

Primjena virtualne stvarnosti u nastavi

Štriga, Daria

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:503839>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#) / [Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA PEDAGOGIJU

Daria Štriga

PRIMJENA VIRTUALNE STVARNOSTI U NASTAVI

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA PEDAGOGIJU

Daria Štriga

PRIMJENA VIRTUALNE STVARNOSTI U NASTAVI

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:

Prof. dr. sc. Vesna Kovač

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF EDUCATION

Daria Štriga

THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY IN THE
CLASSROOM

MASTER THESIS

Mentor:

Professor Vesna Kovač, PhD

Rijeka, 2024.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj obitelji koja mi je pružala podršku i ohrabivala me kroz cijelo moje obrazovanje. Zahvaljujem se svom dečku koji je uvijek bio uz mene i bodrio me u teškim trenucima. Hvala i mojim dragim prijateljima s kojima sam dijelila lijepo, ali i teške trenutke tijekom studentskih dana. Posebno se zahvaljujem svojoj mentorici koja mi je sa svojim savjetima pomogla tijekom cijelog procesa pisanja ovog diplomskog rada.

IZJAVA O AUTORSTVU DIPLOMSKOG RADA

Ovime potvrđujem da sam osobno napisao/la rad pod naslovom: *Primjena virtualne stvarnosti u nastavi* te da sam njegov autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi i ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima (mrežnim izvorima, literaturi i drugom) u radu su jasno označeni kao takvi te adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime studenta/ice: Daria Štriga

Datum:

Vlastoručni potpis: _____

SAŽETAK:

Današnji svijet obilježava brz i neprekidan napredak tehnologije, a takav ubrzan tempo donosi sa sobom različite oblike inovacija koje pronalaze svoje mjesto u obrazovanju. Jedan od alata koji ima značajan potencijal za obogaćivanje procesa obrazovanja je tehnologija virtualne stvarnosti (VR). Postoje različiti naglasci u pristupu definiranju te tehnologije, najjednostavniji opis je da VR tehnologija stvara simulirano iskustvo koje korisnik doživljava kao stvarno. Većina dosadašnjih istraživanja usredotočena je na studente ili učenike kao glavne sudionike, dok je dostupno nešto manje istraživanja koja uključuju nastavnike. Pritom se najčešće propituje njihova percepcija primjene VR tehnologije u poučavanju, neovisno o tome primjenjuju li je u svojoj praksi ili ne. S ciljem stjecanja boljeg uvida u ovu temu, cilj ovog diplomskog rada je ispitati iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi. Korišten je kvalitativni nacrt istraživanja, pri čemu je odabran uzorak od 7 nastavnika koji su u svoju nastavu implementirali VR tehnologiju kako bi se specifično proučila njihova iskustva u srednjoškolskom, visokoškolskom obrazovanju i u obrazovanju odraslih. Za ovo istraživanje konstruiran je polustrukturirani intervju, a istraživanje se provodilo od svibnja do srpnja 2024. godine. Rezultati istraživanja pokazuju da je iskustvo nastavnika tijekom primjene VR tehnologije uglavnom pozitivno te nastavnici prepoznaju potencijal VR tehnologije u obogaćivanju obrazovnog procesa. Međutim, suočavaju se s izazovima vezanim uz tehničku složenost i zahtjevnu pripremu, što ukazuje na potrebu za dodatnom podrškom nastavnicima tijekom implementacije i korištenja VR tehnologije u nastavi.

Ključne riječi: nastavnici; nove tehnologije u nastavi; virtualna stvarnost

ABSTRACT

The modern world is characterized by rapid and continuous technological advancement, which brings various forms of innovation into education. One tool with significant potential to enhance the educational process is virtual reality (VR) technology. There are different approaches to defining this technology, but the simplest description is that VR creates a simulated experience that the user perceives as real. Most previous research has focused on students as the primary participants, with less research available involving teachers. In such studies, the emphasis is often on teachers' perceptions of VR technology in teaching, regardless of whether they use it in their practice. To gain a better understanding of this topic, the aim of this thesis is to examine teachers' experiences with the application of VR technology in education. A qualitative research design was used, with a sample of seven teachers who have implemented VR technology in their teaching to specifically study their experiences in secondary, higher, and adult education. A semi-structured interview was constructed for this research, and the study was conducted from May to July 2024. The research results indicate that teachers' experiences with the application of VR technology are generally positive, and teachers recognize the potential of VR technology in enrich the educational process. However, they face challenges related to technical complexity and demanding preparation, highlighting the need for additional support for teachers during the implementation and use of VR technology in the classroom.

Keywords: teachers; new technologies in teaching; virtual reality

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Prikaz dosadašnjih spoznaja o nastavnoj tehnologiji.....	3
3. Što je tehnologija virtualne stvarnosti?	8
3.1. Pregled razvoja tehnologije virtualne stvarnosti	9
3.2. Oprema za tehnologiju virtualne stvarnosti	11
3.3. Karakteristike tehnologije virtualne stvarnosti.....	12
3.4. Prednosti tehnologije virtualne stvarnosti.....	14
3.5. Nedostaci tehnologije virtualne stvarnosti	15
3.6. Aktivnosti nastavnika tijekom primjene tehnologije virtualne stvarnosti u nastavi	16
4. Pregled dosadašnjih istraživanja primjene tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju	18
5. Pregled projekata i inicijativa VR tehnologije u obrazovanju u Republici Hrvatskoj.	24
6. Metodologija	27
6.1. Problem istraživanja	27
6.2. Cilj.....	27
6.3. Temeljno istraživačko pitanje i specifična istraživačka pitanja	27
6.4. Istraživački pristup i postupak prikupljanja podataka.....	28
6.5. Uzorak	28
6.6. Instrument istraživanja	29
6.7. Obrada i analiza podataka	29
6.8. Etičke dileme.....	30
7. Prikaz i interpretacija rezultata	31
7.1. Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu.....	32
7.2. Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije	35
7.3. Prednosti korištenja VR tehnologije.....	40
7.4. Izazovi korištenja VR tehnologije i preporuke.....	43
8. Zaključak:	48

Popis tablica i slika	51
Literatura.....	52
Popis priloga	59
<i>Prilog 1. Protokol za intervju.....</i>	<i>59</i>
<i>Prilog 2. Informirani pristanak.....</i>	<i>61</i>

1. UVOD

Današnji svijet karakterizira brz i neprekidan napredak društva, pri čemu se tehnologija kontinuirano mijenja, unapređuje i prilagođava kako bi zadovoljila potrebe i odgovorila na izazove suvremenog društva. Nove tehnologije postepeno ulaze u obrazovni sustav i sa sobom donose inovacije koje transformiraju metode učenja i poučavanja omogućujući interaktivniji i personaliziraniji pristup obrazovanju. Akcijskim planom za digitalno obrazovanje (2021. – 2027.) Europska unija potiče zemlje članice da svoj obrazovni sustav prilagode digitalnom dobu. Pritom jedan od ključnih ciljeva uključuje opremanje škola najsuvremenijim tehnologijama. Još od pojave prvih tehnologija u nastavi Gaber (1980) navodi kako se potpuni uspjeh postiže primjenom prave tehnologije u pravo vrijeme i na pravi način u nastavnom procesu. To znači da posjedovanje novih tehnologija samo po sebi nije dovoljno ako ih ne znamo primijeniti na način koji će maksimalno iskoristiti potencijal te tehnologije. Veliku važnost u odabiru odgovarajuće nastavne tehnologije imaju nastavnici čija se uloga ne smanjuje pojavom najsuvremenijih nastavnih tehnologija, već se upotrebom novih tehnologija još više naglašava njihova angažiranost i prisutnost kao glavnog moderatora nastave (Jansen, 2020).

Kao jedna od novih inovacija, posljednjih se godina spominje tehnologija virtualne stvarnosti (VR). Prema Pandžić i sur. (2011) tehnologija virtualne stvarnosti najviše se povezuje sa zabavom i videoigrama, no primjenjuje se i u brojnim drugim područjima poput medicine, marketinga, arhitekture, psihologije i građevine. Prvi puta se u kontekstu obrazovanja počinje koristiti 1989. godine za potrebe obuke astronauta (Bernard, 2023). Od tada, primjena VR tehnologije u obrazovanju doživjela je značajan rast, posebice u posljednjem desetljeću, kao odgovor na potrebe za inovativnim metodama učenja i poučavanja koje potiču veći angažman učenika i dublje razumijevanje gradiva. U kontekstu hrvatskog obrazovnog sustava veća pažnja ovoj tehnologiji pridaje se posljednjih pet godina budući da se provodi sve više projekata povezanih s VR tehnologijom u obrazovanju. Implementacija VR tehnologije u obrazovanje u Hrvatskoj nije samo odgovor na globalne trendove, već i pokušaj da se unaprijede metode učenja i poučavanja u skladu s tehnološkim napretkom. Kako bi se iskoristio maksimalni potencijal VR tehnologije u obrazovanju važno je provoditi istraživanja koja će omogućiti razumijevanje prednosti i otkrivanje nedostataka s kojima se susreću njezini korisnici. Stoga, je cilj ovog diplomskog rada ispitati iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi, što može pridonijeti boljem razumijevanju njihovih potreba i izazova prilikom uvođenja VR tehnologije u obrazovne institucije. Kako bi se ostvario navedeni cilj, kroz teorijski dio rada prikazat će se dosadašnje spoznaje o nastavnoj tehnologiji. Zatim će se

definirati tehnologija virtualne stvarnosti, prikazat povijest njezinog nastajanja te opisati njezine karakteristike i potrebna oprema za primjenu. Također, navesti će se prednosti i nedostaci tehnologije virtualne stvarnosti te će se opisati aktivnosti nastavnika tijekom primjene te tehnologije u nastavi. Kroz pregled dosadašnjih istraživanja predstaviti će se rezultati primjene VR tehnologije u obrazovanju, dok će pregled projekata i inicijativa VR tehnologije u obrazovanju u Republici Hrvatskoj pružiti uvid u primjere dobre prakse. Zbog nedostatka dosadašnjih istraživanja o tehnologiji virtualne stvarnosti u obrazovanju u nacionalnom kontekstu i nedostatka istraživanja koja su usredotočena na nastavnike kao glavne sudionike istraživanja, provedeno je empirijsko istraživanje na uzorku nastavnika iz srednjoškolskog, visokoškolskog obrazovanja i obrazovanja odraslih s ciljem prikupljanja podataka o njihovim iskustvima primjene VR tehnologije u nastavi. Primijenjena je metodologija kvalitativnog istraživanja kako bi se dublje razumjele perspektive, osjećaji i doživljaji nastavnika, a na kraju su prikazani rezultati istraživanja koji uključuju analizu i interpretaciju prikupljenih podataka te zaključci doneseni temeljem dobivenih rezultata.

2. PRIKAZ DOSADAŠNJIH SPOZNAJA O NASTAVNOJ TEHNOLOGIJI

Izraz tehnologija dolazi iz područja materijalne proizvodnje te podrazumijeva primjenu tehnologije u preradi sirovina u gotove proizvode. Uz to, tehnologija često zamjenjuje ili nadopunjuje ljudski fizički rad radi poboljšanja učinkovitosti (Poljak, 1982). Bezić (1983) ističe kako u materijalnoj proizvodnji nova tehnologija istiskuje staru te dolazi na njezino mjesto, dok s druge strane kod nastavne tehnologije vrijedi druga zakonitost. U nastavi se stara tehnologija nikad ne zamjenjuje kompletno novom tehnologijom, već u nastavu postepeno ulaze pojedinačne tehnološke inovacije. Stankov i sur. (2001) navode da je nastavna tehnologija konkretna primjena tehnologije unutar procesa obrazovanja, odnosno u učenju i poučavanju. Prema Matijević (2000) nastavna tehnologija uključuje sve alate koji su rezultat tehnološkog razvoja, a u nastavi se koriste kako bi poboljšali njezinu učinkovitost te omogućili brže, produktivnije i lakše učenje i poučavanje. Da bismo razumjeli kako nastavna tehnologija može unaprijediti nastavni proces, McKnight i sur. (2016) izdvojili su pet uloga nastavne tehnologije u obrazovanju:

1. Olakšava pristup obrazovnim resursima i materijalima za nastavnike i učenike.
2. Omogućava komunikaciju i povratne informacije između učenika, nastavnika i roditelja.
3. Pomaže nastavnicima kod administrativnih poslova.
4. Omogućuje učenicima samostalno traženje informacija i dijeljenje tih informacija s drugima ljudima izvan učionice
5. Mijenja ulogu nastavnika, nastavnik postaje voditelj koji pomaže učenicima da razviju svoje istraživačke vještine i samostalno uče.

Nadalje, Bates i Poole (2003) nastavnu tehnologiju dijele u dvije kategorije: jednosmjerna ili dvosmjerna nastavna tehnologija i sinkrona ili asinkrona nastavna tehnologija. Jednosmjerna nastavna tehnologija prenosi sadržaj od jednog izvora prema korisnicima, a to su primjerice radio i televizija, dok dvosmjerna nastavna tehnologija omogućava razmjenu sadržaja između korisnika i u tu kategoriju pripadaju mobilni uređaji i tableti. Sinkrona nastavna tehnologija zahtijeva od svih korisnika da budu prisutni u isto vrijeme (videokonferencije), dok asinkrona nastavna tehnologija omogućuje korisnicima pristup sadržaju u vrijeme koji sami odaberu (E-mail, online forumi). Prema Matijević i Topolovčan (2017) svaka nastavna tehnologija ima neke svoje specifične karakteristike koje mogu oblikovati učinkovitost svladavanja obrazovnih ishoda. Kako bi se odabrala odgovarajuća nastavna tehnologija nastavnici trebaju obratiti pažnju na: ciljeve koje želje postići s određenom nastavnom tehnologijom, sadržaj koji žele

obraditi, prethodno iskustvo učenika te na dostupnost i specifičnost pojedinih nastavnih tehnologija.

Zatim, Hooper i Riber (1995) naglašavaju da se potpuni potencijal bilo koje nastavne tehnologije može ostvariti samo ako nastavnici prođu kroz pet faza integracije nastavne tehnologije: prva faza je faza upoznavanja u kojoj se nastavnici kroz radionice ili tečajeve upoznaju kako koristiti i koje su specifičnosti određene tehnologije. Druga faza je faza korištenja kada nastavnici počinju primjenjivati određenu tehnologiju u svojoj nastavi. Nadalje, slijedi faza integracije u kojoj tehnologija postaje nezamjenjiv dio nastave, odnosno određena tehnologija postaje dio njegovih nastavnih metoda. Četvrta faza je faza reorijentacije u kojoj nastavnik više ne koristi tehnologiju samo za ispunjavanje određenog zadatka nego se usredotočuje na to kako tehnologija može pomoći učenicima da sami istražuju odrađeni sadržaj i grade svoje znanje, ne bojeći se pritom da će tehnologija zamijeniti njegovu ulogu. Zadnja faza je faza evolucije u kojoj nastavnik stalno prilagođava i unapređuje nastavu u skladu s tehnologijom koja se neprestano mijena i nadograđuje. Ta faza označava da obrazovni sustav nikad nije „dovršen“ već se uvijek treba mijenjati i unapređivati kako bi ostao učinkovit i relevantan. Prilikom implementacije nastavne tehnologije nastavnici se mogu susresti s brojnim izazovima, poput nedostataka opreme, nedostatka vremena za pripremu nastavnog sata, nedostatka stručnih usavršavanja i nedostatak IT podrške (Hechter i Vermettea, 2013). Također, Dinc (2019) navodi da su nedostatak financija, opreme, nedostatak vremena i nedovoljna podrška nastavnicima glavne barijere za integraciju tehnologije u obrazovanje.

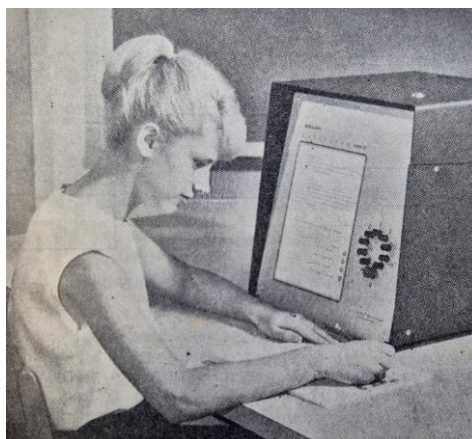
U kontekstu povijesnog razvoja nastavne tehnologije, Bezić (1983) polazi od pretpostavke da se u nastavi, bez obzira na razvoj društva, koriste određene tehnologije koje odgovaraju stupnju razvoja tog društva. Shodno tome razvitak tehnologije u nastavi dijeli u sedam perioda:

1. Period žive riječi u kojem je usmena riječ za učenika bila osnovni izvor informacija.
2. Period pisane riječi
3. Period slike
4. Period manipulacijskih i operativnih tehnika u kojem učenik postaje središte odgojno-obrazovnog procesa
5. Period audiovizualnih tehnologija, odnosno filma, radija i televizije.
6. Period kompjutorizacije nastave
7. Period multimedijских tehnologija gdje nastavnici kombiniraju više vrsta različitih tehnologija kako bi stvorili jedan kompletan obrazovni sadržaj.

Također, autor ističe kako ni jedan period ne ukida onaj prethodni te da se ni jedan period ne može strogo vremenski razgraničiti. Sličnu periodizaciju nastavne tehnologije navodi i Bates (2019) koji također započinje s periodom usmene i pisane riječi, nastavlja s periodom audiovizualne i kompjuterske tehnologije te kao zadnji period navodi internet i društvene mreže. Za razliku od navedenih autora koji smatraju da se nastavna tehnologija pojavljuje s periodom usmene riječi, Poljak (1982) navodi kako nastavna tehnologija datira tek od pojave strojeva za učenje te ističe da nastava prije strojeva nije imala tehnologiju. Osim toga, navodi kako postepenim ulaskom tehnologije u obrazovanje, didaktički trokut koji čine nastavnik, učenik i sadržaj se transformira u didaktički četverokut, koji obuhvaća nastavnu tehnologiju kao četvrti element te uz preostala tri elementa postaje ključan u nastavnom procesu.

Kao prvi stroj za učenje spominje se Pesseyev stroj izrađen 1926. godine. Pesseyev stroj bio je namijenjen ispitivanju i testiranju, a radilo se o metalnom valjku u kojem se nalazio svitak s programom koji se sastojao od pitanja i ponuđenih odgovora, a jedan je bio točan. Učenik je birao odgovor pritiskom na tipku (a, b, c ili d) koja se nalazila pokraj odgovora. Nakon točnog odgovora dolazilo je novo pitanje, a u slučaju netočnog odgovora novo pitanje se nije moglo pojaviti sve dok učenik nije pronašao točan odgovor. Pesseyev stroj s višestrukim izborom odgovora nije doživio masovnu primjenu te je s vremenom zaboravljen (Šoljan, 1972). Skinner 1956. godine izrađuje novi tip stroja koji od učenika zahtijeva da sam konstruira odgovor. Ni Skinnerov stroj nije mogao procijeniti točnost odgovora, već je učenik mogao na ekranu pročitati ispravan odgovor te ga usporediti sa svojim odgovorima. Novi korak u primjeni nastavnih strojeva napravio je Crowder 1959. godine. Njegov stroj (Slika 1) je omogućavao odabir između ponuđenih odgovora, ali u slučaju pogrešnog odgovora pojavilo se dopunsko objašnjenje. Uz to, stroj je mjerio vrijeme i broj obrađenih koraka koji su bili potrebni da se izvrši zadatak (Švajcer, 1989).

