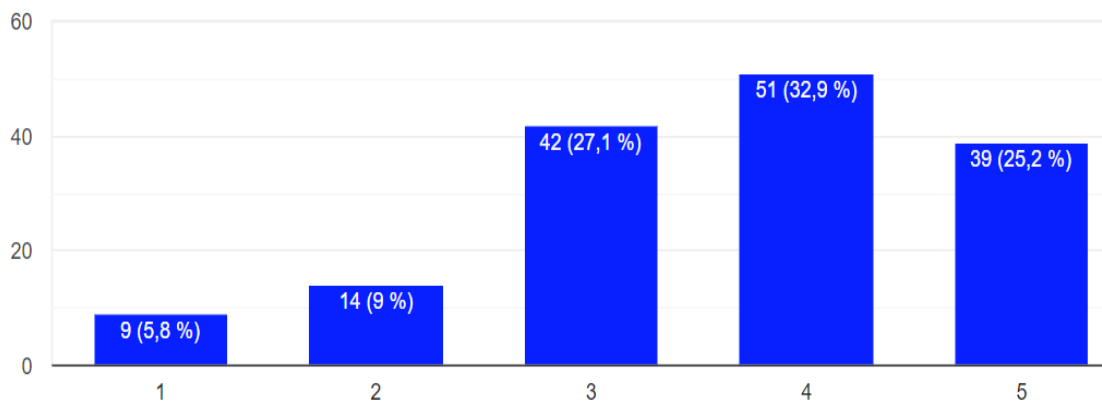
Slika 33.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima.“*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja: „Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima“. 56,2% ispitanika/studenata se slaže s dolje navedenom tvrdnjom, a 29,7% njih ostalo je suzdržanog mišljenja, te se njih 14,2% izjasnilo kako se ne slažu s navedenim. Prosjek iznosi 3,6 dok je standardna devijacija 1,11.

Smatram da korištenjem VR prilikom učenja bi bio(la) više koncentriran(a) na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja.

155 odgovora



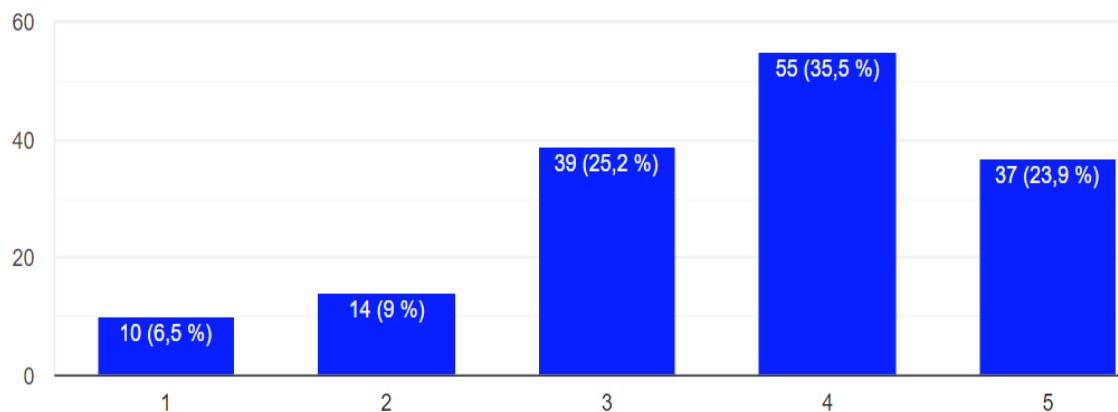
Slika 34.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da korištenjem VR prilikom učenja bi bio(la) više koncentriran(a) na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja.”

Izvor: (obrada autora rada)

58,1% ispitanika/studenata smatra da bi se korištenjem VR prilikom učenja postigla veća koncentriranost na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja, njih 27,1% je suzdržano, dok se njih 14,8% ne slaže s tvrdnjom. Prosjek iznosi 3,63 dok je standardna devijacija 1,13.

Smatram da bih me iskustvo primjene virtualne stvarnosti (VR) u nastavi inspiriralo za nove ideje prilikom učenja.

155 odgovora



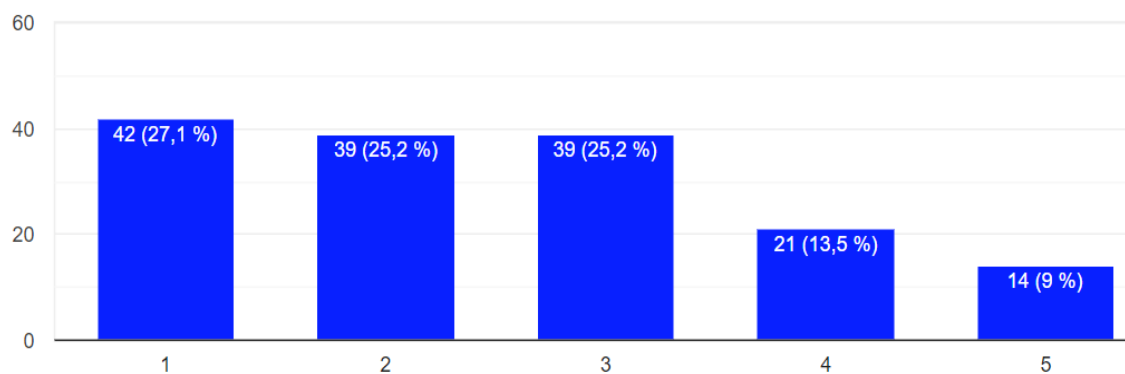
Slika 35.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bih me iskustvo primjene virtualne stvarnosti (VR) u nastavi inspiriralo za nove ideje prilikom učenja.”