Slika 1: Crowderov stroj za učenje (Šoljan, 1972)



Od perioda Crowderovog stroja do 1963. godine karakterističan je brz razvoj strojeva te je izrađeno oko 400 različitih modela strojeva, od jednostavnijih do složenih. Međutim, istovremeno se javlja sve veći interes za primjenu kompjutera u obrazovanju te strojevi za učenje polako padaju u zaborav (Mužić 1973). Prema Rodek (1986) razvoj nastave uz pomoću kompjutera treba se promatrati u kontekstu razvoja programirane nastave jer na kompjuter se gleda kao instrument koji može povećati efikasnost programirane nastave. Šoljan (1973) navodi da je programirana nastava način učenja gdje učenici sami prolaze kroz unaprijed pripremljen program s definiranim sadržajima i načinima učenja, uključujući redovito obavještanje učenika o njihovom napretku. Osim toga, ističe kako su strojevi za učenje i programirana nastava bili uvjet za pojavu i razvoj nastave uz pomoć kompjutera.

Prvi sistem za nastavu uz pomoć kompjutera poznat je kao PLATO I, razvijen je na Sveučilištu Illinois u Sjedinjenim Američkim Državama i imao je samo jednu studentsku konzolu, odnosno omogućivao je rad jednog studenta na jedinici. Ovaj kompjuterski sistem ubrzo je unaprijeđen u PLATO II s dvije studentske konzole, a zatim se dalje razvio u PLATO III s dvadeset studentskih konzola. U narednim godinama SAD i zemlje zapadne Europe intenzivno su radile na eksperimentalnom uvođenju kompjutera u nastavu u želji za modernizacijom obrazovanja. Prvi kompjutorski sistem u Hrvatskoj koji je služio za potrebe nastave postavljen 1971. godine na Visokoj tehničkoj školi JNA (Šoljan, 1972).

Osim kompjutera, važno je spomenuti televiziju i radio koji su prema Matijević i Topolovčan (2017) do pojave prvih moćnijih računala imali značaju ulogu u ostvarivanju obrazovnih ishoda u Hrvatskoj. Prema Švajcer (1989) televizija se koristila za dopunjavanje redovne nastave, ali i kao zamjena za redovitu nastavu koja se pojavila u razvijenim zemljama s malom gustoćom naseljenosti. Prvi masovniji pokušaj organiziranja televizijske nastave zabilježen je u Francuskoj 1963. godine zbog nedostatka nastavnika matematike. Nastava putem televizije bila je pomalo zaboravljena sve do 2020. godine kada se zbog pandemije COVID 19, kako navode Tonković i sur. (2020) u Hrvatskoj i mnogim drugim zemljama nastava za niže razrede osnovne škole odvijala putem javne televizije. Uz televiziju i radio je imao veliku obrazovnu ulogu posebice kod učenja stranih jezika jer je omogućavao slušanje izvornih govornika, a osim toga radio je služio i za obrazovanje starijih osoba slabe čitalačke kompetencije (Matijević i Topolovčan, 2017).

Od prvih strojeva za učenje do danas, nastavna tehnologija se kontinuirano razvijala i unaprjeđivala, transformirajući računala iz velikih, statičnih strojeva u male, prijenosne, učinkovite i intuitivne uređaje. Kroz povijest je jasno vidljivo kako su se obrazovni sustavi

prilagođavali društvenim promjenama i tehnološkim inovacijama, što se nastavlja i danas kroz integraciju novih tehnologija poput virtualne stvarnosti.

3. ŠTO JE TEHNOLOGIJA VIRTUALNE STVARNOSTI?

Posljednjih se godina kao jedan od novih alata koji ima značajan potencijal za obogaćivanje procesa obrazovanja ističe tehnologija virtualne stvarnosti.

Steuer (1992) navodi da je VR tehnologija simulirano okruženje u kojem osoba doživljava osjećaj prisutnosti u nekoj situaciji. Sličnu definiciju navode i Smart i sur. (2007) koji ističu da je tehnologija virtualne stvarnosti sustav koji pruža simulirana iskustva iz stvarnog života. S druge strane, Laghary i sur. (2021) navode kako virtualna stvarnost predstavlja simulaciju koja se može temeljiti na stvarnim slikama ili potpuno izmišljenim scenarijima nastalim pomoću računala. Pritom se korisnik stavlja u simulirano okruženje pomoću naočala za virtualnu stvarnost, čime mu se omogućuje uranjanje u virtualni svijet. Sherman i Craig (2003) ističu da je virtualna stvarnost sastavljena od interaktivnih računalnih simulacija koje imaju sposobnost pratiti gdje se korisnik nalazi u virtualnom prostoru, pritom virtualna stvarnost može mijenjati ili dopunjavati način na koji korisnik percipira svoje osjetilne informacije dok se nalazi u virtualnom okruženju što korisniku omogućuje osjećaj prisutnosti u simulaciji. Slično navode i Pandžić i sur. (2011) koji ističu da je VR tehnologija računalna simulacija kroz koju korisnik doživljava osjećaj prisutnosti u virtualnom okruženju. Zatim, Chu i sur. (2019) ističu kako se VR tehnologija može smatrati iluzijom koja je stvorena u ljudskom mozgu, odnosno da VR tehnologija manipulira perceptivnim procesima u mozgu korisnika kako bi se stvorio uvjerljiv dojam stvarnosti u virtualnom prostoru.

Iz navedenih definicija virtualne stvarnosti uviđa se da postoji različiti naglasak u pristupu definiranja te tehnologije. Pojedine definicije (Steuer, 1992; Smart i sur., 2007; Pandžić, 2011 Laghary i sur., 2021;) usmjerene su na to što virtualna stvarnost omogućuje korisniku, odnosno da VR tehnologija korisnicima omogućuje simulirana iskustva iz stvarnog ili izmišljenog okruženja. S druge strane, preostale definicije (Sherman i Craig 2003, Chu i sur. 2019) fokusirane su na to što VR tehnologija radi da bi korisnik doživio ta simulirana iskustva, ističući da VR tehnologija prati pokrete korisnika i manipulira njegovim osjetilima, što rezultira uvjerljivim dojmom stvarnosti. Unatoč tome što postoje različiti naglasci u navedenim definicijama vidljivo je da je njihova zajednička osnova da VR tehnologija stvara simulirano iskustvo koje korisnik doživljava kao stvarno. Treba napomenuti kako se termin simulacija sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća u pedagoškim tekstovima obrađuje u kontekstu kompjuterske simulacije koja je predstavljala interakciju između kompjutera i učenika radi postizanja određenih odgojno-obrazovnih ciljeva (Šoljan 1972; Mužić 1973;

Rodek 1986). Iz perspektive virtualne stvarnosti simulacija predstavlja prisutnost korisnika u računalno generiranom okruženju, odnosno virtualnom okruženju.

3.1. Pregled razvoja tehnologije virtualne stvarnosti

Tehnologija virtualne stvarnosti mijenja se i unaprjeđuje iz godine u godinu te postaje sve dostupnija široj javnosti. Kroz ovo potpoglavlje prikazat će se ključni događaji i tehnološke prekretnice iz prošlosti koje su postavile temelje za virtualnu stvarnost kakvu danas poznajemo. Mihelj i sur. (2014) navode kako se snimatelj Morton Heilig u literaturi često nazivan “ocem virtualne tehnologije”. Godine 1957. razvio je i patentirao Sensoramu (Slika 2), stroj koji je bio velik poput ormara. Sensorama je bila namijenjena potpunom uranjanju pojedinca u film. Prema Berkam (2018) jedan od filmova bilo je „Motocikl“ koji je prikazivao virtualnu vožnju biciklom kroz grad. Simulacija je uključivala vizualnu sliku, zvukove, efekte vjetra, miris koji je pratio vizualni prikaz te sjedalo koje je vibriralo kako bi se korisnik osjećao kao da vozi pravi motocikl. Cross (2023) ističe kako je ovaj izum postavio temelje virtualne stvarnosti za uređaje koje danas koristimo, no iako je stroj bio revolucionaran nije postigao komercijalni uspjeh. Prema Mihelj i sur. (2014) nedugo nakon Sensorame Heling je 1960. godine izumio „Telesphere Mask”, odnosno prvi primjer naočala za virtualnu stvarnost. Naočale su korisniku omogućavale da vidi trodimenzionalnu sliku, ali nisu mogle pratiti pokrete korisnikove glave ili tijela kako bi se prikazana slika prilagodila korisnikovom položaju ili orijentaciji.

Slika 2: Sensorama (Bernard, 2023)



Čak i nakon svih ovih razvoja u virtualnoj stvarnosti, još uvijek nije postojao sveobuhvatan izraz koji bi opisao taj fenomen. Sve se to promijenilo 1987. godine kada je Jaron Lanier, osnivač laboratorija za vizualno programiranje (VPL), skovao (ili prema nekima popularizirao) izraz "virtualna stvarnost". Kroz svoju kompaniju *VPL research*, Jaron je razvio niz opreme za virtualnu stvarnost te je njegova tvrtka postala prva koja je prodavala naočale za virtualnu stvarnost (Virtual Reality Society, 2017). Nadalje, 1989. godine NASA je uključila virtualnu stvarnost u obuku astronauta te je virtualna stvarnost po prvi puta korištena u obrazovne svrhe. Senzori su pažljivo bilježili pokrete glave korisnika, omogućujući prikazanim slikama da se pomiču u skladu s tim pokretima. Korištenjem tih naočala korisnik je imao dojam da stvarno gleda kroz staklo pravog pilotskog kokpita dok leti (Barnard, 2023). Prema podacima „National Air and Space“ muzeja NASA je 1997. godine donirala naočale (Slika 3) muzeju.

Slika 3: Prve naočale za virtualnu stvarnost korištene za obuku astronauta (Preuzeto s: National Air and Space Museum)



U narednim godinama, tehnologija virtualne stvarnosti (VR) postajala je sve kvalitetnija jer su se poboljšavale komponente koje su je činile funkcionalnom i privlačnom korisnicima. Razvoj naprednih senzora omogućio je precizno praćenje pokreta korisnika, visoka rezolucija ekrana postala je standard, što je omogućilo jasnije i oštrije slike, brzi procesori u mobilnim uređajima i računalima doprinijeli su fluidnom prikazu slike. No, takvi uređaji bili su skupi i teško dostupni korisnicima. Stoga, 2014. godine Google razvija "Google Cardboard" (Slika 4), odnosno naočale za virtualnu stvarnost napravljene od kartona i drugih jeftinih materijala kako bi VR iskustva bila dostupna širokim masama. Za korištenje Google Cardboarda potreban je pametan telefon koji se umeće u prednji dio naočala, a leće unutra naočala stvaraju 3D efekt (Linowes i Schoen 2016).

Slika 4: "Google Cardboard" (Linowes i Schoen 2016)



Nadalje, Rogers (2019) u časopisu Forbs 2019-u godinu opisuje kao godinu „kada virtualna stvarnost postaje stvarna“ jer su te godine lansirane samostalne naočale za virtualnu stvarnost, koje su zabilježile značajan rast u prodaji. Samostalne VR naočale su uređaj koji ne zahtijeva vanjsko računalo ili pametni telefon za rad. To znači da su sve potrebne komponente, uključujući procesor, zaslon, senzore i bateriju, ugrađeni u same naočale. A što se tiče budućnosti VR tehnologije, Marr (2020) navodi kako će razvoj umjetne inteligencije pružiti mogućnost za stvaranje personaliziranih virtualnih svjetova te će korisniku pružiti realistične virtualne likove koji će moći reagirati na njegove akcije i razgovarati s njim u virtualnom svijetu.

Kroz pregled razvoja tehnologije virtualne stvarnosti vidljivo je da se tehnologija VR-a razvijala godinama od velikih i glomaznih uređaja do samostalnih uređaja za virtualnu stvarnost. Virtualna stvarnost će se i dalje nastaviti razvijati prateći napredak tehnologije, a umjetna inteligencija omogućit će stvaranje još naprednijih i personaliziranijih virtualnih iskustava.

3.2. Oprema za tehnologiju virtualne stvarnosti

Osnovna oprema za tehnologiju virtualne stvarnosti uključuje: naočale za virtualnu stvarnost (VR headset), senzore pokreta i kontrolere pokreta (Slika 5).

Slika 5: Naočale za virtualnu stvarnost i kontroleri pokreta (Barnett i Abraham, 2024)



Kako bi korisnik pristupio virtualnom svijetu najprije na glavu stavlja naočale za virtualnu stvarnost te se tada prirodno vidno polje zamjenjuje računalno generiranim vidnim poljem. U vodiču za virtualnu stvarnost Math Reality¹ (2018) navodi se kako postoje tri vrste naočala za virtualnu stvarnost: mobilne VR naočale koje koriste pametni telefon za prikaz slike jer nemaju vlastiti ekran, naočale bez procesora koje imaju vlastiti ekran, ali zahtijevaju vanjski uređaj poput računala za punu funkcionalnost, te samostalne VR naočale koje u sebi integriraju sve potrebne komponente bez potrebe za vanjskim uređajima. Yang i sur. (2023) ističu kako visoka rezolucija ekrana VR naočala korisniku omogućava jasniju sliku, dok brzina pojavljivanja slike smanjuje zamućenost i vrtoglavicu te korisniku omogućuje ugodniji boravak u virtualnom svijetu. Također, dobro dizajnirane VR naočale koje su udobne i prilagodljive korisniku smanjuju umor i nelagodu tijekom korištenja. Prema Sruthy (2024) VR naočale opremljene su kamerama i sensorima koje prate pokrete korisnika, kako bi korisnik mogao doživjeti realistično iskustvo. Na primjer, senzori pokreta prate pokrete glave i tijela dok kamera bilježi okolinu i omogućuje interakciju s virtualnim objektima. Sherman i Craig (2023) navode kako su pozicijski senzori ključni u VR sustavima jer omogućavaju precizno određivanje položaja i orijentacije korisnika unutar virtualnog prostora. Praćenje pokreta omogućava sustavu da kontinuirano prilagođava sliku u skladu s promjenama korisnikovog položaja. Osim toga, VR sustav pokrete korisnika može popratiti zvukovima ili vibracijama što dodatno poboljšava osjećaj prisutnosti i interakciju s virtualnim okruženjem.

Prema Matto (2022) kontroleri pokreta su uređaji koje korisnik drži u rukama kako bi mogao upravljati virtualnim okruženjem. Pomažu korisnicima da se kreću između prostora, podižu i spuštaju stvari, penju se ili silaze niz brdo te izvode druge interaktivne aktivnosti

3.3. Karakteristike tehnologije virtualne stvarnosti

Kako bi razumjeli tehnologiju virtualne stvarnosti i što omogućuje korisniku, važno je poznavati njezine karakteristike. Možemo identificirati četiri osnovne karakteristike virtualne stvarnosti (Sherman i Craig, 2003; Novak i Beguš, 2014):

¹ Srednja škola Ivanec sudjelovala je u projektu Math Reality (2018.-2020.) kojim se nastojalo povećati angažiranost i uspjeh učenika iz matematike korištenjem virtualne stvarnosti u nastavi. Kroz ovaj projekt nastavnicima su predstavljani alati i strategije za korištenje VR tehnologije kako bi uspješno integrirali VR tehnologiju u svoje nastavne planove. Cilj je bio stvoriti interaktivno i stimulativno okruženje za učenje, kako bi se potaknulo dublje razumijevanje složenih matematičkih koncepata i motiviralo učenike na kreativno rješavanje matematičkih zadataka (Math Reality, 2018).

- virtualno okruženje,
- virtualna prisutnost i virtualna uronjenost,
- osjetilna povratna informacija,
- interaktivnost.

Virtualno okruženje je digitalni prostor koji simulira stvarno ili umjetno stvoreno okruženje. Kada korisnik stavi naočale za virtualnu stvarnost, odnosno uđe u virtualno okruženje ispred sebe vidi interaktivne elemente koji mu omogućuju da se kreće unutar virtualnog prostora, da promijeni okolinu ili izvrši specifične zadatke. Interaktivni elementi omogućuju korisniku da bude aktivan sudionik u virtualnom okruženju, pružajući mu kontrolu nad njihovim iskustvom i omogućujući mu da se potpuno uroni u virtualno okruženje (Johnson i Hansen, 2005). Prema Mihelj i sur., (2014) radnje u virtualnom okruženju obično su ograničene na mali prostor u kojem se korisnik može kretati kako bi održao fokus i kontrolu nad svojim iskustvom. Osim toga, fokusiranje na manji prostor može povećati osjećaj prisutnosti i povezanosti s virtualnim svijetom, što doprinosi ukupnoj kvaliteti korisničkog iskustva. Nadalje, prisutnost u kontekstu virtualne stvarnosti se definira kao osjećaj prisutnosti u virtualnom svijetu te obuhvaća psihološku i emocionalnu povezanost koju korisnici uspostavljaju s virtualnim okruženjem (Slater, 2018). Prema Gutiérrez i sur., (2008) glavni pokazatelj virtualne prisutnosti je kada se korisnici u virtualnom okruženju ponašaju na način kako bi se ponašali u sličnoj situaciji u stvarnom životu. Uz to, navode kako je osjećaj virtualne prisutnosti jako važan jer određuje kvalitetu korisničkog iskustva, odnosno, povećani osjećaj prisutnosti dovodi do većeg angažmana korisnika, emocionalne uključenosti i jače povezanosti s VR okruženjem. Mihelj i sur. (2014) ističu kako se virtualna prisutnost može podijeliti na fizičku i mentalnu prisutnost. Fizička virtualna prisutnost osnovna je karakteristika virtualne stvarnosti i predstavlja fizički ulazak korisnika u virtualno okruženje, odnosno stavljanje VR naočala na glavu, dok mentalna virtualna prisutnost predstavlja osjećaj pripadnosti virtualnom svijetu, očekivanja i angažman korisnika. Nadalje, Gutiérrez i sur. (2008) navode kako je važno razlikovati virtualnu prisutnost od imerzije (uronjenost). Prisutnost se odnosi subjektivni osjećaj prisutnosti u virtualnom okruženju, a s druge strane, imerzija se prvenstveno odnosi na tehnologiju (npr. VR naočale) i na to koliko ta tehnologija korisnika uranja u virtualno okruženje. Što je imerzija veća, odnosno ako VR tehnologija ima bolju kvalitetu slike, zvuk i korisničko sučelje, povećava se osjećaj virtualne prisutnosti kod korisnika. Zatim, osjetilne povratne informacije su ključna komponenta virtualne stvarnosti jer virtualna stvarnost pomoću senzora prati pokrete korisnika i na osnovu tih pokreta korisniku pruža povratnu informaciju o

položaju i orijentaciji pojedinih dijelova tijela u virtualnom prostoru (Sherman i Craig, 2003; Mihelj i sur., 2014). Kao zadnja karakteristika navodi se interaktivnost koja se odnosi na sposobnost korisnika da aktivno sudjeluje u virtualnom okruženju (Sherman i Craig, 2003). Wang i sur. (2021) navode da je VR tehnologija ona koja omogućuje više interaktivnosti od drugih zato što se korisnici pomoću kontrolera mogu kretati unutar virtualnog svijeta, a to omogućuje korisnicima da se osjećaju prisutno u virtualnom svijetu, drugim riječima da virtualno iskustvo percipiraju kao stvarno.

3.4. Prednosti tehnologije virtualne stvarnosti

Tehnologija virtualne stvarnosti donosi brojne prednosti koje unapređuju nastavni proces. Kao jedna od najčešći prednosti korištenja virtualne tehnologije u nastavi navodi se bolja motiviranost i angažiranost učenika te brojni istraživači često uključuju te dvije varijable u svoja istraživanja (Yildirim i sur., 2018; Nicolaidou i sur., 2020; Zhang i sur., 2020; Liu i sur., 2022). Liu i sur. (2022) navode kako povećana motivacija i angažiranost učenika dovode do boljih akademskih rezultata i boljeg razumijevana gradiva što potvrđuje potencijal ove tehnologije u obrazovnom okruženju.