Izvor: (obrada autora rada)

Slika 35. prikazuje rezultate istraživanja, odnosno 59,4% ispitanika/studenata kako se slažu s navedenim tj. da bi im iskustvo primjene VR u nastavi utjecalo na inspiraciju za nove ideje prilikom učenja. 25,2% ispitanika/studenata ostalo je suzdržano o navedenom, dok se njih 15,5% s tim ne slaže. Prosjek iznosi 3,61 dok je standardna devijacija 1,14.

Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres.

155 odgovora



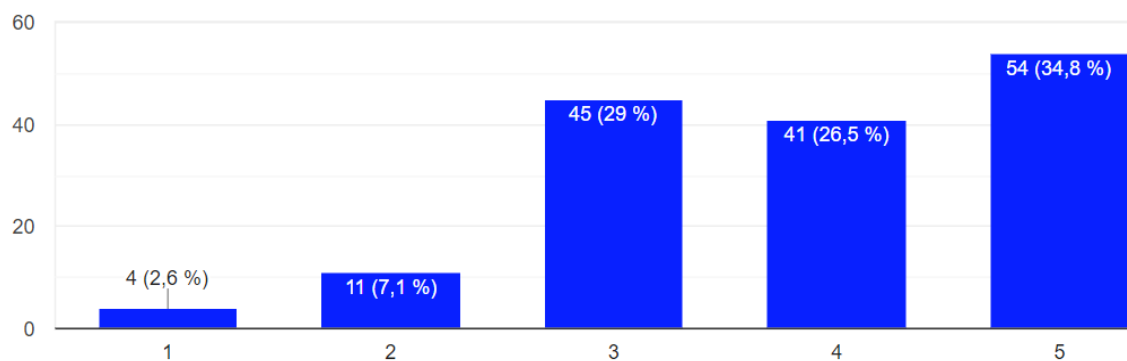
Slika 36.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres.“*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća tvrdnja glasi: „Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres“. Zabilježeni su rezultati istraživanja koji ukazuju na to kako 52,3% ispitanika/studenta se ne slaže s tom tvrdnjom, dok je visokih 25,2% ispitanika/studenata suzdržanog mišljenja, dok se njih 22,5% slaže s navedenom tvrdnjom, odnosno da bi iskustvo učenja u virtualnom svijetu predstavljalo neki oblik strah ili stresa. Prosjek iznosi 2,52 dok je standardna devijacija 1,27.

Smatram da VR tehnologija u nastavi, ako se njome nepravilno koristi, može uzrokovati zdravstvene probleme (glavobolja, naprezanje očiju i sl.)

155 odgovora



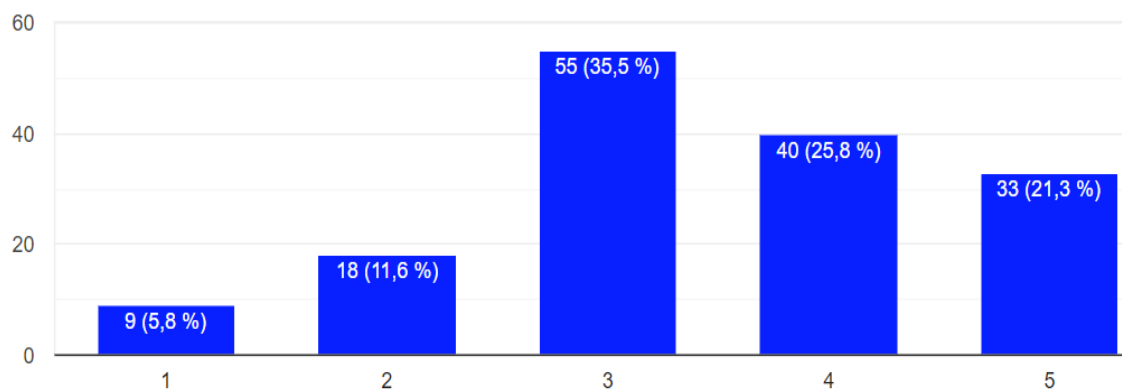
Slika 37.: *Odgovor na tvrdnju: „Smatram da VR tehnologija u nastavi, ako se njome nepravilno koristi, može uzrokovati zdravstvene probleme (glavobolja, naprezanje očiju i sl.)”*

Izvor: (obrada autora rada)

Čak 61,3% ispitanika slaže se navedenom tvrdnjom da nepravilno korištenje VR tehnologije u nastavi može uzrokovati zdravstvene probleme (Slika 37.), a njih 29% je suzdržano, dok se njih 9,7% izražava negativnim mišljenjem o navedenom. Prosjek iznosi 3,84 dok je standardna devijacija 1,07.

Mišljenja sam da je primjena samostalnih VR uređaja i VR aplikacije za pametne telefone dostupna svima, u slučaju da to žele.