Nadalje, tehnologija virtualne stvarnosti omogućuje korisnicima zamjenu trenutne stvarnosti s virtualnim okruženjem koje može biti bilo koja lokacija, stvarna ili zamišljena. Nastavnici mogu iskoristiti tu mogućnost kako bi postigli obrazovne ciljeve koji se ne mogu zadovoljavajuće postići unutar ograničenja nametnutih trenutnom fizičkom lokacijom. Primjerice učenici mogu istraživati različita geografska područja ili sudjelovati u povijesnim događajima (Lege i Bonner, 2020). Osim toga, Pantelidias (2009) navodi kako VR tehnologija pruža priliku za proučavanje apstraktnih pojmova i fenomena. Na primjer, kada je molekula modelirana u VR-u, učenici ju mogu detaljno proučiti, ući u molekulu, hodati okolo i upoznati se s njenim dijelovima. Khukalenko i sur. (2021) također naglašavaju kako VR tehnologija pomaže učenicima da lakše razumiju i vizualiziraju složene i apstraktne ideje koje je teško prikazati na tradicionalan način. Uz to, Potkonjak i sur. (2016) navode da uz pomoć tehnologije virtualne stvarnosti korisnici mogu doživjeti neke rijetke i opasne situacije bez stvarnog rizika od ozljeda ili oštećenja opreme. Sigurno okruženje omogućuje korisnicima stjecanje iskustva i znanja te im istodobno omogućuje učenje iz svojih pogrešaka i eksperimentiranje s različitim scenarijima bez potrebe za fizičkom prisutnošću u stvarnom opasnom okruženju. Tehnologija virtualne stvarnosti ne samo da omogućava korisnicima posjet novim svjetovima, već nudi mogućnost da se korisnika stavi u poziciju druge osobe (Lege i Bonner, 2020). Stavroulia i Lanitis (2019) koristili su VR u obuci nastavnika kako bi im pomogli da iskuse kako je biti

učenik u razredu. Nastavnici su nakon korištenja VR tehnologije mogli lakše razumjeti i staviti se u poziciju učenika koji je rasno i/ili etnički različit. U istraživanju koje su proveli Daye sur., (2018) studenti medicine imali su priliku uz pomoć tehnologije virtualne stvarnosti preuzeti ulogu osobe starije životne dobi, a nakon simulacije studenti su pokazali bolje razumijevanje problema i izazova s kojima se susreću osobe starije životne dobi.

3.5. Nedostaci tehnologije virtualne stvarnosti

Iako tehnologija virtualne stvarnosti ima mnogo potencijala i brojne prednosti postoje i određeni nedostaci kojih treba biti svjestan tijekom primjene. Balienson (2018) navodi kako je tijekom primjene VR tehnologije važno primjenjivati „pravilo 20 minuta“, odnosno VR tehnologija se ne bi trebala primjenjivati duže od 20 minuta bez kratke pauze jer se preopterećuju osjetila što može izazvati razne tjelesne simptome poput mučnine, glavobolje ili vrtoglavice. Na kratkoj pauzi potrebno je protrljati oči, pogledati oko sebe ili dodirnuti zid te se tada može ponovo ući u virtualno okruženje. Yang i sur. (2023) ističu kako je dugo kašnjenje između pokreta i prikaza slike glavni razlog zašto korisnici osjećaju mučninu, glavobolju i vrtoglavicu. Osim navedenih simptoma, dugotrajno korištenje VR tehnologije može izazvati umor i nadraženost očiju, Balienson (2018) ističe kako je kod većine VR naočala ekran smješten 5 do 10 centimetara od očiju korisnika, ta udaljenost omogućuje korisnicima široko vidno polje što pridonosi osjećaju uronjenosti u virtualno okruženje, ali isto tako može predstavljati napor za oči. Nadalje, kod korisnika se može pojaviti i tehnofobija, odnosno strah prema naprednim ili novim tehnologijama, što nastaje zbog zabrinutosti oko negativnih učinka novih tehnologija, a manifestira se kroz izbjegavanje korištenja određenih tehnologija (Hogan, 2008). Zatim, Salter i sur (2020) navode da ako korisnik u virtualnom svijetu ima negativno iskustvo prilikom obavljanja nekog zadatka ili negativnu interakciju s virtualnom osobom, svoje negativno iskustvo ili strah može prenijeti u stvaran svijet. To znači da se iskustvo u virtualnoj stvarnosti može proširiti izvan nje te utjecati na stvarne odnose i interakcije s ljudima.

Nadalje, Pantelidis (2009) navodi da korištenje tehnologije virtualne stvarnosti nije prikladno za postizanje svih obrazovnih ciljeva, stoga je važno u skladu s kurikulumom predmeta odrediti situacije u kojima će tehnologija virtualne stvarnosti biti korisna, a kada njezina uporaba može biti nepotrebna. No, to može biti veliki izazov jer prema Jansen (2020) manjak sadržaja za virtualnu stvarnost je također jedan od postojećih nedostataka ove tehnologije, odnosno bez raznovrsnog i kvalitetnog sadržaja implementacija VR tehnologije u nastavu može biti ograničena. Uz to, nastavnici se izjašnjavaju da im za pripremanje nastavnog sata na kojem planiraju koristiti tehnologiju virtualne stvarnosti oduzima puno više vremena od

klasične pripreme za nastavi sat te im to stvara veliko opterećenje uz sve ostale obaveze. Osim što iziskuje puno vremena za pripremu, Lege i Bonner (2020) naglašavaju kako ne postoji dobro utemeljena obrazovna teorija ili metodologija posebno dizajnirana za korištenje tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju. Primjerice ako se koriste aktivnosti koje nisu optimalno prilagođene tehnologiji virtualne stvarnosti, evaluacija tih aktivnosti može pokazati da one nisu učinkovite, ne zato što VR nije koristan alat za učenje, već zato što korištena metodologija nije odgovarala specifičnostima VR okruženja.

3.6. Aktivnosti nastavnika tijekom primjene tehnologije virtualne stvarnosti u nastavi

Tehnologija virtualne stvarnosti ne može zamijeniti ulogu nastavnika u procesu poučavanja, već pravilna integracija ove tehnologije u nastavni proces zahtijeva od nastavnika dodatne napore u planiranju da bi se postigli željeni ciljevi (Jansen, 2020). Iako, VR tehnologija može pružiti korisne alate i resurse, nastavnici i dalje igraju ključnu ulogu u vođenju i poticanju učenja učenika.

Donally (2023) navodi kako nastavnici prije nego što se odluče koristiti virtualnu stvarnost trebaju jasno definirati ciljeve i razmisliti o tome zašto žele koristiti virtualnu stvarnost u nastavi - kako bi bolje motivirali učenike i zainteresirali ih za određeno gradivo, objasnili neki složeni koncept ili potaknuli kreativnost. Zhang i Wang (2021) govore da je pri osmišljavanju nastavnih aktivnosti važno da nastavnici teže k razvijanju naprednijih vještina, poput kritičkog mišljenja kako bi potaknuli istraživački pristup i kreativnost kod učenika. Također, rezultati istraživanja pokazuju da je korištenje VR tehnologije učinkovitije kod prijenosa nejasnih i teško shvatljivih koncepata te je VR tehnologija prikladnija za poučavanje apstraktnih pojmova, proceduralnog znanja za i autentično rješavanje problema (Nicolaidou, Pissas i Boglou, 2020; Luo i sur, 2021). Pantelidis (2009) daje nekoliko sugestija u kojim je situacijama dobro koristiti tehnologiju virtualne stvarnosti:

- Kada je stvarno poučavanje nemoguće i opasno
- Kada je potrebna vizualizacija pojedinih pojava, svari, modela
- Kada želimo učenike motivirati za određeno gradivo
- Kada želimo omogućiti učenicima da posjete udaljena i nepristupačna mjesta
- Kada želimo omogućiti učenicima s teškoćama u razvoju priliku za izvođenje aktivnosti koju inače ne bi mogli izvesti

Nadalje, u vodiču za Virtualnu stvarnost u obrazovanju koji je nastao kao rezultat projekta Math Reality (2018) navedene su neke opće smjernice za nastavnike kojih bi se trebali pridržavati kada koriste tehnologiju virtualne stvarnosti. Kako bi se postigli željeni ishodi, prije

početka upotrebe VR tehnologije potrebno je učenicima objasniti kako se koristi VR tehnologija, što će vidjeti i doživjeti kroz VR iskustvo, što je njihov zadatak te da mogu u bilo kojem trenutku skinuti VR naočale ako osjećaju bilo kakvu nelagodu. Uz to, važno je učenicima naglasiti pravila rada kojih se moraju pridržavati:

- Slušati upute nastavnika
- Ukloniti sve fizičke prepreke u prostoru
- Uvijek raditi u paru – nikad samostalno
- Održavati čistoću VR uređaja

Nakon korištenja VR tehnologije važno je da nastavnik posveti vrijeme ponavljanju i evaluaciji kako bi utvrdio jesu li željeniji ishodi postignuti te dobio uvid u to kakvo je iskustvo učenika i kako su se osjećali prilikom korištenja VR tehnologije. Također, Donally (2023) navodi da nastavnici trebaju razmotriti potrebe učenika i čimbenike koji utječu na njihovo iskustvo s VR tehnologijom. Primjerice ako nastavnik primijeti da VR kod nekih učenika izaziva mučninu i vrtoglavicu potrebno je odabrati aktivnost u kojoj učenik može koristiti VR tehnologiju u sjedećem položaju s minimalnim kretnjama. Na taj način nastavnik može smanjiti mogućnost pojave neželjenih simptoma. Zatim, isti autor ističe kako nastavnici trebaju biti spremni na poteškoće i pogreške i da korištenje novih tehnologija može biti izazovno jer postoji mogućnost da će podučavanje neke teme putem virtualne stvarnosti zahtijevati dulje vrijeme provedbe u usporedbi s tradicionalnim metodama. Pritom je važno da nastavnici podijele svoje iskustvo provođenja nastave s VR tehnologijom s drugim nastavnicima i kreatorima virtualne stvarnosti jer to može doprinijeti poboljšanju alata i praksi u korištenju VR tehnologije u obrazovanju. Uz to, Tuta (2023) naglašava da je bitno omogućiti nastavnicima odgovarajuće oblike stručnog usavršavanja kako bi se osiguralo da nastavnici budu dobro pripremljeni za korištenje tehnologije u svojim učionicama i istraživanje novih mogućnosti koje pruža virtualna stvarnost.

4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA PRIMJENE TEHNOLOGIJE VIRTUALNE STVARNOSTI U OBRAZOVANJU

S porastom dostupnosti tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju, sve je više istraživanja koja se bave ispitivanjem učinka te tehnologije na učenje određenih predmeta i usporedbom primjene VR tehnologije s drugim (tradicionalnim) vrstama tehnologija u nastavi. Istraživanja prikazana kroz sljedeće poglavlje pronađena su upisivanjem ključnih riječi „*virtualna stvarnost u obrazovanju*“, „*primjena virtualne stvarnosti u nastavi*“, „*iskustvo nastavnika/učenika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi*“ u tražilicu *Google znalac* te uz pomoć dostupnih baza podataka na *Portalu elektroničkih izvora za hrvatsku akademsku i znanstvenu zajednicu*. Najviše pronađenih istraživanja dolazi iz europskih zemalja, a ostala iz područja Azije i SAD-a. Pritom su odabrana istraživanja koja prikazuju spremnost nastavnika/učenika na korištenje VR tehnologije te koja pružaju uvid u iskustva učenika/nastavnika tijekom primjene VR tehnologije u nastavi.

Liu i sur. (2022) istraživali su utjecaj virtualne stvarnosti na akademski uspjeh, motivaciju i kognitivno opterećenje učenika u nastavi prirodnih znanosti. Ukupno je sudjelovalo 362 učenika 4. razreda osnove škole u Kini, raspoređenih u eksperimentalnu (VR učionica) ili kontrolnu (tradicionalna učionica) skupinu. Eksperimentalna skupina sudjelovala je na satima prirodnih znanosti koristeći VR tehnologiju, a kontrolna skupina učila je isti materijal tradicionalnim metodama. Tijekom istraživanja korištene su različite metode: testovi postignuća na početku i na kraju istraživanja kako bi se mjerio akademski uspjeh, upitnik za mjerenje motivacije i kognitivnog opterećenja te polustrukturirani intervju kako bi se dodatno istražili osjećaji i stavovi učenika o VR tehnologiji. Rezultati istraživanja pokazuju da je VR bazirana učionica značajno poboljšala akademsko postignuće učenika osnovnih škola i motivaciju za prirodne znanosti te je smanjila njihovo kognitivno opterećenje.

Graeskei i Aspling Sjöberg (2021) proveli su istraživanje da bi ispitali kako se VR tehnologija može koristiti za podučavanje švedskog jezika te koje mogućnosti i izazove donosi upotreba VR tehnologije. U istraživanju je ukupno sudjelovalo 46 učenika koji su ispunili anketni upitnik prije i nakon korištenja VR tehnologije, a osim toga bili su provedeni i intervjui s dva nastavnika koja su koristili VR tehnologiju u nastavi švedskog jezika. Rezultati pokazuju kako je većina učenika imala prethodna iskustva korištenja VR tehnologije te su se ta iskustva uglavnom odnosila na igranje igrica. Učenici su prijavili povećanu motivaciju za učenje, dok su nastavnici primijetili prednosti VR-a u obogaćivanju nastave i povećanju angažmana učenika. Osim toga, nastavnici navode da korištenje VR tehnologije na nastavi, zahtijeva dobro

planiranje koje uključuje da oprema bude napunjena i ažurirana. Uz to, ističu kako treba uzeti u obzir te da nema puno dostupnih VR sadržaja te da bi se na tom trebalo poraditi.

Nicolaidou, Pissas i Boglou (2020) istraživali su utjecaj virtualne stvarnosti na učenje stranog jezika u odnosu na učenje stranog jezika uz pomoć mobilne aplikacije, a istraživanje je provedeno na Cipru. Eksperimentalna skupina sastojala se od dvadeset studenata koji su koristili naočale za virtualnu stvarnost, dok je kontrolna skupina od dvadeset studenata koristila mobilne uređaje za učenje stranog jezika. Rezultati istraživanja pokazuju kako studenti koji su koristili VR tehnologiju svoju angažiranost, uronjenost u sadržaj, doživljaj i motiviranost procjenjuju većom u odnosu na kontrolnu skupinu. No, ne postoji statistički značajna razlika u svladavanju jezika kod jedne i druge skupine, stoga se navodi kako VR ne pruža nužno bolje ili učinkovitije iskustvo učenja u usporedbi s mobilnom verzijom iste aplikacije. Do sličnih rezultata su došli i Zhang i sur. (2020) koji su uspoređivali učenje pomoću VR tehnologije i učenje uz pomoć prezentacije koja je bila prikazana na platnu putem projektora. U istraživanju je sudjelovalo 55 učenika, koji su bili podijeljeni u dva razreda. Oba razreda odvojeno su pohađala dvije lekcije: jednu lekciju koristeći VR tehnologiju i jednu lekciju s prezentacijom prikazanom na platnu, a svaku lekciju izvodio je isti nastavnik. Rezultati istraživanja pokazuju kako učenici iskazuju veći interes i pažnju koristeći VR uređaje te da je učenje uz pomoć VR-a interaktivnije i stvarnije. Mali broj učenika koji su koristili VR tehnologiju je naveo da je VR tehnologija zamorna za oči te predlažu da se poboljša rezolucija ekrana i zaštita očiju. Nadalje, rezultati pokazuju da za prijenos lako razumljivog i organiziranog sadržaja nema značajne razlike između tradicionalnih nastavnih tehnologija i VR-a, no kod prijenosa nejasnih i teško shvatljivih koncepata VR tehnologija je učinkovitija u poticanju učenja od tradicionalnih nastavnih tehnologija. Do istog rezultata su došli i Luo i sur. (2021) koji navode kako je VR prikladniji za poučavanje apstraktnih pojmova, proceduralnog znanja za i autentično rješavanje problema.

Nadalje, Yildirim i sur., (2018) nastojali su istražiti mišljenja studenata u Turskoj o VR tehnologiji, a istraživanje je obuhvaćalo 25 studenata s kojima su provedeni polustrukturirani intervjui. Rezultati istraživanja pokazuju kako su se svi sudionici ovog istraživanja izjasnili da im se VR tehnologija sviđa te ju procjenjuju korisnom. Čimbenik koji je najviše utjecao na sudionike i povećao njihov interes za predavanje je osjećaj stvarnosti, odnosno osjećaj prisutnosti na lokaciji.

Lucas (2018) je proveo istraživanje u kojem je sudjelovalo 27 studenata iz studijskog programa Građevina i menadžment u Južnoj Karolini (SAD) kako bi dobio uvid u stavove

studenta o korištenju tehnologije virtualne stvarnosti te otkrio za koja područja iz građevine je najkorisnije koristiti tu tehnologiju. Svaki student ispunio je anketni upitnik prije primjene VR tehnologije i neposredno nakon korištenja. Anketni upitnik je sadržavao otvorena pitanja kako bi se dobila što bolja povratna informacija o iskustvu studenata. Većina studenata (60 %) nikad nije koristila tehnologiju virtualne stvarnosti, no svi su odgovorili kako je ta tehnologija jednostavna za korištenje. Rezultati pokazuju kako studenti imaju pozitivan stav prema tehnologiji virtualne stvarnosti te da im je pomogla da dobiju osjećaj za cijeli prostor i bolje razumiju dijelove zgrade. Što se tiče negativnih iskustva tijekom primjene VR tehnologije, 44 % studenata je osjetilo blagu nelagodu uzrokovanu naprezanjem očiju, 11 % studenata osjetilo je blagu vrtoglavicu dok je 1 student osjetio jaku vrtoglavicu pa je morao prestati sa simulacijom. Nadalje, 30 % ispitanika osjećalo neugodno koristeći VR tehnologiju pred drugim kolegama.

Sveučilište New England je od 2016. do 2018. godine provodilo obrazovni projekt u kojem su koristili tehnologiju virtualne stvarnosti kako bi poučili studente medicine i drugih zdravstvenih profesija empatiji prema starijim osobama. U projektu je sudjelovalo 600 studenata, koji su rješavali anketu prije i nakon VR simulacije. Korisnici su kroz VR simulaciju mogli doživjeti stanja povezana sa starenjem, poput gubitka sluha, vida i slabu pokretljivost iz perspektive starije osobe. Rezultati pokazuju bolje razumijevanje studenata o zdravstvenim problemima povezanim sa starenjem te povećanu empatiju prema starijim osobama s gubitkom vida i sluha ili Alzheimerovom bolešću (Dyer i sur., 2018).

Bower i sur. (2020) su istraživali kako budući nastavnici percipiraju korištenje tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju. U istraživanju je sudjelovalo 65 studenata, odnosno budući nastavnici koji su prisustvovali predavanju o VR tehnologiji u obrazovanju, a nakon predavanja, imali su priliku isprobati VR naočale i raditi na stvaranju VR sadržaja. Na kraju su ispunili anketni upitnik kako bi se ispitali njihovi stavovi o korištenju VR tehnologije, a 15 studenata je pristalo na polustrukturirani intervju koji je proveden radi detaljnijeg razumijevanja njihovih stavova. Rezultati istraživanja pokazuju kako bi budući nastavnici implementirali VR tehnologiju u svoju nastavu najviše zbog zabave koju pruža VR tehnologija, odnosno vjeruju da će učenici bolje sudjelovati i učiti u interaktivnom okruženju te većina smatra kako bi im VR tehnologija mogla pomoći u savladavanju obrazovnih ishoda. S druge strane, neki nastavnici smatraju kako je lakše koristiti tradicionalne metode te su izrazili zabrinutost zbog prekomjernog korištenja tehnologije kod učenika i mogućih negativnih efekata, poput mučnine koju može uzrokovati VR tehnologija.

U Hrvatskom kontekstu, tema tehnologija virtualne stvarnosti slabo je zastupljena. Vlahov (2024) je u 2022. godini proveo istraživanje s ciljem utvrđivanja faktora prihvaćanja i korištenja tehnologije virtualne i proširene stvarnosti od strane studenata i nastavnika u visokom obrazovanju. Istraživanje je provedeno putem online ankete na 423 studenta i 211 nastavnika, a svi sudionici su odabrani nasumičnim odabirom. Rezultati pokazuju kako nastavnici slabo poznaju i rijetko koriste tehnologiju virtualne stvarnosti, ali pokazuju visoku spremnost za korištenje te tehnologije. Slični rezultati dobiveni su i kod studenata, prisutna je visoka razina spremnosti na korištenje tehnologije virtualne stvarnosti, ali ju studenti rijetko koriste te procjenjuju da se ne znaju koristiti tom tehnologijom. Nadalje, Vukšan i Krstinić (2020) proveli su istraživanje 2020. godine kako bi ispitali sklonost studenta prema korištenju tehnologije virtualne stvarnosti u nastavi engleskog jezika i utvrdili njihovu osviještenost o mogućnostima i izazovima te tehnologije. Ukupno je 80 studenata Tehničkog veleučilišta u Zagrebu sudjelovalo u istraživanju, a metoda prikupljanja podataka bila je anketa. Rezultati istraživanja pokazuju kako većina studenata (92 %) zna što je tehnologija virtualne stvarnosti, dok je samo 5 % studenata imalo priliku tu tehnologiju primijeniti u nastavi. Iako studenti nemaju iskustva s VR tehnologijom podržavaju njenu implementaciju u nastavu te kao glavne prednosti uvođenja ove tehnologije u nastavu navode veću motiviranost, bolji doživljaj naučenog i lakše učenje.

Osim istraživanja koja su usmjerena na učenike i studente, postoji nekoliko istraživanja koja su fokusirana na nastavnike. Jansen (2020) je proučavao stavove nastavnika srednjih škola u Nizozemskoj o mogućoj primjeni virtualne stvarnosti u nastavi. Ukupno je 14 nastavnika sudjelovalo u istraživanju te ni jedan nastavnik nije imao iskustva s VR tehnologijom u nastavi. Metoda prikupljanja podataka bila je polustrukturirani intervju. Nastavnici su istaknuli nekoliko razloga zašto bi se odlučili implementirati VR tehnologiju u nastavni proces, među kojima su veća motiviranost učenika, sposobnost vizualizacije te dinamičniji pristup nastavi. Unatoč prepoznatim prednostima nastavnici navode da je njihov posao previše zahtjevan da bi uložili vrijeme u implementaciju VR tehnologije u obrazovanje te neki nastavnici preferiraju trenutne metode poučavanja koje su već dobro uspostavljene i ne zahtijevaju dodatno vrijeme za pripremu. Istraživanje sa sličnim ciljem proveli su Wells i Miller (2020) koji su putem ankete ispitali stavove nastavnika o tehnologiji VR-a u poljoprivrednom obrazovanju u Sjedinjenim Američkim Državama. Sveukupno u istraživanju sudjelovalo je 90 nastavnika, a pitanja su bila usmjerena na procjenu iskustava s tehnologijom virtualne stvarnosti i opće mišljenja o njoj. Rezultati istraživanja ukazuju na to da nastavnici imaju pozitivan stav prema VR tehnologiji te

su spremni razmotriti mogućnost implementacije VR tehnologije u svoje programe poljoprivrednog obrazovanja. Većina nastavnika (81,1%) smatra da bi VR tehnologija povećala interes učenika za nastavni sadržaj, ali također navode da je VR tehnologija preskupa za implementaciju u njihove programe.

Khukalenko i sur. (2021) proveli su istraživanje kako bi ispitali stavove ruskih nastavnika o korištenju VR tehnologije u nastavi. U istraživanju je sudjelovalo 20.876 ruskih nastavnika, a od toga 37 % sudionika nikada nije koristilo VR tehnologiju u učionici. Podaci su prikupljeni putem online ankete kroz 2020. godinu. Rezultati pokazuju da 78.14 % ispitanika smatra da VR zahtijeva dodatne resurse, vrijeme i trud za planiranje aktivnosti, 79.73 % ispitanika smatra da korištenje VR-a u učionici poboljšava akademske rezultate i motivira učenike da se više uključe u aktivnosti učenja. Nadalje, 93,61 % ispitanika koji su se složili da je integracija VR-a u učionici uspješna samo ako postoji adekvatna obuka nastavnika, a 90,85 % smatra da bi integracija bila uspješnija uz prisutnost IT osoblja

Stavroulia i Lanitas (2019) proveli su istraživanje kako bi identificirali potencijal korištenja VR tehnologije za unapređenje razvoja vještina refleksije i empatije. Uz to, željelo se uvidjeti može li se navedena tehnologija koristiti u svrhu profesionalnog razvoja nastavnika. Eksperimentalno istraživanje uključivalo je kontrolnu i eksperimentalnu grupu i različite postavke učionica: fizički (stvarni) prostor učionice za kontrolnu grupu i virtualno okruženje dizajnirano prema stvarnoj učionici za eksperimentalnu grupu. U svakoj grupi sudjelovalo je 11 nastavnika, te su doživjeli isti scenarij koji se bavio multikulturalnošću i verbalnim nasiljem, ali u različitom okruženju učionice. Nastavnici koji su sudjelovali u VR simulaciji problem su mogli doživjeti iz perspektive nove učenice koja je tek došla u razred i iz perspektive nastavnika. Nakon završetka eksperimenta, sudionici su zamoljeni da ispune upitnik. Rezultati istraživanja ukazuju da iskustvo u VR-u može promijeniti način na koji nastavnici pristupaju potrebama svojih učenika te kako reaguju na problematično ponašanje među učenicima. Nadalje, VR iskustvo sudionicima je omogućilo da uđu u poziciju učenika i dožive nasilje iz perspektive učenika, što je izazvalo preispitivanje čvrsto usvojenih ideja i poticanje veće podrške učenicima iz manjinskih etničkih i rasnih skupina.

Pregledom istraživanja uviđa se kako učenici i studenti često iskazuju visoku spremnost za korištenje VR tehnologije te izvještavaju o povećanom interesu i boljem razumijevanju sadržaja, zahvaljujući interaktivnosti i osjećaju prisutnosti kojeg omogućuje VR tehnologija. S druge strane, kod nastavnika su primijećena različita stajališta; pojedini nastavnici prepoznaju potencijal VR tehnologije za poboljšanje motivacije, angažmana učenika i kod svladavanja

obrazovnih ishoda, dok drugi ne smatraju da je VR tehnologije uspješnija u odnosu na druge dostupne tehnologije. Uz to, nastavnici često ističu kako korištenje VR tehnologije na nastavi zahtijeva dugotrajnu i zahtjevnu pripremu, uključujući tehničku pripremu i pripremu sadržaja. Nadalje, treba istaknuti kako je većina dosadašnjih istraživanja usredotočena na studente ili učenike kao glavne sudionike, dok su istraživanja koja uključuju nastavnike u manjini. Tamo gdje su nastavnici sudionici, često se istražuje njihovo općenito mišljenje o VR tehnologiji, neovisno o tome primjenjuju li je u svojoj praksi ili ne.

Evidentno je da VR tehnologija pokazuje značajan potencijal za unapređenje nastavnog procesa, stoga je važno nastaviti provoditi istraživanja kako bi se utvrdile mogućnosti i otkrili izazovi koje donosi VR tehnologija jer na taj način se može pomoći nastavnicima da maksimalno iskoriste potencijal VR tehnologije.

5. PREGLED PROJEKATA I INICIJATIVA VR TEHNOLOGIJE U OBRAZOVANJU U REPUBLICI HRVATSKOJ.

Tehnologija virtualne stvarnosti se sve više razvija i unapređuje te postepeno kroz različite projekte i inicijative ulazi u hrvatski obrazovni sustav. Jedan od razloga tome što je virtualna stvarnost sve dostupnija je i to što je Republika Hrvatska kao članica Europske unije potaknuta „Akcijskim planom za digitalno obrazovanje (2021. – 2027.)“ da svoj obrazovni sustav prilagodi digitalnom dobu. „Akcijskim planom za digitalno obrazovanje (2021. – 2027.)“ utvrđeno je trinaest mjera među kojima je i mjera „opremanje škola digitalnom opremom za obrazovanje i osposobljavanje“. Cilj navedene mjere je potaknuti zemlje članice da iskoriste poticaje EU za opremanje škola digitalnom tehnologijom.

Kroz pretraživanje ključne riječi "*virtualna stvarnost u obrazovanju*" putem *Google tražilice*, identificirani su različiti projekti i inicijative. Pretraga je rezultirala pronalaskom primjera dobre prakse prezentiranih u novinskim člancima. Nakon čitanja novinskih članaka bilo je potrebno pristupiti službenoj stranici svake pronađene obrazovne institucije koja provodi projekt povezan s virtualnom stvarnošću kako bi se prikupile dodatne informacije o konkretnim projektima koji će se prikazati kroz ovo poglavlje. Ukupno je pronađeno devet projekata koji su povezani s VR tehnologijom u obrazovanju, od toga se pet projekta provodi u srednjoškolskom obrazovanju, tri u visokom obrazovanju i jedan u obrazovanju odraslih.

Srednja škola Ivanec sudjelovala je u projektu *Math Reality* (2018.-2020.) kojim se nastojalo povećati angažiranost i uspjeh učenika iz matematike korištenjem virtualne stvarnosti u nastavi. Kroz ovaj projekt nastavnicima su predstavljene alati i strategije za korištenje VR tehnologije da bi uspješno integrirali VR tehnologiju u svoje nastavne planove. Cilj je bio stvoriti interaktivno i stimulativno okruženje za učenje, kako bi se potaknulo dublje razumijevanje složenih matematičkih koncepata i motiviralo učenike na kreativno rješavanje matematičkih zadataka. Kao rezultat projekta napravljena su dva priručnika za nastavu te scenariji poučavanja (*Math Reality*, 2018).

Nadalje, Srednja škola Ludbreg sudjelovala je u projektu *VR Education* (2019.-2022.). Tijekom projekta razvijen je poseban set nastavnih materijala i metoda koje se oslanjaju na VR tehnologiju te smjernice za nastavnike kako implementirati VR stvarnost u nastavni proces (Srednja škola Ludbreg, n.d.).

Projekt *Virtualna stvarnost u Bibliobusu* započeo je 2018., aktivan je i danas jer se iz godinu u godinu nadograđuje. Projekt je usmjeren učenicima osnovnih i srednjih škola Vukovarsko-srijemske županije te se ostvaruje kroz edukativne radionice koje se provode uz

pomoć tehnologije virtualne stvarnosti. Kroz radionice učenicima se pruža prilika da sudjeluju u simulacijama različitih sadržaja povezanih s kulturom, poviješću, geografijom, sportom i drugim područjima specifičnim za Vukovarsku srijemsku županiju te na taj način ostvaruju odgojno-obrazovne ishode iz različitih predmeta (Ljevanić, 2022).

Strojarska tehnička škola u Osijeku sudjeluje u projektu *Virtual Reality in Vocational Education* koji je započeo 2021. godine. Cilj projekta je stvoriti virtualno okruženje koje bi omogućilo učenicima da probaju koristiti određeni stroj u virtualnom svijetu. Ovakav način omogućuje učenicima da steknu potrebne vještine prije doticaja sa samim fizičkim strojem, što može povećati učinkovitost i smanjiti pogreške prilikom korištenja stroja (VR in Vocational Education, 2020).

Prva privatna gimnazija Varaždin u razdoblju od 2022. do 2024. godine provodi projekt *WE ARE/VR* s ciljem modernizacije i unapređenje kvalitete nastavnog procesa primjenom tehnologija virtualne stvarnosti. Osim toga, cilj je motivirati učenike da aktivnije sudjeluju u nastavi, da teže osobnom i profesionalnom razvoju i postanu motiviraniji za učenje. Na kraju projekta izradit će se digitalni priručnik o 3D modeliranju i funkcionalni virtualni sadržaji koji se mogu koristiti na nastavi predmeta geografije, likovne umjetnosti, biologije, engleskog jezika i matematike (WE ARE/VR, 2022).

Ustanova za obrazovanje odraslih Dante u Rijeci i Škola stranih jezika Jantar u Splitu sudjeluju u Erasmus projektu *Virtualna stvarnost za učenje jezika (VR4LL 1.0.)*. Projekt je započeo 2019. godine, a provodio se između institucija u Hrvatskoj, Španjolskoj, Bugarskoj i Rumunjskoj. Cilj projekta je bio poboljšati iskustvo učenja stranih jezika kroz upotrebu virtualne stvarnosti u nastavi. Projektom se željelo povećati komunikacijske kompetencije u stranim jezicima uz pomoć virtualnih svjetova koji pružaju potpuno uronjeno iskustvo. Na taj način učenici su rješavali jezične zadatke u virtualnom svijetu bez da razmišljaju o tome da savladavaju odgojno-obrazovne ishode. Tijekom projekta izrađeni su brojni VR materijali, a projekt se našao u užem izboru za prestižnu nagradu *British Councila* u području digitalnih inovacija. Iz tog razloga projekt se 2023. godine nastavio pod nazivom VR4LL 2.0. kako bi učenicima pružili još poticajnije okruženje za učenje jezičnih vještina.

Vukovarsko veleučilište Lavoslav Ružička 2020. godine prvo je u Hrvatskoj omogućilo svojom studentima praćenje nastave uz pomoć VR tehnologije. VR tehnologija dostupna je studentima Fizioterapije i Preventivne fizioterapije te im omogućuje da istražuju dijelove ljudskog tijela i da prate aktivaciju različitih mišića animacijom različitih pokreta tijela. Unutar aplikacije postoji mogućnost da nastavnik upravlja aplikacijom virtualne stvarnosti te studenti

moгу aktivno sudjelovati u predavanju, ali dostupna je i mogućnost da studenti samostalno upravljaju aplikacijom i istražuju ljudsko tijelo (Nova era obrazovanja - Culex, 2020).

Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu iz Opatije od 2023. godine svojim studentima omogućuje korištenje VR tehnologije u nastavi. Nastavnici rade na razvoju softverskih rješenja kako bi mogli implementirati VR stvarnost u svoje kolegije s ciljem da studentima pruže iskustva kakva bi u stvarnom svijetu bilo teže ostvariti poput daleke lokacije, vježbanje stranih jezika, vizualizacija sadržaja.

Također, Pomorski fakultet u Rijeci od 2023. godine sudjeluje u projektu *Virtualna stvarnost u obrazovanju i izobrazbi pomoraca*. Studenti će uz pomoć VR tehnologije moći doživjeti nekoliko scenarija požara u strojnici broda gdje se prate njihove reakcije i postupci. Na ovaj način studenti u sigurnom okruženju mogu doživjeti opasne situacije koje ih mogu zadesiti u budućem životu (Glavan, 2023).

Pregledom dostupnih projekata i inicijativa vidljiva je široka primjena tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju, odnosno da se VR tehnologijom mogu simulirati različita okruženja poput teško dostupnih mjesta i strojarnice broda te vizualizirati složeni matematički koncepti i ljudskog tijelo. Nadalje, sve više fakulteta i visokih učilišta prepoznaje potencijal VR tehnologije za poboljšanje procesa učenja i poučavanja te ju implementira u svoju nastavu. Na taj način studenti imaju priliku uroniti u simulirana okruženja koja im omogućuju stjecanje praktičnog iskustva što studentima može pomoći kod savladavanja gradiva.

6. METODOLOGIJA

6.1. *Problem istraživanja*

Analizom dostupne literature o primjeni tehnologije virtualne stvarnosti u obrazovanju, uočeno je kako VR tehnologija pokazuje značajan potencijal za unapređenje nastavnog procesa, međutim postoji deficit istraživanja u nacionalnom kontekstu, što se može povezati s malim brojem ustanova koje su u Republici Hrvatskoj implementirale VR tehnologiju u svoj nastavni proces. Navedeno bi se trebalo promijeniti jer se i kroz *policy* dokumente kao što je *Akcijski plan za digitalno obrazovanje 2021-2027* potiče škole da se opreme najsvremenijom digitalnom tehnologijom (Europska komisija, 2021).

Iako, postoje opsežna međunarodna istraživanja primjene VR tehnologije u obrazovanju, istraživanja su većinom usredotočena na studente ili učenike kao glavne sudionike (Yildirim i sur., 2018; Nicolaidou i sur., 2020; Zhang i sur., 2020; Luo i sur., 2021; Liu i sur., 2022), dok je dostupno nešto manje istraživanja koja uključuju nastavnike (Jansen, 2020; Wells i Miller, 2020). Pritom se najčešće propituje njihova percepcija primjene VR tehnologije u poučavanju, neovisno o tome primjenjuju li je u svojoj praksi ili ne. Ovi nedostaci u literaturi ukazuju na potrebu za dubljim razumijevanjem iskustava i izazova s kojima se nastavnici suočavaju pri implementaciji VR tehnologije u nastavni proces, kako bi se mogao iskoristiti maksimalni potencijal te tehnologije.

6.2. *Cilj*

Cilj ovog diplomskog rada je ispitati iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi, kako bi se pridonijelo boljem razumijevanju njihovih potreba i izazova prilikom uvođenja VR tehnologije u obrazovne institucije.

6.3. *Temeljno istraživačko pitanje i specifična istraživačka pitanja*

Temeljno istraživačko pitanje glasi: *Kakvo je iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi?*

Iz temeljnog istraživačkog pitanja proizašlo je pet specifičnih pitanja:

- Što je nastavnike potaknulo za implementaciju VR tehnologije u nastavu?
- Na koji način se nastavnici pripremaju za nastavni sat na kojem planiraju koristiti VR tehnologiju?
- S kojim se izazovima susreću nastavnici tijekom primjene VR tehnologije u nastavi?
- Koje prednosti korištenja VR tehnologije percipiraju nastavnici?
- Kako nastavnici procjenjuju učinkovitost virtualne stvarnosti u savladavanju obrazovnih ishoda?

6.4. Istraživački pristup i postupak prikupljanja podataka

Za ovaj diplomski rad odabran je kvalitativan istraživački pristup jer kvalitativno istraživanje omogućuje dublje razumijevanje perspektiva, osjećaja i doživljaja sudionika vezanih za istraživani fenomen te istraživač prikuplja podatke kako bi učio od sudionika (Creswell, 2012). Jedan od postupaka prikupljanja podataka u kvalitativnom istraživanju je intervjuiranje, koje se koristilo u ovom istraživanju. Bognar i Matijević (2002) ističu kako je intervjuiranje metoda koja se često koristi u istraživanju nastavnog procesa te ako se kvalitetno isplanira mogu se dobiti vrijedni podaci o iskustvu sudionika. Za potrebe ovog istraživanja korišten je polustrukturirani intervju te je napravljen popis ključnih pitanja koja su se prilagođavala prema potrebi tijekom razgovora.

Kako bi se identificirale obrazovne institucije koje koriste virtualnu stvarnost u nastavi putem *Google tražilice* pretraživane su ključne riječi "virtualna stvarnost u obrazovanju". Pretraga je rezultirala pronalaskom primjera dobre prakse prezentiranih u novinskim člancima. Nakon čitanja novinskih članaka bilo je potrebno pristupiti službenoj stranici svake pronađene obrazovne institucije koja provodi projekt povezan s virtualnom stvarnošću kako bi se prikupile dodatne informacije o konkretnim projektima. Pronađeni su projekti u srednjoškolskom obrazovanju, visokom obrazovanju i obrazovanju odraslih. Nakon toga, kontaktirani su voditelji projekta putem službene e-mail adrese s molbom za istraživanje, a u institucijama gdje nije bio naveden voditelj projekta e-mail je poslan pedagogu ili ravnatelju ustanove koji su me spojili s nastavnicima koji imaju iskustva u provođenju nastave s VR tehnologijom. Istraživanje se provodilo u razdoblju od 10. svibnja do 1. srpnja, te je u istraživanju ukupno sudjelovalo 7 sudionika. Jedan intervju proveden je uživo zbog lakšeg dogovora, dok su preostali intervjui provedeni online preko aplikacije Zoom. Svaki intervju je u prosjeku trajao oko 25 minuta te kod online intervjuiranja nije bilo većih tehničkih poteškoća koje bi produljile trajanje. Svi intervjui bili su snimljeni mobitelom.