155 odgovora



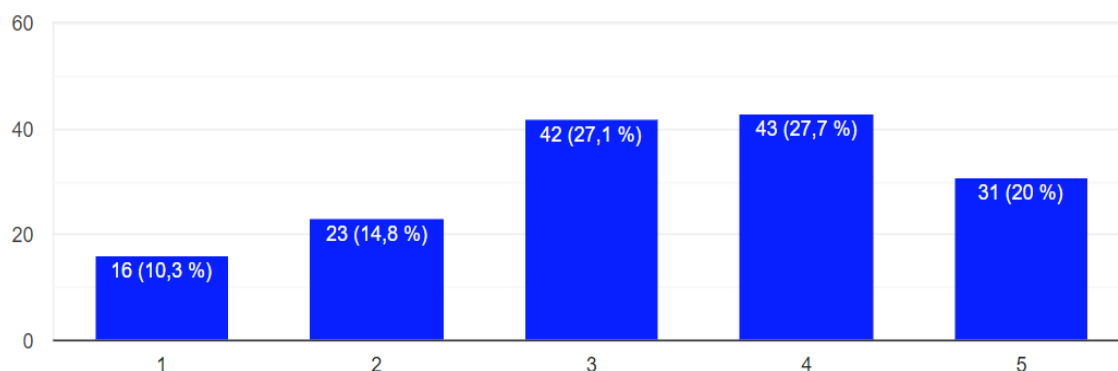
Slika 38.: *Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da je primjena samostalnih VR uređaja i VR aplikacije za pametne telefone dostupna svima, u slučaju da to žele.”*

Izvor: (obrada autora rada)

Sljedeća slika 38. prikazuje kako 47,1% ispitanika/studenata izrazilo je svoj pozitivan stav o navedenoj tvrdnji, a visokih 35,5% ispitanika/studenata ostalo je suzdržanog stava, dok je njih 17,4 izrazilo svoj negativan stav. Prosjek iznosi 3,45 dok je standardna devijacija 1,12.

Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mojeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnosti.

155 odgovora



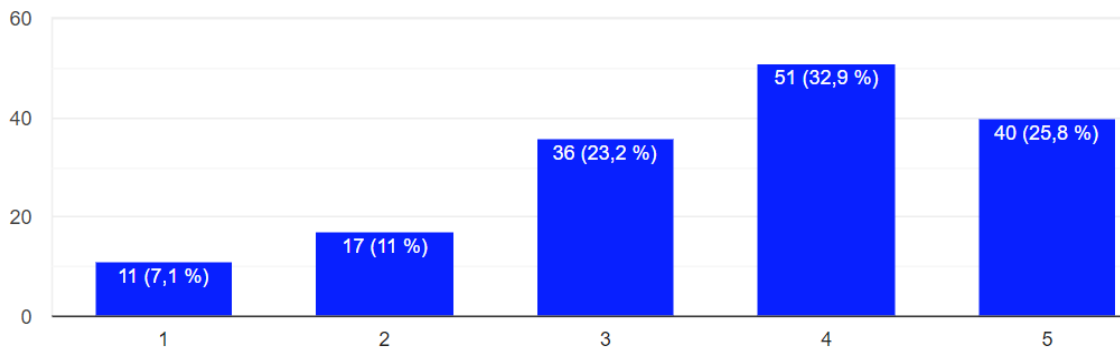
Slika 39.: *Odgovor na tvrdnju: „Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mojeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnosti”*

Izvor: (obrada autora rada)

Tvrdnja glasi: „Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mojeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnosti.“ S tom tvrdnjom se slaže 47,7% ispitanika/studenata, njih 27,1% ostalo je suzdržano, dok se njih 25,1% ne slaže. Prosjek iznosi 3,32 dok je standardna devijacija 1,24.

U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budem imao(la) za to mogućnosti.

155 odgovora



Slika 40.: *Odgovor na tvrdnju: „U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budem imao(la) za to mogućnosti.”*

Izvor: (obrada autora rada)

58,7% ispitanika/studenata potvrdilo je kako se slaže s tvrdnjom da u sljedećih pet godina namjeravaju koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, odnosno ako za tu budu imali mogućnosti, njih 23,2% ostalo je suzdržanog stava, dok se njih 18,1% izrazilo kako se ne slaže s tom tvrdnjom, odnosno kako ne namjeravaju koristiti VR aplikacije u sljedećih 5 godina. Prosjek iznosi 3,59 dok je standardna devijacija 1,19.

8. INTERPRETACIJA REZULTATA

Hipoteze su postavljene na način da će iste evaluirati prema prosječnom postotku ispitanika koji su na tvrdnje iz upitnika odgovarali pozitivnim stavom, a te tvrdnje su vezane za određene hipoteze. Prema skali od 1 do 5 pozitivnim stavom smatra se odgovor sa 4 ili 5, dok se suzdržanim smatra odgovor s brojem 3, a dok se odgovori s brojem 1 i 2 smatraju negativnim stavom na određenu tvrdnju. Za potvrđivanje hipoteze sa sigurnošću potrebno je da postotak pozitivnih odgovora broji najmanje 51%.

Kroz ovo istraživanje ispitano je 155 ispitanika, od kojih su svi bili studenti Sveučilišta Ekonomije i Turizma u Puli, od kojih je 72 bilo muških ispitanika, a ženskih 83.

8.1. Hipoteza 1

Hipoteza preispituje što studenti smatraju i kakvo mišljenje imaju o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju s ciljem poboljšanja cjelokupnog programa obrazovanja i postizanja kvalitetnijih rezultata studenata tijekom njihovog visokoškolskog obrazovanja. Studentima kroz ovu hipotezu su ponuđene tvrdnje koje se vezane za poboljšanje trenutnog obrazovnog sustava, mogućnost napretka u dijelu prenošenja informacija i sadržaja na studente, također kroz navedene tvrdnje pred ispitanike je postavljeno da se izjasne o prednostima koje bi im VR sustav donio njegovom integracijom u obrazovanje.