6.5. Uzorak

U ovom istraživanju korišten je namjerni uzorak. Prema Milas (2005) za namjerni uzorak je karakteristično da se odabiru sudionici koji imaju neka specifična relevantna iskustava ili određene karakteristike koje su ključne za istraživanje. Za potrebe ovog istraživanja odabrani su nastavnici koji su u svoju nastavu implementirali VR tehnologiju, odnosno koji su proveli barem jedan sat uz primjenu VR tehnologije. U istraživanju je sudjelovalo 7 sudionika (6 žena i 1 muškarac), odnosno tri nastavnika koja rade u srednjoškolskom obrazovanju, dva nastavnika koja rade u visokom obrazovanju i dva nastavnika koja rade u obrazovanju odraslih. Svi

sudionici dolaze iz ustanova čiji su projekti prikazani ranije u radu. Odabrani su na osnovu jednog kriterija raznolikosti, a to je razina obrazovanja: srednja škola, visoko obrazovanje i obrazovanje odraslih. Ovaj kriterij je odabran zato što specifičnosti svake razine obrazovanja (primjerice, dob učenika i nastavni plan i program) potencijalno omogućuju različita iskustava nastavnika tijekom primjene VR tehnologije u nastavi. Da bi se sačuvala anonimnost sudionika i lakše prikazala analiza i interpretacija dobivenih rezultata svakom sudioniku dodijeljena je šifra (Tablica 1)

Tablica 1: Informacije o sudionicima istraživanja

ŠIFRA SUDIONIKA	RAZINA OBRAZOVANJA
S1SŠ	Srednja škola
S2SŠ	Srednja škola
S3SŠ	Srednja škola
S4VO	Visoko obrazovanje
S5VO	Visoko obrazovanje
S6OO	Obrazovanje odraslih
S7OO	Obrazovanje odraslih

6.6. Instrument istraživanja

Za potrebe ovog istraživanja izrađen je protokol za polustrukturirani intervju (*Prilog 1*) koji se sastoji od 16 pitanja. Na početku su postavljena općenita pitanja o tome kada su se nastavnici prvi puta susreli s VR tehnologijom i što ih je potaknulo da implementiraju VR tehnologiju u svoju nastavu s ciljem uspostavljanja ugodne atmosfere i uvođenja u temu. Daljnja pitanja su pratila jedan nastavni sat uz primjenu VR tehnologije, uključujući pripremu za nastavni sat, nastavne sadržaje prikladne za VR, svladavanje ishoda uz pomoć VR-a, ulogu nastavnika i povratne informacije učenika nakon sata. Pitanja su obuhvatila i prednosti i izazove korištenja VR tehnologije u nastavi, kao i preporuke za ostale nastavnike koji tek planiraju implementirati ovu tehnologiju u svoju nastavu. Na kraju intervju, sudionicima je pružena prilika da iznesu dodatne komentare ili ako još nešto smatraju bitno o VR tehnologiji što nije bilo pokriveno prethodnim pitanjima.

6.7. Obrada i analiza podataka

Nakon provedbe intervju, uslijedila je analiza i interpretacija podataka gdje su slijeđeni koraci koje navodi Creswell (2012). Najprije su izrađeni transkripti svih intervju uz pomoć programa Turboscribe. Uslijedilo je iščitavanje podataka te kodiranje važnih dijelova na

temelju njihovog značenja. Zatim, su se slični kodovi grupirali kako bi se stvorile šire teme koje se koriste u istraživanju kao ključni nalazi. Analizom podataka identificirane su četiri ključne teme: *Poticaži za implementaciju VR tehnologije u nastavu*, *Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije*, *Prednosti korištenja VR tehnologije u nastavi*, *Izazovi korištenja VR tehnologije u nastavi i preporuke*. Nakon toga, napravljeni su shematski prikazi uz pomoć funkcije SmartArt u Wordu te je uslijedila analiza i interpretacija rezultata.

6.8. Etičke dileme

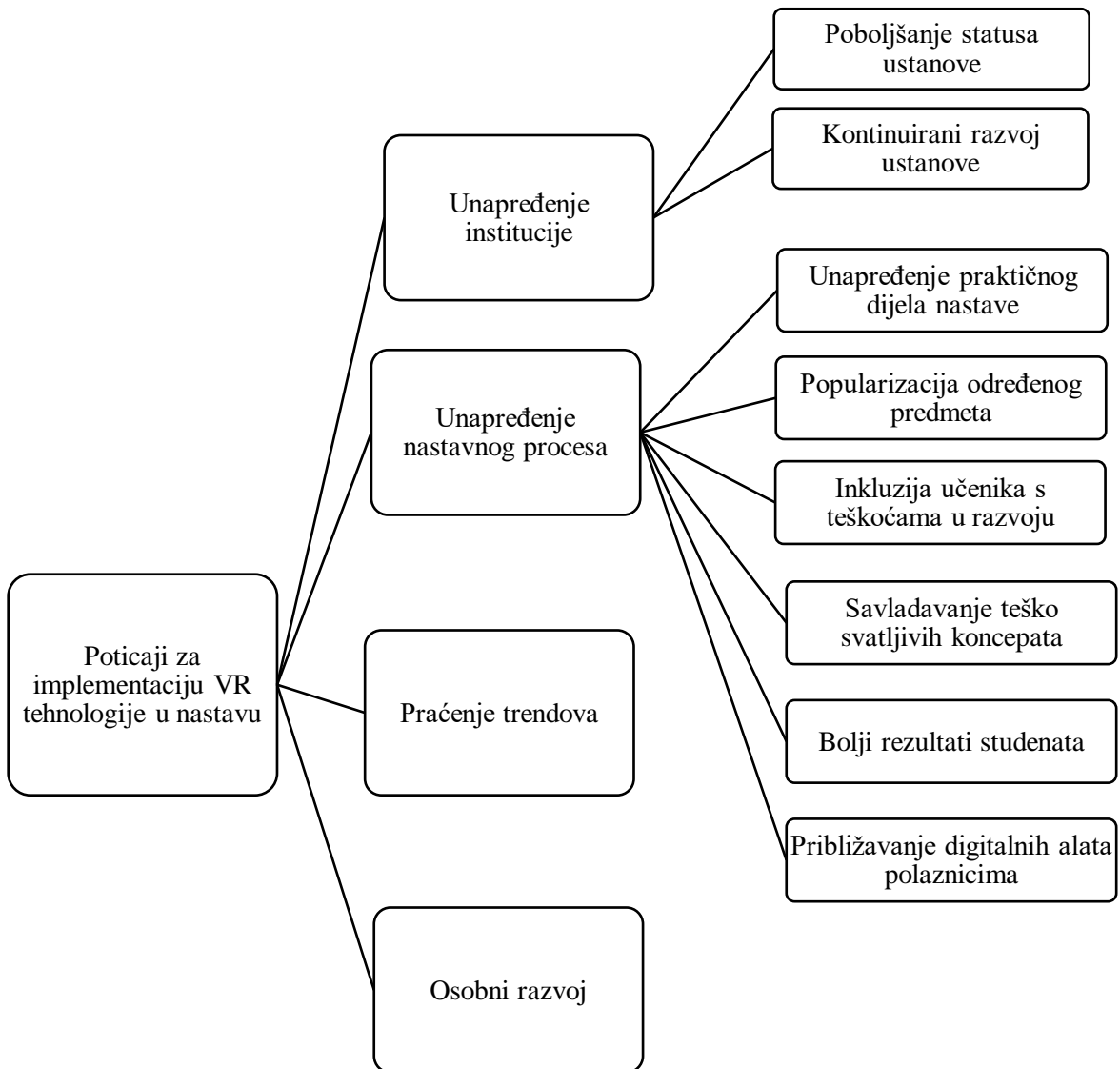
Istraživanje se provelo prema Etičkom kodeksu Sveučilišta u Rijeci. Prije početka intervjua, sudioniku s kojima je proveden intervju uživo predan je informirani pristanak (*prilog 2*) te zatražen potpis, dok je sudionicima s kojima je intervju proveden online pročitani informirani pristanak i zatražen usmeni pristanak na istraživanje. Svi sudionici su bili obaviješteni da će se intervju snimati za potrebe izrade transkripta i daljnje analize te je svim sudionicima naglašeno da mogu zaustaviti intervju u bilo kojem trenutku, ako više ne žele nastaviti ili se ne osjećaju dobro. Svaki sudionik bio je obaviješten da se njihov identitet u potpunosti čuva, da se nigdje neće navesti njihovo ime i prezime, te da će se podaci koristiti samo u svrhu istraživanja. Anonimnost je osigurana dodjeljivanjem šifre svakom sudioniku.

7. PRIKAZ I INTERPRETACIJA REZULTATA

Kroz ovo poglavlje prikazat će se rezultati kvalitativnog istraživanja provedenog za potrebe ovog diplomskog rada. Rezultati će se prikazati kroz četiri glavne teme: *Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu*, *Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije*, *Prednosti korištenja VR tehnologije u nastavi*, *Izazovi korištenja VR tehnologije u nastavi i preporuke*. Navedene teme izdvojene su detaljnom analizom podataka. Za svaku izdvojenu temu napravljen je shematski prikaz koji vizualno prikazuje ključne aspekte i veze unutar podataka. Nakon svakog shematskog prikaza slijedi interpretacija rezultata koja obuhvaća citate sudionika, što omogućuje dubinsko razumijevanje njihovih iskustva. Interpretacija rezultata također obuhvaća i povezivanje i usporedbu rezultata s dostupnom literaturom te se na osnovu toga potvrđuju ili osporavaju dosadašnja saznanja.

7.1. Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu

Shematski prikaz 1: Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu



Prva tema koja će se analizirati su Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu te su unutar nje izdvojenije četiri podteme: *Unapređenje institucije, Unapređenje nastavnog procesa, Praćenje trendova i Osobni razvoj.*

U kontekstu podteme *Poticaji za implementaciju VR tehnologije u nastavu*, dva sudionika istraživanja su istaknula kako je njih na implementaciju VR tehnologije u nastavu potaknula namjera da unaprijede status ustanove u kojoj rade te želja za kontinuiranim razvojem ustanove što se može ilustrirati sljedećim iskazom: „*Možemo reći da je to marketing, da vi pokažete kao ustanova da se razvijate, koristite nove metode, nove tehnologije, da nije da smo ostali na tehnologijama 1950-ih, 60-ih, 70-ih da uvijek radimo na nečem, da nije samo da stojimo na mjestu*“ (S700).

Iduća podtema je *Unapređenje nastavnog procesa* te većina nastavnika navodi kako ih je na implementaciju VR tehnologije u nastavu potaknulo unapređenje nekog segmenta nastave. Oba nastavnika iz visokog obrazovanja navode kako je za njih glavni poticaj bio unapređenjem praktičnog dijela nastave, pri čemu je jedan nastavnik iz visokog obrazovanja naveo kako su ih kao ustanovu najviše potaknule loše ocijene studenata: „*Primijetili smo na jednom našem studijskom programu da je jako mala prolaznost i onda smo odlučili implementirati VR kako bi studenti lakše naučili neke teške koncepte*“ (S4VO). S druge strane, oba nastavnika iz obrazovanja odraslih navode kako ih je na uvođenje VR tehnologije u svoju nastavu potaknula želja da nove digitalne alate približe svojim polaznicima kako bi „*...razbili monotonost nastave*“ (S600). Nadalje, jedan sudionik ističe kako ga je potaknula želja za popularizacijom svog nastavnog predmeta, pa je odlučio implementirati VR tehnologiju u nastavu jer: „*...moderne generacije traže nešto brzinsko i interaktivno*“ (S3SŠ). Samo jedan sudionik je naveo kako u njihovoj školi ima puno djece s teškoćama u razvoju te je odlučio implementirati VR tehnologiju u svoju nastavu kako bi toj djeci omogućio da mogu doživjeti ono što u stvarnosti ne mogu.

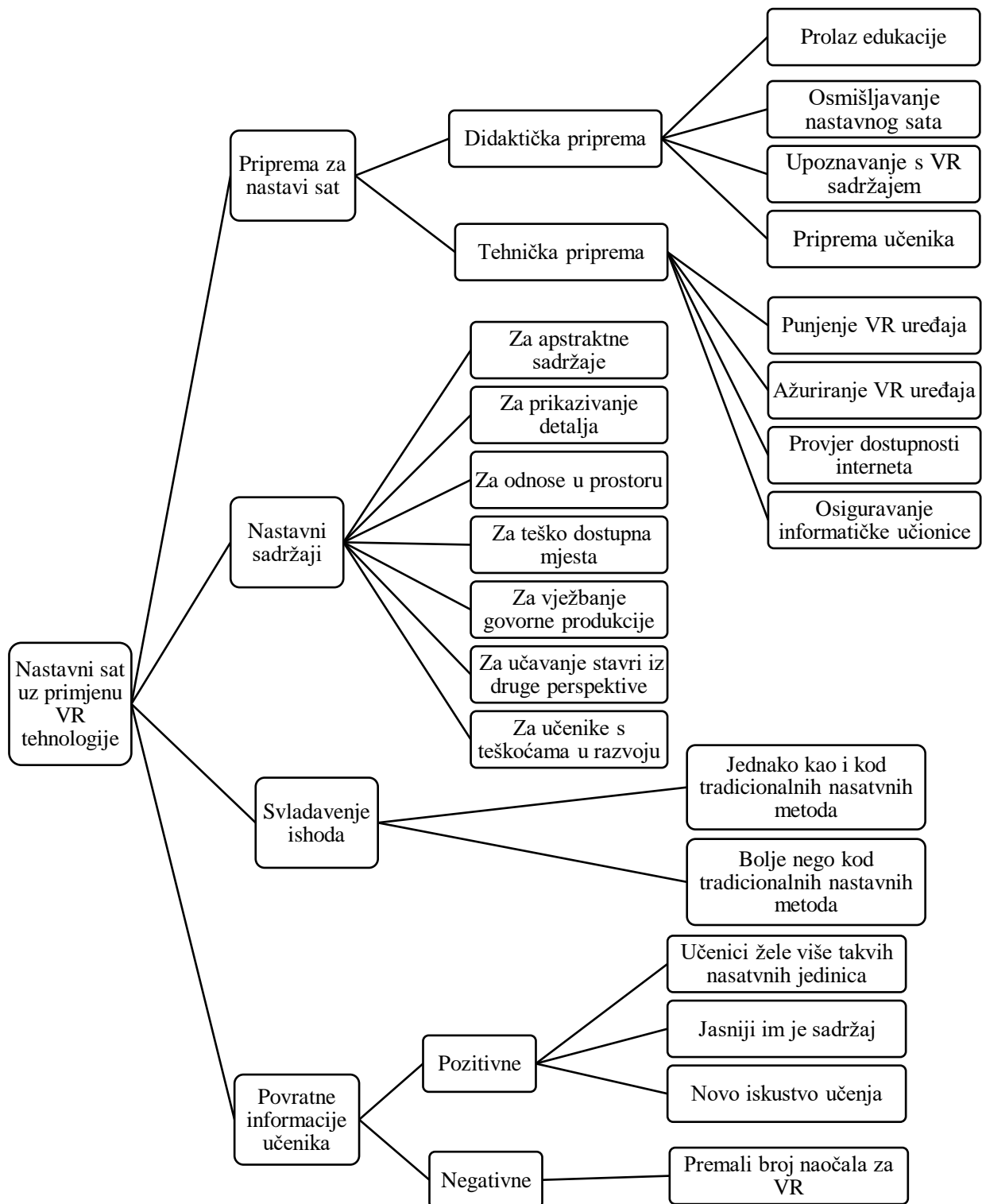
Uz poticaj za unapređenje nastave, dvoje nastavnika je istaknulo kako su implementirali VR tehnologiju u svoj nastavni proces kako bi pratili najnovije trendove, pri čemu ističu: „*Svjesni smo da živimo u promjenjivom društvu, da trebamo pratiti trendove i da zapravo mi kao edukatori trebamo adekvatno odgovoriti na nove pravce učenja studenata*“ (S4VO). Drugi nastavnik ističe kako je važno pratiti trendove zato da bi „*...ostali u koraku s vremenom*“ (S600). Samo jedna nastavnica je uz unapređenje nastave navela kako joj je glavni poticaj bio razvijanje osobnih digitalnih vještina te navodi: „*Ja se nikad prije nisam susrela s VR-om, niti*

ga koristila, niti išta a sad bez problema znam sve postaviti, koristiti, objasniti drugim nastavnicima kako ga koristiti, sviđala mi se prilika za konstantno usavršavanje“ (S800).

Temeljem navedenog, uočava se da je većina nastavnika u svoju nastavu odlučila implementirati VR tehnologiju kako bi unaprijedili određeni segment svog nastavnog procesa. Navedeno se podudara s istraživanjem kojeg je proveo Jansen (2020) jer su se nastavnici izjasnili kako bi uveli VR tehnologiju u svoj nastavni proces da bi učenici bili motiviraniji i da bi nastava bila interaktivnija. Slično, istraživanje kojeg su proveli Bower i sur. (2020) ukazuje na to da bi budući nastavnici u svoju nastavu uveli VR tehnologiju jer donosi zabavu i potiče aktivno učenje što pridonosi boljem svladavanju ishoda. Nastavnici prepoznaju potencija VR tehnologije za unapređenje nastavnog procesa te percipiraju da uporaba VR tehnologije stvara dinamično i interaktivno okruženje koje omogućuje lakše savladavanje obrazovnih ishoda

7.2. Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije

Shematski prikaz 2: Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije



Sljedeća tema koja će se analizirati je Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije, a sastoji se od četiri podteme: *Priprema za nastavni sat, Nastavni sadržaji, Savladavanje ishoda i Povratne informacije učenika.*

Podtema *Priprema za nastavi sat* podijeljena je na didaktičku i tehničku pripremu. Didaktička priprema odnosi se na planiranje i organizaciju nastave te je ključna za uspješno izvođenje nastave jer osigurava da nastava bude strukturirana, ciljana i usklađena s obrazovnim ishodima. Da bi uopće mogli isplanirati nastavni sat uz pomoć VR tehnologije svi nastavnici su istaknuli kako su prošli neki oblik edukacije - kako se priprema VR tehnologija, kako se koristi, što sve može VR tehnologija. Dva sudionika su prošla 6 sati edukacije prije nego su počeli koristiti VR tehnologiju dok su ostali imali 1 do 2 sata obavezne edukacije. Svi sudionici istraživanja su istaknuli kako bi se voljeli nastaviti usavršavati u tom području: „*Vidim puno potencijala, ali treba se imati vremena da se to bolje nauči i vidi što sve nudi VR*“ (S600). Prema istraživanju Khukalenko i sur. (2021) 93,61 % nastavnika smatra da je integracija VR tehnologije u nastavi uspješna samo ako postoji adekvatna obuka. Stoga je bitno omogućiti nastavnicima odgovarajuće oblike stručnog usavršavanja kako bi se osiguralo da nastavnici budu dobro pripremljeni za korištenje tehnologije u svojim učionicama i istraživanje novih mogućnosti koje pruža virtualna stvarnost (Tuta, 2023).

Nadalje, kako bi nastavnici mogli održati sat potrebno je napraviti pripremu te većina nastavnika smatra kako je priprema zahtjevna. Ovakav stav potkrepljuju iskazima:

- „*Korištenje digitalnih alata u nastavi zahtijeva pripremu, korištenje VR-a je to puta deset...upravo zato jer je novo i jer ima dosta tih koraka*“ (S700),
- „*Samo pripremu nastavnik mora u detalje razraditi, doslovno po minutama, mora točno isplanirati vrijeme koje će potrošiti na uvod, na rad u VR-u, na zaključak i to dobro posložiti i uskladiti s ishodima*“ (S3SS).

Navedeno se podudara s istraživanjima Jansen (2020); Graeskei i Aspling Sjöberg (2021); Khukalenko i sur. (2021) gdje su se nastavnici također izjasnili da im tehnologija virtualne stvarnosti oduzima puno više vremena od klasične pripreme za nastavni sat te im je to stvara veliko opterećenje uz sve ostale obaveze. Samo jedan sudionik u ovom istraživanju naveo je da priprema i primjena VR tehnologije nije zahtjevna jer: „*...priprema i primjena je vrlo laka, sav težak posao leži na programiranju*“ (S1SŠ).

Zatim, jedan sudionik navodi kako je kod pripreme sata važno znati s koliko opreme raspoložemo jer o tome ovisi na koji način će se organizirati nastavni sat.

Osim navedenog, nastavnik treba biti upoznat s VR sadržajem kojeg učenici gledaju što se može ilustrirati sljedećim iskazima:

- „Ja moram znati u svakom trenutku što učenik vidi da mu mogu dati uputu“ (S2SŠ)
- „Nastavnik mora sam proći kroz taj scenarij, znati gdje šta stoji, kad učenik opiše situaciju da mu znaš reći što napraviti“ (S3SŠ),
- „Proći više puta s naočalama taj zadatak i osmisliti koje bi sve aktivnosti mogla uključiti... uglavnom iziskivalo je puni više vremena nego za običnu nastavu“ (S6VO),
- „Nastavnik treba sam odraditi zadatak da zna s čine se polaznik može susresti“ (S7OO).

Uz to, dva sudionika navode kako nastavnik treba posjedovati digitalne kompetencije jer:

- „Nastavnik mora biti dobro potkovan digitalno, da zna što ako se nešto zamrzne, što ako se nešto stisne, a ne treba, što sako se ugasi, uglavnom treba imati dobru osnovu da bi to išlo glatko i da se ne bi gubilo vrijeme na tehnikaliije“ (S6OO),
- „...nastavnik je istovremeno moderator i informatičar“ (S3SŠ).

Hechtera i Vermettea (2013) navode kako je jedna od glavnih barijera za integraciju tehnologije u obrazovanje je upravo nedostatak IT podrške. A prema istraživanju Khukalenko i sur. (2021) a 90,85 % nastavnika smatra da bi integracija VR tehnologije u obrazovanje bila uspješnija uz prisutnost IT osoblja.

Nadalje, prije početka nastavnog sata važno je da nastavnik pripremi učenike na korištenje VR tehnologije, te većina nastavnika navodi kako je potrebno navesti pravila ponašanja i uputiti učenike što će i kako raditi:

- „...postoji stroga procedura koja se mora poštovati baš zbog specifičnosti tehnologije“ (S3SŠ),
- „...na početku objasniti što je cilj i što će vidjeti, doživjeti...potrebno je i rasporediti vrijeme korištenja, svaki učenik 15 min“ (S1SŠ),
- „Prilikom korištenja VR-a učenicima je potrebno transparentno objasniti što je VR tehnologija, pitati ih za zdravstvene tegobe“ (S4VO).

Također u vodiču za virtualnu stvarnost Math Reality (2018) navedeno je da je prije početka upotrebe VR tehnologije potrebno učenicima objasniti kako se koristi VR tehnologija, što će vidjeti i doživjeti kroz VR iskustvo, što je njihov zadatak te da mogu u bilo kojem trenutku skinuti VR naočale ako osjećaju bilo kakvu nelagodu. Uz to, navedena su i pravila rada kojih se učenici trebaju pridržavati.

Tehnička priprema obuhvaća sve aktivnosti i korake vezane uz organizaciju i pripremu tehničkih sredstava i resursa koji su neophodni za izvedbu nastave. Svi nastavnici su naveli kako je za korištenje VR tehnologije potrebno: napuniti naočale za virtualnu stvarnost, napraviti ažuriranje aplikacije te provjeriti internetsku vezu: „*Potrebna je dobra internet veza, ako to nemate ni doživljaj nije potpun*“ (S5VO). Troje nastavnika je spomenulo kako priprema za sat uključuje unaprijed rezervaciju informatičke učionice što se vidi iz iskaza: „*Moram osigurati informatičku učionicu jer se tamo nalazi bolje računalo...ako nisam u informatičkoj učionici znalo se dogoditi da se cijeli program sruši*“ (S1SŠ)“

Sljedeća podtema su *Nastavni sadržaji* za koje nastavnici smatraju da ih je najbolje poučavati uz pomoć VR tehnologije. Na ovo pitanje dobiveno je sedam različitih odgovora, odnosno, svaki nastavnik je naveo drugačiju vrstu sadržaja za kojeg smatra da ga je najbolje poučavati uz VR tehnologiju. Mogući razlog različitih mišljenja može biti povezan s tim što se svaki sudionik ovog istraživanja bavi drugačijim područjem, odnosno ni jedan nastavnik ne predaje isti predmet. Sudionici su naveli sljedeće sadržaje:

- „*Mislim da je VR za apstraktne sadržaje super, nisam pronašao bolji alat u ovom trenutku i Za prikazivanje sadržaja koje učenici s teškoćama u razvoju ne mogu doživjeti*“ (S1SŠ)
- „*Za sadržaje koji se mogu analizirati, gdje možemo vidjeti detalje koje u stvarnosti ne bi vidjeli*“ (S2SŠ)
- „*...za promatranje odnosa u prostoru,*“ (S3SŠ)
- „*...za konkretne opipljive modele*“ (S4VO)
- „*...za teško dostupna mjesta*“ (S5VO)
- „*...za vježbanje govorne produkcije nekog stranog jezika*“ (S6OO)
- „*...za stavljanje u položaj druge osobe*“ (S7OO)

Prema istraživanju Nicolaidou i sur (2020) VR tehnologija je učinkovita kod prijenosa nejasnih i teško shvatljivih koncepata. Do istog rezultata su došli i Luo i sur. (2021) koji navode kako je VR prikladniji za poučavanje apstraktnih pojmova, proceduralnog znanja i za autentično rješavanje problema. Također, Pantelidis (2009) daje nekoliko sugestija u kojim je situacijama dobro koristiti tehnologiju virtualne stvarnosti te kao i sudionici istraživanja navodi situacije kada je potrebna vizualizacija pojedinih pojava, svari, modela, kada želimo omogućiti učenicima da posjete udaljena mjesta te kada želimo omogućiti učenicima s teškoćama u razvoju priliku za izvođenje aktivnosti koju inače ne bi mogli izvesti. Isti autor navodi da je VR stvarnost dobro koristiti kada želimo motivirati učenike za određeni sadržaj i kada je stvarno

poučavanje nemoguće i opasno što nije vidljivo u odgovorima sudionika. Nadalje, jedna nastavnica je navela kako se VR tehnologija ne može koristiti za sve sadržaje pri čemu ističe: „*Ne može ga se koristiti baš kad ga se hoće koristit, nego to baš mora biti ciljano*“ (S6OO). Slično navodi i Pantelidis (2009) koji ističe da korištenje tehnologije virtualne stvarnosti nije prikladno za postizanje svih obrazovnih ciljeva, stoga je važno u skladu s kurikulumom predmeta odrediti situacije u kojima će tehnologija virtualne stvarnosti biti korisna, a kada njezina uporaba može biti nepotrebna.

U kontekstu podteme *Svladavanje ishoda* većina nastavnika smatra kako se korištenjem VR tehnologije mogu ostvariti obrazovni ishodi te neki nastavnici navode da su primijetili i bolje rezultate učenika:

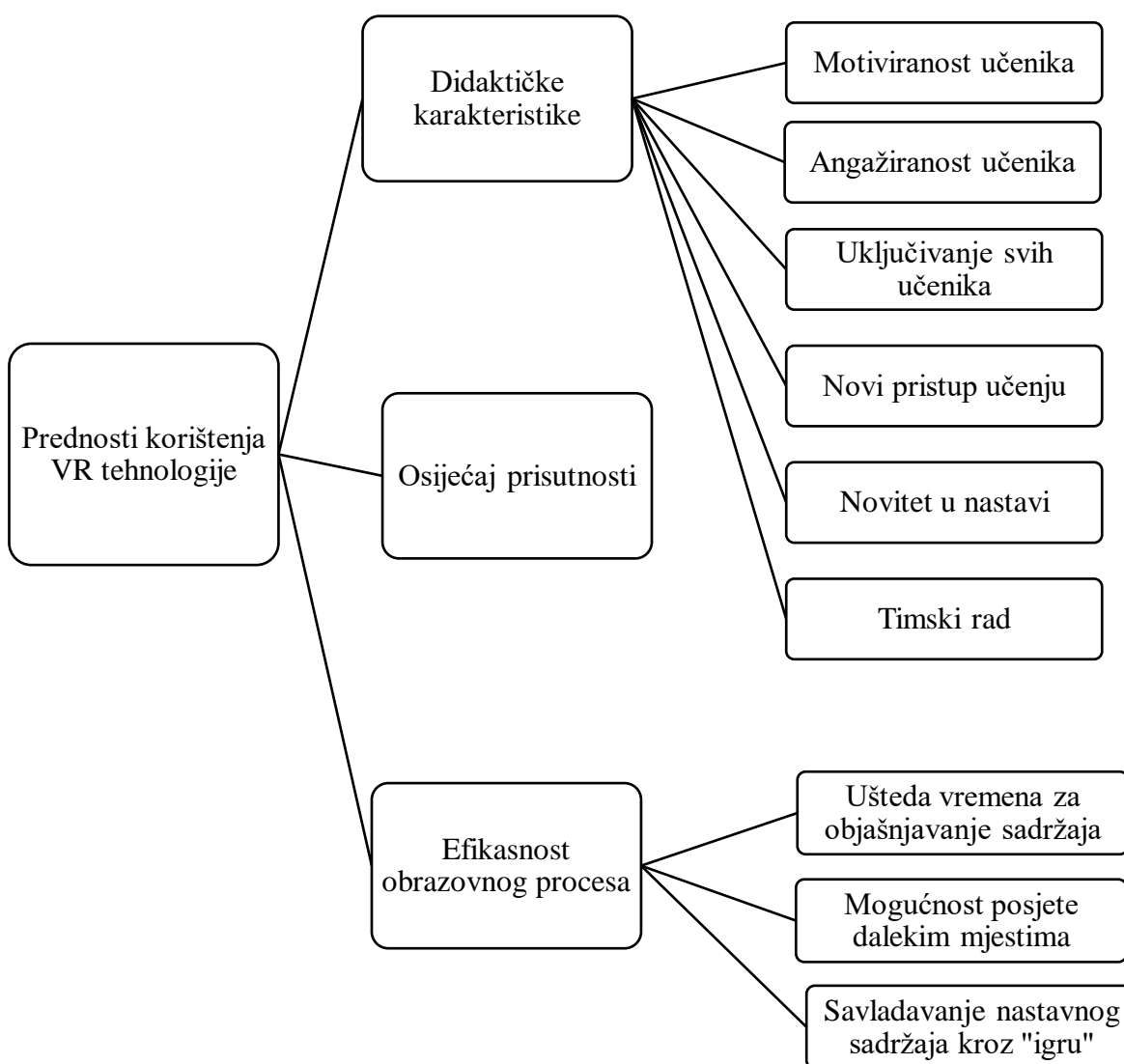
- „*Smatram da se željeni ishodi mogu dobro svladati te da su i rezultati bolji jer je veća motiviranost i angažiranost učenika*“ (S1SŠ),
- „*Ishodi se mogu vrlo konkretno ostvariti korištenjem VR-a...bolji su rezultati za tu konkretnu jedinicu*“ (S2SŠ),
- „*Ostvare se obrazovni ishodi, što se vidi na projektnim zadacima i kolokvijima*“ (S5VO),
- „*...mislim da ako se dobro osmisli sat, da se ishodi mogu dobro ostvariti*“ (S6OO).

Rezultati istraživanja također pokazuju da je VR bazirana učionica značajno poboljšala akademsko postignuće učenika osnovnih škola i motivaciju za prirodne znanosti (Liu i sur., 2022). Prema Khukalenko i sur. (2021) 79.73 % ispitanika smatra da korištenje VR-a u učionici poboljšava akademske rezultate, a Bower i sur. (2020) navode kako većina studenata, budućih nastavnika smatra kako bi im VR tehnologija mogla pomoći u savladavanju obrazovnih ishoda. Samo jedna nastavnica u ovom istraživanju je navela kako nije primijetila posebnu učinkovitost u svladavanju ishoda i u rezultatima učenika te ističe da: „*Ne bi rekla da je posebna učinkovitost svladavanja ishoda, možda da imamo dostupno brdo aplikacija...mislim da je jako zahtjevna priprema i da rezultat same priče nije baš*“ (S3SŠ).

Zadnja podtema su *Povratne informacije učenika* koje nastavnici dobiju nakon nastavnog sata na kojem su koristili VR tehnologiju. Svi nastavnici navode pozitivne povratne informacije, odnosno da učenici žele više takvih sadržaja, da im je sada puno jasniji sadržaj, da im je to potpuno novo iskustvo učenja. Samo je jedna nastavnica navela kako su se učenici žalili na premali broj VR naočala.

7.3. Prednosti korištenja VR tehnologije

Shematski prikaz 3: Prednosti korištenja VR tehnologije



Sljedeća tema se odnosi na Prednosti korištenja VR tehnologije, a u okviru nje se nalaze tri podteme: *Didaktičke karakteristike*, *Osjećaj prisutnosti* i *Efikasnost obrazovnog procesa*.

Kao prva podtema izdvajaju se *Didaktičke karakteristike*. Svi nastavnici percipiraju promjenu u motivaciji učenika te smatraju da su učenici motiviraniji kada se koristi VR tehnologija što se potkrepljuje iskazima:

- „Učenik koji inače samo sjedi na nastavi i ne pokazuje nikakav interes, ne postavlja pitanja, na satu kada smo koristili VR imao je sto pitanja i bio vidno oduševljen...učenike je danas teško motivirati onda je jedna takva inovacija odlična da se to postigne“ (S1SŠ),

- „VR zaokupi polaznike i više su motivirani...zanimljivo je bilo za vidjeti da su starije generacije 40 na više, više zainteresiranije od mlađih generacija“ (S7OO).

Osim motiviranosti nastavnici navode i angažiranost i bolji fokus učenika: „Aktivnost je osjetno veća kada se koristi VR...svi se uključuju“(S2SŠ), „Učenici bolje prate kada su motivirani i kada nešto dožive“ (S1SŠ). Ne iznenađuju dobiveni rezultati jer se povećana motiviranost i angažiranost u literaturi navode kao jedna od glavnih prednosti korištenja VR tehnologije u nastavi. Također, rezultati istraživanja pokazuju kako studenti koji su koristili VR tehnologiju svoju angažiranost, uronjenost u sadržaj, doživljaj i motiviranost procjenjuju većom u odnosu na kontrolnu skupinu koja nije koristila VR tehnologiju (Nicolaidou i sur., 2020; Zhang i sur., 2020). Zatim, nastavnici kao jedan od razloga zašto bi se odlučili implementirati VR tehnologiju u nastavni proces ističu veću motiviranost učenika (Jansen, 2020).

Nadalje, nastavnici navode kako je jedna od prednosti VR i to što je ta tehnologija novitet u nastavi i donosi: „...novi pristup učenju“ (S3SŠ) te „Kreativni način stjecanja znanja jer studenti „progledaju““ (S4VO). Jedna nastavnica iz obrazovanja odraslih je kao prednost VR tehnologije navela timski rad, odnosno suradnju među polaznicima: „...mlađi polaznici pomažu starijima što pridonosi boljoj suradnji“ (S6OO)

Sljedeća podtema je *Osjećaj prisutnosti*, većina nastavnika naglašava kako osjećaj prisutnosti ovisi o sadržaju VR-a, ali da učenici VR stvarnost doživljavaju kao stvarnost te je to jedna velika prednost ove tehnologije. Prema Gutiérrez i sur. (2008) glavni pokazatelj virtualne prisutnosti je kada se korisnici u virtualnom okruženju ponašaju na način kako bi se ponašali u sličnoj situaciji u stvarnom životu. U skladu s tim sudionici navode da njihovi učenici tijekom primjene VR tehnologije doživljavaju osjećaj prisutnosti što se potkrepljuje navedenim iskazima:

- „Vidite po tome jer se ljudi odjednom ukoče i jako polako hodaju jer su naprimjer blizu leda“ (S7OO),
- „Zaborave da su nasred razreda i potpuno su fokusirani na virtualnu stvarnost“ (S1SŠ).

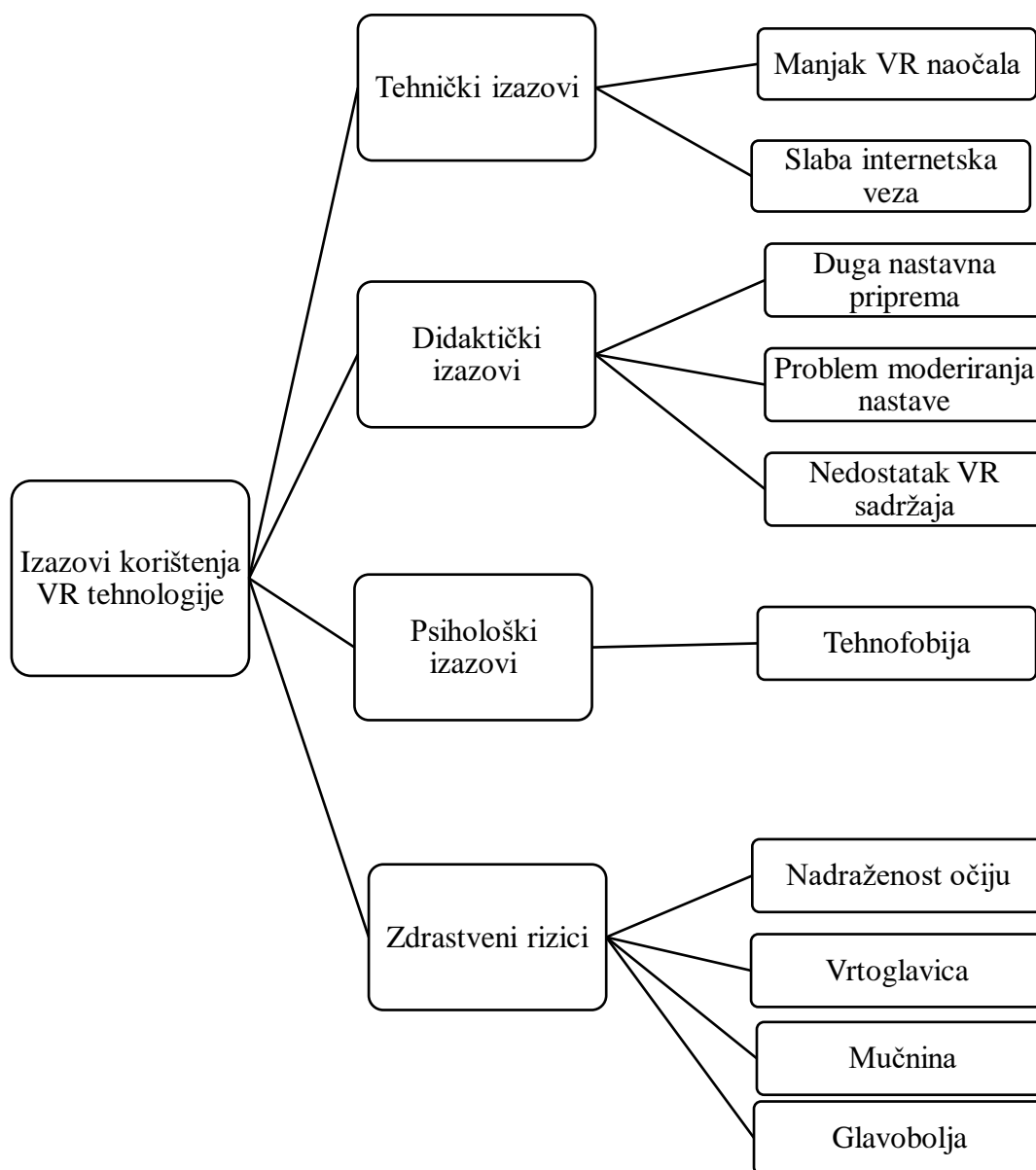
U kontekstu podteme *Efikasnosti obrazovnog procesa*, ističe se ušteda vremena za objašnjavanje pojedinih stvari: „VR mi olakša posao u demonstrativnom smislu“ (S1SŠ) i mogućnost posjete dalekim mjestima iz učionice „...htjela sam im omogućiti doživljaj udaljenog mjesta“ (S5VO). Dvije nastavnice iz srednje škole navele su kako učenici lakše svladaju gradivo jer VR tehnologiju percipiraju kroz igru što se može ilustrirati sljedećim iskazima:

- „ Zanimljivi im je, nemaju dojam učenja, nego dojam igranja te neke stvari nauče ne znajući“ (S2SŠ),
- „...njima je to analogija s igrom, zabavom pa ne služe da su nešto naučili u tome“ (S3SŠ).