Na dobivenim rezultatima moguće je ustvrditi kako studenti priželjkuju promjene, na način da smatraju kako bi implementacijom tehnologije u obrazovanje ono dobilo na kvaliteti u samom izvođenju nastave i prenošenja znanja na buduće studente. Zanimljiva tvrdnja donosi zaključke i o tome kako studenti nisu podložni u potpunosti zanemariti tradicionalni način predavanja, odnosno izjasnili su se kako smatraju da uz VR tehnologiju u nastavi je neophodna interakcija s nastavnikom/profesorom. Također je moguće ustvrditi kako većina studenata namjerava koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budu imali za to mogućnosti. Prosječni postotak ispitanika koji se slaže sa tvrdnjama vezanim uz hipotezu premašuje granicu od 51% iznad koje je dovoljno da se zaključi

kako je ova hipoteza potvrđena, dok prosječan mod tvrdnji iznosi 4.00, a medijan 3,82, što je također dovoljno za potvrdu dane hipoteze.

Ispitanici (studenti) preferiraju prihvaćanje i korištenje virtualne stvarnosti – VR u visokoškolskom obrazovanju								
tvrdnja	pozitiv		neutral		negativ		mod	medijan
	n	%	n	%	n	%		
Smatram da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi	88	56,8	48	31	19	12,3	4	4.00
Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje	89	57,4	45	29	21	13,5	4	4.00
Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram	108	69,7	28	18,1	19	12,3	4	4.00
Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje	98	63,2	39	25,2	18	11,7	5	4.00
Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata	114	73,5	23	14,8	18	11,6	5	4.00
Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram	102	65,8	38	24,5	15	9,7	4	4.00

Smatram da bih mogao(la) primjenom virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi (npr. posjetiti razne lokacije, događaje, izvoditi zahtjevne i opasne simulacije, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku), unaprijediti svoja znanja, vještine i sposobnosti potrebne za tržište rada	115	74,2	27	17,4	13	8,4	5	4.00
Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo	106	68,4	34	21,9	15	9,7	4	4.00
Smatram da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.)	83	51,6	48	31	27	17,4	3	4.00
Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR)	91	58,8	42	27,1	22	14,2	5	4.00
Smatram da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti moje iskustvo učenja tijekom studiranja	100	64,5	36	23,2	19	12,3	4	4.00

Smatram da bi mi upotreba VR u nastavi pomogla studentima u stjecanju kognitivnih znanja i vještina	100	64,6	36	23,2	19	12,3	4	4.00
Mišljenja sam da VR u nastavi može utjecati na poboljšanje studentske samoučinkovitosti u izvršavanju aktivnosti na nastavi i učenju	89	57,4	44	28,4	22	14,2	4	4.00
Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram	92	59,4	44	28,4	19	12,3	5	4.00
Smatram da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak	86	55,5	47	30,3	22	14,2	3	4.00
Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima	87	56,2	46	29,7	22	14,2	4	4.00
Smatram da korištenjem VR prilikom učenja bi bio(la) više koncentriran(a) na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja	90	58,1	42	27,1	23	14,8	4	4.00
Smatram da bih me iskustvo primjene virtualne stvarnosti (VR) u nastavi inspiriralo za nove ideje prilikom učenja	92	59,4	39	25,2	24	15,5	4	4.00
Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres	35	22,5	39	25,2	81	52,3	1	2.00

Smatram da VR tehnologija u nastavi, ako se njome nepravilno koristi, može uzrokovati zdravstvene probleme (glavobolja, naprezanje očiju i sl.)	95	61,3	45	29	15	9,7	5	4.00
Mišljenja sam da je primjena samostalnih VR uređaja i VR aplikacije za pametne telefone dostupna svima, u slučaju da to žele	73	47,1	55	35,5	27	17,4	3	3.00
Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mojeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnost	74	47,7	42	27,1	39	25,1	4	3.00
U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budem imao(la) za to mogućnost	91	58,7	36	23,2	28	18,1	4	4.00

Tablica 4.: Rezultati upitnika za hipotezu 1

Izvor: (obrada autora rada)

9. ZAKLJUČAK

Danas se sve više ulaže u razvoj tehnologije, brojne su svjetske kompanije poput Facebook-a, Valve-a, Samsung-a, Google-a i ostalih koji su odlučili ulagati u budućnost, konkretno u razvoj virtualne stvarnosti (VR). Napretkom takve nove tehnologije, otvara se mogućnost za kreiranjem novih smjerova, mnoge grane društva profitirale bi implementacijom VR sustava u svoje poslovanje. Virtualna stvarnost ima svoje mjesto u obrazovanju i osposobljavanju. Implementacijom virtualne stvarnosti u obrazovanje, razina podučavanja studenata podigla bi se na kvalitetniji stupanj, odnosno pomoću VR-a predavači bi bili u mogućnosti kvalitetnije približiti apstraktne sadržaje studentima, a VR okruženje zasigurno bi im ponudilo nezaboravno iskustvo.

Provedeno istraživanje se temeljilo na tome kako ispitanici percipiraju prihvaćanje i korištenje VR tehnologije za potrebe edukacije, tj. kao tehnologije koja bi se koristila prilikom podučavanja u obrazovanju, čime bi se povećala zainteresiranost studenata za određene sadržaje kolegija, a samim time i rezultiralo kvalitetnijim ishodom učenja. Dosadašnja istraživanja o VR tehnologiji i njezinoj implementaciji u obrazovanje dokaz su mnogobrojnih prednosti korištenja VR tehnologije u nastavi te samim time su nadmašeni svi nedostaci te tehnologije. Istraživanje koje je provedeno u radu na temelju dobivenih rezultata potvrđuje sve prednosti korištenja VR sustava, također utvrđeno je da istraživanje čini mlađa populacija koja se trenutno nalazi u sustavu obrazovanju i pojedinci koji su pri završetku takvog sustava obrazovanja, a samim time su stekli iskustva i određena mišljenja o trenutnom sustavu obrazovanja. Rezultati provedenog istraživanja pokazatelj su da zainteresiranost za korištenjem tehnologija u nastavi uveliko postoji, tj. VR tehnologije.

Kada se govori o mogućim ograničenjima ovog istraživanja može se navesti reprezentativnost uzorka, dakle istraživanje je provedeno na uzorku od 155 studenata, u istraživanju nisu sudjelovali studenti svih fakulteta Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli, već se radi o ukupno 8 studijskih smjerova, što je dovoljno za potrebe ovoga diplomskog rada, ali u slučaju da se žele dobiti podaci na razini Republike Hrvatske potrebno bi bilo provesti istraživanja na ostalim sveučilištima diljem Hrvatske. Također, velik dio ispitanika nije imao iskustva u korištenju VR tehnologije, što može utjecati na kvalitetu dobivenih podataka. Nadalje, javlja se veliki raspon u godinama ispitanika

(od 18 do 52 godina) što je važno napomenuti jer stariji dio uzorka ispitanika možda nije toliko upoznat sa svim prednostima koje općenito tehnologija može pridonijeti prilikom implementacije u obrazovanje i poticanja njegovog razvoja, što može utjecati na kvaliteti podataka o prihvaćanju i korištenja tehnologija u svrhu edukacije.

Problematika samog načina i kreiranja obrazovnog kurikulumu prilagođenom spoju tradicionalnog načina podučavanja i korištenja VR tehnologije u svrhu edukacije studenata predstavlja još nedovoljno istraženo područje, donosi prostor tj. tzv. „plodno tlo“ za buduća istraživanja i daljnja razmatranja studenata o njihovim stavovima i spremnosti za prihvaćanjem i korištenjem takve vrste tehnologije prilikom njihove edukacije. Predlaže se za buduća istraživanja da budu usmjerena na ispitivanje mogućih zdravstvenih problema uzrokovanih korištenjem VR sustava nakon određenog vremena provedenog u virtualnom okruženju, također, kao nedovoljno istraženo područje navode se svi potrebni troškovi izazvani implementacijom VR-a u obrazovanje.

LITERATURA

Knjige

R.A. Earnshaw, M.A. Gigante i H. Jones, Virtual Reality Systems, UK, Academic Press., 1993.

P. Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.

Steven M. LaValle, Virtual reality, University of Oulu, 2019.

Mihelj, Matjaž, Novak, Domen, Beguš, Samo, Virtual Reality Technology and Applications, 2014.

Internetske stranice

1.Virtual reality, Britannica, Henry E. Lowood, dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

2. The Very Real History of Virtual Reality (+A Look Ahead), G2, 2019, dostupno na: <https://www.g2.com/articles/history-of-virtual-reality> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

3. How Palmer Luckey Created Oculus Rift, Smithsonian Magazine, 2014, dostupna na: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/how-palmer-luckey-created-oculus-rift-180953049/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

4.Develop for the Quest Platform, Oculus, dostupno na: <https://developer.oculus.com/quest/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

5. Playstation VR, Sony, dostupno na: <https://www.playstation.com/hr-hr/ps-vr/> (pristupljeno 29. kolovoza 2021.)

6. 3D sound: the next big frontier for virtual reality, Allerin, 2018, dostupno na: <https://www.allerin.com/blog/3d-sound-the-next-big-frontier-for-virtual-reality> (pristupljeno 30. kolovoza 2021.)
7. HAPTX GLOVES DK2, haptx, dostupno na: <https://haptx.com/> (pristupljeno 31 kolovoza 2021.)
8. Gavin Baxter, i Thomas Hainey, Student perceptions of virtual reality use in higher education, 2019, Journal of Applied Research in Higher Education, dostupno na: <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106> (pristupljeno 1. rujna 2021.)
9. 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., dostupno na: <http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/22/17> (pristupljeno 2. rujna 2021.)
10. 6 Companies That Master the Use of VR & AR in STEM education, setapp, 2018, dostupno na: <https://blog.setapp.pl/ar-vr-stem-education> (pristupljeno 3. rujna 2021.)
11. Virtual Reality in Engineering Education: The Future of Creative Learning, A. G. Abulrub, A. Attridge and M. A. Williams, 2011., dostupno na: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/1766> (pristupljeno 2. rujna 2021.)
12. Virtual Reality and Its Application in Military, Xinxiong Liu, Jing Zhang, Guoxiang Hou i Zenan Wang, 2018., dostupno na: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/170/3/032155/pdf> (pristupljeno 3. rujna 2021.)
13. Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory, Benjy Marks & Jacqueline Thomas, 2021., dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10653-6> (pristupljeno 4. rujna 2021.)

14. Perceptions toward Adopting Virtual Reality as a Learning Aid in Information Technology, S. Alfalah, J. Falah, T. Alfalah, M. Elfalah, O. Falah, 2017, dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/315831627> (pristupljeno 4. rujna 2021.)
15. The Benefits of Virtual Reality in Education, Mustafa Hussein, Carl Nätterdal, 2015, dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/43559881.pdf> (pristupljeno 4. rujna 2021.)
16. Student perceptions of virtual reality in higher education, Tebogo John Matome, Mmaki E. Jantjies, 2019, dostupno na: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED608662.pdf> (pristupljeno 5. rujna 2021.)
17. The Benefits of Virtual Reality in Education, Mustafa Hussein, Carl Nätterdal, 2015., dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/43559881.pdf> (pristupljeno 4. rujna 2021.)
18. An application of virtual reality in education: Can this technology enhance the quality of students' learning experience?, Enda McGovern, Gerardo Moreira & Cuauhtemoc Luna-Nevarez, 2019., dostupno na: <https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1703096> (pristupljeno 4. rujna 2021.)
19. Student perceptions of virtual reality use in higher education, Gavin Baxter, Thomas Hainey, 2019., dostupno na: <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106> (pristupljeno 5. rujna 2021.)
20. Virtual reality (VR) - statistics & facts, Statista, Thomas Alsop, 2021, dostupno na: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/> (pristupljeno 15. rujna 2021.)

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Popis slika

Slika 1.: The Sensorama, 1962., prvi stroj za reproduciranje virtualne stvarnosti (VR)	5
Slika 2.: The Telesphere Mask, prvi zaslon virtualne stvarnosti sličan današnjem (HMD-u) ...	6
Slika 3.: LeapVR, osnova kasnijeg VR snimanja.....	7
Slika 4.: Virtual Boy, igraća VR konzola.....	8
Slika 5.: Playstation VR, HTC Vive i Oculus Rift.....	14
Slika 6.: Haptx rukavica	16
Slika 7.: Prototip izrađen u programu Autodesk Showcase	28
Slika 8.: Labster VR.....	29
Slika 9.: Zspace.....	30
Slika 10.: Virtuali-Tee.....	31
Slika 11.: Troškovi implementacije hardvera laboratorija virtualne stvarnosti i implementacije signalizacije u 2017. godini	35
Slika 12.: Prikazani su troškovi godišnjeg operativnog proračuna VR laboratorija za dva nastavna semestra	36
Slika 13.: Broj studenata koji se podučavaju u laboratoriju za virtualnu stvarnost od 2 semestra 2017. do 2. semestra 2019. godine	37
Slika 14.: Ukupan broj studenata sveučilišnih fakulteta koji se koriste laboratorijem virtualne stvarnosti.....	38
Slika 15.: Rezultati istraživanja provedeni na odabiru studenata inženjerskih studija (n = 295) koji su se predavali u laboratoriju.....	41
Slika 16.: Odnosi između prijavljene VR nelagode i pitanja vezanih za učenje za studente inženjerskih znanosti (n = 295).....	42
Slika 17.: Postotak odgovora ispitanika prema procjeni njihovih trenutnih znanja, vještina i sposobnosti za potrebe edukacije.....	55
Slika 18.: Odgovor na tvrdnju: “ Smatram da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi.”	61
Slika 19.: Odgovor na tvrdnju: “ Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje.”	62
Slika 20.: Odgovor na tvrdnju: “ Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram.”	63

Slika 21.: Odgovor na tvrdnju: “ Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje.”	64
Slika 22.: Odgovor na tvrdnju: “ Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata.”.....	65
Slika 23.: Odgovor na tvrdnju: “ Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram.”	66
Slika 24.: Odgovor na tvrdnju: “ Smatram da bih mogao(la) primjenom virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi (npr. posjetiti razne lokacije, događaje, izvoditi zahtjevne i opasne simulacije, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku, ..) unaprijediti svoja znanja, vještine i sposobnosti potrebne za tržište rada.”	67
Slika 25.: Odgovor na tvrdnju: “ Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo.”	68
Slika 26.: Odgovor na tvrdnju: “ Smatram da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.)”	68
Slika 27.: Odgovor na tvrdnju: Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR).”	70
Slika 28.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti moje iskustvo učenja tijekom studiranja.”	71
Slika 29.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi mi upotreba VR u nastavi pomogla studentima u stjecanju kognitivnih znanja i vještina.”	72
Slika 30.: Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da VR u nastavi može utjecati na poboljšanje studentske samoučinkovitosti u izvršavanju aktivnosti na nastavi i učenju.”	73
Slika 31.: Odgovor na tvrdnju: „Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram.”	74
Slika 32.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak.”	75
Slika 33.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima.”	76
Slika 34.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da korištenjem VR prilikom učenja bi bio(la) više koncentriran(a) na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja.”	77
Slika 35.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bih me iskustvo primjene virtualne stvarnosti (VR) u nastavi inspiriralo za nove ideje prilikom učenja.”	78

Slika 36.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres.”.....	79
Slika 37.: Odgovor na tvrdnju: „Smatram da VR tehnologija u nastavi, ako se njome nepravilno koristi, može uzrokovati zdravstvene probleme (glavobolja, naprezanje očiju i sl.)”.....	80
Slika 38.: Odgovor na tvrdnju: „Mišljenja sam da je primjena samostalnih VR uređaja i VR aplikacije za pametne telefone dostupna svima, u slučaju da to žele.”	81
Slika 39.: Odgovor na tvrdnju: „Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mojeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnosti”.....	82
Slika 40.: Odgovor na tvrdnju: „U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budem imao(la) za to mogućnosti.”.....	83

Popis tablica

Tablica 1.: Razvojni proces VR sustava.....	10
Tablica 2.: Prikaz strukture ispitanika/studenata prema spolu, dobi, godini studija, statusu studenta i smjera studija.....	51
Tablica 3.: Rezultati ispitanika na temelju toga koliko često koriste neku od navedenih tehnologija.....	58
Tablica 4.: Rezultati upitnika za hipotezu 1	88

Popis grafikona

Grafikon 1. Broj prodanih primjeraka desktop i mobilnih VR sustava izražen u milijunima (do 2018.) Izvor: (P. Mealy: Virtual & Augmented Reality for dummies, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2018.).....	17
Grafikon 2. Postotak odgovora ispitanika o njihovom susretu s pojmom virtualne stvarnosti (izvor: obrada autora rada).....	46
Grafikon 3. Postotak odgovora ispitanika o primjenjivanju virtualne stvarnosti (VR) za potrebe edukacije (izvor: obrada autora rada).....	47
Grafikon 4. Postotak odgovora ispitanika o korištenju samostalnog VR uređaja (izvor: obrada autora rada).....	48
Grafikon 6. Postotak odgovora ispitanika o korištenju VR uređaja i aplikacija u svojoj bližoj budućnosti za potrebe edukacije (izvor: obrada autora rada).....	53

Grafikon 7. Postotak odgovora ispitanika o upotrebi digitalne tehnologije u nastavi svih kolegija
(izvor: obrada autora rada).....54

PRILOZI

Percepcije studenata o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju

Anketni upitnik kreiran je u svrhu ovog rada te je temeljen na istraženoj relevantnoj literaturi. Upitnik se sastojao od ukupno 47 pitanja te je svaki od njih bio zatvorenog tipa. Prikupljeni podaci dobiveni su na temelju percepcije ispitanika/studenata o korištenju VR tehnologije prilikom njihovog visokog obrazovanja te jamče potpunu anonimnost ispitanika.

Opći podatci o ispitaniku

1. Spol: *

Označite samo jedan oval.

Muški

Ženski

2. Dob: *

Označite samo jedan oval.

18 - 24 godina

25 - 31 godina

32 - 38 godina

39 - 45 godina

46 - 52 godina

53 godina i više

3. Godina studija: *

Označite samo jedan oval.

1 godina

2 godina

3 godina

4 godina

5 godina

4. Status: *

Označite samo jedan oval.

- Redovan studij
- Izvanredan studij

5. Smjer studija: *

Označite samo jedan oval.

- Ekonomija
- Turizam
- Informatički menadžment
- Financijski menadžment
- Menadžment i poduzetništvo
- Marketinško upravljanje
- Informatika
- Računarstvo

6. Jeste li se ikad susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. Virtual reality - VR)? *

Označite samo jedan oval.

- Da
- Ne

7. Jeste li primjenjivali virtualnu stvarnost (VR) za potrebe edukacije? *

Označite samo jedan oval.

Da

Ne

8. Jeste li ikad bili u mogućnosti koristiti samostalni VR uređaj (npr. VR naočale za video igre, virtualno posjećivanja lokacija, događaja i drugo)? *

Označite samo jedan oval.

Da

Ne

9. Molim, procijenite svoja trenutna znanja, vještine i sposobnosti iz područja primjene virtualne stvarnosti (Virtual reality – VR) za potrebe učenja (edukacije). *

(1 - nedovoljan, 2 - dovoljan, 3 - dobar, 4 - vrlo dobar, 5 -izvrstan).

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nedovoljan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Izvrstan

Pitanja o korištenju navedenih tehnologija

10. Koliko često koristite 3D igre? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

11. Koliko često koristite samostalne VR uređaje (npr. VR naočale)? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

12. Koliko često koristite Chatbot za edukaciju? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

13. Koliko često koristite inteligentne osobne asistente (Siri, Google Assistant, Cortana, ...)? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

14. Koliko često koristite mobilne računalne igre? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

15. Koliko često koristite VR aplikacije za pametne telefone ? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

16. Koliko često koristite 3D animacije za edukaciju? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

17. Koliko često koristite videozapise u 3D formatu (npr. YouTube VR)? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

18. Koliko često koristite internetski preglednik u prikazu 360° ? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

19. Koliko često koristite aplikaciju Facebook 360? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

20. Koliko često koristite aplikaciju Google Street View? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

21. Koliko često koristite aplikaciju Google Cardboard? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

22. Koliko često koristite VR aplikacije za virtualna putovanja svijetom (npr. Google istraživanja)? *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Nikada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stalno

23. Želite li u bliskoj budućnosti koristiti virtualnu stvarnost (VR uređaje i VR aplikacije) u edukaciji? *

Označite samo jedan oval.

Da
 Ne

24. Podržavate li upotrebu digitalne tehnologije u nastavi svih kolegija? *

Označite samo jedan oval.

Da
 Ne

Pitanja o percepcije studenata o prihvaćanju i korištenju virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskom obrazovanju

Odgovore na postavljena anketna pitanja ispitanici/studenti mogli su dati služeći se Likertovom ljestvicom koja se sastojala od 5 stupnjeva (1= potpuno netočno, 2= uglavnom netočno, 3= niti točno, niti netočno, 4= uglavnom točno, 5= potpuno točno).

25. Smatram da tehnologiju virtualne stvarnosti (VR) bi bilo lako koristiti za učenje u visokoškolskoj nastavi. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

26. Mišljenja sam da bi primjena VR u visokoškolskoj nastavi bila korisna za moje učenje. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

27. Uvjeren(a) sam da bih rado koristio(la) virtualnu stvarnost (npr. interaktivne preglede sadržaja, 3D animacije, preglede video zapisa s prikazom u 360°, simulacije i drugo) na nastavi iz većine kolegija koje studiram. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

28. Smatram da bi primjenom VR u nastavi studenti bili više motivirani za učenje. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

29. Mišljenja sam da bi se primjenom VR u nastavi više razvijala kreativnost studenata. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

30. Mišljenja sam da bi primjena virtualne stvarnosti (VR) u nastavi omogućila lakše usvajanje apstraktnih sadržaja i koncepata u okviru kolegija koje studiram. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

31. Smatram da bih mogao(la) primjenom virtualne stvarnosti (VR) u visokoškolskoj nastavi (npr. posjetiti razne lokacije, događaje, izvoditi zahtjevne i opasne simulacije, komunicirati i surađivati s drugima u 3D obliku, ..) unaprijediti svoja znanja, vještine i sposobnosti potrebne za tržište rada. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

32. Mišljenja sam da je velika prednost VR u nastavi mogućnost prikaza mnogo više informacija za razumijevanje obrazovnog sadržaja u odnosu na drugu korištenu obrazovnu tehnologiju (npr. 2D prikazi sadržaja na zaslonu računala, pametna ploča i drugo) *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

33. Smatram da bi mi primjena VR u visokoškolskoj nastavi omogućila smanjenje dodatnih troškova (npr. putovanja na druge lokacije i sl.). *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

34. Mišljenja sam da je neophodna interakcija s nastavnicima i kolegama studentima u nastavi kada se koristi virtualna stvarnost (VR). *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

35. Smatram da bi se primjenom VR uređaja i VR aplikacija u nastavi moglo poboljšati i unaprijediti moje iskustvo učenja tijekom studiranja. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

36. Smatram da bi mi upotreba VR u nastavi pomogla studentima u stjecanju kognitivnih znanja i vještina. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

37. Mišljenja sam da VR u nastavi može utjecati na poboljšanje studentske samoučinkovitosti u izvršavanju aktivnosti na nastavi i učenju. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

38. Općenito, smatram da bi uvođenje VR tehnologije u nastavu bilo od velike koristi za smjer studija koji studiram. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

39. Smatram da bi korištenje VR uređaja i VR aplikacija za učenje kod kuće bio veliki trošak. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

40. Smatram da bi upotrebom VR bilo moguće imati kvalitetnije iskustvo učenja kroz 3D virtualnu interakciju s mojim kolegama studentima i nastavnicima. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

41. Smatram da korištenjem VR prilikom učenja bi bio(la) više koncentriran(a) na obrazovni sadržaj zbog manjeg ometanja iz stvarnog okruženja. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

42. Smatram da bih me iskustvo primjene virtualne stvarnosti (VR) u nastavi inspiriralo za nove ideje prilikom učenja. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

43. Smatram da bi mi iskustvo učenja u virtualnom svijetu u nastavi podrškom VR tehnologije predstavljalo strah i stres. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

44. Smatram da VR tehnologija u nastavi, ako se njome nepravilno koristi, može uzrokovati zdravstvene probleme (glavobolja, naprezanje očiju i sl.) *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

45. Mišljenja sam da je primjena samostalnih VR uređaja i VR aplikacije za pametne telefone dostupna svima, u slučaju da to žele. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

46. Namjeravam u bliskoj budućnosti za potrebe mogeg učenja koristiti virtualnu stvarnost (VR), ako za to budem imao(la) mogućnosti. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

47. U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje VR aplikacije za potrebe učenja, ako budem imao(la) za to mogućnosti. *

Označite samo jedan oval.

	1	2	3	4	5	
Potpuno netočno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Potpuno točno

SAŽETAK

Virtualna stvarnost (eng. virtual reality) je tehnologija koja se danas sve više koristi u brojnim društvenim djelatnostima. Brojna istraživanja provedena su na temu kako bi virtualna stvarnost mogla biti od koristi u raznim društvenim granama, pa tako i u obrazovanju. Krajnji rezultati istraživanja donose brojne prednosti u industriji, ali i u obrazovanju, pomičući granice te stvara novi smjer napredne tehnologije.

Cilj ovog diplomskog rada bio je upoznati se s pojmom virtualna stvarnost (VR), ispitati percepciju studenata o VR-u te doznati sve prednosti i rješenja koje ona donosi sa sobom. U radu je provedeno empirijsko istraživanje putem anketnog upitnika. Prikupljeni su podaci na temelju uzorka od 155 studenata koji su izrazili svoj stav i mišljenje o percepciji prihvaćanja i korištenja virtualne stvarnosti. Rezultati omogućuju kvalitetniji uvid na percepciju studenata o VR tehnologiji. Ovo istraživanje može biti od pomoći svima onima koji će u budućnosti provoditi slična istraživanja na ovu tematiku, htjeti saznati prednosti i nedostatke VR-a u obrazovanju, saznati percepciju studenata o istome odnosno postoji li temelj za implementiranje virtualne stvarnosti u visokoškolsko obrazovanje.

Ključne riječi: virtualna stvarnost, VR, prednosti i nedostaci VR tehnologije, percepcija studenata o VR-u, obrazovanje, VR sustavi

SUMMARY

Virtual reality is a technology that is increasingly used in many social activities today. Numerous researches have been conducted on the topic of how virtual reality could be useful in various social branches, including education. The end results of the research bring numerous advantages in industry, but also in education, pushing the boundaries and creating a new direction of advanced technology.

The aim of this thesis was to get acquainted with the concept of virtual reality (VR), to examine students' perception of VR and to find out all the advantages and solutions that it brings with it. An empirical research was conducted in the paper through a questionnaire. Data were collected based on a sample of 155 students who expressed their views and opinions on the perception of acceptance and use of virtual reality. The results provide a better insight into students' perceptions of VR technology. This research can be helpful to all those who will conduct similar research on this topic in the future, want to find out the advantages and disadvantages of VR in education, find out students' perception of the same or whether there is a basis for implementing virtual reality in higher education.

Key words: virtual reality, VR, advantages and disadvantages of VR technology, students' perception of VR, education, VR systems