Navedeni iskazi sukladni su s navodima iz prikazane literature gdje se navodi da se tehnologija virtualne stvarnosti najviše povezuje sa zabavom i videoigrama (Pandžić i sur., 2011), što potkrepljuju i rezultati istraživanja koji pokazuju kako većina učenika ima prethodna iskustva s korištenjem VR tehnologije te su se ta iskustva uglavnom odnosila na igranje igrica (Graeskei i Aspling Sjöberg, 2021). Također, rezultati istraživanja pokazuju kako bi budući nastavnici implementirali VR tehnologiju u svoju nastavu najviše zbog zabave koju pruža VR tehnologija, odnosno vjeruju da će učenici bolje sudjelovati i učiti u takvom opuštenom, interaktivnom okruženju (Bower i sur., 2020).

7.4. Izazovi korištenja VR tehnologije i preporuke

Shematski prikaz 4: Izazovi korištenja VR tehnologije



Zadnja tema usredotočena je na *Izazove korištenja VR tehnologije i preporuke* za nastavnike koji će tek u svoj nastavni proces implementirati VR tehnologiju. Izazovi korištenja VR tehnologije mogu se podijeliti u četiri kategorije: *Tehnički izazovi*, *Didaktički izazovi*, *Psihološki izazovi* i *Zdravstveni rizici*.

Prva podtema su *Tehnički izazovi*, a kao najveći tehnički izazov svi nastavnici srednjih škola i jedan nastavnik iz visokog obrazovanja ističu premali broj dostupnih naočala za tehnologiju VR: „*Veliki problem je manjak naočala i to koliko treba da se učenici zamijene, jedan skine opremu drugi stavi*“ (S2SŠ). Zanimljivo je kako se pregledom dostupnih

istraživanja nastavnici/ učenici nisu žalili na premalen broj VR opreme, dok je pet od sedam ispitanika u ovom istraživanju to prepoznalo kao veliki nedostatak. Mogući razlog tome su veliki broj učenika u razredima te činjenica da je VR tehnologija i dalje dosta skupa. S druge strane jedna nastavnica u obrazovanju odraslih navodi da mali broj VR naočala nije problem u obrazovanju odraslih: „*U obrazovanju odraslih grupe su manje tako da je to puno lakše provesti s manje uređaja, nije to isto kad imate trideset učenika u prostoriji ili kad ih imate u obrazovanju odraslih na primjer 8 do 12, to je puno lakše organizirati*“ (S700). Dvije nastavnice su istaknule kako se s drugim tehničkim izazovima, osim manjka naočala za VR nisu susrele jer su se dobro pripremile prije nastavnog sata što se potkrepljuje navodima:

- „*Nisam se susrela s tehničkim izazovima jer sam ih sve pokušala predvidjeti napunila sam uređaje, provjerila internetsku vezu i tako*“ (S2SŠ),
- „*više-manje ne, nisam ništa prepustila slučaju, sve sam po PS-u napravila*“ (S4VO).

Nastavnik (S1SŠ) navodi kako se ponekad zna dogoditi da se naočale isprazne ili da se zamrzne slika zbog slabe internetske veze. Nadalje, jedna nastavnica je istaknula kako joj se dogodilo da je morala preskočiti i izmisliti novi zadatak u trenu zbog nemogućnosti rješavanja zadatka u VR-u „*Nisam znala riješiti dio zadatka jer je predmet koji nam je trebao u virtualnom svijetu nestao, a nismo imali vremena za ponovo pokretanje*“ (S600).

Iduća podtema su *Didaktički izazovi* te kao jedan od velikih izazova većina nastavnika navodi zahtjevnu pripremu za nastavni sat². Osim toga javljaju se izazovi i kod moderiranja nastave:

- „*Problem je kad navodiš učenika, a on ode u potpuno krivom pravcu, ako se nema projekcija istovremeno ne vidi se što učenik radi*“ (S1SŠ),
- „*Učenici imaju pet tisuća pitanja, ti dok njima objašnjavaš pol ih sluša pol ih niš ne čuje, onda dok zamijene naočale, dajte nama pokažite kak to ide i to je dosta zahtjevno*“ te ista nastavnica navodi da „*nakon takvog sata čovjek je potpuno iscrpljen*“ (S3SŠ)

Nadalje, svi nastavnici su naveli kako ne postoji puno sadržaja za VR te imaju dostupno jednu do tri nastavne jedinice koju mogu održati putem VR tehnologije: „*...nema puno sadržaja za VR...kada bi mi imali jako puno materijala onda bi se moglo pričati o učinkovitosti*“ (S3SŠ).

Također, i u istraživanjima drugih autora nastavnici kao jedan od nedostataka VR slavnosti navode manjak VR sadržaja (Jansen, 2020; Graeske i Aspling Sjöberg, 2021).

² Analizirano pod temom *Nastavni sat uz primjenu VR tehnologije*, podtema *Priprema za nastavni sat*

U okviru podteme *Psihološki izazovi*, obje nastavnice iz obrazovanja odraslih su navele da se ponekad polaznici boje i ne žele koristiti VR tehnologiju: „...*jer se boje da će nešto pokvariti, boje se novog*“ (S7OO). Navedeno, Hogan (2008) naziva tehnofobija, odnosno strah prema naprednim ili novim tehnologijama koji nastaje zbog zabrinutosti oko negativnih učinka novih tehnologija, a manifestira se kroz izbjegavanje korištenja određenih tehnologija. Osim straha od novih tehnologija, jedna nastavnica (S6OO) jeavela kako je njezina polaznica odbila koristiti VR tehnologiju jer je sadržaj bio povezan s visinom od koje ona ima strah.

U kontekstu zdravstvenih rizika, svi nastavnici su bili upoznati s mogućim nuspojavama (glavobolja, mučnina, vrtoglavica, nadražnost očiju) prekomjernog korištenja VR tehnologije te je pet od sedam nastavnika primijetilo da VR tehnologija kod učenika izaziva navedene simptome, no najčešće se spominje naprezanje očiju.

- „*Mali broj učenika je prijavio osjetljivost očiju, nelagodu, rijetko vrtoglavicu, ali ponavljam jako mali broj učenika prijavljuje te probleme, dosta naših učenika ima i VR kod kuće*“ (S1SŠ),
- „*Manjina je osjetila vrtoglavicu i glavobolje*“ (S5VO),
- „*Neke osobe uvijek kažu da im je slabo, neke tu i tamo...tome doskočimo tako da ograničimo vrijeme koje je netko u VR-u*“ (S7OO).

Balienson (2018) ističe kako je kod većine VR naočala ekran je smješten 5 do 10 centimetara od očiju korisnika, ta udaljenost omogućuje korisnicima široko vidno polje što pridonosi osjećaju uronjenosti u virtualno okruženje, ali isto tako može predstavljati napor za oči. U istraživanju kojeg su proveli Zhang i sur. (2020) mali broj učenika koji su koristili VR tehnologiju je naveo da je VR tehnologija zamorna za oči i te predlažu da se poboljša rezolucija ekrana i zaštita očiju. Također, Rezultati istraživanja kojeg je proveo Lucas (2018) pokazuju da je tijekom korištenja VR tehnologije 44 % studenata je osjetilo blagu nelagodu uzrokovanu naprezanjem očiju, 11 % studenata osjetilo je blagu vrtoglavicu dok je 1 student osjetio jaku vrtoglavicu te je morao prestati sa simulacijom. Zbog mogućnosti pojave različitih simptoma jedan sudionik ističe da je : „*Važno učenicima prije korištenja objasniti moguće negativne efekte*“ (S1SŠ). Jedna nastavnicaavela je da što su kvalitetnije naočale manji su simptomi: „...*kako tehnologija napreduje, što su bolje VR naočale to su manje nuspojave*“ (S4VO). Dugo kašnjenje između pokreta i prikaza slike jedan je od razloga zašto korisnici osjećaju mučninu, glavobolju i vrtoglavicu, a s napretkom tehnologije rezolucija ekrana je bolja i slika prati pokrete tijela te su moguće nuspojave svedene na minimum (Yang i sur., 2023). Nadalje, dvije

nastavnice do sada nisu primijetile navedene simptome kod svojih učenika te smatraju da je to zbog kratkog korištenja VR tehnologije:

- „...za sad učenici nisu osjećali te simptome, svaki učenik je bio u VR-u 10 do 15 minuta, ne više“ (S2SŠ),
- „ja to nisam dozvolila, ograničila sam korištenje“ (S3SŠ).

U literaturi se također navodi kako je važno ograničiti korištenje VR tehnologije te da se ne bi trebala primjenjivati duže od 20 minuta bez kratke pauze jer se preopterećuju osjetila što može izazvati razne tjelesne simptome poput mučnine, glavobolje i vrtoglavice (Balienson, 2018). Ista nastavnica koja nije primijetila negativne efekte (S3SŠ) kod učenika navodi da je VR zdravstveno poprilično riskantan, ne za učenike koliko za moderatora: „Bila sam s njima četiri nastavna sata i sad svako malo, ja ne znam, joj profesorice pokažite nam, ja sam toliko stavljala naočale na svoju glavu u tih 4 sata da sam ja završila s migrenom nakon toga“ (S3SŠ).

Za kraj su izdvojene preporuke sudionika za nastavnike koji tek planiraju u svoj nastavni proces implementirati VR tehnologiju:

- „preporučam svima da probaju jer na taj način može obogatiti nastavu, motivirati učenike i da će učenici dobiti drugačiju percepciju nastave i njega kao nastavnika...sigurno će nekim učenicima pomoći da svladaju gradivo“ (S1SŠ)
- „Probati! Ne bojati se, sve je savladivo, VR tehnologija je jednostavna, a puno toga se može postići“ (S2SŠ)
- „Da se pripreme na jednu zahtjevniju pripremu, na to da je to strašno iscrpljujuće i da moraju imati informatičku podršku“ (S3SŠ)
- „Postoji bauk od tehnologije da će tehnologija zamijeniti čovjeka, ja mislim da trebamo biti prijatelji s tehnologijom i koristiti ju u najbolje svrhe...jer na taj način novim generacijama možemo pomoći ne samo da budu tehnološki pismena generacija, nego da budu pametna generacija“ (S4VO)
- „Potrebno je dobro promisliti što žele od te tehnologije“ (S5VO)
- „...da ih ne uplaše tehnikarije, da se dobro pripreme i da svakako koriste jer to unosi neku novu dimenziju na nastavu“ (S6OO)
- „da vide tko im može pomoći u ustanovi ili izvan nje, da se pripreme i da probaju proći sve korake sami od paljenja do kraja ...kao i sve nećete znati voziti auto ako niste probali!“ (S7OO)

Preporuke sugeriraju da bi nastavnici trebali biti otvoreni za korištenje VR tehnologije, da prepoznaju i iskoriste njezine prednosti, jasno postave ciljeve i temeljito se pripreme za

nastavu. Uz to, da razmišljaju o tehnologiji kao alatu za unapređenje nastave, a ne kao prijetnji te da se ne boje tražiti pomoć i podršku.

8. ZAKLJUČAK:

Tehnologija virtualne stvarnosti u obrazovanju predstavlja inovativni alat koji učenicima omogućuje vizualizaciju složenih koncepata i simulaciju stvarnih iskustava u kontroliranim uvjetima, čime se obogaćuje proces učenja i potiče dublje razumijevanje gradiva. Pritom nastavnici imaju ključnu ulogu jer prilagođavaju i implementiraju VR sadržaje prema obrazovnim ciljevima i potrebama svojih učenika. Unatoč tome što nastavnici imaju ključnu ulogu tijekom primjene VR tehnologije u nastavi, nerijetko se u stranim, a posebice u domaćim istraživanjima ispituju njihova iskustva tijekom primjene VR tehnologiju u nastavi. Stoga je cilj ovog rada bio pružiti uvid u iskustva nastavnika tijekom primjene VR tehnologije u nastavi kako bi se pridonijelo boljem razumijevanju njihovih potreba i izazova s kojima se susreću prilikom uvođenja VR tehnologije u obrazovne institucije.

Prvo istraživačko pitanje glasilo je „*Što je nastavnike potaknulo na implementaciju VR tehnologije u nastavi?*“. Rezultati istraživanja upućuju na to da je većina nastavnika u svoju nastavu odlučila implementirati VR tehnologiju kako bi unaprijedili određeni segment svog nastavnog procesa, odnosno kako bi učenicima pružili inovativna rješenja koja obogaćuju njihovo učenje i čine obrazovni proces učinkovitijim. Drugo istraživačko pitanje bilo je usmjereno na pripremu za nastavni sat uz pomoć VR tehnologije. Rezultati istraživanja pokazuju kako nastavnici smatraju da je priprema za nastavni sat uz primjenu VR tehnologije zahtjevnija i da oduzima puno vremena jer je uz klasičnu pripremu zadataka za nastavni sat potrebna i tehnička priprema uređaja i učionice. Treće istraživačko pitanje odnosilo se na izazove s kojima se susreću nastavnici tijekom primjene VR tehnologije u nastavi. Nastavnici se susreću s različitim izazovima koji se mogu grupirati u tehničke, didaktičke, psihološke i zdravstvene izazove. Tehnički izazovi odnose se na manjak VR tehnologije koja je dostupna nastavnicima i slabu internetsku vezu. S druge strane didaktički izazovi odnose se na složenu nastavnu pripremu, nedostatak VR sadržaja i poteškoće u moderiranju nastave zato što nastavnici nemaju mogućnost vidjeti istovremeno što vide učenici u virtualnoj stvarnosti, a to im otežava davanje uputa. Psihološki izazovi odnose se na strah od korištenja novih tehnologija, a zdravstveni se odnose na nuspojave koje može izazvati VR tehnologija. Četvrto istraživačko pitanje odnosilo se na prednosti VR tehnologije koje percipiraju nastavnici. Analiza prikupljenih podataka pokazuje da nastavnici smatraju da primjena VR tehnologije u nastavi donosi brojne prednosti, a najviše izdvajaju povećanu motivaciju i povećanu angažiranost učenika. Osim toga, osjećaj prisutnosti koji VR tehnologija pruža, omogućava učenicima doživljaj situacija i okruženja kao da su stvarni, što doprinosi boljem razumijevanju i usvajanju

gradiva. Također, nastavnici navode da VR tehnologija doprinosi efikasnosti obrazovnog procesa jer olakšava demonstraciju složenih koncepata i omogućava učenicima da kroz igru i zabavu usvoje nova znanja. Zadnje istraživačko pitanje je glasilo „*Kako nastavnici procjenjuju učinkovitost virtualne stvarnosti u savladavanju obrazovnih ishoda*“. Nastavnici smatraju da se korištenjem VR tehnologije mogu ostvariti obrazovni ishodi te neki nastavnici navode da su primijetili i bolje rezultate učenika. Konkretno, neki su nastavnici primijetili poboljšanja u projektnim zadacima i ispitima svojih učenika nakon implementacije VR tehnologije. Kroz specifična pitanja dobiven je odgovor na temeljno istraživačko pitanje koje glasi „*Kakvo je iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi?*“. Iskustvo nastavnika tijekom primjene VR tehnologije je uglavnom pozitivno te nastavnici prepoznaju potencijal VR tehnologije u obogaćivanju obrazovnog procesa. Međutim, suočavaju se s izazovima vezanim uz tehničku složenost i zahtjevnu pripremu, što ukazuje na potrebu za dodatnom podrškom kako bi se olakšala implementacija i uporaba VR tehnologije u obrazovanju.

Važno se osvrnuti i na ograničenja ovog istraživanja. Tijekom provedbe ovog istraživanja nije se uzimalo u obzir koliko staru opremu za virtualnu stvarnost su primjenjivali sudionici ovog istraživanja. VR tehnologija kupljena prije pet godina i sada uvelike se razlikuje u kvaliteti, stoga bi kvaliteta VR tehnologije moga utjecati na iskustvo nastavnika jer noviji modeli VR tehnologije mogu pružiti korisnicima mnogo realističnije i interaktivnije iskustvo, a veća brzina procesora i bolja kvaliteta slike mogu smanjiti zdravstvene smetnje poput mučnine i vrtoglavice. Osim toga, nije se uzelo u obzir koju su vrstu VR naočala (mobilne VR naočale, VR naočale koje imaju vlastiti ekran, ali zahtijevaju vanjski uređaj poput računala ili samostalne VR naočale) koristili sudionici što također može utjecati na iskustvo nastavnika tijekom primjene VR tehnologije u nastavi. Sljedeće ograničenje, vezano je za sudionike istraživanja, odnosno svaki sudionik ovog istraživanja bavi se drugačijim područjem, odnosno ni jedan nastavnik ne predaje isti predmet. Tehnologija virtualne stvarnosti nije pogodna za sve sadržaje, moguće je da se i iskustva razlikuju s obzirom na znanstveno područje. Iduće ograničenje odnosi se na VR sadržaj. U ovom istraživanju pojedini nastavnici sudjelovali su u izradi VR sadržaja kojeg su koristili u nastavi, dok su drugi dobili gotov VR sadržaj na korištenje, navedeno se nije uzelo u obzir tijekom ovog istraživanja, a moglo bi se odraziti na iskustva nastavnika. Zadnje ograničenje odnosi se na manji broj pronađenih prikladnih izvora literature, budući da se radi o razmjerno novoj temi koja se istraživački uglavnom na sličan način perpetuira u različitim zemljama. Iz istaknutih ograničenja proizlaze preporuke za buduća istraživanja koja će se baviti iskustvom nastavnika ili učenika tijekom primjene VR tehnologije

u nastavi. Predlaže se da se uzme u obzir godina proizvodnje, odnosno starost i vrsta VR tehnologije kako bi se moglo utvrditi mijenjaju li se iskustva korisnika ovisno o kvaliteti i vrsti VR tehnologije. Nadalje, predlaže se da se odvojeno istraživanje provede primjerice s nastavnicima s društvenog, humanističkog, STEM ili nekog drugog područja kako bi se prikupila iskustva nastavnika iz specifičnog područja. Osim toga, preporučuje se da se u budućim istraživanjima uzme u obzir jesu li nastavnici imali priliku sudjelovati u izradi VR sadržaja ili ne kako bi se utvrdilo odražava li se taj segment na iskustvo nastavnika tijekom primjene VR tehnologije. Također, predlaže se i provođenje kvantitativnog istraživanja koje bi moglo obuhvatiti veći broj sudionika, čime bi se dobio širi i detaljniji pregled iskustva nastavnika tijekom primjene VR tehnologije u nastavi. Nalazi ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za razvoj mjernih instrumenata jer pružaju uvid u specifične aspekte iskustva nastavnika. Primjerice rezultati ovog istraživanja pokazuju kako nastavnici smatraju da je priprema za nastavni sat uz primjenu VR tehnologije zahtjevna jer oduzima puno vremena, kroz kvantitativno istraživanje bi se moglo ispitati u kojoj mjeri i koliko često nastavnici doživljavaju pripremu za nastavni sat zahtjevnom te koji čimbenici najviše doprinose toj percepciji. Uz to, bilo bi dobro ispitati iskustva učenika, odnosno polaznika nakon primjene VR tehnologije na nastavi, kako bi se moglo prikazati kakvo je njihovo iskustvo te provjeriti postoje li razlike u iznesenim iskustvima s obzirom na dob.

Neminovno je da VR tehnologija napreduje svakog dana i postaje sve kvalitetnija i dostupnija, stoga je važno nastaviti provoditi istraživanja kako bi se utvrdile mogućnosti i otkrili izazovi koji će pomoći nastavnicima da maksimalno iskoriste potencijal VR tehnologije u nastavi.

POPIS TABLICA I SLIKA

Popis tablica

Tablica 1: Informacije o sudionicima istraživanja	29
---	----

Popis slika

Slika 1 Crowderov stroj za učenje (Šoljan, 1972).....	5
Slika 2: Sensorama (Bernard, 2023).....	9
Slika 3: Prve naočale za virtualnu stvarnost korištene za obuku astronauta (Preuzeto s: National Air and Space Museum)	10
<i>Slika 4: "Google Cardboard" (Linowes i Schoen 2016).</i>	11
Slika 5: Naočale za virtualnu stvarnost i kontroleri pokreta (Barnett i Abraham, 2024)	11

LITERATURA

1. Bailenson, J. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton & Company.
2. Barnard, M. (2023, veljača 20). *History of VR – Timeline of Events and Tech Development – VirtualSpeech*. Virtual Speech. <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>
3. Barnett, B., i Abraham, D. (2024, travanj 17). *Best VR Headset in 2024*. ING. <https://www.ign.com/articles/best-vr-headset>
4. Bates, A. W. (2015). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning*. BCampus.
5. Bates, T., Poole, G. (2003) *Effective Teaching with Technology in Higher Education*. Jossey-Bass.
6. Berkman, M.I. (2018). History of Virtual Reality. U: N. Lee (Ur.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (str. 169-176). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_169-1
7. Bezić, K. (1983). *Tehnologija nastave i nastavnik*. Pedagoško-književni zbor.
8. Bower, M., DeWitt, D., & Lai, J. W. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2215-2233. <https://doi.org/10.1111/bjet.13009>
9. Chu, L., Chen, W., Tan, Y., & Zheng, S. (2019). Rebuilding the experience: Extended reality (XR) technology and its education application outlook: Also discuss the trend of "education and new technology integration." *Journal of Distance Education*, 1, 17–31. https://www.researchgate.net/publication/357448911_Extended-Reality-Its-Impact-on-Education
10. Cross, A. (2023, studeni 9). *Council post: The evolution of virtual reality: exploring the past, present and future*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/11/09/the-evolution-of-virtual-reality-exploring-the-past-present-and-future/>
11. Nova era obrazovanja - Culex. (2020, siječanj 24). *Veleučilište "Lavoslav Ružička" iz Vukovara prvo je veleučilište koje je nadogradilo svoj obrazovni proces implementirajući virtualnu stvarnost u obrazovanje svojih studenata*. Culex. <https://culex.hr/nova-era-obrazovanja/>

12. Dinc, E. (2019). Prospective teachers' perceptions of barriers to technology integration in education. *Contemporary Educational Technology*, 10(4), 381-398.
<https://doi.org/10.30935/cet.634187>
13. Donally, J. (2023, kolovoz 1). *The Future of Augmented and Virtual Reality in Education*. Fetec. <https://blog.fetec.org/the-future-of-augmented-and-virtual-reality-in-education/>
14. Dyer, E., Swartzlander, B. & Gugliucci, M. R. (2018). Using Virtual Reality In Medical Education To Teach Empathy. *Journal of the Medical Library Association*, 106 (4), 498-500. https://www.researchgate.net/publication/328041116_Using_virtual_reality_in_medical_education_to_teach_empathy#full-text
15. *VR in Vocational Education*. (2020). Erasmusvr.eu. <http://erasmusvr.eu/kroatisch/>
16. Europska komisija. (2021). *Akcijski plan za digitalno obrazovanje 2021–2027.: Prilagodba obrazovanja i osposobljavanja digitalnom dobu*. Ured za publikacije EU <https://education.ec.europa.eu/hr/akcijijski-plan-za-digitalno-obrazovanje-2021-2027>
17. *VR na FMTU Opatija – Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu*. (2023). Uniri.hr. <https://fthm.uniri.hr/vr-na-fmtu-opatija/>
18. Glavan, M. (2023, prosinac 1). *Na Pomorskom fakultetu u Rijeci otvoren Laboratorij virtualne i proširene stvarnosti*. Novi list. <https://www.novilist.hr/ostalo/sci-tech/znanost/na-pomorskom-fakultetu-u-rijeci-otvoren-laboratorij-virtualne-i-prosirene-stvarnosti/>
19. Graeske, C., & Sjöberg, S. A. (2021). VR-Technology in Teaching: Opportunities and Challenges. *International Education Studies*, 14(8), 76-83.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1309404>
20. Hansen, C. D., i Johnson, C. R. (2011). *Visualization handbook*. Elsevier.
<https://archive.org/details/visualizationhan0000char>
21. Hechter, R. P., & Vermette, L. A. (2013). Technology integration in K-12 science classrooms: an analysis of barriers and implications. *Themes in science and technology education*, 6(2), 73-90. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1131093>
22. Hogan, R. (2008). *Technophobia: The psychological impact of information technology*. *Information Systems Journal*, 18(2), 169-184.
https://books.google.hr/books/about/Technophobia.html?id=f1GGAgAAQBAJ&redir_esc=y

23. Hooper, S., & Rieber, L. P. (1995). Teaching with technology. *Teaching: Theory into practice*, 2013, 154-170.
24. Jansen, C. J. (2020). *Exploring Attitudes towards Augmented or Virtual Reality for Biology and Mathematics Teachers in Dutch Secondary Education* (Master's thesis). Utrecht University. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/36190>
25. Khukalenko, I. S., Kaplan-Rakowski, R., An, Y., et al. (2022). Teachers' perceptions of using virtual reality technology in classrooms: A large-scale survey. *Educational Technology & Society*, 27(3), 11591–11613. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11061-0>
26. Laghari, A., Jumani, A. K., Kumar, K., & Chhajro, M. A. (2021). Systematic Analysis of Virtual Reality & Augmented Reality. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*. <https://www.mecs-press.org/ijieeb/ijieeb-v13-n1/IJIEEB-V13-N1-4.pdf>
27. Lege, R., & Bonner, E. (2020). Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge. *Jalt Call Journal*, 16(3), 167-180. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1289874>
28. Linowes, J. i Schoen, M. (2016). *Cardboard vr projects for android*. Packt Publishing Ltd.
29. Liu, R., Wang, L., Koszalka, T. A., & Wan, K. (2022). Effects of immersive virtual reality classrooms on students' academic achievement, motivation and cognitive load in science lessons. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1422-1433. <https://doi.org.ezproxy.nsk.hr/10.1111/jcal.12881>
30. Lucas, J. (2018). Student perceptions and initial response to using virtual reality for construction education. *In Proceedings of the 54th ASC Annual International Conference*. <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2018/paper/CERT101002018.pdf>
31. Luo, H., Li, G., Feng, Q., Yang, Y., & Zuo, M. (2021). Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 887-901. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jcal.12538>
32. Ljevnaić, I. (2022, lipanj 1). *Projekt "Virtualna stvarnost u Bibliobusu"*. Škole.hr. <https://www.skole.hr/projekt-virtualna-stvarnost-u-bibliobusu/>
33. Mario A. Gutiérrez A., Vexo, F., i Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. Springer. <https://pdfroom.com/books/stepping-into-virtual-reality/0q2JQkDRgxE>

34. Marr, B. (2020, prosinac 18). *The future of virtual reality (VR)*. Forbes.
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/12/18/the-future-of-virtual-reality-vr/>
35. Math Reality (2018). *Vodič kroz virtualnu stvarnost u obrazovanju* (Srednja škola Ivanec). http://www.ss-ivanec.hr/images/Brosura_VR_u_obrazovanju.pdf
36. Matijević, A. (2000). *Leksikon temeljnih pedagoških pojmova*. EDIP.
37. Matijević, M. i Topolovčan, T. (2017). Izazovi i trendovi u multimedijskoj didaktici. *Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru*, 11, 87-99.
<https://doi.org/10.21857/mjrl3uxqz9>
38. Matto, S. (2022. rujan 6). *Virtual Reality: The Promising Future of Immersive Technology*. <https://www.g2.com/articles/virtual-reality>
38. McKnight, K., O'Malley, K., Ruzic, R., Horsley, M. K., Franey, J. J., & Bassett, K. (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology to improve student learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), 194-211.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1175856>
39. Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). *Virtual Reality Technology and Applications*. Springer Dordrecht
40. Mužić, V. (1973). *Kompjutor u suvremenoj nastavi*. Školska knjiga
41. National Air and Space Museum. (bez datuma). *Headset, virtual reality, prototype*. Airandspace. https://airandspace.si.edu/collection-objects/headset-virtual-reality-prototype/nasm_A19970613000
42. Nicolaidou, I., Pissas, P., & Boglou, D. (2020). Comparing immersive Virtual Reality to mobile applications in foreign language learning in higher education: a quasi-experiment. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2001-2015.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1870504>
43. Pandžić, I. S., Pejša, T., Matković, K., Benko, H., Čereković, A., i Matijašević, M. (2011). *Virtualna okruženja: Interaktivna 3D grafika i njene primjene*. Element.
44. Pantelidis, V. S. (2009). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in science and technology education*, 2, 59-70.
https://www.researchgate.net/publication/268002587_Reasons_to_Use_Virtual_Reality_in_Education_and_Training_Courses_and_a_Model_to_Determine_When_to_Use_Virtual_Reality
45. Poljak, V. (1982). *Didaktika*. Školska knjiga

46. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Gütl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. M. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: *Computers & Education*, 95, 309-327.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
47. Rodek, S. (1986). *Kompjutor i suvremena nastavna tehnologija*. Školske novine.
48. Rogers, S. (2019, lipanj 21). *2019: The year virtual reality gets real*. Preuzeto 12.4.2024. s <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/06/21/2019-the-year-virtual-reality-gets-real/>
49. Sherman, W. R., i Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality*. Morgan Kaufmann Publishers.
50. Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British journal of psychology*, 109(3), 431-433. <https://publicationslist.org/data/melslater/ref-344/bjop.12305.pdf>
51. Slater, M., Gonzalez-Liencre, C., Haggard, P., Vinkers, C., Gregory-Clarke, R., Jelley, S., Watson, Z., Breen, G., Schwartz, R., Steptoe, W., Szostak, D., Halan, S., Fox, D., & Silver, J. (2020). The Ethics of Realism in Virtual and Augmented Reality. *Frontiers in Virtual Reality*.
https://www.researchgate.net/publication/339649700_The_Ethics_of_Realism_in_Virtual_and_Augmented_Reality
52. Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). Metaverse roadmap: pathways to the 3D web. Metaverse: a cross-industry public foresight project.
https://www.academia.edu/266307/A_Metaverse_Roadmap_Pathways_to_the_3D_Web_2007
53. Srednja škola Ludbreg. (bez dat.). *VR EDU*. <https://ssludbreg.hr/erasmus/>
54. Sruthy (2024, ožujak 9). *What Is Virtual Reality And How Does It Work*.
https://www.softwaretestinghelp.com/what-is-virtual%20reality/#Virtual_Reality_Hardware_And_Software
55. Stankov, S., Pilić, Š., & Tomaš, S. (2001). Računalo kao obrazovna tehnologija: Stavovi sudionika nastavnog procesa. *Informatologia*, 34(4), 232-236.
<https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/739126>
56. Stavroulia, K. E., & Lanitis, A. (2019). Enhancing Reflection and Empathy Skills via Using a Virtual Reality Based Learning Framework. *International journal of emerging technologies in learning*, 14(7). <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i07.9946>

57. Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
58. Šoljan, N. N. (1972). *Nastava i učenje uz pomoć kompjutera*. Pedagoško-književni zbor.
59. Šoljan, N. N. (1973). *Programirana nastava i nastava uz pomoć kompjutera*. Birografika
60. Švajcer, V. (1989). *Organizacija nastave*. Fakultet industrijske pedagogije.
61. Tonković, A., Pongračić, L., & Vrsalović, P. (2020). Djelovanje pandemije Covid-19 na obrazovanje diljem svijeta. *Časopis za odgojne i obrazovne znanosti Foo2rama*, 4(4), 121-134. <https://hrcak.srce.hr/file/365925>
62. Tuta, J. (2023). *Procjena utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta* (Doktorski rad). Sveučilište Sjever. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:095661>
63. Virtual Reality Society. (2017, prosinac 8). *Who coined the term "virtual reality"?*. WRS. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/who-coined-the-term.html>
64. Vlahov, D. (2024). *Perspektive korištenja tehnologije virtualne i proširene stvarnosti u visokoškolskom obrazovanju u Republici Hrvatskoj* (Doktorski rad). Sveučilište u Zagrebu. Preuzeto s <https://dr.nsk.hr/islandora/object/ufzg%3A4455>
65. VR4LL. (bez dat.). *What is VR for Language Learning?* Vr4ll.com. <https://vr4ll.com/#team>
66. Vukšan, B., i Krstinić, M. (2020). Korištenje virtualne i proširene stvarnosti na nastavi engleskog jezika. *Politehnika i dizajn*, 8(01). <https://polytechnicanddesign.tvz.hr/index.php/ojs/article/view/331/30301>
67. Wang, A., Thompson, M. M., Bilgin, C. U., i Klopfer, E. (2021). *Authenticity, Interactivity, and Collaboration in Virtual Reality Games: Best Practices and Lessons Learned*. *Frontiers in Virtual Reality*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.734083/full>
68. Wells, T., & Miller, G. (2020). Teachers' Opinions About Virtual Reality Technology in School-based Agricultural Education. *Journal of Agricultural Education*. <https://doi.org/10.5032/jae.2020.01092>
69. Yang, Y., Zhong, L., Li, S., & Yu, A. (2023). Research on the Perceived Quality of Virtual Reality Headsets in Human–Computer Interaction. *Sensors*, 23(15), 6824. <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/15/6824>

70. Yildirim, G., Elban, M., & Yildirim, S. (2018). Analysis of the use of virtual reality technologies in history education: A case study. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2), 62-69. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2018.42.62.69>
71. Zhang, H., Yu, L., Ji, M., Cui, Y., Liu, D., Li, Y., Liu, H., & Wang, Y. (2020). Investigating high school students' perceptions and presences under VR learning environment. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 635-655. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1709211>
72. Zhang, W., i Wang, Z. (2021). Theory and practice of VR/AR in K-12 science education—a systematic review. *Sustainability*, 13(22), 12646. <https://doi.org/10.3390/su132212646>

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Protokol za intervju

PROTOKOL INTERVJUA

Na početku Vas još jedanput srdačno pozdravljam te Vam želim zahvaliti što ste pristali sudjelovati u ovom istraživanju. Zovem se Daria i u sklopu svog diplomskog rada bavim se temom Poučavanje uz primjenu virtualne stvarnosti u nastavi u želji da istražim i dobijem dublji uvid u iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi. Još jednom napominjem da će se podaci dobiveni intervjuom koristiti isključivo za pisanje diplomskog rada i ni u koje druge svrhe. Radi potrebe analize podataka intervju će se snimati i pohraniti na audio uređaj za snimanje te će se podaci kasnije transkribirati. Sudjelovanje u intervjuu je anonimno i dobrovoljno te sve informacije koje podijelite ostaju povjerljive. Vaši odgovori analizirati će se pod šifrom koja se neće moći povezati s Vašim stvarnim identitetom. Planirano trajanje intervju je oko 30 minuta te Vas molim da iskreno odgovarate na pitanja. Od istraživanja možete odustati u bilo kojem trenutku

- Kada ste se prvi puta susreli s tehnologijom virtualne stvarnosti? Kada ste tehnologiju virtualne stvarnosti počeli primjenjivati u nastavi?
- Što vas je potaknulo da implementirate tehnologiju virtualne stvarnosti u nastavu?
- Na koji način se pripremate za sat kada planirate koristiti tehnologiju virtualne stvarnosti.
- Na koji način prilagođavate metode poučavanja tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi? Koje strategije koristite kako bi iskoristili maksimalni potencijal ove tehnologije?
- U kojim situacijama se odlučujete koristiti virtualnu stvarnost? Za kakve nastavne sadržaje je prema vama najbolje koristiti tehnologiju virtualne stvarnosti?
- Kako bi opisali ulogu nastavnika tijekom poučavanja uz primjenu virtualne stvarnosti?
- Koje su najznačajnije prednosti koje ste primijetili koristeći virtualnu stvarnost u nastavi?
- Kako percipirate promjenu u motivaciji i angažmanu učenika nakon uvođenja virtualne stvarnosti u nastavu? (Možete li opisati neke konkretne primjere situacija u

kojima ste vidjeli da virtualna stvarnost potiče motivaciju i angažman vaših učenika? Kako ste to primijetili?)

- Kako procjenjujete učinkovitost virtualne stvarnosti u svladavanju obrazovnih ishoda u odnosu na tradicionalne nastavne metode.
- Jesu li učenici tijekom primjene virtualne stvarnosti uspjeli doživjeti osjećaj prisutnosti u virtualnoj stvarnosti (*Doživjeti virtualnu stvarnost kao stvarnu/stvaran događaj*)
- Jeste li se susreli s nekim izazovima tijekom provođenja nastave uz pomoć virtualne stvarnosti?
- Jesu li se učenici ikad žalili na neke negativne efekte virtualne stvarnosti: poput mučnine, vrtoglavice, dezorijentiranosti.
- Koje su najčešće povratne informacije koje dobivate od učenika nakon korištenja virtualne stvarnosti?
- Jeste li morali proći neku edukaciju prije nego što ste implementirali VR tehnologiju u nastavni proces? Koliko je trajala edukacija?

Za kraj

- Što biste preporučili nastavnicima koji tek planiraju implementirati VR tehnologiju u svoj nastavni proces?
- Želite li nešto dodatno prokomentirati u vezi VR tehnologije, što smatrate važnim, a da nije bilo pokriveno prethodnim pitanjima

Stigli smo do kraja, hvala Vam na sudjelovanju i izdvojenom vremenu. Ukoliko želite, rezultate istraživanja Vam mogu poslati na Gmail. Želim Vam ugodan ostatak dana.

INFORMIRANI PRISTANAK SUDIONIKA/ICE

Istraživačica: Daria Štriga

Institucija: Filozofski fakultet u Rijeci, Odsjek za pedagogiju

Ovo kvalitativno istraživanje provodi se za potrebe pisanje diplomskog rada *Poučavanje uz primjenu virtualne stvarnosti u nastavi*. Cilj ovog istraživanje je dobiti uvid u to kakvo je iskustvo nastavnika tijekom primjene virtualne stvarnosti u nastavi. Istraživanje se provodi metodom polustrukturiranog intervjua u planiranom trajanju od 30 minuta.

Podaci dobiveni intervjuom koristiti će se isključivo za pisanje diplomskog rada i ni u koje druge svrhe. Radi potrebe analize podataka intervju će se snimati i pohraniti na audio uređaj za snimanje te će se podaci kasnije transkribirati. Sudjelovanje u intervjuu je anonimno i dobrovoljno te sve informacije koje podijelite ostaju povjerljive. Vaši odgovori analizirati će se pod šifrom koja se neće moći povezati s Vašim stvarnim identitetom.

Slobodni ste odustati u bilo kojem trenutku ukoliko mislite da vam je iz bilo kojeg razloga neprihvatljivo daljnje sudjelovanje u istraživanju.

Pročitao/la sam i razumio/la ovaj informirani pristanak te pristajem sudjelovati u ovom istraživanju

Datum: _____

Potpis istraživačice:

Potpis sudionika/ice:
