

# Procjena utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta

---

Tuta, Jadranko

Doctoral thesis / Doktorski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:095661>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)

SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI DOKTORSKI STUDIJ  
MEDIJI I KOMUNIKACIJA



Jadranko Tuta

**PROCJENA UTJECAJA AKTIVNOG UČENJA  
KORIŠTENJEM PROŠIRENE STVARNOSTI  
NA ZNANJE KADETA**

DOKTORSKI RAD

Koprivnica, 2023.

SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI DOKTORSKI STUDIJ  
MEDIJI I KOMUNIKACIJA



Jadranko Tuta

**PROCJENA UTJECAJA AKTIVNOG UČENJA  
KORIŠTENJEM PROŠIRENE STVARNOSTI  
NA ZNANJE KADETA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Ljerka Luić

Koprivnica, 2023.

UNIVERSITY NORTH  
UNIVERSITY DOCTORAL STUDY  
MEDIA AND COMMUNICATION



Jadranko Tuta

**EVALUATION OF THE IMPACT OF ACTIVE  
LEARNING USING AUGMENTED REALITY  
ON CADETS' KNOWLEDGE**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Full. Prof. Ljerka Luić, Ph.D.

Koprivnica, 2023.

Mentor: prof. dr. sc. Ljerka Luić

Doktorski rad obranjen je dana 10.07.2023. godine na Sveučilištu Sjever, Sveučilišnom centru Koprivnica, pred povjerenstvom u sastavu:

1. prof. dr. sc. Mario Tomiša, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Darijo Čerepinko, član
3. prof. dr. sc. Željka Car, članica

## Zahvala

Zaista sam zahvalan Svemogućem Bogu za Njegove blagoslove, dobro zdravlje, strpljenje, vodstvo i zaštitu, što mi je omogućio da završim ovaj doktorski rad.

Cijenim svoje Sveučilište Sjever i Ministarstvo obrane Republike Hrvatske čija mi je stipendija, moralna i administrativna podrška omogućila da upišem i završim doktorski studij na Sveučilištu Sjever, Koprivnica u Republici Hrvatskoj.

Velika hvala i iskrena zahvalnost mojoj mentorici prof. dr. sc. Ljerki Luić, za njezino konstruktivno vodstvo, kritičku povratnu informaciju, toleranciju, strast i društvenu emocionalnu podršku koju mi je pružila u svojoj mentorskoj ulozi.

Želio bih izraziti svoju zahvalnost prof. dr. sc. Željki Car s Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu, na konstruktivnoj pomoći u razvoju prototipa aplikacije *HaubicAR*, potpori u eksperimentu, kritičnoj povratnoj informaciji i savjetima pomažući mi kroz cijeli proces.

Posebnu zahvalnost upućujem Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman” u Zagrebu, što mi je omogućilo provedbu eksperimentalnog istraživanja. Također, zahvaljujem kolegi brigadiru Andriji Platužiću na podršci i kolegi poručniku Danijelu Radovcu koji se dobrovoljno javio kao moj asistent u eksperimentu, nadalje kadetima prve, druge, treće, četvrte i pete godine prijediplomskog i diplomskog sveučilišnog vojnog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje na pristanku za sudjelovanje u istraživanju.

Zahvaljujem svom ocu, gospodinu Marku Tuti, na njegovoj beskrajnoj podršci na mom obrazovnom putu, od mog djetinjstva u ulozi najbližeg životnog učitelja i najdražeg protivnika, mojem sinu Antoniju i sestrama Zrinki i Jadranki na podršci, strpljenju i ljubavi tijekom izrade ove disertacije.

Na kraju, želio bih zahvaliti prof. dr. sc. Adolfu Maliću koji me uveo u svijet znanosti, svojim kolegama na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman”, fratru Petru Džidi, Župa sv. Antuna Padovanskog u Zagrebu na njegovoj podršci, molitvama i ohrabrenju. Svi ste jako poštovani i cijenjeni. „In Te, Domine, speravi!”

## Sažetak

Ovaj doktorski rad temelji se na provedenom znanstvenom istraživanju s ciljem procjene aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta. Proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality*, AR) u visokom obrazovanju ističe povećanu učinkovitost podučavanja, razvijanje digitalne pismenosti i digitalnih kompetencija kadeta koje imaju velik utjecaj na učenje i poučavanje u sveučilišnom obrazovanju proširene stvarnosti u nastavi, što je predmet ovog doktorskog rada kojim se razmatraju informacijske prakse i digitalne perspektive u vojnoj domeni. Cilj istraživanja usmjeren je na identifikaciju informacijskih objekata *Smješteno, Igre, Istraživanje* informacijskog paketa Aktivno učenje te na osnovu njih ispitano i utvrđeno postojanje, odnos i intenzitet veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija, Znanje* procjenom utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti. U provedbi obuke kadeta uočen je problem vezan za primjenu aktivnog učenja u podučavanju kadeta. Istraživanje je provedeno field metodom i kvantitativnom analizom s metodama: eksperiment, anketni upitnik i test znanja s kadetima preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog vojnog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje. Materijal na kojem su provedene spomenute metode čine kadeti, studenti prve, druge, treće, četvrte i pete godine studija, što je prema trenutačnoj dostupnosti obuhvatilo njih  $N = 270$ . U eksperimentalnom dijelu istraživanja podatci su prikupljeni putem tehnologije proširene stvarnosti kroz aplikaciju *HaubicAR*, kvantitativnom analizom s metodama: eksperiment, alat Google Forms anketni upitnik i test znanja, koji su integrirani u aplikaciji *HaubicAR*, te deskriptivnom statističkom analizom. Rezultati su obrađeni i analizirani korištenjem SPSS statističkog softvera, pri čemu je prikazana i deskriptivna statistika. Kompletna statistička obrada je provedena u programu IBM SPSS 25. Dobiveni rezultati u ovom istraživanju potkrepljuju tvrdnju da je neophodno predložiti i izraditi model podučavanja kadeta pomoću tehnologije proširene stvarnosti i razvijati model za serijski razvoj aplikacije kako bi kadeti učili primjenom novih tehnologija koje će se koristiti u učenju kroz praksu na virtualnim modelima, učenju temeljenom na igrama i učenju temeljenom na istraživanju na vojnim studijima. U svjetlu toga, istraživanje je razvilo model oblika aktivnog učenja korištenjem tehnologije AR koji ima potencijal za korištenje mjerenja učinka na uspjeh kadeta na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman” u Zagrebu.

Ključne riječi: aktivno učenje, proširena stvarnost, student, znanje, informacijski konstrukti, funkcionalni model.

## Abstract

This PhD thesis is based on the conducted scientific research, whose objective was to evaluate the impact of active learning using augmented reality on the knowledge of cadets. Augmented Reality (AR) in higher education emphasizes the increased effectiveness of teaching, the development of digital literacy and digital competences of cadets, which have a great impact on learning and teaching in university education augmented reality in classes, which is the subject of this PhD thesis, which considers information practices and digital perspectives in the military domain. The objective of the research is focused on the identification of information objects *Located, Games, Research* of the information package Active learning as well as on the basis of them, the existence, relationship and intensity of connections of the created information constructs *Perception, Knowledge* which were examined and determined by assessing the impact of active learning using augmented reality. In the implementation of the cadet training, a problem related to the application of active learning in teaching cadets was observed. The research was conducted by the qualitative analysis field methods as follows: an experiment, a survey questionnaire and a knowledge test among the cadets of undergraduate and graduate university military studies of Military Engineering and Military Leadership and Management. The material on which the mentioned methods were implemented consists of cadets, students of the first, second, third, fourth and fifth years of the studies, which, according to the current availability, included N=270 of them. In the experimental part of the research, data collection was performed through augmented reality technology through the *HaubicAR* application, quantitative analysis with the following methods: experiment, further using the Google Forms survey questionnaire and knowledge test that are also integrated into the *HaubicAR* application, and descriptive statistical analysis. The complete statistical processing was carried out within the program, IBM SPSS 25. The results obtained in this research support the claim that it is necessary to propose and create a model for teaching cadets using augmented reality technology and to develop a model for the serial development of an application. Accordingly, the research developed a model of the form of active learning using AR technology that has the potential to be used in evaluating the effect on the success and progress of cadets at the Croatian Military Academy "Dr. Franjo Tuđman" in Zagreb.

Keywords: active learning, augmented reality, student, knowledge, information constructs, functional model.



# SADRŽAJ

Zahvala.....	v
Sažetak.....	vi
1. UVOD .....	1
1.1 Pozadina istraživanja.....	4
1.2 Obrazloženje istraživanja .....	5
1.3 Istraživački instrument .....	7
1.4 Istraživački problem .....	9
1.5 Cilj istraživanja .....	10
1.6 Istraživačka pitanja.....	10
1.7 Hipoteze istraživanja.....	10
1.8 Metodologija istraživanja.....	11
1.9 Konceptualni i teorijski okvir.....	13
1.10 Važnost istraživanja i znanstveni doprinos .....	13
1.11 Ograničenja u istraživanju.....	15
1.12 Struktura rada .....	15
1.13 Zaključak.....	17
2. PREGLED LITERATURE .....	18
2.1 Razumijevanje informacija i informacijske znanosti .....	18
2.1.1 Informacija.....	19
2.1.2 Analiziranje informacije na komunikacijskoj razini.....	20
2.1.3 Matematička teorija informacija: Shannon informacijska teorija.....	25
2.1.4 Kognitivni pogled u informacijskoj znanosti.....	27
2.1.5 Shvaćanje informacije u informacijskoj znanosti .....	30
2.1.6 Evolucija pojma konsolidacija informacijskog koncepta .....	32
2.1.7 Povezanost informacijskog koncepta.....	33
2.1.8 Predodžba daljnjeg razvoja informacijske znanosti.....	37
2.2 Nove tehnologije u nastavi visokog obrazovanja.....	38
2.3 Virtualna stvarnost .....	41
2.3.1 Imerzija .....	44
2.3.2 Primjena tehnologije VR u edukaciji.....	48
2.3.3 Razine uranjanja u tehnologije virtualne stvarnosti.....	50
2.4 Proširena stvarnost .....	51
2.4.1 Proširena stvarnost u edukaciji .....	53

2.4.2	Vrste aplikacija AR u edukacijskom okruženju.....	55
2.4.3	Proširena stvarnost u digitalnoj transformaciji edukacije .....	59
2.5	Prednosti i odnosi proširene stvarnosti i virtualne stvarnosti.....	61
2.5.1	Razlike u tehnologijama AR i VR .....	61
2.5.2	Prednosti i nedostaci proširene stvarnosti u edukaciji .....	62
2.5.3	Prednosti i nedostaci virtualne stvarnosti u edukaciji.....	65
2.5.4	Budućnost proširene stvarnosti i edukacije.....	68
2.5.5	Razlike između tehnologija XR/VR/AR/MR .....	70
2.6	Razmatranje kontinuuma stvarnost – virtualnost .....	72
2.7	Zaključak.....	73
3.	<b>KONCEPTUALNI I TEORIJSKI OKVIR .....</b>	<b>76</b>
3.1	Uvod.....	76
3.1.1	Nove tehnologije u potpori aktivnog učenja .....	76
3.1.2	Primjena AR i VR aplikacija u okviru aktivnog učenja.....	77
3.1.3	Smješteno učenje.....	78
3.1.4	Učenje temeljeno na igrama .....	79
3.1.5	Učenje temeljeno na istraživanju .....	81
3.1.6	Rezultati istraživanja aktivnog učenja korištenjem XR tehnologije .....	82
3.1.7	Učinkovitost podučavanja korištenjem AR-a u visokom obrazovanju.....	82
3.1.8	Analiza korištenja proširene stvarnosti u edukacijskom kontekstu .....	83
3.2	Znanje.....	84
3.2.1	Formulacija znanja.....	85
3.2.2	Vrste znanja .....	87
3.2.3	Definiranje upravljanja znanjem, ciljevi i zadatci .....	90
3.2.4	Upravljanje znanjem iz perspektivne organizacije i pojedinca.....	91
3.2.5	Utjecaj ključnih čimbenika na upravljanje znanjem.....	94
3.3	Integrativni konceptualni model znanja .....	97
3.3.1	Organizacijsko učenje .....	97
3.3.2	Organizacija koja uči .....	99
3.3.3	Organizacijsko znanje .....	100
3.4	Izazovi u informacijskoj i komunikacijskoj znanosti.....	102
3.5	Informacijski model DIKW u primjeni stjecanja znanja.....	104
3.6	Konstrukti u DIKW piramidi .....	106
3.6.1	Podatak.....	107
3.6.2	Informacija.....	107
3.6.3	Znanje .....	108

3.6.4	Mudrost .....	109
3.7	Zaključak .....	110
4.	METODOLOGIJA .....	111
4.1	Uvod .....	111
4.2	Plan istraživanja .....	111
4.2.1	Prva faza: Analiza informacijskih koncepata aktivnog učenja .....	112
4.2.2	Druga faza: Provedba ankete, eksperimenta i testa znanja .....	112
4.2.3	Treća faza: Obrada podataka i interpretacija rezultata .....	113
4.2.4	Četvrta faza: Procjena utjecaja aktivnog učenja primjenom AR-a .....	114
4.3	Dizajn eksperimenta .....	114
4.3.1	Tema eksperimenta .....	115
4.3.2	Sudionici eksperimenta .....	115
4.3.3	Digitalni alati za provedbu eksperimenta .....	116
4.4	Opis provedbe eksperimenta i prikupljanje podataka .....	124
4.4.1	Provedba eksperimenta .....	124
4.4.2	Prikupljanje podataka .....	127
4.5	Priprema i obrada podataka .....	128
4.5.1	Tehnike obrade i analiza podataka .....	128
4.5.2	Priprema podataka za obradu .....	128
4.6	Preduvjeti i ograničenja istraživanja .....	129
4.6.1	Prijava istraživanja etičkom povjerenstvu .....	129
4.6.2	Ograničenja u istraživanju .....	130
4.7	Zaključak .....	131
5.	REZULTATI .....	132
5.1	Opći podatci ispitanika .....	132
5.2	Rezultati ankete .....	132
5.2.1	Korištenje i poznavanje VR-a/AR-a .....	134
5.2.2	Percepcija/mišljenje .....	139
5.2.3	Percepcija kadeta o primjeni AR-a u nastavi .....	140
5.2.4	Procjena utjecaja aktivnog učenja na percepciju kadeta .....	143
5.2.5	Procjena utjecaja prethodnog VR/AR iskustva na percepciju kadeta .....	144
5.3	Rezultati predtesta .....	145
5.3.1	Vrijeme rješavanja predtesta .....	146
5.4	Rezultati podtesta .....	147
5.4.1	Vrijeme rješavanja podtesta .....	147
5.5	Integrativni rezultati provedbe testa znanja .....	148

5.5.1	Efekt oblika AR aktivnog učenja na znanje kadeta .....	148
5.5.2	Efekt oblika AR aktivnog učenja na znanje kadeta uz kontrolu percepcije.....	151
5.5.3	Cjelokupno vrijeme provedeno rješavajući test znanja.....	153
5.5.4	Cjelokupno vrijeme provedeno unutar aplikacije .....	156
5.6	Zaključak.....	157
6.	DISKUSIJA.....	159
6.1	Konceptualni model ishoda učenja primjenom AR-a .....	159
6.1.1	Znanje u početnom i završnom mjeranju primjenom AR-a u nastavi .....	159
6.1.2	Znanje uz kontrolu percepcije primjenom AR-a u nastavi .....	160
6.1.3	Percepcija primjene tehnologije AR u nastavi za pojedinu grupu .....	161
6.1.4	Percepcija o primjeni tehnologije AR u nastavi.....	162
6.2	Diskusija hipoteza istraživanja.....	163
6.2.1	Elaboracija prve hipoteze.....	163
6.2.2	Elaboracija druge hipoteze.....	164
6.2.3	Elaboracija treće hipoteze .....	168
6.3	Doprinosi istraživanja i rada .....	169
6.3.1	Znanstveni doprinos na teorijskoj razini.....	170
6.3.2	Znanstveni doprinos na metodološkoj razini .....	170
6.3.3	Znanstveni doprinos na aplikativnoj razini.....	170
6.4	Zaključak.....	171
7.	ZAKLJUČAK .....	172
	LITERATURA.....	176
	POPIS SLIKA .....	215
	POPIS GRAFIKONA .....	216
	POPIS DIJAGRAMA .....	216
	POPIS I OPIS KRATICA .....	217
	PRILOZI.....	219
	Prilog 1. Anketa.....	219
	Prilog 2. Test .....	226
	Prilog 3. Fozapis provedbe eksperimenta .....	228
	Prilog 4. Suglasnosti za provedbu istraživanja.....	235
	ŽIVOTOPIS MENTORA .....	239
	ŽIVOTOPIS AUTORA.....	240
	POPIS PUBLICIRANIH RADOVA AUTORA.....	241



# 1. UVOD

Informacijski model čini osnovu modeliranja u informacijsko-komunikacijskim znanostima. Pomoću njega se objašnjavaju informacijski tokovi i prikazuje struktura informacijskih konstrukata. U informacijskom modelu informacije i podatci apstrahirani su kao informacijski objekti koji su klasificirani prema svojim funkcijama. Nadalje, informacijskim se modelom, kroz logički model informacija, objašnjavaju struktura i vrste informacijskih paketa (Luić 2009: 45–49). Oni se poslije javljaju u funkcionalnom modelu, gdje predstavljaju sadržaj koji se prenosi, a po potrebi i transformira, u sklopu komunikacije između njegovih funkcionalnih entiteta (Stančić 2005: 26).

Jedna od XR tehnologija (engl. *Extended Reality*, XR) koja prikazuje informacije u 3D prostoru je proširena stvarnost (engl. *Augmented Reality*, AR). Proširena stvarnost (u daljnjem tekstu AR) koristi računalno generirane senzoričke signale u stvarnom svijetu koji omogućuju korisniku da istodobno doživi digitalizirane elemente virtualnog i stvarnog svijeta (Memarsadeghi i Varshney 2020).

AR tehnologija prepoznata je kao jedna od važnijih, novijih tehnologija za razvoj aktivnog učenja u visokom obrazovanju (Saltan i Arslan 2017). Činjenica da neka visoka učilišta u nastavi koriste proširenu stvarnost i virtualnu stvarnost (engl. *Virtual Reality*, VR) predstavlja motivaciju za njihovo češće korištenje na inovativne načine koji proširuju edukacijske dimenzije (Swensen 2016; Tuta 2020). Nadalje, AR i VR tehnologije pružaju mogućnost preklapanja slika, teksta, audiozapisa, videozapisa i audio-video zapisa na postojeće AR i VR strukture, na prostor ili slike u stvarnom vremenu i u komunikaciji sa studentima (Greenwood i Harnessing 2016; Tuta 2020).

Primjena AR i VR aplikacija u nastavi visokog obrazovanja kompatibilna je s određenim pedagoškim pristupima koji se uklapaju u okvir aktivnog učenja: konstruktivističko učenje, smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama, učenje temeljeno na istraživanju (Pantelić i Vukovac 2017; Castellanos i Pérez 2017). Kompatibilnost s konstruktivističkim učenjem ogleda se u interakciji studenta s okruženjem učenja i u izgradnji povezanosti sa studentovim prethodnim znanjem. U skladu s pristupom smještenog učenja, AR ima posebnu važnost jer omogućava, u stvarnom vremenu i okruženju, prikaz virtualnih predmeta s kojima se studenti inače ne bi mogli susresti i koje bi bilo teško vizualizirati. U pristupu učenju temeljenom na igrama, studenti mogu igrati AR igru u ulozi koja ih priprema za svakodnevni život, dok studenti

u učenju temeljenom na istraživanju proučavaju virtualne modele i eksperimentiraju s njima. Nadalje, primjenom proširene stvarnosti moguće je postići iskustvo učenja izvan učionice, stavljati ga u kontekst veze između stvarnosti i situacije učenja u kojima studenti sudjeluju, pri čemu bilo koji fizički prostor može postati pozornica aktivnog učenja (Bower i sur. 2014; Amaguana i sur. 2018). Autori Akçayir i Akçayir ističu potencijal upotrebe proširene stvarnosti u nastavi. Između ostalog navode pozitivne učinke primjene AR-a koji se reflektiraju u boljem razumijevanju nastavnog sadržaja i ističu da se pritom glavne teme uče kroz efikasno oblikovanje aktivnog učenja (Akçayir i Akçayir 2017).

Rezultati istraživanja provedenog na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman” pokazuju da AR i VR tehnologije imaju potencijal za daljnji razvoj u potpori edukacije na vojnim studijima u Hrvatskoj. Spoznaje do kojih je istraživač došao potvrdile su tvrdnju hipoteze da AR i VR tehnologije uvelike pridonose aktivnom učenju jer pobuđuju znatiželju, potiču na aktivno sudjelovanje i povećavaju motivaciju za učenje (Tuta 2020: 264). Autori He i Han (2017) procjenjuju da je primjenom AR-a moguće unaprijediti edukaciju, posebice u podršci upoznavanja s opremom poput postupanja u izvanrednim situacijama tijekom kojih studenti ne mogu nazočiti praktičnoj nastavi.

Recentan primjer aktualnih istraživanja primjene AR-a u visokom obrazovanju upućuje na značaj učinkovitosti podučavanja te sposobnost studenata da razvijaju digitalnu pismenost (Eshet-Alkalai 2012) i digitalne kompetencije koje imaju veliki utjecaj na učenje i podučavanje u sveučilišnom obrazovanju (Saez-Lopez i sur. 2020). U proteklih nekoliko godina proširena stvarnost prepoznata je kao jedna od tehnologija s većim utjecajem na sveučilišno obrazovanje. To je osobito važno kod imerzivnih AR i VR medija jer ovise o paralelnim efektima u stvarnom svijetu. Većina tih efekata pokreće se postupcima studenta u svojstvu korisnika AR-a, posebice u situacijama u kojima tijekom podučavanja student treba gledati u određenom smjeru ili koristiti kontrole za manipuliranje virtualnim objektom (Richards 2017). Primjena proširene stvarnosti u sustavu visokog obrazovanja značajno utječe na suvremeno obrazovanje, ali i na prijenos znanja i vještina od strane nastavnika na studente (Karlsson 2015). Nadalje, iz pregleda dosadašnjih istraživanja moguće je zaključiti da se učenje u AR okruženju podudara s konceptima teorije obrazovanja, a jedna od njih apostrofira učenje kao rezultat povezanosti između podražaja i odgovora na taj podražaj. Platforma za učenje zasnovana na AR-u pruža studentima izbor alata i scenarija za izradu modela, dizajniranih tako da se lako koriste (Lu i Liu 2015; Martin-Gonzalez

i sur. 2016). Posljednjih godina učenje interakcijom s virtualnim objektima integriranim u proširenoj stvarnosti postalo je moderan način digitalnog učenja. Autor Radu također ističe u svojim istraživanjima da te prakse promoviraju veće performanse u učenju, povezane su s njihovim kreativnim, motivacijskim i motoričkim potencijalom i snagom imerzivnog osjećaja iskustva (Radu 2014).

Nekoliko istraživanja (Bacca i sur. 2014; Tekedere i Göker 2016; Cózar-Gutiérrez i Sáez-López 2016; Cabero i Barroso 2016), čiji je cilj analiza korištenja proširene stvarnosti u edukacijskom kontekstu, ističu pozitivne primjere primjene AR-a u nastavi, pri čemu se motivacija za učenje smatra najistaknutijim čimbenikom. Cabero i Barroso u svom radu (O’Flaherty i Phillips 2015) analiziraju objavljene studije o implikacijama korištenja AR tehnologija i izvode zaključak da AR olakšava razumijevanje složenih pojava i koncepata; promiče kontekstualizaciju i obogaćivanje informacija; omogućava individualizaciju praktičnog poučavanja i razvija različite oblike digitalne inteligencije; pruža studentima sposobnost da komuniciraju putem AR-a, manipuliraju stvarnim predmetima; daje prednost sveprisutnom i kontekstualiziranom učenju pretvaranjem bilo kojeg fizičkog prostora u poticajno akademsko okruženje; olakšava razvoj konstruktivističke nastave i/ili učenja metodologija; promiče razvoj grafičkih vještina kroz percepciju prostornih sadržaja i 3D objekata; pogoduje učenju kroz praksu (iskustveno učenje), povećava motivaciju i poboljšava uspjeh učenja.

Novija istraživanja sugeriraju da i u sveučilišnim okvirima treba akceptirati znanstvene studije i izvještaje koji predlažu da se trendovi XR tehnologija uvedu u nastavu što skorije, s ciljem promjene u praksi poučavanja (Whitton i Langan 2018; Ding 2019; Miralles i sur. 2019). Osim navedenog, moderna istraživanja uvode nove tehnologije u sveučilišno obrazovanje studenata i nastavnika, koji se moraju prilagoditi izazovima i zahtjevima suvremenog digitalnog društva, uzimajući u obzir percepciju i trendove u nastajanju s kojima će se danas studenti, a sutra profesionalci susresti u svom neposrednom radnom okruženju (Škreb 2020).



## 1.1 Pozadina istraživanja

Prioritet za edukaciju sudionika je kvaliteta akademske uspješnosti studenata. Varijable koje učinkovito pridonose akademskoj uspješnosti studenata na svim edukacijskim razinama bile su pitanje od interesa za sudionike u edukaciji, profesora i istraživača. Većina studija koje su provedene varijablama koje utječu na akademsku uspješnost studenata kroz primjenu novih tehnologija više se koncentriraju na kadete na redovnom vojnom studiju Vojno vođenje i upravljanje i Vojno inženjerstvo u Hrvatskoj, ali ne postoji mnogo istraživanja o varijablama koje utječu na akademski uspjeh studenata u okviru procjene utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta. Djelomično je to zato što je Hrvatska, kao zemlja u razvoju, u početnoj fazi tehnološkog razvoja, što otežava implementaciju novih tehnologija (XR, AR, VR) i miješane stvarnosti (engl. *Mixed reality*, MR) kao načina podučavanja.

Moderan svijet doživljava promjene u različitim dijelovima života, a posljednje desetljeće dvadesetog stoljeća te početak dvadeset i prvog stoljeća doživjeli su ogroman napredak, posebno u području novih tehnologija, promjena koje rastu velikom brzinom. Područje edukacije ističe se kao najznačajnije područje na koje utječe nova tehnologija, što je rezultiralo razvojem različitih vrsta aktivnog učenja; konstruktivističko učenje, smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama, učenje temeljeno na istraživanju (Castellanos i Pérez 2017: 273). Letina (2016: 8) u svom radu navodi „Aktivni oblici učenja podrazumijevaju učenika koji nije samo pasivni promatrač i primatelj informacija, već angažirani sudionik nastavnog procesa koji aktivno djelujući pridonosi cjelovitom razvoju svoga bića”. Aktivno učenje je metoda koja primjenom AR-a omogućuje unaprjeđenje edukacije, posebice u podršci upoznavanja s opremom poput postupanja u izvanrednim situacijama tijekom kojih studenti ne mogu nazočiti praktičnoj nastavi. Entuzijazam za aktivno učenje brzo se razvio od uvođenja novih tehnologija. Metoda aktivnog učenja doživjela je značajan razvoj s razvojem novih tehnologija.

Zbog brzog rasta u današnjem svijetu, zahvaljujući znanstvenom i tehnološkom napretku, esencijalno je edukacijski proces razvijati usporedno s inovacijama novih tehnologija i različitim vrstama aktivnog učenja.

Posljedično, mnoge su sveučilišne institucije diljem svijeta implementirale aktivno učenje korištenjem novih tehnologija, što je pridonijelo modernom načinu digitalnog učenja. Stoga te prakse promoviraju veće performanse u učenju i povezane su s njihovim kreativnim, motivacijskim i motoričkim potencijalom (Radu 2014). Primjenom dostupnih novih tehnologija i pristupačnih digitalnih sadržaja uspješno je osigurana mogućnost visokokvalitetnog obrazovanja za sve članove društva. Brzi razvoj nove tehnologije stvorio je inovativna iskustva u podučavanju utjecajem aktivnog učenja korištenjem novih tehnologija na znanje studenta. Nadalje, pruža studentima sposobnost da komuniciraju putem AR-a, manipuliraju stvarnim predmetima; daje prednost sveprisutnom i kontekstualiziranom učenju pretvaranjem bilo kojeg fizičkog prostora u poticajno akademsko okruženje s ciljem promjene u praksi podučavanja (Miralles i sur. 2019).

Stoga je bilo važno utvrditi kakve korelacije postoje između nezavisnih varijabli (spol, smjer studija i godina studija) i zavisnih varijabli (imersivno iskustvo, poznavanje XR tehnologija, percepcija primjene proširene stvarnosti u podučavanju, predznanje o AR aplikacijama i iskustvo u korištenju aplikacije *HaubicAR*). Nadalje, cilj je rada kreirati informacijski model procjene utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti i odrediti najbolje prediktore za daljnji razvoj tehnoloških mogućnosti budućih aplikativnih rješenja zasnovanih na novim tehnologijama korištenjem proširene stvarnosti.

## **1.2 Obrazloženje istraživanja**

Hrvatski obrazovni sustav danas je opterećen nizom problema koji rezultiraju lošim akademskim uspjehom studenata na svim studijskim razinama. To je jedan od najvećih nedostataka napretka u obrazovanju. Pitanja koja se tiču lošeg akademskog uspjeha studenata u posljednje vrijeme izazivaju istinsko razmatranje i zabrinutost različitih dionika u obrazovanju od akademskih savjetnika, dužnosnika, zainteresiranih promatrača, profesora do studenata-kadeta. Horvat i Hunjet (2015) u svom radu navode: „Izazov sigurnosti kvalitete obrazovnog sustava jedan je od zahtjeva koje Republika Hrvatska mora ispuniti. Kako stupanj obrazovanja stanovništva utječe na napredak gospodarstva, za Republiku Hrvatsku iznimno je važno povećati udio visokoobrazovanih. Posljednjih godina udio visokoobrazovanog stanovništva Republike

Hrvatske raste, ali u usporedbi s Europom Hrvatska i dalje zaostaje” (Horvat i Hunjet 2015: 461).

Digitalna transformacija obrazovanja i prilagodba nastavnoga procesa u skladu s aktualnim dostignućima u području digitalnih tehnologija izazovan je i složen proces. Nadalje, u kontekstu digitalne transformacije obrazovanja uređenih dokumenata, propisa, ali i Akcijskog plana za digitalno obrazovanje EU (2018. – 2020.) na izrazito su niskoj razini. Istraživanja provedena na prostoru Europske unije u 2018. godini donose poražavajuće rezultate u pogledu spremnosti nastavnoga osoblja za upotrebu digitalnih tehnologija u podučavanju (Eurydice 2019).

Dolaskom novih tehnologija i prelaskom na nastavu u virtualnom okruženju iz temelja su se promijenili procesi učenja, metode podučavanja, ali i uopće pogled na budućnost obrazovanja u svim njegovim segmentima i na svim razinama. Nadalje, nove tehnologije dodatno ukazuju na važnost prilagođavanja sustava obrazovanja suvremenom, digitalnom dobu kojeg potvrđuje i Akcijski plan za digitalno obrazovanje EU 2021. – 2027. u kojem su izdvojeni sljedeći prioriteti: razvoj uspješnog ekosustava digitalnog obrazovanja (uključuje šest mjera); razvoj digitalnih vještina i kompetencija za digitalnu transformaciju (uključuje sedam mjera).

Znanje i vještine studenta vezane za primjenu novih i digitalnih tehnologija u obrazovanju postaju važan izvor velikim tvrtkama i državnim službama u kontekstu budućega zapošljavanja. Kroz različite oblike neformalnoga obrazovanja, studenti danas stječu različita znanja i vještine vezane za korištenje i rad s novim tehnologijama pa zato brže usvajaju nova znanja i tehnologije. Samim time postaju jedan od važnih resursa u gospodarstvu, u kojem je sve evidentnija potražnja za novim digitalno spremnim i sposobnim radnicima. Istraživanje Europske komisije „Digitalni kompas 2030: Europski način za digitalno desetljeće” (European Commission 2021: 5) ističe nedostatak 20 milijuna stručnjaka potrebnih u ključnim područjima kao što su kibernetička sigurnost ili analiza podataka u EU do kraja 2030. godine. Nadalje, istraživanja pokazuju kako je edukacijskim ustanovama smjer kretanja jačanje prisutnosti i primjene digitalnih tehnologija u edukaciji, koje bi trebale inicirati upotrebu digitalnih tehnologija u nastavnom procesu (Lasić-Lazić i sur. 2020). Rosanda Žigo i Kirinić (2020) u svom istraživanju navode da se treba fokusirati na područje visokoga obrazovanja, naročito na ona koja se odnose na primjenu tehnika i modela pristupa u istraživačkom i znanstvenom postupku. Nadalje, preporučuju primjenu većeg

broja radionica transfernih vještina usmjerenih na tematiku iz područja znanstvene, tehničke i informatičke pismenosti u edukaciji (Rosanda Žigo i Kirinić 2020: 8000–8009).

Istraživanje u ovoj disertaciji je pokušaj da se doprinese poboljšanju akademske uspješnosti utjecajem aktivnog učenja korištenjem novih tehnologija (AR) na HVU „Dr. Franjo Tuđman” (Sveučilištu obrane i sigurnosti) te kritički procijeni učinak aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta.

### **1.3 Istraživački instrument**

Tehnologije proširena i virtualna stvarnost mogu se implementirati na HVU „Dr. Franjo Tuđman” gotovo u svakom odjelu (katedri). Nadalje, mogu se primijeniti i u drugim oblicima edukacije, s gledišta vojne znanosti i obuke u nastavnom planu i programu pa mogu imati utjecaj na određene načine pristupa predavanjima u sadašnjem digitalnom dobu. Na primjer, proučavanje vojne povijesti može poprimiti potpuno novu dimenziju korištenjem proširene ili virtualne stvarnosti za provođenje virtualnih vožnji vojnog osoblja i kadeta po povijesnim bojištima. Vožnja vojnog osoblja i kadeta povijesna je studija vojnih operacija ili bitke koja kombinira akademsko proučavanje bitke s posjetima stvarnog mjesta bitke radi boljeg razumijevanja terena i uvjeta koji su utjecali na operaciju ili bitku. Nažalost, većina vožnji vojnog osoblja i kadeta iz HVU „Dr. Franjo Tuđman” provodi se do povijesnih bojišta Maslenica, Bljesak i Oluja koja su unutar nekoliko sati vožnje ili su dostupna samo za ograničeni broj vojnog osoblja i kadeta kroz ljetni semestar. Međutim, vožnja vojnog osoblja i kadeta putem virtualne stvarnosti omogućila bi svim kadetima da vide bojno polje u tri dimenzije, s/iz gledišta različitih postrojbi i zapovjednika koji su se borili, ali i iz ptičje perspektive kako bi vidjeli kako je bitka napredovala u cjelini. Također, na bazi markera tehnologija proširene stvarnosti može se koristiti na topografskoj karti bojišta s dodatnim informacijama i hipervezama koje bi kadeti mogli koristiti za istraživanje bojišta, vojske i opreme koja je sudjelovala u bitci. Preporuka je da se poboljšaju zaslonima na glavi kako bi se kadetima pružilo impresivno iskustvo virtualne borbe.

Simulacije virtualne stvarnosti također bi se mogle koristiti za poboljšanje predavanja vojnih znanosti koje kadet pohađa. Većina kadeta nikada nije iskusila borbu iz prve ruke, a njihova najbliža koncepcija dolazi iz računalnih igrice ili filmova koji obično izbjegavaju realizam radi

drame ili dobrog igračkog iskustva. Nadalje, treba modernizirati simulacijsko središte, grane Hrvatske kopnene vojske, poboljšati desktop VR simulacije i učiniti ih dostupnima dekanatu, katedrama i odjelima za vojnu nastavu. Nadalje, sredstva podrške, kao što su topništvo ili zračni napadi, mogu se modelirati daleko realnije nego tijekom zimske obuke zbog sigurnosti i financijskog ograničenja. Stvaranje aplikacija za proširenu i virtualnu stvarnost inherentno je interdisciplinarni napor jer ljudi koji žele aplikativne alate moraju raditi s ljudima sposobnim za njihovu proizvodnju (Ashtari i sur. 2020.). Iako će kvaliteta ovih proizvoda vjerojatno biti manja od profesionalno razvijenih aplikacija virtualne stvarnosti, to i dalje izlaže kadete sposobnostima i mogućnostima tehnologije virtualne stvarnosti, kao što širi njihove mogućnosti rada s kadetima različitog obrazovanja, odnosno smjera studija. Na primjer, kadeti smjera Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje pisali su svoje završne i diplomske radove na temu korištenja proširene i virtualne stvarnosti u vojnoj domeni (Kolaš 2018; Antolović 2018; Škreb 2020; Radovac 2021; Fofić 2022). Kadet ili časnički pripravnik je student vojne, pomorske i zrakoplovne škole na Vojnoj akademiji. Riječ kadet dolazi od francuske riječi *cadet* (lat. *Caput*, učenik). Osim diplomskih, poslijediplomskih i ostalih specijalističkih studija takve institucije provode i različite znanstveno-istraživačke djelatnosti iz područja vojnih znanosti.

Kako bi se uspješno integrirala tehnologija proširene i virtualne stvarnosti s nastavnim planom i programom, ovo istraživanje bi preporučilo da se najprije preispita koji ciljevi predmeta mogu koristiti simulaciju ili virtualnu stvarnost, a zatim odredi koja je vrsta virtualne stvarnosti, uranjanja i interakcije potrebna. Na temelju ovih zahtjeva može se odabrati odgovarajući hardver i sustav isporuke te izgraditi virtualno okruženje. Konačno, to se može procijeniti i poboljšati korištenjem pilot-grupa i ciljane populacije (Pantelidis 2009).

Bitno je da virtualna stvarnost podržava specifične ciljeve učenja i osigurava da profesori, asistenti, instruktori i kadeti dobiju vrijeme i obuku potrebnu za korištenje tehnologije virtualne stvarnosti. Kako bi profesori i asistenti naučili sve o virtualnoj stvarnosti i o tome kako je primijeniti u učionici, trebali bi pohađati tečajeve stručnog usavršavanja koji bi im omogućili upoznavanje mogućnosti virtualne stvarnosti kroz osobnu upotrebu. Također, trebalo bi im osigurati i vrijeme da razmotre kako se tehnologija virtualne ili proširene stvarnosti može primijeniti na njihova predavanja i područja interesa, što je i korišteno kao istraživački instrument u predmetu istraživanja.

## 1.4 Istraživački problem

Pojava novih tehnologija koje se koriste za aktivno učenje kroz otvorene edukacijske resurse i gdje je povećana svijest generacijama Y, Z i Alfa postavili su zahtjeve da tradicionalno obrazovanje i sustavi učenja budu otvoreniji, fleksibilniji i prilagođeniji onome što studenti očekuju. McCrindle u svojoj knjizi navodi kako postoje generacije od Builderse, Boomerse, Gen X-ers, Y-ers i Z-eds, no postoje i dvije dodatne generacije, što ih ukupno čini sedam. To su generacije devedesetih (Federacija Generacija) i rođeni od 2010. (Generacija Alpha) (McCrindle 2014: 8).

Imerzivne tehnologije brzo mijenjaju područje obrazovanja. Među njima, proširena stvarnost (AR) obećava kao resurs, posebno za obrazovanje u području: znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika (engl. *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, STEAM). Međutim, malo je nastavnika koji izravno primjenjuju ovaj novi medij u učionici i prema tome, samo nekoliko odabranih studenata ima koristi od ponuda obogaćenih AR-om (Jesionkowska i sur. 2020: 2). Nastavni planovi i programi ionako su preopterećeni, a školama općenito nedostaju razvojni resursi, stoga nema prostora za eksperimentiranje. Aktivno učenje korištenjem novih tehnologija, u koje se ubrajaju (XR), virtualna i proširena stvarnost, sve se više koristi u većini dijelova svijeta kao održiva alternativa konvencionalnom obrazovanju. Vjeruje se da bi potencijal informacijske i komunikacijske tehnologije, a posebno aktivnog učenja korištenjem novih tehnologija, trebao uvelike unaprijediti edukacijski proces i pridonijeti razvoju aktivnog učenja. Nove tehnologije u visokom obrazovanju donose povećanu i pozitivnu učinkovitost na podučavanje i učenje pružajući studentima i nastavnicima fleksibilnost, pristupačnost, više mogućnosti za sudjelovanje i suradnju te bolje rezultate (U. S. Department of Education 2017: 18–20). Nadalje, razvija se digitalna pismenost i digitalna kompetencija studenata koje imaju ogroman utjecaj na učenje i podučavanje u sveučilišnom obrazovanju. Svaka promjena u strategijama podučavanja i učenja uvijek se vrednuje prema njezinom utjecaju na akademski učinak. Autor ovog rada je iz pregleda literature primijetio da postoji ograničeno istraživanje o učincima aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta. Većina istraživanja o aktivnom učenju fokusirala se na probleme, izazove, stavove i percepciju. Spomenuta istraživanja dijelom daju odgovor na problem vezan za primjenu aktivnog učenja u podučavanju studenata (Letina 2016: 6–26). No, ona ne daju rješenje kako sustavno validirati

ishode učenja postignute primjenom AR-a u nastavi, niti akceptiraju informacijski paket aktivnog učenja i njegove informacijske objekte, čija će konceptualizacija biti razmatrana u provedenom istraživanju, cilj kojeg je procijeniti utjecaj aktivnog učenja na ishode učenja. Obrazloženje za ovo istraživanje proizašlo je iz ovog ograničenog istraživanja o procjeni utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti (AR) na znanje kadeta. Potencijal za unaprjeđenje procesa edukacije služiti će kao poticaj da se ovim istraživanjem popuni postojeća važna istraživačka praznina u literaturi.

### **1.5 Cilj istraživanja**

Svrha istraživanja bila je kritički ispitati procjenu utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta u HVU „Dr. Franjo Tuđman”. Kako bi se postigla predmetna svrha, istraživanje je imalo za cilj odrediti najbolje prediktore akademske uspješnosti aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta i predložiti model za poboljšanje akademske uspješnosti. Cilj istraživanja je identificirati informacijske objekte *Smješteno, Igre, Istraživanje* informacijskog paketa *Aktivno učenje* te na osnovu njih ispitati i utvrditi postojanje, odnos i intenzitet veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija* i *Znanje*, procjenom utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti.

### **1.6 Istraživačka pitanja**

Sljedeća istraživačka pitanja postavljena su s ciljem postizanja općeg cilja istraživanja:

- i. Je li moguće korištenjem AR-a ispitati percepciju kadeta spram primjene AR-a u nastavi?
- ii. Utječu li različiti oblici aktivnog učenja primjenom AR-a na znanje kadeta?
- iii. Je li moguće procijeniti utjecaj AR-a na kvalitetu ishoda učenja?

### **1.7 Hipoteze istraživanja**

Na temelju postavljenog cilja istraživanja, utvrđenih faktora informacijskih objekata *Smješteno, Igre, Istraživanje* informacijskog paketa *Aktivno učenje*, intenziteta veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija* i *Znanje*, procjenom utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti, istraživanjem su ispitivane sljedeće hipoteze:

**H1:** Percepcija kadeta prema primjeni AR-a u nastavi vezana je za njihovo imerzivno iskustvo i poznavanje AR tehnologije.

**H2:** Kadeti koji su poučavani kroz sve oblike AR aktivnog učenja (*Smješteno, Igre, Istraživanje*) postižu statistički značajno veću razinu znanja u odnosu na kadete druge dvije skupine.

**H3:** Razina ishoda učenja primjenom AR aktivnog učenja determinirana je slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija → Znanje*.

## **1.8 Metodologija istraživanja**

Prema Maxwellu (2013), metodologija istraživanja je pristup koji daje kontekst unutar kojeg se mogu usvojiti i razviti odgovarajuće tehnike i metode kako bi se postigla sveukupna svrha studije. Istraživanje je provedeno field metodom, pomoću sljedećih tehnika: eksperiment, anketni upitnik i test znanja. Istraživanje je provedeno s kadetima prijediplomskog i diplomskog sveučilišnog vojnog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje, polaznicima prve, druge, treće, četvrte i pete godine studija, njih  $N = 270$ . Plan istraživanja uključio je četiri faze: (1) Priprema i provedba analize informacijskih koncepata aktivnog učenja, (2) Provedba ankete, eksperimenta i testa znanja, (3) Obrada podataka i interpretacija rezultata i (4) Procjena utjecaja aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti na ishode učenja, čija je metodologija provedbe opisana u nastavku.

(1) U pripremnoj fazi prikupljeni su osnovni studentski podatci kadeta trenutačnih polaznika sveučilišnog vojnog prijediplomskog i diplomskog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje Sveučilišta u Zagrebu na temelju dostupnih podataka iz Referade. Podatci su dobiveni uz odobrenje i suglasnost Hrvatskog vojnog učilišta „Dr. Franjo Tuđman”, Glavnog Stožera Oružanih snaga Republike Hrvatske, Personalna uprava-J1 i Ministarstva obrane Republike Hrvatske, Sektor za razvoj i upravljanje ljudskim potencijalima M-2. Nadalje, pomoću alata Google Forms kreiran je anketni upitnik nezavisne varijable: spol, smjer studija i godina studija te zavisne varijable: imerzivno iskustvo, poznavanje (XR) tehnologija, percepcija primjene proširene stvarnosti u podučavanju, predznanje o (AR) aplikacijama i iskustvo u



korištenju aplikacije *HaubicaAR*. Također, definirani su ishodi učenja koje su kadeti usvojili nakon provedene ogledne auditorne vježbe i kreiran je test znanja.

(2) U drugoj fazi istraživanja na definiranom uzorku ispitanika provedena je anketa, eksperiment korištenjem aplikacije *HaubicaAR* i test znanja. Pomoću predtesta mjereno je znanje stečeno prije izloženosti (AR) aktivnom učenju, a putem podtesta znanje stečeno nakon aktivnog participiranja u određenom obliku (AR) aktivnog učenja. Postignuta je randomizacija jer su za potrebe provedbe ankete kadeti podijeljeni slučajnim odabirom prema abecedi u tri grupe ispitanika s podjednakim brojem članova za svaki oblik provedenog eksperimenta: *Smješteno, Igre, Istraživačko*. Predstavljanje svrhe i ciljeva provedbe ogledne vježbe, anketa, predtest, eksperiment, podtest znanja i rezultati testa provedeni su putem ogledne auditorne vježbe korištenjem tableta, koja je vremenski trajala ukupno do 60 minuta.

(3) U fazi obrade podataka i interpretacije rezultata metodom učestalosti pojavljivanja i stupnjem razrađenosti primjenom deskriptivne statistike (frekvencije, postotci, mjere srednje vrijednosti, varijabilitet) na osnovi analize rezultata dobivenih pomoću ankete, predtesta i podtestova znanja kreirani su informacijski konstrukti: *Percepcija* i *Znanje*. Percepcija je ispitana anketom pomoću faktora: otpor korištenju proširene stvarnosti, značaj primjene proširene stvarnosti u podučavanju, percepcija uloge AR-a u stjecanju znanja i vještina podučavanju. Za analizu je korištena Likertova skala i metode deskriptivne statistike. Znanje je ispitano putem predtesta i podtesta znanja za svaki oblik provedenog eksperimenta: *Smješteno, Igre, Istraživačko*, a zavisne varijable utvrđene su pomoću faktora: tehničke vještine (korištenje aplikacije *HaubicaAR*), fotovizualne vještine (navesti dijelove haubice, navesti proces sklapanja i rasklapanja haubice), kognitivne vještine (vrijeme potrebno za odgovor, točnost odgovora). Obrada dobivenih rezultata provedena je statističkim metodama izračuna koeficijentata korelacija i faktorskom analizom.

U završnoj fazi provedbe istraživanja pristupljeno je procjeni utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na ishode učenja. Utjecaj aktivnog učenja opisan je pomoću informacijskih objekata *Smješteno, Igre, Istraživanje* koji su determinirani slijedom informacijskih konstrukata: *Percepcija* → *Znanje*. Postupak je proveden pomoću definiranih ishoda učenja za oglednu auditornu vježbu *HaubicaAR*. Statističke metode i analiza istraživanja opisani su u Poglavlju 4.

## 1.9 Konceptualni i teorijski okvir

Čimbenici koji utječu na nove tehnologije su: razumijevanje informacija i informacijske znanosti, analiziranje informacije na komunikacijskoj razini, kognitivni pogled u informacijskoj znanosti, shvaćanje informacije u informacijskoj znanosti, povezanost informacijskog koncepta, predodžba daljnjeg razvoja informacijske znanosti, nove tehnologije u nastavi visokog obrazovanja, virtualna stvarnost u edukaciji, proširena stvarnost u edukaciji, prednosti i odnosi proširene stvarnosti i virtualne stvarnosti te razmatranja kontinuuma stvarnost – virtualnost, koji su izdvojeni iz pregleda literature i čine dio konceptualnog okvira kako je objašnjeno u Poglavlju 2. Nove tehnologije u potpori strategije učenja idu kroz tri oblika aktivnog učenja: *Smješteno, Igre i Istraživanje* (3AU). U daljnjem tekstu 3AU model podučavanja i učenja koristi se za dodatno objašnjenje rezultata istraživanja. Nadalje 3AU model učenja ocrtava kako se učenje odvija uzimajući u obzir faktore 3AU modela: smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama i učenje temeljeno na istraživanju. Model je razvijen s mehanizmom povratne informacije koji govori profesorima i kadetima o promjenama koje je potrebno uraditi kako bi se postigli prikladni ishodi učenja u određenom edukacijskom procesu. Daljnji čimbenici za postizanje prikladnog ishoda učenja su: znanje, formulacija znanja, kategorizacija znanja, integrativni konceptualni model znanja i informacijski model; *Podatak, Informacija, Znanje, Mudrost* (engl. *Data, Information, Knowledge, Wisdom*, DIKW) u primjeni stjecanja znanja. Model poučavanja i učenja 3AU dodatno je objašnjen u Poglavlju 3 konceptualnog i teorijskog okvira.

## 1.10 Važnost istraživanja i znanstveni doprinos

Proveden je niz istraživanja o akademskoj uspješnosti, posebno među tradicionalnim kadetima na HVU „Dr. Franjo Tuđman” u vojnom kampusu Zagreb, ali nisu provedena istraživanja s kadetima koji su uključeni kroz nove tehnologije virtualne i proširene stvarnosti unutar vojnog obrazovnog sustava. Ovo istraživanje će informirati kreatore politike, dionike u obrazovanju i upravljanju na Sveučilištu obrane i sigurnosti (HVU „Dr. Franjo Tuđman”) o utjecaju novih tehnologija na akademski uspjeh kadeta primjenom proširene stvarnosti. Predmetno istraživanje polučilo je rezultate i informacije o ulozi primjene proširene stvarnosti na akademsku uspješnost. Provedeno istraživanje je nastojalo otkriti prediktivnu moć razine novih tehnologija, susretanje u

prethodnom obrazovanju s pojmom virtualna i proširena stvarnost, edukativnu razinu poznavanja aplikativnih rješenja u novim tehnologijama (VR, AR, XR, MR) s posebnim osvrtom procjene utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti (AR) na znanje kadeta.

Nadalje, primjena stilova učenja, učestalosti angažmana s novim tehnologijama, prethodnih kvalifikacija, interaktivnog učenja korištenjem tehnologije proširene stvarnosti, tjedno korištenje tehnologije proširene stvarnosti, sati provedeni koristeći tehnologiju proširene stvarnosti po danu, koliko bi se trebala koristiti proširena stvarnost u učioničkoj nastavi i vojno-stručnoj praksi, unaprjeđenje provedbe vojno-stručne prakse primjenom tehnologije proširene stvarnosti, unaprjeđenje digitalne vještine kadeta u nastavi korištenjem tehnologije proširene stvarnosti, doprinos kvaliteti ishoda učenja kadeta u nastavi korištenjem tehnologije proširene stvarnosti, primjena tehnologije proširene stvarnosti u obuci kadeta, povećala bi interes za vojni studij. Nalazi ovog istraživanja pomoći će Sveučilištu obrane i sigurnosti (HVU „Dr. Franjo Tuđman”) da kreiraju strategije koje promiču veću upotrebu novih tehnologija u njihovim ustanovama.

Također, ovo istraživanje značajno će doprinijeti aktualnoj literaturi o novim tehnologijama i njenom utjecaju na akademska postignuća. Istraživač vjeruje da će rezultati istraživanja biti korisni drugim istraživačima koji žele dalje ispitivati učinke novih tehnologija, koje je u ovom doktorskom radu provedeno korištenjem proširene stvarnosti na akademski uspjeh kadeta. To bi trebalo dovesti do generiranja novih ideja za bolju integraciju novih tehnologija u proces i procjenu utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti.

Predmetno istraživanje pružit će dodatna znanja u području okruženja za nove tehnologije, što može koristiti sveučilišnim donositeljima odluka, akademskim savjetnicima, prorektorima, profesorima i kadetima. Istraživanje je odgovorilo na mnoga pitanja zainteresiranih promatrača, dionika, dužnosnika, članova fakulteta i studenata diljem vojnih i civilnih edukacijskih ustanova, omogućujući im da procijene ulogu nove tehnologije i identificiraju njenu snagu i slabost.

Završno, rezultati istraživanja pridonijet će razvoju Sveučilišta obrane i sigurnosti (HVU „Dr. Franjo Tuđman”) jer Ministarstvo obrane Republike Hrvatske i Oružane snage ne smiju zaostajati u pogledu primjene novih tehnologija. Tako će se kadetima omogućiti bolja percepcija korištenja novih tehnologija koje mogu utjecati na znanje u ispunjavanju dinamičnih edukacijskih zahtjeva 21. stoljeća.

Znanstveni doprinos istraživanja na teorijskoj razini iskazan je kroz funkcionalni model procjene utjecaja učenja korištenjem proširene stvarnosti. Primjenom modela čiji su konstrukti *Percepcija*, *Znanje* moguće je validirati ishode učenja, što implicira očekivani znanstveni doprinos na metodološkoj razini. Dobiveni rezultati istraživanja predstavljaju osnovu za daljnji razvoj tehnoloških mogućnosti budućih aplikativnih rješenja zasnovanih na novim AR tehnologijama, iz čega je razvidan aplikativni doprinos.

### **1.11 Ograničenja u istraživanju**

Istraživač, autor ovog doktorskog rada, proveo je istraživanje na HVU „Dr. Franjo Tuđman” u Zagrebu na dva smjera studija, Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje. Ključno ograničenje u provedbi istraživanja bila je nabava tableta (prijenosnih računala) koji su sukladno definiranim tehničkim specifikacijama trebali podržavati primjenu aplikacije *HaubicAR*. Tableti koje je institucija nabavila nisu ispunjavali tehničke performanse nužne za instalaciju i korištenje aplikacije. Iz navedenog razloga pokrenut je novi, osobni postupak nabave u kojemu je istraživač iz vlastitih sredstava financirao kupnju deset adekvatnih tableta, što je utjecalo na dinamiku i realizaciju planiranih rokova provedbe eksperimenta i obrade rezultata istraživanja.

### **1.12 Struktura rada**

Rad je organiziran u sedam poglavlja; uvod, pregled literature, konceptualni i teorijski okvir, metodologija, rezultati, diskusija i zaključak.

#### **Poglavlje 1: Uvod**

Ovo poglavlje postavlja istraživački kontekst, stavlja ga u perspektivu i suodnos s ciljevima istraživanja pružajući opće uvodne informacije, te informacije i kontekst vezane za istraživački problem.

#### **Poglavlje 2: Pregled literature**

Ovo poglavlje pozicionira istraživanje kroz međunarodni kontekst predstavljanjem pregleda literature, povezanih nalaza i desktop istraživanja. Kroz pregled literature na području novih tehnologija koji zahtjeva ova disertacija istraživanje se usklađuje sa širokim skupom ideja i principa na području procjena korištenja proširene stvarnosti koji vode i daju strukturu aktivnom

učenju. Pokazuje smjer proučavanja i odnose različitih konstrukata koje treba istražiti u skladu s teoretskom bazom informacijskih i komunikacijskih znanosti koja podupire lanac zaključivanja.

### Poglavlje 3: Konceptualni i teorijski okvir

Ovo poglavlje ocrtava 3AU model aktivnog učenja s varijablama koje su identificirane kako bi se stvorio odgovarajući konceptualni okvir za istraživanje. Kroz konceptualni okvir prikazan je organizirani skup ideja ili teorija o načinu na koji funkcionira određeni događaj aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti i utjecaj informacijskog modela DIKW na stjecanje znanja.

### Poglavlje 4: Metodologija

Ovo poglavlje opisuje dizajn istraživanja kroz četiri faze provedbe: Prva faza – priprema i provedba analize informacijskih koncepata aktivnog učenja; Druga faza – provedba ankete, eksperimenta i testa znanja; Treća faza – obrada podataka i interpretacija rezultata; Četvrta faza – procjena utjecaja aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti na ishode učenja. Nadalje, navodeći potrebne informacije o metodama istraživanja, dizajn eksperimenta, opis provedbe eksperimenta i prikupljanje podataka, pripremu i obradu podataka te preduvjete i ograničenja istraživanja, daje se dodatni pregled postupaka provedbe istraživanja. Kao ishod posljednje faze istraživanja predstavljen je model procjene utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta kao primarni cilj istraživanja.

### Poglavlje 5: Rezultati

Svrha ovog poglavlja bila je analizirati i prikazati rezultate u svjetlu istraživačkih pitanja *Je li moguće korištenjem AR-a ispitati percepciju kadeta spram primjene AR-a u nastavi? Utječu li različiti oblici aktivnog učenja primjenom AR-a na znanje kadeta? Je li moguće procijeniti utjecaj AR-a na kvalitetu ishoda učenja?* Također su prikazani rezultati ankete, rezultati predtesta i podtesta, a na kraju i integrativni rezultati provedbe testa znanja.

### Poglavlje 6: Diskusija

U okviru ovog poglavlja, na temelju dobivenih rezultata, elaboriraju se postavljene hipoteze. To uključuje diskusiju nad rezultatima provedenih analiza, prilikom čega se ističu i raspravljaju

nove teme koje su proizašle iz istraživačkog dijela rada. Prikazan je i argumentirano pojašnjen doprinos istraživanja: znanstveni, metodološki i aplikativni doprinos. Iznijete su preporuke za daljnja srodna istraživanja.

## Poglavlje 7: Zaključak

Ovo poglavlje sažima nalaze i zaključuje rad, postavljajući ga u referentni okvir znanstvenih doprinosa, dajući preporuke na temelju istraživačkih pitanja i istraživačkih metoda te prijedloge za nova moguća područja daljnjeg proučavanja.

### **1.13 Zaključak**

U ovom se poglavlju raspravljalo o obrazloženju istraživanja, definiranim važnim konceptima u doktorskom radu i drugim pitanjima koja se odnose na procjenu učenja korištenjem proširene stvarnosti i znanje kadeta. Govori se i o pozadini istraživanja, definiranom problemu, ciljevima istraživanja, hipotezama istraživanja, svrsi istraživanja, metodologiji, ograničenjima i značaju istraživanja te istraživačkim pitanjima na koje je istraživanje odgovorilo. Poglavlje završava opisom strukture dokorskog rada.

Drugo poglavlje daje pregled literature vezane za problem koji se istražuje.

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2.1 Razumijevanje informacija i informacijske znanosti**

Informacijska znanost je složeno interdisciplinarno područje proučavanja koje se bavi pohranjivanjem i provođenjem informacija, kao i obrascem ponašanja na koji se društvo i pojedinci odnose prema informacijama. Stoga, informacijska znanost je zanimljivo područje. Tako autori Robinson i Karamuftuoglu (2010) tvrde da je informacijsku znanost moguće shvatiti kao polje proučavanja, s ljudskim snimljenim informacijama kao predmetom usredotočenosti na komponente informacijskog lanca, proučavane kroz perspektivu analize domene, u specifičnim ili općim kontekstima (Robinson i Karamuftuoglu 2010: 1–10). Dakle, potrebno je razmotriti čimbenike koji utječu na razvoj znanosti. Hjørland (2015) je u svom radu razmotrio dva glavna čimbenika koji utječu na znanost: Jedan skup su unutarnji čimbenici u znanosti (jedno otkriće dovodi do novih otkrića, znanost se smatra neovisnom i relativno kumulativnom). Teorija znanosti sugerirala je, međutim, da znanost nije kumulativna, iako predstavlja internalistički pogled na znanost. Drugi skup čimbenika vanjski je u odnosu na samu znanost kao što su nove tehnologije, ljudi koje to područje privlači ili novi razvoji u filozofiji (Hjørland 2015: 42). Konstrukti koji čine intelektualnu jezgru područja informacijske znanosti: znanje, informacije, komunikacija i reprezentacija niti su vlasništvo informacijske znanosti niti je vjerojatno da će se spojiti u potpuno vjerodostojno mjerilo i obrazac bez razumnog dodavanja perspektiva i pristupa preuzetih iz etabliranih disciplina kao što su informatika, lingvistika, filozofija, psihologija i sociologija, te iz novijih područja poput kognitivnih znanosti i interakcije čovjek-računalo (Cronin 2008: 466).

Informacijska znanost bavi se proizvodnjom znanja u društvu i načinom na koji se to znanje materijalizira u dokumentima, uključujući digitalne dokumente, načinom na koji je organizirano, označeno i kako se njime upravlja da bi služilo različitim grupama i pojedincima (Andersen 2015). U osnovi se radi o pomaganju ljudima da pronađu informacije, knjige, članke, slike, glazbu itd., koje trebaju ili bi željeli pročitati ili doživjeti. Informatičari pomažu studentima, istraživačima i svima drugima da pronađu dokumente koji su im potrebni za rješavanje zadataka, uključujući pisanje diplomskih, specijalističkih, doktorskih i znanstvenih radova. Nekada su se takvi dokumenti čuvali u fizičkim knjižnicama, arhivima i muzejima, a danas su dostupni na internetskim mrežama, pohranjeni na serverima u digitalnom obliku, ponekad besplatno na

portalu elektroničkih izvora namijenjenih za akademsku i znanstvenu zajednicu u bazama kao što su Scopus, Web of Science, JSTOR, SpringerLink itd. Sve se to može nazvati *informacijskom ekologijom*, a informacijski stručnjaci su oni ljudi koji proučavaju ovaj univerzum kako bi pomogli ljudima da ga optimalno iskoriste za specifične svrhe. *Informacija, znanje, dokument* itd., pojmovi su koji mogu imati mnogo različitih značenja i mogu se razumjeti na mnogo različitih načina. Ovo nisu samo akademska pitanja koja mogu imati stvaran učinak na profesionalnu praksu. Na primjer, ono što netko razumije kao *znanje* i njegov odnos prema *informacijama* odredit će kako će se baviti praktičnim poslom *upravljanja znanjem*. Nadalje, ono što knjižničar ili informacijski stručnjak shvaća kao *dokument* odredit će koju vrstu stvari drže na svojim policama ili u svojim računalnim datotekama.

### **2.1.1 Informacija**

Godinama se raspravlja o najboljem načinu razumijevanja pojma *informacija* jer ideje o *informacijskom dobu* i *informacijskom društvu* postaju sve aktualnije. Logično značenje riječi odnosi se na znanje, vijesti ili inteligenciju, izdane i primljene, tako da netko postane *informiran*. Informacijom se naziva sadržaj onoga što razmjenjujemo s vanjskim svijetom dok mu se prilagođavamo i dok utječemo na njega svojim prilagođavanjem. Proces primanja i korištenja informacija proces je našeg prilagođavanja slučajnostima vanjske okoline i našeg nastojanja da u toj okolini djelotvorno živimo (Wiener 1954: 17). Informacija je u svemu. Postala je najvažniji koncept u biologiji, fizici, ekonomiji, inženjerstvu, filozofiji, donošenju odluka, metodologiji znanosti, umjetnoj inteligenciji, informatici itd. Naravno, u različitim domenama informacije su se pojavljivale u različitim formama i oblicima, ovisno o kontekstu i okruženju (...). Zbog takve raznolikosti forme i oblika informacija, istraživači su izgradili mnoge specijalizirane teorije informacija pokušavajući reflektirati važne aspekte informacija (Burgin i Hofkirchner 2017: 4). Riječ informacija je tijekom godina imala niz različitih značenja. Unos riječi *informacija* u Oxfordski rječnik (Oxford English Dictionary 2021, izdanje iz ožujka) daje njezino trenutno značenje kao prenošenje znanja ili davanje oblika ili karaktera nečemu.

Nadalje, informacija je gravitacijsko središte za informacijsku znanost, ali je također bitna i u drugim disciplinama, kao u računalnoj i komunikacijskoj znanosti, fizičkim znanostima,



biološkim znanostima, te u društvenim znanostima. Prvo je ono što se obično podrazumijeva u informacijskim znanostima, drugo je relevantno za širu upotrebu pojma (Bawden i Robinson 2022: 82). Kao što podsjeća citat Shannona, začetnika teorije informacija, (...) „ne bismo trebali očekivati da ćemo pronaći jednu, jednostavnu ideju informacije koja će poslužiti u svim okolnostima. Neki povezuju informacije s konceptima kao što su 'podatci' ili 'znanje', koji onda sami zahtijevaju objašnjenje. Neki postavljaju ideju informacije čvrsto u kontekst komunikacije među ljudima; drugi to vide kao općenitiji koncept, povezan sa strukturom, uzorkom i organizacijom”. Unatoč velikom trudu, još uvijek ne postoji konsenzus o tome što informacija stvarno jest, a još manje bilo kakva teorija informacija, korisno primjenjiva u svim kontekstima (Bawden i Robinson 2012: 64). Peter Janich (2018) navodi: „Informacije se nalaze u materijalnim strukturama bića i strojeva. Tu činjenicu ne možemo razumjeti statično. Nemamo posla niti s mrtvim organizmima niti s pokvarenim strojevima, već s onim stvarima u kojima informacije nastaju, transformiraju se ili proizvode, šalju ili primaju, kako bi tvorile osnovu za sve što se događa u višim sferama ljudske komunikacije, od individualnih ili supraindividualnih oblika svijesti do znanosti i umjetnosti, uključujući poeziju, glazbu i slikarstvo, zapravo, cijelo područje ljudske kulture” (Janich 2018: 6). Sve veći je izazov i činjenica da se u različitim tematskim područjima koristi riječ informacija. Nadalje, istraživači Capurro i Hjørland (2003) navode „svaka znanstvena disciplina koristi koncept informacije unutar vlastitog konteksta gledajući na specifične pojave” (Capurro i Hjørland 2003: 343–411).

### **2.1.2 Analiziranje informacije na komunikacijskoj razini**

Postoji mnogo koncepata informacija koji su ugrađeni u više ili manje eksplicitne teorijske strukture. Jedan od razloga ove složenosti je to što se informacije mogu raspravljati i analizirati na više različitih razina, kao što je to na komunikacijskoj razini. Komunikacija se odvija korištenjem znakova koji imaju niz svojstava. Razmotrit će se svojstva znakova u smislu četiri osnovna područja semiotike unutar kojih je moguće primijeniti različite analitičke alate. Ove razine predstavljaju raspon od najdruštvenijih do najnaprednijih tehničkih aspekata komunikacije. Područja se mogu promatrati u dva dijela. Pragmatika i semantika ugrubo odgovaraju sadržaju i svrsi komunikacije. Sintaktika i empirija približno odgovaraju obliku i značenju. Cijela struktura pretpostavlja da odgovorni subjekti, koji mogu biti pojedinci, grupe ili

veće organizacije, imaju obveze, očekivanja i odnose unutar društvenih okvira. Na primjer, Liebenau i Backhouse (1990) pokazuju da se svaka komunikacija informacija može razumjeti istovremeno kroz sva četiri osnovna područja semiotike: pragmatika, semantika, sintaktika i empirija.

### **Pragmatika (pragmatičan): značaj poruke za primatelja u određenom kontekstu**

Može se reći da pragmatika počinje s predavanjima Williama Jamesa koja je održao britanski filozof John Austin na Harvardu 1955. godine, a posthumno je objavljena pod naslovom „Kako raditi stvari riječima” (Austin 1962). Pragmatika je izraz koji se koristi za opisivanje razmatranja konteksta aktivnosti i onih karakteristika ljudi, organizacija i komunikacijskih činova koji utječu na informacije. Ovdje razmatramo kako ljudi koriste zajedničke pretpostavke i „zajedničko znanje”, kako nastaju dvosmislenosti i kako se s njima postupa, te kako suštinski neformalna priroda ljudske interakcije kontrolira najveći dio onoga što se analizira i prenosi kao informacija. Treba se istražiti informacija kako bismo razumjeli kontekst informacijskog sustava i kao osnovu za analizu i izgradnju takvih sustava. Prvo područje, koje uzima u obzir opću kulturu i široki kontekst komunikacije, naziva se pragmatika. U pragmatiki uzimamo u obzir pretpostavke, očekivanja i uvjerenja uključenih agenata i procjenjujemo ih u odnosu na društveno okruženje u kojem se znakovi koriste. Pragmatika je proučavanje sposobnosti govornika da komuniciraju više od onoga što je izričito navedeno. Moguća iznimka od ovoga je pragmatika relevantnosti, gdje se postulira da neke dimenzije eksplicitnosti (izvođenje eksplikacije) mogu biti stvar pragmatike (Faber i Martin 2016). Međutim, općenito govoreći, pragmatika se bavi značenjem koje proizlazi iz jezika u kontekstu, drugim riječima, značenjem koje namjerava prenijeti govornik ili pošiljatelj teksta, a razumije ga slušatelj ili primatelj teksta. Kada je komunikacijski čin uspješan, ta se značenja poklapaju, a kada nije, u većoj ili manjoj mjeri se razilaze.

Pragmatika se usredotočuje na učinak konteksta na komunikacijsko ponašanje, ali i na način na koji primatelj donosi zaključke kako bi došao do konačnog tumačenja iskaza. Opseg pragmatičkog značenja mogu biti cijeli iskazi, kao i pojedine leksičke jedinice. Kako ističe Mey (2006: 42), „pragmatika se u biti odnosi na korisnike jezika u stvarnoj životnoj situaciji i na uvjete koji tim korisnicima omogućuju učinkovito i prikladno korištenje lingvističkih tehnika i materijala”.

„Primjerice, kada naručujemo elektroničku robu, npr. tablet telefonom, činimo to očekujući da primatelj poziva dijeli iste pretpostavke kao i mi. Stoga kada tražimo dostavu, pretpostavljamo da tablet transportiraju narudžbe na adrese na zahtjev.”

### **Semantika (semantičko): značenje poruke**

Drugo područje je ono koje se tiče značenja i znanja i zove se semantika. Semantika je proučavanje onoga na što se znakovi odnose. Semantička svojstva znakova mogu se istražiti tek nakon što se utvrdi kontekst njihove uporabe. Kad smo u stanju razumjeti kontekst komunikacije, moramo se suočiti s problemom njezina značenja. Tek nakon što smo u stanju analizirati značenje komunikacijskih radnji, možemo početi graditi cjelovite informacijske sustave. U svim slučajevima razmatra se koje su informacije potrebne i analizira se njihova važnost. Osmišljavanjem sheme možemo otkriti semantičku strukturu društvene situacije. Daljnja specifikacija može se postići kada primijenimo tehnike semantičke analize. Eksplicitne teorije o semantici nalazimo samo kada prolazimo kroz proces analize (Liebenau i Backhouse 1990: 39). Na semantičkoj razini uzimamo u obzir veze koje agenti stvaraju između znakova koje koriste i njihovog ponašanja i radnji. Semantika (franc. *sémantique*, prema grč. σημαντικός: koji ima značenje). Zapravo postoje dvije različite definicije semantike koje se primjenjuju u različitim kontekstima. Semantika je također formalni izraz za granu lingvistike koja se bavi proučavanjem načina na koji se značenje konstruira i prenosi u pisanom ili govornom jeziku. Oba ova smisla riječi su važna i međusobno povezana. Semantika može pomoći u određivanju načina na koji ljudi tumače tekst, individualnog razumijevanja pročitaneog teksta i načina na koji ljudi međusobno komuniciraju (Leksikografski zavod Miroslav Krleža 2021).

„Utvrdivši da ovlašteni distributer dostavlja tablet, analiza na semantičkoj razini omogućuje nam da se usredotočimo na točno značenje pojma 'dostava', čime će se odrediti što se podrazumijeva pod pojmom da će tablet stići u razumnom vremenu i na vrijeme.”

## **Sintaktika (sintaktički): korišteni jezik ili kodiranje**

Treće područje je ono logike i gramatike i naziva se sintaktika. Sintaktika daje alate za konstrukciju formalnih pravila i sredstva kojima se ona međusobno povezuju. Sintaksa je dio svakog čina komunikacije i upravlja načinom na koji koristimo jezik, ali također se odnosi na pravila povezana s implicitnim kontaktom u koji ulazimo kada telefoniramo. Sintaksa pruža formalne elemente pravila i njihovih operacija što nam omogućuje konstruiranje rečenica. Kada ispravno koristimo vokabular, gramatiku i sintaksu, možemo se jasno izraziti i očekujemo da nas razumiju. Sintaksa ili skladnja (latinski *syntaxis* < grčki σύνταξις: slaganje, uređivanje; skladnja). Ne treba je brkati sa sintaktikom u programiranju; sintaktika u lingvistici odnosi se na raspored riječi i fraza. Sintaktika pokriva teme poput reda riječi i gramatičkih pravila, kao što je slaganje subjekta i glagola ili ispravno postavljanje izravnih i neizravnih objekata. Sintaktika je ključna za razumijevanje konstitutivnosti, pojma za više riječi koje djeluju kao jedna jedinica. U dugim i složenim rečenicama, konstitutivnost je neophodna kako bi se odredila hijerarhija unutar rečenice (Leksikografski zavod Miroslav Krleža 2021).

„Utvrdivši da ovlaštenu distributer dostavlja tablet i da razumijemo što je dostava, sintaktika daje pravila unutar kojih se vrši narudžba za dostavu. Na primjer, narudžba tableta mora sadržavati barem naziv i model tableta, količinu te punu adresu i broj telefona.”

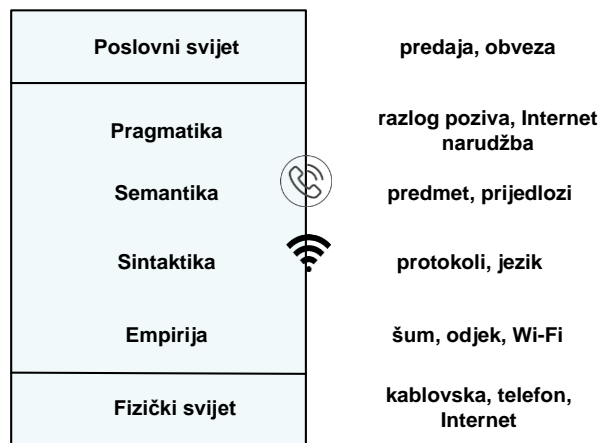
## **Empirija (empirijski): fizički prijenos**

Konačna razina je ona koja opisuje kodove, signale i fizičke karakteristike medija komunikacije i naziva se empirija. Empirija (prema grč. *ἐμπειρία*: iskustvo), iskustvo, znanje stečeno iskustvom; *empirijski*, iskustven, koji se oslanja samo na iskustvo (npr. *e. istraživanje*), (Proleksis Enciklopedija 2012). Empirija uključuje aktivnosti koje se obično povezuju s komunikacijskim inženjerima, poput statističkog opisa brzine i količine signala ili mehanizama za kodiranje i dekodiranje. Empirije mogu obuhvatiti komunikacijsko inženjerstvo i uključiti njegov vrijedan doprinos. Ali opseg ovog doprinosa mora se ponoviti: on se odnosi na vrlo uzak dio cjelokupnog polja informacija. Uključivanjem ovog doprinosa, empirija nas se tiče tek nakon što se riješe veća pitanja. Odlučivanje o tome koja sredstva i uzorke upotrijebiti za prenošenje poruke, koliko god važna bila, blijedi u usporedbi s preteškim problemom odlučivanja što reći. Korištenjem

semiotičkog pristupa dobivamo nešto u procesu: mjere informacija koje je razvio komunikacijski inženjer mogu se primijeniti na bilo koju vrstu znaka ili signala jer semiotika proučava sve znakovne procese. Ne ograničavamo naš interes samo na uobičajene koncepte signalizacije: putem telefona, telegrafa, interneta i telekomunikacija općenito. Umjesto toga, možemo upotrijebiti empiriju za bilo koji znak koji je agent sposoban protumačiti (Liebenau i Backhouse 1990: 69).

„Nakon što je uspostavio prva tri sloja, empirija pruža analitički okvir unutar kojeg možemo razumjeti fiziku i elektroniku telefonskog sustava koji koristimo za naručivanje našeg tableta od ovlaštenog distributera.”

Semiotička analiza može funkcionirati kao dijagnostički alat. Kada se pojave problemi, analitičar neće nužno znati na kojoj je razini došlo do sloma. Kada uzmemo u obzir širi karakter informacijskih sustava, vrlo lako možemo primijeniti semiotičke razine (vidi sliku 1). Uz ovu vrstu analize, osoba koja rješava problem neće morati gubiti vrijeme na razine koje dobro funkcioniraju. Konkretno, problemi na sintaktičkoj i empirijskoj razini općenito su više tehničkog karaktera, dok su problemi koji se javljaju u semantičkom i pragmatičkom području više društvenog karaktera.

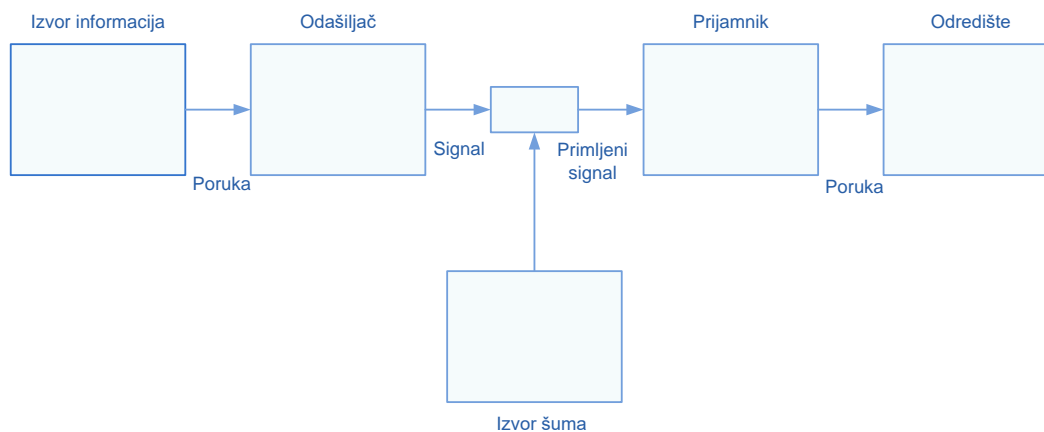


Slika 1. Semantička analiza informacije kroz telekomunikacijsku vezu  
Izvor: Izrada autora prema (Liebenau, Backhouse 1990: 16)

Nakon analize, problem se može identificirati i riješiti. Semiotički pristup analizi informacijskih sustava je robusan i neovisan o bilo kojoj posebnoj tehnologiji. Umjesto toga, ljudi koriste znakove, kako bi se mogli približiti hvatanju cijelog raspona svojstava.

### **2.1.3 Matematička teorija informacija: Shannon informacijska teorija**

Teorija informacija je matematička teorija o tehnološkim problemima koji su uključeni kad god se podatci prenose, pohranjuju ili dohvaćaju (Hjørland 2015: 10). Najbliži pristup univerzalnom formalnom prikazu informacija je Shannonova „teorija informacija”, koju je pokrenuo Claude Shannon, a ispravno se naziva Shannon-Weaver-Hartley teorija, u znak priznanja onima koji su je dopunili i dali joj sadašnji oblik. To daje rigoroznu matematičku osnovu za izračun količine informacija koje se mogu prenijeti kroz medij ili kanal i važan je alat za komunikacijske inženjere. Široko se primjenjuje za uvođenje koncepta informacije u fizičke i biološke znanosti. Inženjer Claude Shannon razvio je takozvanu informacijsku teoriju 1948. koja se, međutim, često smatra pogrešnim nazivom za teoriju prijenosa podataka. Teorija informacija je matematička teorija o tehnološkim problemima koji su uključeni kad god se podatci prenose, pohranjuju ili dohvaćaju. Njegova osnovna ideja temelji se na činjenici da što je teže pogoditi što primamo, to više informacija dobivamo. Shannonova teorija bila je čisti statistički formalizam, povezujući informacijski sadržaj poruke s vjerojatnošću pojavljivanja njezinih simbola, bez obzira na njihovo značenje. Štoviše, nazvao ju je teorijom komunikacije, a ne informacije. Visok sadržaj informacija u Shannonovoj teoriji povezan je s niskom vjerojatnošću kombinacija simbola, tako da se informacija izjednačava s iznenađenjem, nedostatkom predvidljivosti i slučajnošću (Bawden i Robinson 2022: 83). To je izazvalo probleme onima koji su pokušali primijeniti Shannonovu teoriju na smislene informacije. Unatoč tome, Shannonov formalizam je univerzalno prihvaćen kao temelj svake teorije informacija. Teorija uključuje koncepte kao što su komunikacijski kanali, propusnost, šum, brzina prijenosa podataka, kapacitet pohrane, omjer signala i šuma, stopa pogreške, povratna informacija i tako dalje (slika 2).



Slika 2. Shematski dijagram općenitog informacijskog sustava  
 Izvor: Izrada autora prema (Shannon 1948: 2)

Shannon je kao temeljni problem komunikacije definirao točnu reprodukciju na jednom mjestu poruke odabrane s drugog mjesta. Značenje se zanemaruje: „ovi semantički aspekti komunikacije su irelevantni za inženjerski problem” (Shannon i Weaver 1949: 3). Količina informacija se u Shannonovoj informacijskoj teoriji mjeri smanjenjem neizvjesnosti koja proizlazi iz izbora određene poruke među nizom mogućih poruka. Ono što je bitno jest da je stvarna poruka u svakom slučaju ona koja je odabrana iz skupa mogućih poruka, a ako je broj mogućih poruka konačan tada je informacija povezana s bilo kojom porukom funkcija broja mogućih poruka (Bawden i Robinson 2022: 84). Shannon je izveo svoju dobro poznatu formulu za  $H$ , mjeru za informaciju:  $H = -K \sum p_i \log p_i$ , gdje je  $p_i$  vjerojatnost svakog simbola, a  $K$  je konstanta koja definira jedinice. Znak minus je uključen kako bi količina informacija,  $H$ , bila pozitivna; nužno će vjerojatnost uvijek biti manja od 1, a log takvog broja uvijek je negativan. Shannon je istaknuo da se formule općeg oblika  $H = -\sum p_i \log p_i$  vrlo često pojavljuju u teoriji informacija kao mjere informacija, izbora i nesigurnosti; tri se pojma čine gotovo sinonimima za njegove svrhe (Bawden i Robinson 2012: 69). Shannonova teorija daje jedinu uvjerljivu kvantitativnu mjeru informacija koja je dosad izvedena, a uloženo je mnogo posla da se pokuša primijeniti u različitim disciplinama, od društvenih znanosti do humanističkih znanosti (Bawden i Robinson 2015a; 2015b; Floridi 2010; Gleick 2011).

#### **2.1.4 Kognitivni pogled u informacijskoj znanosti**

Informacijska znanost ima prilično dugu povijest bavljenja samom sobom kao disciplinom i bavljenja svojim pravim predmetima ili fenomenima proučavanja. Neki aspekti takve zabrinutosti očito su povezani s profesionalnim i institucionalnim pitanjima, ali čini se jasnim da su drugi aspekti izravno povezani s ozbiljnim intelektualnim problemima. Postoje različiti pristupi ovim pitanjima. Posebno je zanimljivo pitanje kako uzeti ono što se naziva „kognitivno” s pogledom na informacijsku znanost i koristiti takvo gledište da sugerira što bi informacijska znanost trebala proučavati i kako bi to trebalo proučavati. Za informacijsku znanost, zauzimanje kognitivnog gledišta obično je značilo razmatranje njezina opsega kao bavljenja nekom vrstom ljudskog komunikacijskog sustava, u kojem tekstovi igraju ključnu ulogu, te pojedinaca unutar tog sustava u njihovoj interakciji s tekstovima (ili informacijama) i jedni s drugima u odnosu na takve tekstove (Belkin 1990). Iako to ne mora nužno specificirati što bi trebalo biti predstavljeno, niti kako, očito postoje jaka ograničenja o tome kako bi se ta pitanja trebala tretirati. Osnova za djelovanje kognitivne znanosti je sposobnost korištenja ljudske inteligencije za kombiniranje njezinih karakterističnih značajki s inženjerskim primjenama (Ogiela 2017: 13). Ova nova znanstvena disciplina pokriva korištenje matematičkih teorija i opisa za opisivanje i analizu podataka i informacija predstavljenih u obliku širokog znanja baze, kao i inženjerske discipline uključujući računarstvo, kognitivnu znanost, neuropsihologiju, teoriju sustava, kibernetiku, inženjerstvo znanja i računalno inženjerstvo. Nadalje, značajan se dio temelja kognitivne znanosti koristi u različitim disciplinama kao što su umjetna inteligencija, epistemologija, estetika, lingvistika i sociologija (Bobrow i Collins 1975). U informacijskoj znanosti, kao i u drugim disciplinama, zauzimanje kognitivnog gledišta dovelo je do razmatranja fenomena i situacija relevantnih u smislu reprezentacija (obično mentalnih) znanja, namjera, uvjerenja, tekstova i tako dalje, te interakcija među takvim prikazima. Iako zauzimanje ovog gledišta ne precizira točno koji bi relevantni fenomeni proučavanja mogli biti, ono svakako pruža prilično snažan okvir unutar kojeg se može donijeti takva odluka. Počevši od sredine sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća, pojavio se niz publikacija koje su izričito zahtijevale ili predlagale definiciju kognitivnog pogleda na informacijsku znanost. Iako nisu svi od njih imali potpuno istu definiciju kognitivnog pogleda na informacijsku znanost što takvo gledište jest ili što podrazumijeva, čini se da postoji neka srž ili bit značenja koja im je svima zajednička. Eksplicitnije, De Mey (1982) navodi da je kognitivno gledište „...svaka obrada informacija, bilo



perceptivna ili simbolička, povezana sa sustavom kategorija ili koncepata koji su, za uređaj za obradu informacija, model njegova svijeta” (De Mey 1982: 83–107). U informacijskoj znanosti, konstruktivističke ideje obično se označavaju „kognitivnim gledištem”. Međutim, kognitivno gledište u informacijskoj znanosti (...) ne predstavlja kognitivizam (Hjørland 2015: 29). Kognitivizam je pristup koji je značajno informirao umjetnu inteligenciju u povlačenju izravnih analogija između ljudske obrade informacija i računalstva (Ingwersen 1992: 19–25, 227). Kognitivno gledište u informacijskoj znanosti razlikuje se od kognitivizma stavljanjem naglaska na način na koji se znanje aktivno gradi od strane subjekta koji spoznaje, to jest, od strane individualnog uma da služi organizaciji unutarnje i vanjske stvarnosti (Talja i sur. 2005: 81). Ovim primjerima možemo uvidjeti kako je, bez obzira na to koliko je definicija općenita ili gdje je njen naglasak, bit kognitivnog gledišta da ono izričito smatra kako stanja znanja, uvjerenja i ljudskih bića i/ili informacija kroz uređaje za obradu podataka posreduju u interakciji s onim što primaju/opažaju ili proizvode. Ovo je, naravno, gledište koje se može primijeniti na mnoge situacije ili pojave. Semantičke informacije u kognitivnim objašnjenjima često prate način na koji promjene koje se događaju u okolini primatelja koreliraju s promjenama u primatelju (Fresco 2022: 2). Kognitivna objašnjenja obično imaju za cilj razumjeti kako je svrhovito ponašanje proizvedeno prikazima okoline. Takvi prikazi navodno nose različite vrste semantičkih informacija. Motoričke reprezentacije nose preskriptivne informacije i ponašaju se na specifičan način, dok percepcijske reprezentacije nose opisne informacije o stanjima okoliša (Rathkopf 2017). Vjeruje se da semantičke informacije zatvaraju petlju između signala i okoline: signal je oblikovan stanjem okoline, a radnje primatelja su (eventualno) usmjerene prema nekom stanju okoline (Cao 2012).

Wilson (1984) također ima kognitivni pogled na informacijsku znanost, ali se eksplicitno fokusira na ljudsko informacijsko ponašanje. Odnosno, ističe da su interakcije između modela svijeta pojedinca i onoga što im se nameće usmjerene na razumijevanje ili generiranje značenja iz onoga što se percipira, te da se značajni aspekti tih modela odnose na kontekst u kojem se osoba nalazi. Stoga, sugerira da kognitivni pogled na ponašanje traženja informacija i korištenje informacija podrazumijeva da razumijemo odnose između značenja svakodnevnog života ljudi i informacija koje mogu biti relevantne za te živote. Wilson ističe da su značenja, u ovom smislu, konstrukti koje ljudi imaju o sebi i svojim svjetovima, te nisu samo individualni, već i društveno konstruirani (Wilson 1984: 200). Ti konstrukti, odnosno slike, funkcioniraju na različite načine, a

posebice kao posrednički uređaji za konstrukciju značenja iz svakodnevnog svijeta. Odnosno, oni pružaju okvire za tumačenje, za odlučivanje o tome što je relevantno i za razvoj društveno tipičnih načina ponašanja. Ako se informacijska znanost bavi, barem djelomično, pitanjima kako i zašto ljudi sudjeluju u ponašanju traženja informacija i kako koriste informacije, tada kognitivno gledište koje je predložio Wilson sugerira da će biti potrebno razumjeti razvoj i strukturu pojedinačnih slika svakodnevnog života, te ih povezati s kontekstom tog života, koji je neizbježno društveni. Wilson i Streatfield (1977) koristili su se ovim konstruktom kako bi proučavali informacijsko ponašanje raznih klasa ljudi, posebno u vezi s njihovim znanjem i okruženjem u kojem koriste informacije. Ove su studije pružile iznimno vrijedne metodološke smjernice za istraživanje ljudskog informacijskog ponašanja općenito, a nadalje su korištene za praktičan učinak u dizajnu nove informacijske usluge i sustave. U ovom slučaju, dakle, možemo vidjeti da je kognitivno gledište dovelo do praktičnih i metodoloških posljedica, kao i do teorijskih.

Nadalje, Cooper (2004) je istražila brojne situacije u knjižnicama s kognitivnog gledišta, posebice ponašanje i postupke pretraživanja korisnika i knjižničara prilikom pretraživanja informacija, ali i njihovu međusobnu interakciju. U istraživanju, eksplicitno usvaja kognitivno gledište u kojem pretpostavlja da osoba ima repertoar strukture znanja koje se po potrebi odnosi na temu o kojoj je riječ, kako bi razumjela konstruirati značenje i djelovati u određenim situacijama (Cooper 2004: 299–336). S tog stajališta dolazi do zaključka da je zadatak pretraživanja informacija uskladiti kognitivne strukture autora, dizajnera sustava i indeksatora sa strukturama informacijskog radnika i korisnika, kako bi se odgovorilo na stvarnu potrebu. Ovaj pristup ima sličnosti s Wilsonovim, ali je njegova primjena bila bitno drugačija. Cooperin interes bio je otkriti učinak struktura znanja i interakcija među strukturama znanja različitih strana u ovom komunikacijskom sustavu (ali posebno knjižničara) na to kako se i koliko dobro provodi pretraživanje informacija u knjižnici. Istraživanja su rezultirala teorijskim temeljima za razumijevanje odnosa između knjižničara, korisnika i dokumenata, metodologijom za proučavanje tih odnosa i struktura znanja o kojima oni ovise, ali i rezultatima koji nam daju vrijedne informacije o tome kako knjižničari i korisnici međusobno komuniciraju i zašto (Wai i Herre 2020: 29–45). Gurcan i Sevik (2019) su primijenili kognitivni pristup u nizu specifičnih okolnosti, npr. u analizi i evaluaciji sučelja čovjek-računalo u sustavima bibliografskog pretraživanja (Gurcan i Sevik 2019).

Belkin i sur. (1982) zauzeli su kognitivni pogled na pitanje pretraživanja informacija, posebno se fokusirajući na pitanje prirode znanja koje potiče korisnike takvih sustava kako ući u njih. Svoju analizu temelje na kognitivnom komunikacijskom sustavu koji je inicijalno predložen i sugeriraju da je u tom smislu prikladno razmotriti prirodu korisnikovog stanja znanja pri projektiranju sustava čiji je cilj eventualna odgovarajuća modifikacija tog korisnikovog stanja znanja. Oni predlažu da će takvo stanje znanja vjerojatno biti anomalija i potencijalno razrješenje bilo koje anomalije koja se može odrediti pa sustav za pronalaženje informacija ne bi trebao zahtijevati specifikaciju onoga što je potrebno. Umjesto toga sugeriraju da je ono što se može očekivati od korisnika u takvoj situaciji opis korisnikovih ciljeva, problema i znanja, te da se takav opis može prikazati i koristiti u usporedbi sa sličnim prikazima dokumenata za potrebe pretraživanja (Belkin i sur. 1983). Značajni aspekti ovog pristupa bili su uključeni u općenitiji model informacijskog sustava koji se izričito bavio identificiranjem svih modela koje bi posrednik u informacijskom sustavu (bilo čovjek bilo računalo) trebao imati kako bi na odgovarajući način komunicirao s korisnikom i odgovorio mu u takvom sustavu, te s načinom na koji bi se takvi modeli mogli konstruirati u interakciji s korisnikom.

### **2.1.5 Shvaćanje informacije u informacijskoj znanosti**

Informacija treba biti središnji konstrukt od interesa za informacijsku znanost. Stoga bi trebao postojati neki općenito dogovoreni koncept informacija primjerenih tom problemu. Preduvjeti za takav koncept u informacijskoj znanosti su da je relevantna za pet temeljnih područja istraživanja; da mora biti povezana sa znanjem, da je određiva i operativna, da se može generalizirati, da nije specifična za situaciju i da nudi sredstva za predviđanje učinaka informacija. Navedeno podrazumijeva da možemo usporediti informacije, bez obzira na to jesu li generirane ili primljene. Stoga ne tražimo definiciju informacije, već shvaćanje i korištenje takvog koncepta koji može poslužiti informacijskoj znanosti i nije u suprotnosti s drugim disciplinama povezanim s informacijama. Glavna područja proučavanja i izjava problema pokazuju da komunikacijski procesi igraju temeljnu ulogu, uključujući pošiljatelja, poruku, kanal i primatelja. Poseban slučaj informacijske znanosti leži u pojmu željene informacije i da poruke uglavnom, ali ne uvijek, imaju oblik teksta, posloženog i organiziranog u sustav. Relevantni informacijski koncept stoga treba biti povezan sa svim komponentama u komunikacijskom procesu (Stodola 2019: 73–98).

Međutim, često je razumijevanje informacija povezano s jednom ili dvije, ali ne sa svim komponentama, čime se smanjuje njihova važnost za informacijsku znanost.

Salton i Buckley (1988), na primjer, poistovjećuju informacije s tekstualnim sadržajem, predstavljenim riječima ili indeksnim terminima. Iako se korisniku može dopustiti da pruži povratnu informaciju o relevantnosti, navodeći je li dokument ili tekst relevantan, ova činjenica ne ukazuje ni na kakav učinak na korisnika, već samo na sustav. Ne pruža niti bilo kakav društveni komunikacijski kontekst. Interes istraživača (Salton i Buckley 1987: 1–21) leži u izoliranju generiranih poruka (tekstova) prenesenih znakovima (riječima i drugim atributima) u organiziranim kanalima (tekstualni informacijski sustavi), kako bi se uspostavile matematičke teorije u odnosu na performanse sustava pretraživanja teksta (Boubekeur i Azzoug 2013: 119–136). Temeljni Saltonov i Buckley pogled je Shannonov informacijski koncept, koji je, kako bi bili točniji, izvorno bio mjera vjerojatnosti, čineći dio njegove matematičke teorije komunikacije (Shannon i Weaver 1949). Mjera se odnosi na vjerojatnost prijema poruka putem kanala, a ne eksplicitno na semantičke aspekte poruka. Shannonov koncept mjerenja informacija nije moguće primijeniti na cijeli kontekst informacijske znanosti gdje je značenje općenito povezano s informacijom. Jedan se pristup pridržava semiotike, tj. značenja, a drugi gleda na informaciju kao na sredstvo za smanjenje neizvjesnosti. U ova tri shvaćanja informacije Shannonova informacijska mjera ima i/ili igra svoju izvornu ulogu, ograničena je na funkcije nesemantičkog kodiranja, prijenosa i dekodiranja poruka ili tekstova. Iako se sva tri pristupa informacijama bave komunikacijom, čini se da su primjenjivi samo na informacijsku znanost gledajući njezina istraživana područja izolirano jedno od drugog, koristeći različito razumijevanje informacija za svaku svrhu. Na primjer, dok je jasno da je smanjenje neizvjesnosti relevantan koncept u proučavanju primatelja (korisnika) i njihovih razloga da žele informacije, postaje nejasno kako se ovo razumijevanje informacija može povezati s procesima generiranja. Sa Saltonom, Buckleyjem i Shannonom fokus za koncept informacije pomaknuo se s područja generiranih poruka (sadržaja tekstova), preko same poruke (ne njezina značenja), na njezino značenje (npr. primatelju ili pošiljatelju) i završava u obliku smanjenja neizvjesnosti u umu primatelja.

U svojoj knjizi „The Study of Information: Interdisciplinary Messages”, Machlup i Mansfield (1983) prikupili su ključna stajališta o interdisciplinarnim kontroverzama u računalnim znanostima, umjetnoj inteligenciji, knjižničnoj i informacijskoj znanosti, lingvistici, psihologiji i

fizici, kao i u društvenoj znanosti. Machlup se ne slaže s upotrebom koncepta informacije u kontekstu prijenosa signala, pri čemu se osnovni smisao informacije po njegovom mišljenju odnosi na „pričati nešto ili na nešto što se govori (Machlup 1983: 660). Informacija je upućena ljudskim umovima i ljudski umovi je primaju”. Prava informacija može doći samo od informatora. Machlup (1983) tumači da informacija bez informatora (bez osobe) koja nešto govori – jest informacija samo u metaforičkom smislu... Informacija je znak koji nekom umu ili umovima prenosi smislenu poruku koja može utjecati na primatelje u njihovim razmišljanjima, odlukama i postupcima (Machlup 1983: 671). Ukratko, za Machlupa, informacija je ljudski fenomen. Uključuje pojedince koji prenose i primaju poruke u kontekstu njihovih mogućih radnji. Belkin tvrdi da se informacija i primateljevo stanje znanja smatraju strukturama, a s obzirom na to da je struktura informacije izvedena iz strukture znanja, učinak informacija povezanih s bilo kojim određenim tekstom može se predvidjeti, gdje je pružena neka ideja o stanju znanja primatelja i neka sredstva za predstavljanje stanja znanja (Belkin 1978: 82).

Na kraju, ono što nije moguće jest imati točnu predodžbu o nekoliko stanja znanja, ali ni predvidjeti pojedinačne učinke. To je problem neizvjesnosti svojstven kognitivnom pristupu informacijama.

### **2.1.6 Evolucija pojma konsolidacija informacijskog koncepta**

Izraz „konsolidacija” odnosi se na koherentni „proces učvršćivanja” dvije ili više labavo spojenih jedinica u kojima jedinica od inputa (ulaz) prolazi kroz značajne promjene kojima se pretvara u output (izlaz) (Webster’s dictionary 1961). U kontekstu „konsolidacije informacija”, to znači okupljanje povezane informacije analizom i raspoređivanjem agregata povezanih informacija u koherentan niz ili logičku strukturu, tako da korisnik može dobiti objedinjeni pogled na sadržaj. To može uključivati spajanje, restrukturiranje i ponovno pisanje informacija. Opširniju definiciju konsolidiranih informacija formuliраli su Saracevic i Wood (1981): „Konsolidirane informacije su javno znanje koje je posebno odabrano, analizirano, procijenjeno i moguće restrukturirano i prepakirano u svrhu posluživanja nekim neposrednim odlukama, problemima i informacijama, potrebama definirane klijentele ili društvene skupine, koja inače ne bi mogla djelotvorno pristupiti i koristiti se ovim znanjem, koje je dostupno u velikoj količini dokumenata ili u izvornom obliku. Kriteriji za odabir, procjenu, restrukturiranje i prepakiranje tog znanja proizlaze iz potencijalne klijentele” (Saracevic i Wood 1981: 105). Uočeno je da se „aktivnosti

konsolidacije informacija” (engl. *Information Consolidation Activities*, ICA) u daljnjem tekstu (ICA) mogu obavljati unutar institucija ili sustava koji nisu centri za analizu informacija, čak i od strane pojedinaca ili grupa pojedinaca. Stoga je odlučeno da se izraz „Aktivnosti konsolidacije informacija” treba koristiti na sljedeći način za definiranje konsolidacije informacija: Izraz „Aktivnosti konsolidacije informacija” koristi se za definiranje odgovornosti pojedinaca, odjela ili organizacija za procjenu i sažimanje relevantnih dokumenata kako bi se određenim skupinama korisnika pružila pouzdana i koncizna nova tijela znanja. Pojedinci ili skupine pojedinaca koji obavljaju aktivnosti konsolidacije informacija činili bi jedinicu za konsolidaciju informacija (engl. *Information Consolidation Unit*, ICU), u daljnjem tekstu (ICU). Slijedi sažeta definicija koju su iznijeli u svom radu Saracevic i Wood (1981: 105a): „Konsolidirane informacije su tekst-tekstovi ili poruka-poruke namjerno strukturirane iz postojećeg javnog znanja kako bi utjecale na privatno znanje i odluke pojedinaca koji ne bi mogli učinkovito i djelotvorno pristupiti ili koristiti ovo javno znanje iz izvornih iznosa ili u izvornoj strukturi i obliku”. Moguće je dodatno sažeti Saracevic i Wood definiciju: „Konsolidirane informacije se bave pružanjem pravih informacija određenim korisnicima u pravom obliku i u pravo vrijeme”. Kao što je spomenuto na početku, konsolidacija informacija je jedan pristup u čitavom spektru informacijskih praksi potrebnih za različite aspekte razvoja. Međutim, konsolidacija informacija učinkovit je pristup ispunjavanju specifičnih informacijskih potreba za evaluacijskim i sintetiziranim informacijskim uslugama za još neposlužene. Konsolidacija informacija dijeli se na dvije vrste. Jedna vrsta primjenjiva je na visoko sofisticirane korisnike (inženjere, znanstvenike, menadžere, kreatore politike), a druga vrsta na manje sofisticirane korisnike (građane, pučanstvo, radnike, žitelje sela i školsku djecu). Konsolidacija informacija je složena i zahtijeva određeno angažiranje resursa. Međutim, konsolidacija informacija je dokazala svoju vrijednost i prednosti u prijenosu informacija. Stoga bi konsolidaciji informacija trebalo posvetiti veliku pažnju u instituciji ili usavršavanju informacijskih napora koji služe u razvoju novih tehnologija.

### **2.1.7 Povezanost informacijskog koncepta**

Razumijevanje koncepta informacije u informacijskoj znanosti povezano je s ljudskom komunikacijom snimljenih potencijalnih informacija koje obrađuju i generatori i primatelji. Tek kada su dvostruki zahtjevi zadovoljeni u prostorno-vremenskom kontinuumu, moguće je govoriti o informacijama – u pravom smislu. Prava informacija se može materijalizirati samo kada su

ispunjeni i zadovoljeni svi uvjeti ugrađeni u drugi zahtjev, odnosno u trenutku kada se generirana potencijalna informacija primi i percipira, utječući i transformirajući stanje znanja primatelja (Ingwersen 1992: 34). Stoga je u informacijskoj znanosti, a posebno u povratu i/ili dohvaćanju informacija (engl. *Information Retrieval*, IR), u nastavku daljnjeg teksta (IR), stalno ograničeno na jezičnu razinu komunikacije, upravljajući s potencijalnim informacijama ili podacima u obliku znakova, teksta, slike itd. u oba smjera tijekom interakcije. Dohvaćanje informacija bavi se procesima koji su uključeni u predstavljanje, pohranjivanje, pretraživanje i pronalaženje informacija koje su relevantne za zahtjev za informacijama koje želi korisnik. Isključivo trenutne transformacije stanja znanja ljudskog primatelja komunikacija i interakcija odvijaju se na kognitivnoj razini. Samo u ovom trenutku „informatijski” sustav je pravi informatijski sustav. Operacionalnost koncepta upravo se oslanja na ispunjenje ova tri uvjeta. Kako bi se izmjerila bilo koja vrsta percepcije i daljnji koraci u procesu kognitivnog razvoja, primatelj se mora pretvoriti u ulogu generatora.

Istraživanje o tome kako i zašto se ta transformacija događa može se odvijati samo tijekom interakcije, na primjer između sustava i osobe koja se pretvara u generator koji stvara odgovor komunicirajući natrag potencijalne informacije sustavu ili drugoj osobi. Odgovor čini osnovu za mjerenje percepcije, učinaka i transformacija u znanje. Prethodno spomenuta istraživanja dosljednosti indeksatora (Cleverdon i sur. 1966: 40) i istraživanja knjižničarskih postupaka pronalaženja zapravo su primijenila ovu vrstu istraživačkog okruženja (Ingwersen 1982: 173). Na primjer, u posljednjim eksperimentima svi su knjižničari dobili isto pitanje koje bi namjerno trebalo potaknuti zamisliv problemski prostor i stanje nesigurnosti u stanju uma svakog knjižničara. Pretpostavlja se da istraživač posjeduje (općenitu) predodžbu o krhkim strukturama znanja o knjižničarima o kojima je riječ.

Druga metoda je induciranje potencijalnih informacija koje ne sadrže koncepte koji mogu dovesti izravno do odgovarajućeg odgovora sustava. Pomoću „metode razmišljanja naglas” koja se primjenjuje tijekom njihovih aktivnosti pretraživanja, odnosno njihove interakcije s dokumentima i značajkama sustava, moguće je izmjeriti njihove načine percepcije informacijskog prostora, kao i učinke i zamislive transformacije njihovih stanja znanja.

Nadalje, informacijski koncept temeljen na kognitivnom gledištu olakšava razlikovanje triju potpuno različitih vrsta potencijalnih informacija u povrat informacija (IR) interakciji:

- Strukture pasivnog sustava ugrađene u postavke sustava, npr. kao pravila indeksiranja ili baza podataka strukturama, ili u posredničkim mehanizmima, npr. kao korisnički model.
- Aktivne strukture sustava u postavkama sustava, npr. kao IR tehnika(e) ili u posredni mehanizam, npr. kao kapaciteti za izgradnju modela odnosno anketiranje korisnika ili kao uređaji za ispitivanje IR sustava.
- Konceptualne strukture ugrađene u objekt sustava, npr. kao tekstovi, slike ili prikazi odnosno u posredničke mehanizme (Ingwersen 1992: 36).

Osoba koja komunicira s informacijskim sustavom može u određenoj mjeri posjedovati tri osnovne vrste informacija, od potencijalne vrijednosti za posrednika i IR sustav. Tijekom interakcije se informacijski koncept odnosi i na pretraživača, posrednički mehanizam i sustav.

U informetrici ovo razumijevanje informacija podrazumijeva više kvalitativno utemeljenih metoda analize, nego što su se do sada primjenjivale. Informetrikumu možemo definirati „intenzivno” pomoću definicije „Informetrika je proučavanje kvantitativnih aspekata informacija u bilo kojem obliku” (Tague-Sutcliffe 1992: 1) ili ekstenzivno nabranje njezinih sadržaja kao što „sadrži sve metričke studije povezane s informacijskom znanostu, uključujući bibliometriju (...), scijentometriju (...), webometriju (...)” (Egghe 2005: 1311). Kvalitativni kognitivni učinak i priroda specifičnih citata, na primjer, treba se mjeriti transformativna moć citata, a ne zajedničko postojanje ili skupina citata u izolaciji. Stoga bi bibliometrijske analize trebale uključiti težinu utjecaja i smjer utjecaja citata, npr. učestalost i priroda specifičnih citata i njihova uloga unutar teksta (Soós i Kiss 2020: 828).

U upravljanju informacijama, posebno u pogledu kriterija ocjenjivanja, koncept znači uključivanje funkcionalnog kognitivnog utjecaja i analize korištenja, na primjer za procjenu kako korisnici percipiraju funkcionalnosti korisničkog sučelja i transformiraju njihova stanja znanja (Siau i Wang 2007: 455–474). Nadalje, treba razviti metode kvalitativne procjene s obzirom na informativnost i upotrebu. Ovo je uobičajeno i ključno pitanje u svim područjima znanosti o



informacijama i sustavima. Međutim, njegovo je rješenje teže postići u informacijskim znanostima zbog prilično nestrukturirane prirode objekata u tom području.

Kako bi se poboljšala IR interakcija, kognitivno gledište jasno sugerira uvažavanje više reprezentativnih sredstava tijekom komunikacije između pretraživača i IR sustav(a). Zbog individualnosti strukture znanja svakog korisnika, tri osnovne vrste potencijalnih informacija ugrađenih u IR sustav (i posrednika) treba predstaviti na nekoliko načina primjenom nekoliko različitih reprezentativnih metoda (Borlund 2013: 13). Intuitivno i po logici, ova se polireprezentacija odvija od šezdesetih godina dvadesetog stoljeća u virtualnom okruženju, ali samo s obzirom na konceptualne strukture u IR sustavima: primjena kontroliranih pojmova, nekontroliranih pojmova, prikaz naslova i sažetaka obradom prirodnog jezika (engl. *Natural Language Processing*, NLP) jer računalo „ne razumije” prirodne jezike. Obrada prirodnog jezika (NLP) je studija koja pomaže računalima da razumiju kako ljudi prirodno govore, pišu i komuniciraju. To je područje istraživanja računalne znanosti i umjetne inteligencije (AI) koje se bavi obradom prirodnih jezika poput engleskog ili mandarinskog. Ova obrada općenito uključuje prevođenje prirodnog jezika u podatke (brojeve) koje računalo može koristiti za učenje o svijetu (Lane i sur. 2019). Prednosti Ingwersenovog modela, kada pogledamo s globalne razine, uključuju razne faktore kao društveno okruženje, IR sustave i informacijske objekte, koristeći pojam polireprezentativnost (Ingwersen 1992). Navedeni pojam može se sažeti u formi da dokumenti koji su vraćeni višestrukim pretraživanjem imaju veću vjerojatnost korisnosti korisniku. Samo zahvaljujući posredovanju preko ljudskog posrednika dolazi do izražaja određena fleksibilnost obrade. Dakle, IR interakcija, uključujući posredničke mehanizme, zahtijeva varijaciju reprezentacija znanja koje bi, u jednoj te istoj konfiguraciji sustava, trebalo kombinirati s mnoštvom IR tehnika i metoda ispitivanja. Ne možemo postavljati pitanje unutar IR-a niti raspravljati o tome koja je metoda predstavljanja ili IR tehnika, „najbolja” za primjenu, niti ih sve možemo jednostavno primijeniti kako bismo bili sigurni. Ono što se računa jest stjecanje znanja o karakteristikama i implikacijama svake metode. Pravo pitanje je zapravo *Koja kombinacija aktivnih, pasivnih i konceptualnih struktura sustava je najprikladnija za primjenu u danom pronalazačju situacija?* Stoga, evidentno je da svaka želja za informacijama treba biti predstavljena na niz prikladno povezanih načina koji se mogu percipirati putem posredničkog mehanizma i primijeniti na informacijski prostor. Ono što bi IR istraživanje trebalo učiniti jest pokušati uspostaviti sustavnije znanje o tome što korisnici općenito i pojedinačno rade, kako i

zašto misle ili mentalno reagiraju na kombinacije tehnika, postupaka i konceptualnih struktura u IR sustavima tijekom IR interakcije. Za ovo stečeno znanje može se reći da predstavlja prikaz onoga što mi, uz određeni stupanj nesigurnosti, znamo da oni misle, osjećaju ili se ponašaju. Zatim to znanje implementiramo u IR sustave i posrednike, ne u osnovi da simuliramo knjižničare, već da poboljšamo interakciju s ljudskim korisnicima (Ingwersen 1992: 37).

### **2.1.8 Predodžba daljnjeg razvoja informacijske znanosti**

Iako je mnogo informacija dostupno u digitalnom obliku, istraživanje o informaciji nije identično proučavanju računala, informacijske tehnologije ili komunikacijske tehnologije. Informacijska znanost govori o tome što (Google, Hrčak, Dabar, Wikipedia) pruža korisnicima, ali radi se i o tome što (Google, Hrčak, Dabar, Wikipedia) ne može učiniti za korisnike, što još treba konzultirati. Riječ je o tome kako poboljšati pristup informacijama napretkom u pronalaženju informacija putem računala, novih tehnologija i u oblicima informacijskih usluga koje pružaju informacijski stručnjaci. Takve informacijske usluge uključuju podučavanje o „informatičkoj pismenosti” za studente i druge stručnjake npr. liječnike. Praksa takvog podučavanja, pogotovo u današnjem vremenu borbe s virusom SARS-CoV-2 temelji se na dokazima (eng. *evidence based*). Primjerice, trebamo brze informacije što činiti nakon infekcije SARS-CoV-2 virusom zbog podatka kako je kod mladih muškaraca rizik miokarditisa nakon cijepljenja veći, nego nakon infekcije SARS-CoV-2 virusom.

Drugi način da se opiše razlika između računalne znanosti i informacijske znanosti je reći da je za prvu interakcija između ljudi i računala ključna tema. U slučaju informacijske znanosti radi se o interakciji između ljudi i cjelokupne informacijske ekologije. Ovo čini bitnu razliku, iako je računalo svakako središnji alat u informacijskoj znanosti. Informacijska znanost ima mnogo specifičnih grana. Neki su specijalizirani za specifične tehnologije, na primjer, novi val „novih tehnologija (npr. XR, AR, VR) i društvenih tehnologija” ili specifične skupine korisnika (npr. knjižnične i informacijske usluge za djecu). Neke grane pokrivaju vrste procesa kao što su traženje i dohvaćanje informacija i informacijske arhitekture. Neki su specijalizirani za određena područja, na primjer za kulturne, društvene ili znanstvene informacije. Sve te grane ne proučavaju samo informacijski stručnjaci, već su po prirodi interdisciplinarne. To znači da je i sama informacijska znanost ujedno monodisciplina sama po sebi i interdisciplinarni pothvat koji

crpi iz drugih polja i ovisi o inputu iz drugih polja. Nadalje, slijedi da je informacijska znanost pragmatičan pothvat: ona proučava znanja i informaciju u svrhu, kako bi se napredovalo i poboljšalo stvari da je svjestan „napredak” i „poboljšanje” što može značiti različite stvari različitim ljudima. Što je bitno i kritično za daljnji razvoj informacijske znanosti u današnje vrijeme? S jedne strane, vjeruje se da to ima veze s potrebom za razvojem opće perspektive koja drži grane na okupu i pomaže informacijskim znanstvenicima i informacijskim stručnjacima da steknu jasan identitet u odnosu na druge grane u ovoj multidisciplinarnoj grani, prije svega u odnosu na informatičare. S druge strane, potrebno je razviti korpus specifičnih informatičkih znanja povezanih sa svim većim granama znanja. Postoje očita ograničenja za čisti univerzalistički pristup. Stoga je također žurno potrebno više analitičkih studija. Bitno je u obrazovnom, znanstvenom i profesionalnom kontekstu imati jasan identitet: moći razumjeti i argumentirati zašto postoje različite grane i polja znanja, a sva pridonose jačanju cijelog područja iz vlastitog kuta.

## **2.2 Nove tehnologije u nastavi visokog obrazovanja**

Kada govorimo o primjeni novih tehnologija u koje se ubrajaju virtualna i proširena stvarnost, možemo na temelju istraživanja istaknuti da uvelike mogu unaprijediti edukacijski proces i pridonijeti razvoju aktivnog učenja. Aktualna istraživanja primjenu AR-a u visokom obrazovanju ističu kao povećanu učinkovitost u poučavanju, razvijanju digitalne pismenosti i digitalnih kompetencija studenata koje imaju velik utjecaj na učenje i podučavanje u sveučilišnom obrazovanju. Prije integracije novih tehnologija u podučavanje i učenje, sustav isporuke za sve obrazovne razine bio je tradicionalno okruženje u učionici s nastavnicima i instruktorima koji drže predavanje, a studenti slušaju i pišu bilješke. Inovacije 21. stoljeća u obrazovnom sustavu dovele su u pitanje ovaj način učenja. U nadolazećim godinama, trendovi u obrazovanju pratit će digitalnu transformaciju i nove mogućnosti koje će nuditi internet budućnosti olakšavajući pri tome uključivanje inovativne tehnologije u učionice (Resta 2002: 169). Napredak novih tehnologija omogućio je nove edukacijske metode, kao što je aktivno učenje korištenjem proširene stvarnosti.

AR tehnologija prepoznata je kao jedna od važnijih novih tehnologija za razvoj aktivnog učenja u visokom obrazovanju (Saltan i Arslan, 2017: 503–520). Činjenica da neka visoka učilišta u

nastavi koriste proširenu stvarnost (AR) i virtualnu stvarnost (VR) predstavlja motivaciju za njihovo češće korištenje na inovativne načine koji proširuju edukacijske dimenzije (Swensen 2016: 2540–2547). Nadalje, (AR) i (VR) tehnologije pružaju mogućnost preklapanja slika, teksta, audiozapisa, videozapisa i audio-video zapisa na postojeće (AR) i (VR) strukture, na prostor ili slike u realnom vremenu u komunikaciji sa studentima (Greenwood 2016: 249–254). Nadalje, primjenom proširene stvarnosti moguće je postići iskustvo učenja izvan učionice, stavljati ga u kontekst veze između stvarnosti i situacije učenja u kojima studenti sudjeluju, pri čemu bilo koji fizički prostor može postati pozornica aktivnog učenja (Bower i sur. 2014: 1–15). Autori Akçayir i Akçayir (2017) ističu „potencijal upotrebe (AR) u edukaciji”. Između ostalog navode pozitivne učinke primjene AR-a koji se reflektiraju u boljem razumijevanju nastavnog sadržaja i ističu da se pritom glavne teme uče kroz efikasno oblikovanje aktivnog učenja (Akçayir i Akçayir 2017: 1–11). Postavka aktivnog učenja je način učenja koji podržava učenje putem novih tehnologija (AR) i (VR), što se razlikuje od tradicionalnih postavki učenja. Postavka aktivnog učenja takva je da studentima nove tehnologije predstavljaju motivaciju za njihovo češće korištenje na inovativne načine koji proširuju edukacijske dimenzije.

U kontekstu ovoga rada, istraživača zanima procjena utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti (AR) na znanje studenata u visokom obrazovanju koja upućuje na značaj učinkovitosti podučavanja te sposobnost studenata da razvijaju digitalnu pismenost (Eshet-Alkalai 2012: 267–276) i digitalne kompetencije koje imaju velik utjecaj na učenje i podučavanje u sveučilišnom obrazovanju (Saez-Lopez i suradnici 2020: 1–12). Već je nekoliko godina proširena stvarnost prepoznata kao jedna od tehnologija s većim utjecajem na sveučilišno obrazovanje. To je osobito važno kod imerzivnih AR i VR medija jer ovise o paralelnim efektima u realnom svijetu. Većina tih efekata pokreće se postupcima studenta u svojstvu korisnika AR-a, posebice u situacijama u kojima tijekom podučavanja student treba gledati u određenom smjeru ili koristiti kontrole za manipuliranje virtualnim objektom (Papanastasiou i sur. 2019: 425–436).

Cabero i Barroso (2016: 44–50) u svom radu analiziraju objavljene studije o implikacijama korištenja (AR) tehnologija i izvode zaključak da (AR) olakšava razumijevanje složenih pojava i koncepata; promiče kontekstualizaciju i obogaćivanje informacija; omogućava individualizaciju praktičnog podučavanja i prilagođavanje različitim oblicima digitalne inteligencije; pruža

studentima sposobnost da komuniciraju putem AR-a, manipuliraju stvarnim predmetima; daje prednost sveprisutnom i kontekstualiziranom učenju pretvaranjem bilo kojeg fizičkog prostora u poticajno akademsko okruženje; olakšava razvoj konstruktivističke nastave i/ili učenja metodologija; promiče razvoj grafičkih vještina kroz percepciju prostornih sadržaja i 3D objekata; pogoduje učenju kroz praksu (iskustveno učenje) te povećava motivaciju i poboljšava uspjeh učenja.

Novija istraživanja sugeriraju da i u sveučilišnim okvirima treba akceptirati znanstvene studije i izvještaje koji predlažu da se trendovi (XR) tehnologija uvedu u nastavu što skorije, s ciljem promjene u praksi podučavanja. Posljednjih godina učenje interakcijom s virtualnim digitalnim objektima integriranim u proširenoj stvarnosti postalo je moderan način digitalnog učenja. Autor Radu ističe u svojim istraživanjima da te prakse promoviraju veće performanse u učenju, povezane su s njihovim kreativnim, motivacijskim i motoričkim potencijalom i snagom imerzivnog osjećaja iskustva (Radu 2014: 1533–1543). Osim navedenog, moderna istraživanja uvode nove tehnologije u sveučilišno obrazovanje studenata i nastavnika, koji se moraju prilagoditi izazovima i zahtjevima suvremenog digitalnog društva, uzimajući u obzir percepciju i trendove u nastajanju s kojima će se danas studenti, a sutra profesionalci susresti u svom neposrednom radnom okruženju. U novim tehnologijama studenti su odgovorni za upravljanje vlastitim procesom učenja. U svom radu Frick i suradnici (2009: 705–720) izvijestili su da akademsko postignuće ovisi o pet standarda učenja:

- Učenje je napredno kada su studenti zaokupljeni rješavanjem problema iz stvarnog svijeta.
- Učenje je napredno kada su nove informacije usklađene sa stvarnošću studenata.
- Učenje je napredno dok se postojeće učenje pokreće kao temelj za nove informacije.
- Učenje je napredno kada se nove informacije integriraju u svijet studenta.
- Učenje je napredno kada se studentu izlože nove informacije.

U svom radu Battle i Lewis (2002: 21–35) komentirali su da se u narednom razdoblju globalizacije i tehnološkog preokreta obrazovanje smatra početnim korakom za svako ljudsko djelovanje. Napomenuli su da obrazovanje ima imperativnu ulogu u unapređenju ljudskog

kapitala te je povezano s prosperitetom pojedinaca i mogućnostima za bolji život. Farooq i suradnici (2011: 1–14) istaknuli su u svom radu da obrazovanje jamči sigurnost učenja i sposobnosti koje osnažuju ljude da prošire svoju profitabilnost i povećaju svoje osobno zadovoljstvo. Ovaj porast učinkovitosti postavlja temelje za prosperitet jedne nacije.

### **2.3 Virtualna stvarnost**

Virtualna stvarnost sastoji se od interaktivne računalne simulacije, koja osjeća korisnikovo stanje i rad te zamjenjuje ili povećava senzorne povratne informacije za jedno ili više osjetila tako da korisnik ima osjećaj da je uronjen u simulaciju (virtualno okruženje). Tako možemo identificirati četiri osnovna elementa virtualne stvarnosti: virtualno okruženje, virtualna prisutnost, osjetilna povratna informacija (kao odgovor na radnje korisnika) i interaktivnost (Sherman i Craig 2003). Ljudski um razmišljao je i maštao o virtualnoj stvarnosti desetljećima prije nego što su stigle prve stvarne implementacije. Godine 1931. knjiga Aldousa Huxleyja „Vrli novi svijet“ već je predstavila koncept osjećaja – filmova koji, osim slike i zvuka, uključuju dodir. Godine 1935. Stanley Weinbaum otišao je još dalje i predstavio detaljnu ideju virtualne stvarnosti u svojoj knjizi Pigmalionove naočale: „Ali slušajte – film koji daje jedan pogled i zvuk. Pretpostavimo da sada dodam okus, miris, čak i dodir, ako vas priča zaokupi. Pretpostavimo da napravim tako da ste vi u priči, razgovarate sa sjenama, a sjene odgovaraju, a umjesto da budete na ekranu, priča je o vama i vi ste u njoj. Bi li to značilo da ste ostvarili san?“

Ova je ideja ostala na papiru dvadesetak godina sve dok Morton Heilig, kojeg neki smatraju ocem virtualne stvarnosti, nije počeo osmišljavati praktičnu implementaciju. Godine 1957. razvio je i patentirao Sensoramu, stroj koji je nudio virtualno iskustvo vožnje bicikla. Korisnik je sjedio u stroju s trodimenzionalnim prikazom grada, čuo zvukove grada, osjetio vjetar i vibracije sjedala, a mogao je čak i namirisati određene mirise. Sensorama je bila prvi korak u stvarnom razvoju virtualne stvarnosti, ali nikada nije bila komercijalno uspješna. Sljedeći uređaj vrijedan spomena bio je prvi zaslon na glavi, Philco HMD. Nije pružao prozor u virtualno okruženje, već je prikazivao video sa stvarne, udaljene lokacije. Stoga se može smatrati prvim primjerom teleprisutnosti, primjene virtualne stvarnosti koja je i danas popularna. Godine 1968. Ivan Sutherland razvio je zaslon na glavi povezan s virtualnim okruženjem (Sutherland 1965). Sutherlandov rad „The Ultimate Display“, napisan 1965., predvidio je uspon fantastičnih

svjetova viđenih u današnjim računalnim igrama: „Nema razloga zašto objekti prikazani računalom moraju slijediti uobičajena pravila fizičke stvarnosti s kojom smo upoznati”. Sutherlandov zaslon, nazvan Damoklov mač, sastojao se od naočala s dva mala zaslona (po jedan za svako oko) koji su zajedno davali iluziju trodimenzionalne vizije. Pomicanjem glave korisnik je mogao mijenjati i pogled na okolinu, što je zahtijevalo složeni sustav praćenja kretanja pričvršćen na strop. Budući da su zaslone bili djelomično prozirni, korisnik je mogao vidjeti i stvarni i virtualni svijet istovremeno. Damoklov mač se, stoga, može smatrati i prvim primjerom proširene stvarnosti: sintetički podražaji nadređeni podražajima iz stvarnog okruženja. Sensorama i Damoklov mač dopuštali su korisniku da iskusi virtualna okruženja koristeći različita osjetila, ali nisu dopuštali nikakvu interakciju s tim okruženjima.

Filmovi kao što je Matrix izvukli su virtualnu stvarnost iz znanstvene fantastike u umove masa. Primjeri virtualne i proširene stvarnosti također postaju sve prisutniji u stvarnom životu, od vojnih simulatora letenja do jednostavnih aplikacija za pametne telefone. Kako svatko ima svoj dojam o virtualnoj stvarnosti, pokušajmo najprije objasniti definiciju koja će se koristiti u cijelom doktorskom radu. Virtualna stvarnost sastoji se od interaktivne računalne simulacije koja osjeća stanje i rad korisnika, te zamjenjuje ili povećava senzorne povratne informacije na jedno ili više osjetila tako da korisnik dobije osjećaj da je uronjen u simulaciju (virtualno okruženje). Tako je moguće identificirati pet ključnih elemenata u doživljaju virtualne stvarnosti ili bilo koje stvarnosti: virtualni svijet, uranjanje, interaktivnost, kolaborativno okruženje (interakcija s drugim ljudima) i prihvaćanje od strane medija (Sherman i Craig 2003: 6–16).

Tehnološki razvoj je u 1990-ima daleko zaostajao za ljudskom maštom, ali je svejedno postignut veliki napredak. Možda je najpoznatiji proizvod virtualne stvarnosti devedesetih bio CAVE (engl. *Cave Automatic Virtual Environment*, CAVE), u daljnjem tekstu CAVE: soba čiji se zidovi sastoje od ekrana koji prikazuju virtualno okruženje. Korisnici tako mogu stvarno vidjeti sebe unutar virtualnog okruženja. Posebne naočale također mogu dati iluziju dubine – objekti izgledaju kao da izlaze iz ekrana i lebde u zraku. Elektromagnetski senzori ugrađeni u zidove omogućuju mjerenje pokreta, dok sustav *surround* zvuka omogućuje trodimenzionalni zvuk. CAVE je postao prilično popularan i koriste ga sveučilišta diljem svijeta. Početkom 1990-ih očekivalo se vrijeme kada će virtualna stvarnost biti dostupna u domu, ali sve do promocije Gooleovog pametnog telefona (VR) ili relativno jeftinog VR-a u HMD stilu Oculus i Vivea,

(VR) kod kuće praktično nije bio riješen. U svom predinstitucionaliziranom („neasimiliranom”) stanju VR je prvenstveno osmišljen kao jednokratno iskustvo u kojem bi sudionici imali ograničene mogućnosti za istraživanje (s iznimkama gdje je korišten za istraživanje proizvoda, istraživanje podataka ili sveučilišno istraživanje, ali tada je publika bila ograničena) (Rouse 2016: 97–107). Sada je „dom” najrasprostranjenije mjesto.

Moguća mjesta na kojima se VR pojavljuje i sve će se više pojavljivati uključuju:

- arkada
- divljina
- dom
- izložbeni salon proizvoda
- muzej/zoološki vrt
- objekt za rehabilitaciju/vježbanje
- poslovni prostor za sastanke
- putničko sjedalo (u vlaku, avionu, automobilu)
- razmještaj vojske (pomorske, kopnene i zračne snage, logističke baze itd.)
- sajam
- sala za medicinske zahvate
- tematski park
- učionica
- ured.

Kako mjesto održavanja može utjecati na (VR) iskustvo, tako i samo iskustvo može utjecati na izbor mjesta. Cilj doživljaja utječe na to hoće li mjesto ili (VR) sustav diktirati doživljaj. Na primjer, ako je cilj pronaći dobre edukacijske aplikacije, treba li uzeti u obzir samo ono što je sada pristupačno u učionici? Treba li sada izgraditi dobre aplikacije, znajući da će tehnologija i dalje biti jeftinija, što će omogućiti studentima da u bliskoj budućnosti dobiju kvalitetnija iskustva?



Zahtjevi (VR) sustava također utječu na mjesta na koja se iskustvo može odvesti. Često bi se zanimljiva aplikacija mogla tražiti za prikaz na drugom mjestu. Ovisno o vrsti prikaza izvornog mjesta i logističke situacije, takav prijenos može, ali i ne mora biti moguć.

### **2.3.1 Imerzija**

Imerzija je subjektivni dojam da netko sudjeluje u sveobuhvatnom, realnom iskustvu (Staney 2002). Digitalni interaktivni mediji sada omogućuju različite stupnjeve digitalnog uranjanja. Što se virtualno sveobuhvatno iskustvo više temelji na strategijama dizajna koje kombiniraju akcijske, simboličke i osjetilne čimbenike, veća je suspenzija sudionika u nevjerici da se ona ili on nalaze „unutar” digitalno poboljšanog okruženja. Imerzija u digitalno iskustvo uključuje voljno odustajanje od nevjerice i osmišljavanje imerzivnih iskustava učenja koja će potaknuti ovu nevjericu koja se oslanja na osjetilne, akcijske i simbolične čimbenike (Dede i sur. 2000). Senzorno uranjanje digitalno replicira iskustvo lokacije unutar trodimenzionalnog prostora; potpuna senzorna sučelja koriste ili zaslone montirane na glavu ili sobe virtualne stvarnosti koje uranjaju u prostor, stereoskopski zvuk putem haptičkih tehnologija koje primjenjuju silu, vibracije i kretanje na korisnika koji ima mogućnost dodirivanja virtualnih objekata. Kao što je opisano u nastavku, interaktivni mediji sada omogućuju različite stupnjeve osjetilnog uranjanja.

#### **Fizičko i mentalno uranjanje**

Stoga, pojam uranjanja može se koristiti na dva načina – kao mentalno uranjanje i fizičko (ili osjetilno) uranjanje. U raspravama većine medija, „biti uronjen” općenito se odnosi na emocionalno ili mentalno stanje, odnosno osjećaj uključenosti u iskustvo. Međutim, u mediju VR-a, odnosi se na fizičko uranjanje kao svojstvo VR sustava koje zamjenjuje ili povećava podražaje sudionikovim osjetilima. Stanje mentalnog uranjanja često se naziva „postojanjem osjećaja prisutnosti” unutar okruženja (Sherman i Craig 2018: 10). Nažalost, još uvijek ne postoji zajedničko razumijevanje o tome što svaki od ovih pojmova znači, kako se međusobno odnose i kako ih razlikovati. Stoga je važno definirati što podrazumijevaju pojmovi uranjanje, mentalno uranjanje i fizičko uranjanje. Uranjanje je osjećaj boravka u okruženju; može biti čisto mentalno stanje ili se može postići fizičkim sredstvima. Fizičko uranjanje je definirajuća karakteristika VR-a, dok je mentalno uranjanje glavni cilj većine medijskih stvaratelja.

Mentalno uranjanje: stanje duboke angažiranosti; suspenzija nevjerice; uključenost.

Fizičko uranjanje: tjelesni ulazak u medij; sintetički poticaj tjelesnih osjetila korištenjem tehnologije; to ne podrazumijeva sva osjetila ili da je cijelo tijelo uronjeno/progutano.

Općenito, koristit će se izrazi mentalno uranjanje i fizičko uranjanje kako bi se raspravljalo o ovim fenomenima. Međutim, (VR) zajednica je također prihvatila izraz prisutnost (vjerojatno zbog prethodne upotrebe izraza teleprisutnost) kako bi predstavljala ovaj koncept. U ovom kontekstu preciznije je reći „osjećaj prisutnosti”, kako ćemo općenito izraziti ovaj koncept. Povlačimo dihotomiju između mentalnog i fizičkog (osjetnog) uranjanja. U vezi s tim punim iskustvom, objasnit će se oba aspekta uranjanja, počevši od fizičkog.

### **Fizičko/osjetilno uranjanje (imerzija)**

Fizičko „uranjanje” nedvojbeno je važan aspekt iskustva (i sustava) virtualne stvarnosti. Doista, fizičko uranjanje dio je definicije virtualne stvarnosti i element je koji razlikuje (VR) od drugih medija. Fizičko uranjanje postiže se predstavljanjem virtualnog svijeta korisnicima na temelju njihove lokacije i orijentacije te pružanjem sintetskih podražaja jednom ili više njihovih osjetila kao odgovor na njihov položaj i radnje (Sherman i Craig 2003). VR sustav svakom oku prikazuje slike ovisne o perspektivi, ušima sinkronizirani zvuk, tijelu haptičke i vestibularne informacije. Kada se korisnik kreće, vizualne, slušne, haptičke i druge kvalitete koje uspostavljaju fizičko uranjanje u scenu mijenjaju se kao odgovor. Ako priđu bliže nekom objektu, čini se da je veći, zvuči glasnije i mogu ga dodirnuti i osjetiti. Kada korisnik okrene glavu udesno, može vidjeti što se tamo nalazi i reagirati sukladno s pokretom. Ako zgrabe neki predmet, mogu njime manipulirati – okrenuti ga, podići, modificirati. Fizičko uranjanje također pomaže u vođenju sudionika u svijetu. Osobito kada je prostorno, zvuk se usmjerava na pozornost sudionika. Ako korisnik čuje glasnu buku, instinktivno će okrenuti glavu kako bi istražio što se događa. Zvuk, naravno, ne mora biti glasan; postoje i drugi načini na koje intrigantni zvukovi mogu navesti osobu da sazna što se događa (poput šapata: ...šššš...). Pružajući sintetičke podražaje tjelesnim osjetilima, sustavi virtualne stvarnosti često blokiraju podražaje koje pruža stvarni svijet. Tako se smanjuje mentalno uranjanje sudionika u stvarni svijet. Stupanj u kojem određeno (VR) iskustvo

nadjačava prirodne podražaje sintetičkim podražajima i broj osjetila koja se tako prevare, postavlja razinu fizičkog uranjanja. Ovaj stupanj fizičkog uranjanja ima neki učinak na mentalno uranjanje, ali postoje i drugi utjecaji na mentalno uranjanje koji su relevantni za sve komunikacije virtualnog svijeta.

### **Mentalno uranjanje**

Stupanj do kojeg je mentalno uranjanje poželjno za određeno iskustvo varira ovisno o ciljevima iskustva. Ako je iskustvo osmišljeno u zabavne svrhe i njegov se uspjeh temelji na tome koliko sudionik postaje zaokupljen, želeći se time više baviti i reći ostalim sudionicima da mentalno uranjanje igra ključnu ulogu u ispunjenju iskustva (Sherman i Craig 2003.). Drugi virtualni svjetovi, poput onih opisanih u romanima, također uvelike ovise o mentalnom uranjanju. Međutim, za neke primjene cilj je istražiti informacije, a visoka razina mentalnog uranjanja možda neće biti potrebna, moguća ili čak poželjna. Na primjer, znanstvenik koji ispituje rad senzora meteorološke stanice vjerojatno neće vjerovati da stoji pored stvarnog senzora. Zapravo, ne mora vjerovati u to da bi (VR) iskustvo bilo korisno, iako vjerojatno vjeruje da vidi prikaz senzora. Međutim, ako je iskustvo vožnja rollercoasterom, mogli bismo izgubiti pojam o činjenici da u stvarnosti stojimo na nepomičnom podu. U ovom slučaju mentalne imerzije, sve je veća vrijednost iskustva vožnje rollercoasterom. Učinkovito uranjanje može biti alat u komunikacijskom procesu. U fikcionalnom djelu, nedostatak mentalnog uranjanja mogao bi se promatrati kao komunikacijski neuspjeh. Nasuprot tome, u dokumentarnom dijelu, informacije se i dalje mogu prenijeti čak ako djelo nije jako impresivno, iako možda neće biti tako učinkovito u navođenju gledatelja da mijenjaju svoje ponašanje ili uvjerenja.

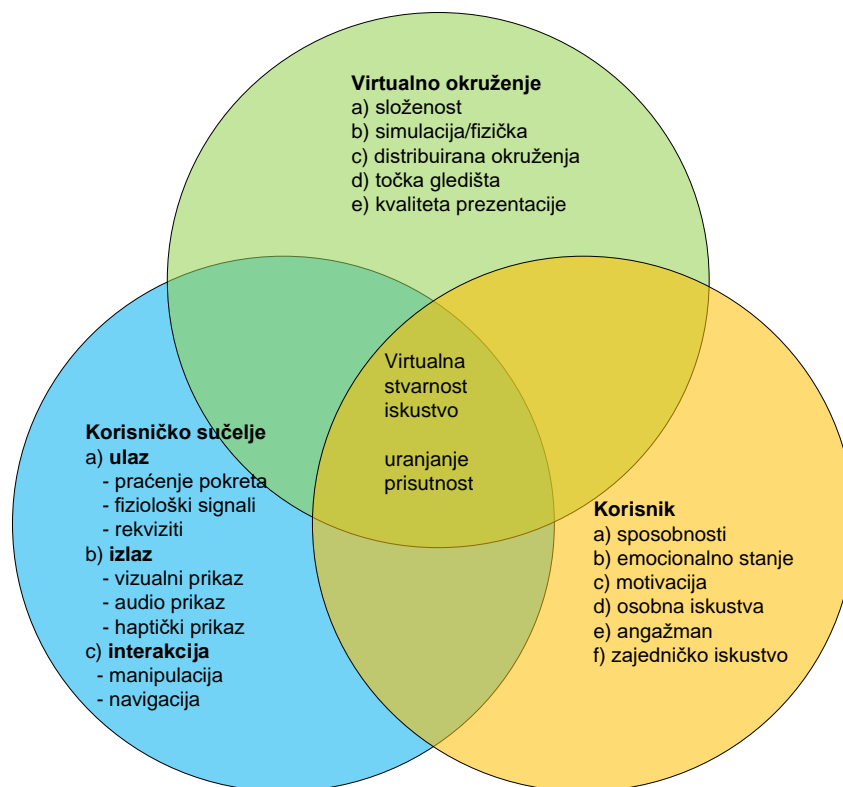
### **Razine uranjanja**

Za mnoga (VR) iskustva, potpuno mentalno uranjanje nije potrebno da bi aplikacija bila korisna. Podsjetimo, općenito, znanstvenici koji vizualiziraju svoje podatke ne vjeruju da stoje pored senzora meteorološke stanice ili gledaju svemir izvana. Međutim, često su u stanju napraviti opažanja o virtualnim svjetovima koji predstavljaju njihove podatke i prevesti te percepcije u korisne uvide.

Iako trenutno ne postoji široko prihvaćena standardna mjera za mentalno uranjanje, korisno je dodijeliti neki raspon za razinu uranjanja ili dubinu prisutnosti za potrebe rasprave (Slater i Usoh 1994: 1–34). Evo nekoliko mogućih koraka na tom kontinuumu:

- Ništa: korisnik osjeća samo da je povezan s računalom.
- Manje prihvaćanje: korisnik vjeruje samo u određene aspekte okoline. Možda se osjećaju kao da objekti iz virtualnog svijeta lebde u korisnikovom prostoru, ali se ne osjećaju dijelom virtualnog svijeta.
- Angažman: korisnik ne razmišlja o stvarnom svijetu. Oni se koncentriraju na svoje interakcije s virtualnim svijetom. Međutim, ako bi ih pitali, mogli bi razlikovati stvarni i virtualni svijet i ukazivali bi da se nalaze u realnom svijetu.
- Potpuno mentalno uranjanje: korisnik se u potpunosti osjeća dijelom okruženja predstavljenog putem (VR) sustava, možda do te mjere da zaboravlja da je „privezan” za računalo i postaje zaprepašten kada iznenada naiđe na „kraj veze”.

Virtualna stvarnost zahtijeva integraciju više čimbenika – korisničkog sučelja, elemenata virtualnog svijeta i korisničkih iskustava (Mihelj i sur. 2014: 12). Interakcija između ovih čimbenika definira iskustvo virtualne stvarnosti (vidi sliku 3). Renderiranje je proces stvaranja osjetilnih slika virtualnog svijeta. Moraju se osvježavati dovoljno brzo da korisniku daju dojam kontinuiranog tijeka (renderiranje u stvarnom vremenu). Stvaranje osjetilnih slika sastoji se od dva koraka. Prvo, potrebno je odrediti smjernice kako bi virtualni svijet trebao izgledati, zvučati i osjećati se. Ovo se zove reprezentacija virtualnog svijeta. Drugo, prikaz mora biti predstavljen pomoću odgovarajućeg hardvera i softvera. Ako želimo stvoriti virtualnu stvarnost, moramo odlučiti kako predstaviti misli, ideje i informacije u vizualnim, audio i haptičkim oblicima. Ova odluka značajno utječe na učinkovitost virtualne stvarnosti. Komunikacija putem određenog medija stoga zahtijeva međusobno iznošenje ideja i razumijevanje tih prezentacija. Ideje, koncepti ili fizičke karakteristike mogu se predstaviti na različite načine, iako su neki prikladniji od drugih. Renderiranje generira vizualne, audio i haptičke signale koji se prikazuju odgovarajućom opremom. Hardver i softver omogućuju da se računalno generirani prikazi virtualnog svijeta transformiraju u signale koji se zatim prikazuju tako da su vidljivi ljudskim osjetilima.



Slika 3. Integracija više čimbenika u VR.  
Izvor: Izrada autora prema (Mihelj i sur. 2014)

Virtualna stvarnost zahtijeva integraciju više čimbenika – korisničkog sučelja, elemenata virtualnog svijeta i korisničkih iskustava. Interakcija između ovih čimbenika definira iskustvo virtualne stvarnosti.

### 2.3.2 Primjena tehnologije VR u edukaciji

Primjena (VR) tehnologije postupno postaje sve prisutnija u visokoškolskim ustanovama. Prema Ravipatiju (2017), predviđa se da će (VR) uređaji porasti u upotrebi za 85 % do 2020. godine s time da će (VR) tehnologija postati općenito pristupačnija ustanovama visokog obrazovanja. Međutim, navedeno je da postoji očigledan nedostatak razumijevanja u pogledu pedagogije koja može informirati o dizajnu i korištenju (VR) sustava (Fowler 2015). Johnston i suradnici (2017) smatraju da korištenje VR-a u obrazovnim kontekstima može podržati učenje i suradnju usmjereno na studenta, čime se studentima pružaju važne vještine kritičkog mišljenja. Nadalje, oni tvrde da (VR) tehnologija ugrađena u kurikulum ima potencijal da naglasi i olakša

studentima „(...) angažman, ubrzano učenje, povećana pozornost studenta (...) mogu podržati studente s izazovima” (Johnston i sur. 2017: 2).

Činjenica je da imerzivna priroda VR-a podržava interakciju, uspostavlja osjećaj prisutnosti i pomaže procesu izgradnje znanja u smislu dinamike okoline za učenje. Ova perspektiva također daje težinu (VR) tehnologiji koja prihvaća iskustveno učenje (Xu i Ke 2016) gdje studenti mogu učiti i steći znanje iz svojih iskustava i reakcija na njih uz učenje kroz proces eksperimentiranja putem VR-a. Iz perspektive učenja, tvrdi se da (VR) tehnologija postavlja važna pitanja koja se odnose na određena gledišta spoznaje, epistemologije i same stvarnosti (Shin 2017). Također se (VR) može smatrati heurističkim alatom u kojem korisnici VR tehnologije mogu steći vještine kao što su prostorna socijalizacija, dijeljenje ideja, vizualizacija podataka i eksperimentiranje sa stvarima u stvarnom vremenu (Shin 2017). Tehnologija virtualna stvarnost je primijenjena u različitim obrazovnim kontekstima unutar visokog obrazovanja kao što su jezici, matematika i prirodoslovlje. Na primjer, u medicinskom obrazovanju, (VR) okruženja imaju potencijal repliciranja umjetne stvarnosti gdje korisnici mogu replicirati kirurške zahvate u virtualnom kirurškom okruženju dok primaju vizualne i haptičke povratne informacije (Bernardo 2017). U kontekstu podučavanja i učenja, korištenje učenja temeljeno na igrama primijenjeno je uz (VR) tehnologiju za svladavanje novih vještina, ponekad i kao trening. Učenje korištenjem ozbiljnih igara može se definirati kao „učenje koje je olakšano korištenjem igre” (Whitton 2012: 252). Osim toga, korištenje simulacija i ozbiljnih igara u kombinaciji s korištenjem VR-a može pomoći u uključivanju studenata i zadržavanju vještina. Pojam ozbiljne igre i učenje temeljeno na igrama koriste se sinonimno iako se učenje temeljeno na igrama može promatrati kao podskup ili grana ozbiljnih igara (Hainey i sur. 2013). Ozbiljne igre su „igre prvenstveno usmjerene na edukaciju, a ne na zabavu” (Miller i sur. 2011a: 1425). Ozbiljne igre su primijenjene u različitim industrijskim i obrazovnim scenarijima kao što su kirurgija u medicinske svrhe, upravljanje gradnjom uz područja kao što su zavarivanje ili vojna obuka u vojne svrhe (Miller i sur. 2011b: 1425).

Provedeno je nekoliko znanstvenih studija koje su istraživale korištenje VR-a u edukacijskom kontekstu. Neke su studije također usvojile teorijski i konceptualni pristup u istraživanju ove teme. Na primjer, Pantelidis (2009) predstavlja model o tome kako najbolje primijeniti korištenje VR-a u kontekstu obrazovanja i obuke. Model se poziva na činjenicu da na korištenje VR-a u

obrazovanju mogu utjecati ciljevi kolegija, kao i tehničke odrednice za pokretanje (VR) tehnologije. Abulrub i suradnici (2011) raspravljaju o korištenju virtualne stvarnosti i kako se ona može primijeniti u podučavanju i obuci studenata inženjerstva. Studija je potvrdila da faktor troška ostaje ključni izazov pri implementaciji VR-a u obrazovnim okruženjima. Međutim, napredak u tehnologiji će ga s vremenom učiniti pristupačnijim. Ključni koncept starih metoda učenja je da se učenje promatra kao proces prijenosa znanja od profesora do studenta kroz udžbenike. Za razliku od navedenog, učenje u okviru (VR) u učionicama donosi jednu novu dimenziju i oblik predavanja koji daje prioritet pristupu usmjerenom na studenta oblikovanom s ciljem zadovoljavanja uvjeta i potreba studenta (Baxter i Hailey 2019). Nadalje, nove tehnologije postaju utjecajan čimbenik u obrazovanju jer se digitalizacija društva sve brže širi.

### **2.3.3 Razine uranjanja u tehnologije virtualne stvarnosti**

Razine uranjanja u sustavu virtualne tehnologije mogu imati nekoliko načina za poboljšanje interakcije. U osnovi, svaki (VR) i (AR) sustav može se klasificirati kao imerzivan, poluimerzivan i neimerzivan (Bamodu i Ye 2013). Ako imerzivni sustav stvara osjećaj da istražujete cijeli virtualni svijet, poluimerzivni (npr. korištenje nekoliko projekcijskih ekrana umjesto naočala) ili neimerzivni sustav (npr. računalni zaslone) stvaraju određeni stupanj realizma, ali bez tako pojačanog osjećaja „biti tamo”. Neimerzivna virtualna iskustva često se zanemaruju kao kategorija virtualne stvarnosti jer se učestalo koriste u svakodnevnom životu.

**Neimerzivni (Desktop VR) sustavi** – Desktop Virtual Reality niža je razina sveobuhvatne (VR) koja se koristi u mnogim aplikacijama bez potrebe za specijalnim uređajem. Ponekad se naziva Prozor u svijet (engl. *Window on World*, WoW) sustava. Ovo je najjednostavnija vrsta aplikacija za virtualnu stvarnost. Desktop VR je kada korisnik računala gleda na jedan i/ili više računalnih ekrana. Korisnik tada komunicira s tom okolinom, ali nije uronjen u nju (Mandal 2013a). Za prikaz slike koristi konvencionalni monitor (općenito monoskopski) svijeta. Ni jedan drugi senzorski izlaz nije podržan. Desktop virtualna stvarnost počela je stvarati svoj put i popularnost u modernom obrazovanju zbog svoje sposobnosti pružanja vizualizacije u stvarnom vremenu i interakcije unutar virtualnog svijeta koji vrlo nalikuje stvarnom svijetu.

**Poluimerzivni (Fish Tank VR) sustav** – poboljšana je verzija Desktop VR-a. Ovi sustavi podržavaju praćenje glave i stoga poboljšavaju osjećaj „prisustva” zahvaljujući efektu paralakse

pokreta. I dalje koriste konvencionalni monitor (vrlo često s LCD naočalama za stereoskopsko gledanje), ali općenito ne podržavaju senzorski izlaz (Mandal 2013b). Poluimersivna virtualna iskustva korisnicima pružaju djelomično virtualno okruženje. I dalje će korisnicima pružiti percepciju da su u drugoj stvarnosti kada se usredotoče na digitalnu sliku, ali također omogućuje korisnicima da ostanu povezani sa svojim fizičkim okruženjem. Poluimersivna tehnologija pruža realizam kroz 3D grafiku, termin poznat kao dubina vertikalne stvarnosti. Detaljnija grafika rezultira dojmljivijim osjećajem. Ova se kategorija VR-a često koristi u obrazovne svrhe ili potrebe obuke i oslanja se na zaslone visoke razlučivosti, moćna računala, projektore ili tvrde simulatore koji djelomično repliciraju dizajn i učinkovitost funkcionalnih mehanizama u stvarnom svijetu.

**Potpuni imersivni sustavi** – ultimativna verzija (VR) sustava. Omogućuju korisniku da potpuno uroni kroz HMD koji podržava stereoskopski pogled na scenu u skladu s položajem i orijentacijom korisnika. Poluimersivni sustavi mogu biti poboljšani audio, dodirnim i senzornim sučeljima (Mandal 2013c). Potpuno imersivne simulacije daju korisnicima najrealističnije iskustvo simulacije, uključujući i pogled i zvuk. Za doživljaj i interakciju s potpuno imersivnom virtualnom stvarnošću, korisniku su potrebne odgovarajuće VR naočale ili zaslon za montažu na glavu (HMD). VR slušalice pružaju sadržaj visoke razlučivosti sa širokim vidnim poljem. Zaslon se obično dijeli između očiju korisnika, stvarajući stereoskopski 3D efekt i kombinira se s praćenjem unosa kako bi se uspostavilo impresivno, uvjerljivo iskustvo. Ova vrsta VR-a uobičajeno je prilagođena za igranje i druge zabavne svrhe, no sve se više koristi i u drugim sektorima, odnosno obrazovanju.

## **2.4 Proširena stvarnost**

Proširena stvarnost je nadogradnja virtualne stvarnosti nastala 1990. godine gdje se sintetički podražaji (računalno generirane vizualne, audio ili haptičke informacije) nadmeću podražajima iz stvarnog svijeta. Proširena stvarnost projektirana je u Boeingu za korištenje u ratnom zrakoplovstvu (Caudell i Mizel 1992: 662). Ovi integrirani podražaji utječu na korisnike izravno ili preko zaslona, omogućujući im da percipiraju inače nevidljive informacije. Svojim punim spektrom razvijala se u svim područjima društvenih, prirodoslovnih i tehničkih znanosti (Isberto 2018). Osim kirurgije, proširena stvarnost se koristi i u industrijskim i u vojnim uređajima za



prikaz važnih informacija na zaslonima. Primjer iz kirurgije je umjetno prikazivanje informacija iz unutrašnjosti tijela (npr. strukture kostura) na odgovarajućem dijelu površine kože. Yu i suradnici (2010) u svom radu navode da se proširena stvarnost proširila i na područja kao što su turizam i oglašavanje (Yu i sur. 2010: 311–337). Stoga se proširena stvarnost često uspješno implementira u mobilne telefone i tablete koji mogu osjetiti položaj korisnika i pružiti informacije poput slike obližnje ulice (stvarni poticaj) s označenim svim trgovinama ili znamenitostima (računalno generirani vizualni poticaj).

Tehnologija proširene stvarnosti sve će se više koristiti u društvu i postajati sveprisutna u prirodnom okruženju (Johnson i sur. 2010: 15–17). AR je varijacija virtualnih okruženja (engl. *Virtual Environment*, VE) ili virtualna stvarnost, kako se češće naziva. Tehnologije virtualnog okruženja potpuno uranjaju korisnika u sintetičko okruženje. Nasuprot tome, (AR) korisniku pruža mogućnost pogleda u stvarni svijet s pridodanim digitalnim objektima, spojenim u stvarnom svijetu. Stoga, (AR) nadopunjuje stvarnost, umjesto da je potpuno zamjenjuje (Azuma 1997: 355–385). Proces kombiniranja virtualnih podataka s podacima iz stvarnog svijeta može korisnicima omogućiti pristup bogatom i smislenom multimedijском sadržaju koji je kontekstualno relevantan i na koji se može lako i odmah djelovati (Billinghurst i sur. 2001: 6–8).

Termini virtualna stvarnost i kiberprostor postali su popularni izvan istraživačke zajednice u posljednja dva desetljeća. Znanstveno fantastični filmovi, poput *Zvezdanih staza*, ne samo da su ovaj koncept iznijeli javnosti, već su i utjecali na istraživačku zajednicu više nego što je spremna priznati. Većina populacije povezuje ove pojmove s tehnološkom mogućnošću uranjanja u potpuno sintetički, računalno generirani svijet koji se ponekad naziva i virtualno okruženje.

Što je onda proširena stvarnost? Kao što je slučaj s virtualnom stvarnošću, postoji nekoliko formalnih definicija i klasifikacija za proširenu stvarnost (Milgram i Kishino 1994: 1321–1329). Neki autori definiraju (AR) kao poseban slučaj (VR), drugi tvrde da je (AR) općenitiji koncept i vide (VR) kao poseban slučaj AR-a. Činjenica je da za razliku od tradicionalnog VR-a, u AR-u stvarno okruženje nije potpuno potisnuto; umjesto toga igra dominantnu ulogu. Umjesto da uroni osobu u potpuno sintetički svijet, (AR) pokušava ugraditi sintetičke dodatke u stvarno okruženje (ili u video uživo stvarnog okruženja). To dovodi do temeljnog problema kada je stvarno okruženje mnogo teže kontrolirati nego potpuno sintetičko (Bimber i Raskar 2005). Razlike i

definicije koje koriste istraživači često su zamagljeni. Definicije obično sadrže upućivanje na oblik u kojem se tehnologija očituje i/ili psihološke karakteristike okruženja i njezine učinke na osobu(e) koja koristi tehnologiju. Durlach i Mavor (1995) razlikuju tri skupa sintetičkih sustava: virtualni, teleoperatorski i prošireni. Oni tvrde da je pojam „sintetičko okruženje” nadskup, koji sadrži skupove virtualnih, teleoperatorskih i proširenih sustava stvarnosti. Proširena stvarnost znači integraciju sintetičkih informacija u stvarno okruženje. Imajući na umu ovu izjavu, postavlja se pitanje je li TV ekran na kojem se prikazuje crtani film ili radio koji pušta glazbu bio (AR) zaslon? Većina nas bi rekla ne. Ali zašto ne? Proširene informacije moraju imati mnogo jaču vezu sa stvarnim okruženjem. Ova poveznica je uglavnom prostorni odnos između proširenja i stvarnog okruženja. Neki istraživači tvrde da je Ivan Sutherland uspostavio teorijske temelje virtualne stvarnosti opisujući ono što bi po njegovom mišljenju bilo krajnji prikaz (Sutherland 1965: 506–508).

Brojni istraživači dokazali su da proširena stvarnost ima ogroman potencijal poboljšati učenje i podučavanje, na primjer (Billingham i Duenser 2012: 56–63; Dede 2009: 66–69; Dunleavy i sur. 2009: 7–22; Johnson i sur. 2012: 16–22; Kaufmann i Schmalstieg 2003: 339–345). Može se smatrati da proširena stvarnost leži na „stvarnosti – virtualnom kontinuumu” između realnog i virtualnog okruženja. Proširena stvarnost je vrsta „mješovite stvarnosti” u kojoj se digitalni sadržaj unosi u stvarno okruženje, za razliku od proširene virtualnosti gdje se sadržaj iz stvarnog svijeta transplantira u virtualno okruženje. Stoga se proširena stvarnost može promatrati kao kanal za spajanje obrazovanja u virtualnom okruženju i stvarnom svijetu.

#### **2.4.1 Proširena stvarnost u edukaciji**

Prepoznata je uloga i snaga digitalnih tehnologija u suvremenom svijetu. Obrazovanje u određenim područjima studija ili vještina može se odvijati na različite načine (Lee 2012: 13–21). Nadalje, obrazovanje se može zaokružiti oko različitih oblika medija, u rasponu od neinteraktivnih knjiga do onih vrlo interaktivnih koji mogu pobuditi širok raspon osjetila (Radu 2014: 1533–1543). Studenti su tradicionalno učili kroz interakciju s profesorima i kolegama, te kroz neinteraktivne medije kao što su udžbenici i nastavni videozapisi. U posljednjih pola stoljeća digitalni mediji sve se više probijaju u obrazovne sredine, pružajući studentima

moćnost učenja kroz interaktivne simulacije i edukativne igre. Digitalna iskustva učenja dostupna su u učionicama opremljenim sa stolnim računalima i interaktivnim pločama. Tehnologije pružaju sveobuhvatan pristup informacijama i znanju. Nove tehnologije, u kombinaciji s naprednim pedagoškim alatima i praksama, omogućuju stvaranje inovativnog okruženja za digitalno učenje gdje su mogućí suradnički rad i interakcija između studenata. Obrazovanje studentima postaje zanimljivije i potiče ih na sudjelovanje u procesu aktivnog učenja. Kao rezultat toga, poboljšava se kvaliteta i učinkovitost treninga. Obrazovni sadržaj može se doživjeti kroz široku raznovrsnost medija. Nove tehnologije podržavaju razvoj vještina i kompetencija za kritičko razmišljanje i vrednovanje alternativa u donošenju odluka. Koristeći nove tehnologije, studenti mogu naučiti kako donositi odluke na temelju dostupnih informacija i znanja, a ne pamtiti unaprijed određena rješenja (Pauw i sur. 2015: 15693–15717). Proširena stvarnost jedna je od novih tehnologija koja se najbrže razvija posljednjih godina. Proširena stvarnost (AR) prema Ronaldu Azumi, voditelju istraživanja u Nokijinom istraživačkom centru, je „okruženje koje uključuje i virtualnu stvarnost i elemente stvarnog svijeta”. Na primjer, korisnik AR-a može nositi prozirne naočale; kroz njih bi mogao vidjeti stvarni svijet, kao i kompjuterski generirane slike projicirane na vrh tog svijeta. (Azuma 1997: 355–385). Tehnologija (AR) omogućuje korisnicima da vide i percipiraju stvarni svijet u okruženju na novi zanimljiviji i interaktivniji način koristeći svoje pametne uređaje.

Istraživači (Liarokapis i sur. 2004: 11–14) su ispitivali korištenje AR-a kao alata za inženjering gdje Web3D i (AR) tehnologije omogućuju studentima da istraže koncepte strojarstva. Istražena je na srednjoškolskoj i sveučilišnoj razini edukacije u primjeni i integraciji u nastavi fizike i geometrije gdje se potiče eksperimentiranje s geometrijskim konstrukcijama, poboljšavaju se prostorne vještine te se olakšava bolja percepcija istraživanja i profesorima i studentima (Kaufmann 2003). Nadalje, Pantelić i Vukovac (2017: 8745–8752) ispitali su u visokom obrazovanju provedbu izvedivosti mogućnosti različitih (AR) aplikacija kompatibilnih s određenim pedagoškim pristupima koji se uklapaju u okvire aktivnog učenja. U primjeni tehnologije AR u edukaciji postoje sljedeći oblici učenja: konstruktivističko učenje, smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama i učenje temeljeno na istraživanju (Castellanos i Perez 2017: 273–293).

### **2.4.2 Vrste aplikacija AR u edukacijskom okruženju**

S pojavom AR tehnologije, utjecaj stilova učenja na tehnološki poboljšano okruženje aktivnog učenja još je u početnoj fazi (Ya-Ming i sur. 2019: 195–204). Svaki studentov obrazac učenja može imati više ili manje razlike, stoga je pronalaženje jedinstvenih obrazaca učenja studenata da se poboljša učinkovitost učenja također jedan od prioriteta nastavnika za učinkovito podučavanje studenata. Dunn i suradnici (2002: 75–98) izjavili su da se postignuća studenata povećavaju kada metode podučavanja odgovaraju njihovim stilovima učenja za studente na svim razinama od osnovne škole do sveučilišnih studija. AR je prepoznat kao tehnologija s velikim potencijalom za učenje u znanosti (Bujak i sur. 2013: 536–544 ) jer pruža nove načine taktilnih i vizualnih interakcija koje poboljšavaju rezultate i vrednovanje učenja.

Iako se (AR) postupno usvaja kao podrška tradicionalnim materijalima za učenje, vizualizacijske značajke AR-a uspješno su korištene za poboljšanje prostornih sposobnosti u znanosti (Cuendet i sur. 2013: 557–569; Martin-Gutierrez i sur. 2010: 77–91). Ne čini se razumnim zaključiti da bi samo korištenje tehnologije donijelo pozitivne stavove i bolji učinak za sve studente unatoč različitim karakteristikama. Stoga, nedostaje studija s fokusom na istraživanje stilova učenja i postignuća u učenju u edukacijskom (AR) okruženju. Vrste aplikacija proširene stvarnosti u obrazovnim okruženjima mogu se razlikovati od studije do studije. Iz navedenog, proširena stvarnost već se pokazala korisnom u nekoliko područja gdje je imala pozitivan utjecaj na edukaciju. Postoji pet značajnih edukacijskih primjena (AR) tehnologije: AR knjige, AR igranje, učenje temeljeno na otkrićima, modeliranje objekata i obuka vještina.

#### **AR knjiga**

AR knjige zatvaraju jaz između digitalnog i fizičkog učenja (Yuen i sur. 2011: 119–140). To su knjige koje nude 3D virtualne prezentacije i interaktivno iskustvo za studente. AR knjige dolaze s posebnim uređajima, kao što su posebne naočale koje korisnici nose za prikaz 3D likova ostavljajući dojam kao da iskaču iz svake stranice knjige (Yuen 2010). Osim toga, (AR) knjige se mogu koristiti na primarnoj razini. Institut za promicanje podučavanja znanosti i tehnologije u Tajlandu razvio je 3D udžbenik geologije s proširenom stvarnošću koji studente podučava o otkrivanju Zemljinih slojeva, njihovim odnosima, razlikama i funkcijama (Yuen 2010). Također,

MagicBook, sustav AR sučelja, omogućuje stvaranje AR sadržaja za bilo koju normalnu knjigu, oživljavajući knjigu s animiranim, pa čak i interaktivnim modelima izvučenim iz teksta ili ilustracija koje se već nalaze u knjizi (Billingurst 2002). U našem društvu, gdje su kritičari konvencionalne književnosti počeli postajati neugodno svjesni da čak i videoigre mogu biti priče, AR knjige otvorit će umjetnost fikcije i pripovijedanja potpuno novom sučelju, zahtijevajući veću pozornost od „autora” do raznih pitanja, kao što su kohezija knjiga, kvaliteta na mnogim frontama i uživljanje. Nedvojbeno je da će se AR knjige svidjeti studentima različitih smjerova i područja studiranja koje će također biti izazov i za nastavnike.

### **Učenje temeljeno na AR igrama**

Nedavno su videoigre postale moćan alat u edukaciji. Stoga su nastavnici prepoznali i često koriste igre kako bi studentima pojednostavili složene koncepte. Uz (AR) tehnologiju, virtualne informacije koje su proširene igrama mogle bi pružiti nove načine učenja (Diegmann i sur. 2015: 1545). AR igre, učenje temeljeno na GBL igrama (engl. *Game-Based Learning*, GBL) mogu nastavnicima pružiti moćne nove načine da pokažu odnose i veze. Osim toga, nastavnicima pružaju vrlo interaktivne i vizualne oblike učenja. Postoji mnogo načina za predstavljanje AR-a u igrama (Yuen i sur. 2011: 119–140). Igre koriste tehnologiju markera gdje je igra na ravnoj ploči ili karti koja se prikazuje u 3D obliku koja je nekad bila gledana putem mobilnog uređaja. Ove vrste (AR) igre se obično koriste u disciplinama kao što su arheologija, povijest, antropologija i geografija. Druga vrsta (AR) igre korisnicima omogućuje stvaranje virtualnih objekata ili ljudi, koje je moguće primijeniti na određeno mjesto u stvarnom svijetu. Takve (AR) igre također nude interakciju s tim objektima. Drugi pristup (AR) igrama omogućuje igračima ili majstorima igre stvaranje virtualnih ljudi i objekata, a zatim povezivanje tih konstrukcija s određenim lokacijama u stvarnom svijetu. Igrači tada mogu komunicirati s tim digitalnim stvorenjima i objektima, koji se pojavljuju kada se igrač približi relevantnoj, povezanoj lokaciji u stvarnom svijetu. Igre u (AR) okruženju nastavnicima daju priliku da iskoriste novi vrlo vizualni i vrlo interaktivni oblik učenja.

### **Učenje temeljeno na otkrićima**

Aplikacije (AR) koje prenose informacije o mjestu u stvarnom svijetu otvaraju vrata za učenje temeljeno na otkrićima. Trenutačno mnoga povijesna mjesta svojim posjetiteljima nude

preklopne karte i različite točke s povijesnim informacijama. Ove (AR) aplikacije svojim korisnicima pružaju dodatne informacije o mjestu u stvarnom svijetu dok razmatraju predmet interesa. Takve (AR) aplikacije obično se koriste u muzejima i astronomskom obrazovanju, te na povijesnim mjestima, jer unose više uzbuđenja na ova mjesta. Učenje temeljeno na otkrićima DBL (engl. *Discovery-Based Learning*, DBL) u aplikacijama koriste različite tehnike, kao što je prepoznavanje lica za prikaz određenih unaprijed odobrenih informacija o osobi ili prepoznavanje predmeta za pregledavanje informacija o stvarnim artiklima (npr. cijene artikala tijekom kupovine) (Majeed i Ali 2020: 20–27). Međutim, u bliskoj budućnosti AR će unijeti još više uzbuđenja u povijesna mjesta kroz razne razvojne projekte. Na primjer, projekt *iTacitus AR* (engl. *Intelligent tourism and cultural information through ubiquitous services*, iTACITUS) omogućit će posjetiteljima da se kreću po lokaciji dok čuju i vide odigravanje povijesnog događaja (European Commission Project 2006–2009). Još jedan (AR) alat, (engl. *The Astonishing Tribe*, TAT) TAT *Augmented ID* aplikacija, koristit će tehnologiju prepoznavanja lica za prikaz određenih, unaprijed odobrenih informacija o osobi kada se on i/ili ona promatra kroz kameru mobilnog uređaja. Treći alat, SREngine (engl. *Smart Room Engine*, SREngine), koristit će (AR) prepoznavanje objekata za prikaz informacija o svakodnevnim artiklima u stvarnom svijetu, omogućujući jednostavnu usporedbu cijena tijekom kupovine, kao i prepoznavanje biljaka i životinja.

### **Modeliranje objekata**

Proširena stvarnost (AR) se može koristiti za modeliranje objekata, omogućujući studentima da zamisle određeni objekt i njegov izgled u različitim postavkama. Modeli se mogu brzo generirati, manipulirati i rotirati. Studenti dobivaju trenutnu vizualnu povratnu informaciju o svojim idejama i dizajnu koja im omogućuje uočavanje nedosljednosti koje treba riješiti. Istraživači u Laboratoriju za tehnologiju ljudskog sučelja na Sveučilištu Canterbury na Novom Zelandu stvorili su alat koji prevodi skice u 3D objekte i koristi proširenu stvarnost kako bi studentima omogućio istraživanje fizičkih svojstava i interakcija između objekata. Jednostavne kontrole, nacrtane na papirićima, koriste se za promjenu svojstava skiciranih objekata. Na koledžu Mauricio De Nassau u Brazilu, studenti arhitekture istražuju mogućnosti korištenja proširene stvarnosti za projektiranje makete zgrada, smanjujući vrijeme potrebno za izradu i prezentaciju arhitektonskih prijedloga. Ove (AR) aplikacije koriste objekte modela kako bi studentima

omogućili vizualizaciju ili kako bi određena stavka izgledala iz različitih gledišta. Osim toga, OM (engl. *Object Modelling*, OM) modeliranje objekta (AR) aplikacije omogućuju studentima da istraže fizička svojstva i izvedu interakcije između objekata. Na primjer, kada korisnik koristi mobilnu web kameru za snimanje jednostavne skice na papiru, generira se 3D model. To se može rotirati ili mijenjati u boji, stilu i transparentnosti kako bi se studentu pružio niz pogleda i kako bi dublje mogao istražiti svoje ideje. Takve se aplikacije koriste u disciplinama poput arhitektonskog obrazovanja i ljudske anatomije (Majeed i Ali 2020: 20–27).

### **Obuka i vještina u vojnoj domeni**

Edukacijska funkcija u kojoj će (AR) pružiti bolju potporu u području obuke i vještina. Ovo je područje ST (engl. *Skills-Training*, ST) obuka i vještina u kojem (AR) aplikacije imaju snažan potencijal zbog virtualnog konteksta koji pružaju. Nadalje, vojne organizacije ulažu u (AR) tehnologije od njezina nastanka jer se koristila kao simulacija za osposobljavanje i stjecanje raznih vojnih vještina. Na primjer, razvojem tehnologije proširena stvarnost je našla svoje mjesto i u vojnoj domeni. Koriste se za obuku pojedinaca u specifičnim zadacima, kao što su taktičke vježbe, simulacije, održavanje određenih tehničkih sredstava, npr. zrakoplova, vozila, brodova. Brojna su rješenja za vojnu obuku koja se trenutno koriste u tehnologiji proširene stvarnosti (Tuta i sur. 2019: 128–133).

Nadalje, postoji veći broj područja u kojima je (AR) već pokazao potencijal da dovodi do značajnih poboljšanja u simulacijama (Sielhorst i sur. 2004). Kao prvo, pokazalo se da kombinacija AR simulacija vježbi treninga, u kombinaciji s taktičkim povratnim sučeljima, poboljšava performanse pojedinaca u učenju različitih fizičkih vještina i sposobnosti (Liu i sur. 2010: 1032–1038). Osim toga, kroz kontinuirano istraživanje tehnologija proširene stvarnosti, moguće je da će (AR) na kraju dovesti do cjelovite i imerzivne virtualne stvarnosti, omogućujući ljudima da se okruže uvjerljivim virtualnim okruženjem u kojem mogu komunicirati s drugim ljudima, preko računala, tableta i ostalih mobilnih komunikacijskih uređaja.

### **2.4.3 Proširena stvarnost u digitalnoj transformaciji edukacije**

Proširena stvarnost je tehnologija koja pomaže kadetima i studentima da steknu praktične vještine kroz obuku u mješovitom okruženju i simulacije, kako bi stekli kompetencije i posebne vještine u digitalnoj transformaciji edukacije. Teorijsko znanje je temelj, ali nije dovoljno da studenti postanu stručnjaci u određenom području. Kako bi se pripremili za stvarni život i praksu, studenti moraju razvijati svoje vještine i nastojati postići umijeće rukovanja sa zadanim objektom. Inovativni pristup je korištenje aplikacije proširene stvarnosti koji omogućuje studentima da rade, manipuliraju i eksperimentiraju s virtualnim objektima, kao i s 3D modelima stvarnih objekata. Tehnologija proširena stvarnost poboljšava različite situacije i pomaže u rješavanju problema iz prakse. Rješavanjem stvarnih zadataka studenti stječu praktične vještine i iskustvo. Kretanjem kroz proširenu stvarnost praznina između dva svijeta je popunjena i ujedinjeni prostor je stvoreno mješovito okruženje, gdje je svaki stvarni objekt obogaćen dinamički promjenjivim virtualnim sadržajem. Takvo hibridno okruženje za učenje nudi nove načine stjecanja znanja i vještina (Kesima i Ozarslan 2012: 297–302). Proširena stvarnost omogućuje studentima interakciju objekata iz stvarnog i virtualnog svijeta. Svaka nova interakcija može izazvati drugačiji odgovor koji je izvor novih informacija i znanja o njima (Billinghurst 2002). Studenti mogu dobiti dodatne informacije koje ovise o njihovim specifičnim radnjama s objektima, stoga je isporučeni sadržaj kontekstualno ovisan o situaciji i radnjama.

Uz proširenu stvarnost tiskani materijali mogu se obogatiti digitalnim multimedijским informacijama; audio, video, animacije i 3D objekti. Sadržaj učenja postaje interaktivan, dinamičan, kontekstualno ovisan, zanimljiviji za studente koji mogu lakše razumjeti, zapažati i tumačiti. Proširena stvarnost pruža mogućnosti sagledavanja sadržaja iz različitih kutova perspektive, što je preduvjet za dublje uranjanje u bit pojmova i teorija te njihovo razumijevanje. Tehnologija pobjeđuje nedostatke statičnih tiskanih materijala koji ne uključuju interakciju s čitateljima i temelje se na pasivnom prijenosu znanja. Tehnologija (AR) zasniva se na dvosmjernom prijenosu informacija i znanja. Dostavljeni sadržaj je dinamičan i postoje mogućnosti za dodavanje aktivnosti i zadataka za studente. Proširena stvarnost omogućuje prilagodbu sadržaja učenja interesima studenata. Studenti stupaju u interakciju s objektima i dobivaju pravovremene dodatne informacije o njima prema svojim izborima i preferencijama. Okruženje za učenje može se prilagoditi ne samo na sadržaj nastavnih materijala, već i na oblik

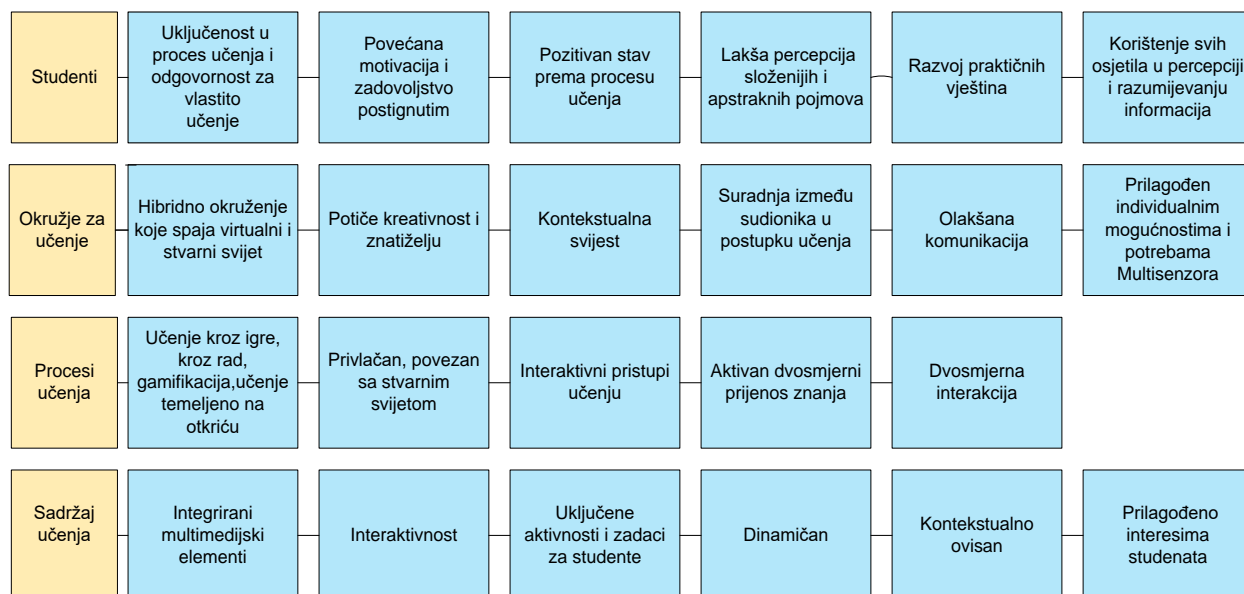


materijala koji se dostavlja prema potrebama i željama studenta; tekstualne poruke, slike, animacije, 3D objekti i slično.

Proširena stvarnost pruža priliku za učenje u stvarnom svijetu koji drastično mijenja način komuniciranja studenata sa svijetom oko sebe. Postoje mogućnosti manipulacije i interakcije s objektima, što je nemoguće u fizičkom svijetu; molekule, atomi, planeti, globus, ljudski organi, elektronički sustavi itd. Uz proširenu stvarnost studenti mogu aktivno sudjelovati u procesu učenja. Materijalima za učenje pristupaju putem svojih vlastitih uređaja, aktivno istražuju prirodu, svojstva i ponašanje stvarnih i virtualnih objekata te komuniciraju s njima. Rezultat je lakše i brže razumijevanje složenih i apstraktnih pojmova (Lee 2012: 13–21).

Dodavanje interaktivnosti u obuku jača interes, motivaciju i angažman studenta za produblјivanje znanja. Nove tehnologije studentima daju kontrolu nad radnjama objekata (stvarnih i virtualnih) i nad procesom interakcije s njima. Studenti mogu mijenjati položaj, veličinu, oblik i druga svojstva virtualnih objekata te njihovo usklađivanje sa stvarnima. Proširena stvarnost omogućuje studentima istraživanje, eksperimentiranje i otkrivanje svojstava i ponašanja objekata koji se ne mogu postići tradicionalnim pristupima. Ove opcije pobuđuju maštu studenta, kreativan pristup, te otkrivaju njihove kognitivne i istraživačke sposobnosti.

Može se zaključiti da je proširena stvarnost jedna od tehnologija koje pomažu u stvaranju pametnijeg okruţja za učenje (Kiryakova i sur. 2018: 562). Na slici 4. prikazan je doprinos tehnologije, odnosno prednosti proširene stvarnosti za studente kroz četiri prizme; doprinos tehnologije za studente, okruţenje za učenje, proces učenja i sadrţaj učenja.

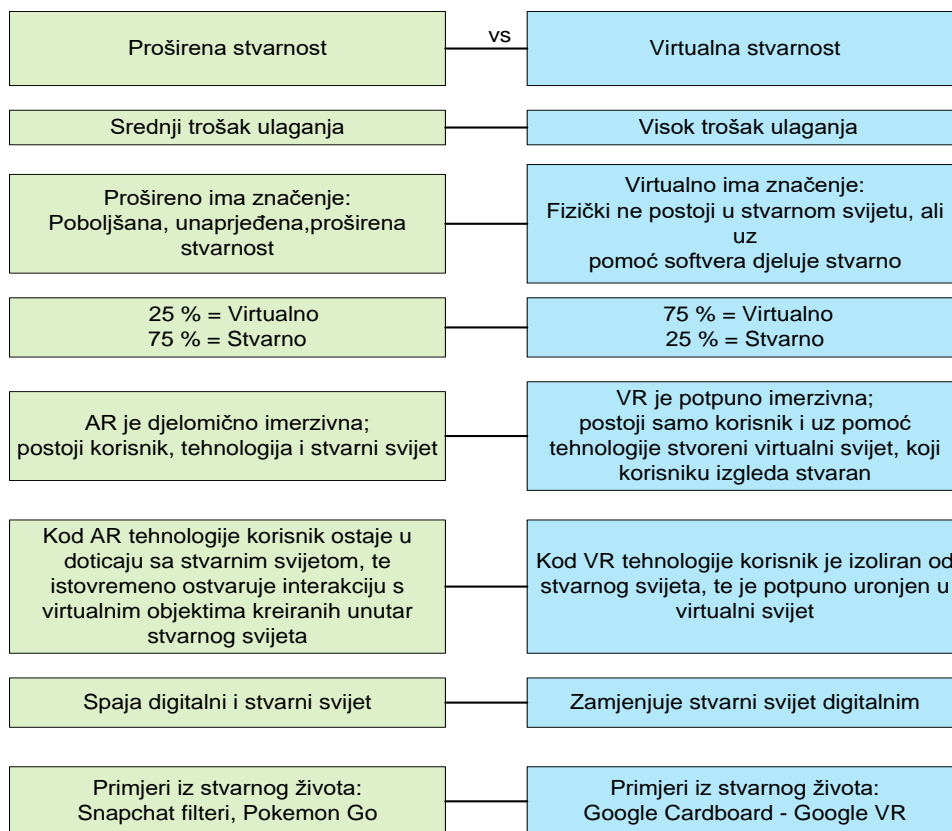


Slika 4. Prednosti AR u edukaciji  
Izvor: Izrada autora prema (Kiryakova i sur. 2018)

## 2.5 Prednosti i odnosi proširene stvarnosti i virtualne stvarnosti

### 2.5.1 Razlike u tehnologijama AR i VR

Tehnologije (AR) i (VR) usko su povezane. Tehnologija (AR) je razvijena iz VR-a. Općenito govoreći, riječ je o dvije tehnologije koje imaju zajednički korijen koji ima uporište u području računalnog vida, grafike, obrade slike, senzorske tehnologije, tehnologije prikaza i tehnologija interakcije čovjeka i računala. Imaju mnogo sličnosti i korelacije. Prvo, obje procesuiraju virtualne informacije koje generira računalo. Drugo, oboje koriste kacige ili sličnu opremu za prikaz kako bi korisnici mogli demonstrirati virtualnu stvarnost koju generira računalo pred korisnicima. S takvim kapacitetima, moguće je uočiti da (VR) i (AR) imaju moć promijeniti budućnost suočavanja sa svjetskim izazovima. Navedene tehnologije mogu promijeniti način na koji gledamo na svijet (Jumani i sur. 2021: 36–43). Tehnologije virtualna stvarnost i proširena stvarnost koriste imerzivnu tehnologiju gdje u nekim dijelovima postoje razlike (slika 5).



Slika 5. Razlika i sličnost između AR-a i VR-a  
Izvor: Izrada autora prema (Jumani i sur. 2021)

### 2.5.2 Prednosti i nedostaci proširene stvarnosti u edukaciji

Prednosti (AR) sustava u edukaciji koje su utvrđene provedbom istraživanja su „dobiti u učenju” i „motivacija”. Također je važno napomenuti da jedno od istraživanja (AR) sustava uključuje značajke pristupačnosti, što predstavlja nazadovanje u smislu socijalne uključenosti. Stoga, s obzirom na očite višestruke prednosti korištenja AR sustava u edukacijskom okruženju, dionici imaju velike mogućnosti za razvoj novih i boljih sustava koji će koristiti svim studentima. Ova tehnologija pokriva širok raspon tema, ciljnih skupina, akademskih razina i još mnogo toga. To bi mogao biti pokazatelj da (AR) dostiže zrelost i da je uspješno zaživio u edukacijskom okruženju.

## **Prednosti proširene stvarnosti u edukaciji**

Većina u potpunosti odabranih studija izvijestila je o nekoj vrsti prednosti pri korištenju (AR) sustava u edukaciji. Bitno je pojasniti da su to samo neke od prednosti koje se češće navode u studijama. Isto tako, većina studija izvijestila je više od jedne prednosti. Dobitak u učenju je najčešća prijavljena prednost. Studije su pokazale da korištenjem (AR) sustava studenti poboljšavaju svoje akademske rezultate. Ovo poboljšanje nije zabilježeno samo prema podacima, već i kod različitih nastavnika i samih studenata. Između ostalog, Chang je naveo akademsku aktivnost održanu u Južnoj Koreji, koja se usredotočila na integraciju AR-a kako bi se studentima pomoglo u učenju društveno-znanstvenih pitanja (Chang i sur. 2013: 95–99). Prikazali su da su studenti vođeni kroz (AR) ostvarili bolje rezultate od onih vođenih tradicionalnim pristupima.

Motivacija je druga najčešća prijavljena prednost u istraživanju. Istraživanja su pokazala da su se studenti osjećali motiviranije korištenjem (AR) aplikacija u usporedbi s drugim pedagoškim alatima. Usporedni pregled utjecaja korištenja AR-a u edukacijskom okruženju pokazuje da korištenje AR-a povećava motivaciju kod studenta, koji su izrazili da su se zabavljali tijekom učenja i da su bili spremni ponoviti iskustvo AR-a (Radu 2012: 313–314). Isto tako, studija provedena u srednjoj školi u Madridu, pokazala je kroz kvalitativne i kvantitativne podatke da je uključivanje AR-a bio motivacijski čimbenik kada je integriran u okruženje za učenje (Di Serio i sur. 2013: 585–596). Ova motivacija može biti izravna posljedica još jedne vrlo važne prednosti navedene u odabranim studijama: senzornog angažmana. Senzorni angažman je „povezan s načinom na koji studenti uče u svom prirodnom okruženju koristeći nekoliko svojih osjetila u konstruktivnom procesu” (Roberto i sur. 2011: 28–37). Još jedna uobičajena prednost navedena u odabranim studijama pri korištenju AR-a odnosi se na mogućnost olakšavanja razumijevanja apstraktnih koncepata. Tehnologija proširene stvarnosti pruža mogućnosti koje se temelje na ovom načelu kombiniranjem tiskanog teksta s virtualnim sadržajem (npr. integracijom videozapisa u udžbenik) ili povećanjem fizičkih objekata virtualnim tekstom (npr. prikazivanjem informativnog teksta na vrhu slike zaslona povijesne zgrade). Nadalje, načela prostorne povezanosti i vremenske povezanosti stanja da studenti bolje uče kada dopisuju riječi i slike prikazani su blizu jedan drugome i istovremeno (Akçayir i sur. 2016: 335). Studije navode da je AR idealan za objašnjavanje stvari koje se ne mogu promatrati.

Zadržavanje memorije također je navedeno kao prednost korištenja AR-a u edukacijskim postavkama. Ova tehnologija ne samo da pomaže u zadržavanju znanja, već pruža studentu mogućnost zadržavanja na dulje vrijeme u usporedbi s drugim pedagoškim metodologijama (Chiang i sur. 2014: 97–108). Nadalje, analizirana su 87 istraživačka članka o iskustvima učenja AR-a. Autori su u istraživačkim člancima o iskustvima učenja zaključili da (AR) pruža tri važna elementa: bilješke u stvarnom svijetu, kontekstualnu vizualizaciju i vizualno-haptičke vizualizacije, koje pogoduju dugotrajno pamćenje u ljudskom mozgu (Santos i sur. 2014: 38–56). Autonomija je druga važna prednost opisana u odabranim studijama. Kombinacija stvarnog i virtualnog svijeta povećava autonomiju studenata uzimajući u obzir njihove prirodne sposobnosti i motivaciju za korištenje tehnoloških uređaja (Ibáñez i sur. 2014: 1–13). Suradnja je također označena kao velika prednost. Proširena stvarnost stvara mogućnosti za suradničko učenje oko virtualnih sadržaja što može olakšati učenje jer studentima omogućuje interakciju sa svojim partnerima, ali i s edukacijskim sadržajima (Bujak i sur. 2013: 536–544). Pristupačnost i kreativnost su druge prednosti opisane u odabranim studijama. Navedene prednosti mogu biti pokazatelj brojnih prednosti koje se mogu postići korištenjem AR-a u obrazovnim okruženjima.

### **Nedostaci proširene stvarnosti u edukaciji**

Petnaest posto odabranih studija izvijestilo je o nekim nedostacima ili problemima pri korištenju AR-a u obrazovnim okruženjima. Najviše prijavljeni nedostatak odnosi se na složenost korištenja AR-a, posebno kada se primjenjuje na djecu. Budući da je to nova tehnologija, koja uključuje više osjetila, ponekad postaje vrlo složen alat posebno za one koji nemaju tehnološke sposobnosti (Garzon i sur. 2019: 1–13). Nastavnici koji su participirali u pojedinim studijama pokazali su da imaju tehničke poteškoće pri korištenju AR-a u svojim učionicama.

To može biti uzrokovano oskudnom tehničkom obukom dijela nastavnika za upravljanje (AR) sustavima, što bi moglo ograničiti njihovu upotrebu u obrazovnim okruženjima. Drugi prijavljeni problem vezan za (AR) sustave je višezadaćnost. Studenti su izrazili da AR aplikacije zahtijevaju previše pažnje, što može biti faktor ometanja (Radu 2012: 313–314). Nadalje, može uzrokovati da studenti ignoriraju upute ili važne faze iskustva. Na kraju, prijavljen je otpor nastavnika kao moguća poteškoća implementacije AR-a u obrazovnom okruženju. Neki nastavnici bi možda

radije imali potpunu kontrolu nad sadržajem, unatoč prepoznavanju prednosti korištenja (AR) aplikacija (Wu i sur. 2013: 41–49).

### **2.5.3 Prednosti i nedostaci virtualne stvarnosti u edukaciji**

#### **Prednosti virtualne stvarnosti u edukaciji**

Jedna od najznačajnijih prednosti korištenja tehnologije (VR) u edukaciji je ta što mijenja ulogu nastavnika iz predavača znanja u facilitatora koji pomaže studentima da istražuju i uče (Youngblut 1998: 65–78). Ovo snažno nadopunjuje konstruktivističku teoriju učenja jer se studenti osjećaju osnaženo i angažirano s obzirom na to da imaju kontrolu nad procesom učenja (Dede 2005: 7–12). Nadalje, virtualna stvarnost može pomoći studentima u učenju apstraktnih pojmova jer te koncepte mogu doživjeti i vizualizirati u virtualnom okruženju (Sala 2013: 78–88). Za razliku od tradicionalnog procesa učenja koji se obično temelji na jeziku, konceptualno i apstraktno, okruženje za učenje virtualne stvarnosti potiče aktivno učenje i pomaže studentima da shvate apstraktno znanje (Ray i Deb 2016). Osobito studenti s niskim prostornim sposobnostima imat će koristi od virtualne stvarnosti jer vizualizacije pomažu u smanjenju stranog kognitivnog opterećenja ciljeva učenja (Lee i Wong 2014: 49–58).

Virtualna stvarnost omogućuje korisniku da shvati sustave ili objekte koji su vrlo različitih razmjera. Na primjer, aplikacija virtualne stvarnosti obuka vojne postrojbe (Tuta i Luić 2020: 560–569) omogućuje kadetima da sagledaju širu sliku o tome kako cijeli sustav funkcionira te da istraži te pojedinačne komponente sustava, sve u jednom, fluidnom iskustvu. Proučavanje ljudske anatomije uz virtualnu stvarnost daje studentima bolje razumijevanje relativne veličine različitih organa i dijelova. Nadalje, dodatni kontekst vizualizacije gdje se nalaze organi u tijelu i okolnim dijelovima olakšava studentima pamćenje informacija u usporedbi s pamćenjem napamet naučenih imena i pojmova (Falah i sur. 2014: 752–758).

Opasne i rijetke situacije mogu se simulirati u virtualnoj stvarnosti omogućujući studentima sigurno učenje. Neki primjeri uključuju prakticiranje kirurških tehnika ili učenje kako sigurno koristiti alatne strojeve (Antonietti i sur. 2001). Nadalje, u simuliranom okruženju studenti mogu naučiti o potencijalno opasnim posljedicama neuspjeha zbog nepoštivanja procedura ili

prekoračenja projektnih specifikacija bez fizičkog oštećenja opreme ili gubitka života (Potkonjak i sur. 2016: 1–33). Mogućnost jednostavnog mijenjanja virtualnog svijeta otvara nove mogućnosti u području testiranja i dizajna. Na primjer, digitalni prototipovi mogu se kopirati, modificirati i testirati bez troškova i vremena potrebnih za izradu i testiranje fizičkih prototipova. To omogućuje studentima da brzo i jeftino usavrše i testiraju svoj dizajn prije izrade fizičke verzije (Sala 2013). Virtualna stvarnost također olakšava testiranje različitih scenarija i hipoteza jer se okruženje može dizajnirati tako da spriječi strane varijable da ometaju rezultate testa, a eksperimentalne varijable mogu se precizno kontrolirati (Kinateder i sur. 2014).

Konačno, impresivna priroda virtualne stvarnosti može pomoći u blokiranju drugih ometanja kako bi se studenti mogli usredotočiti na ciljeve učenja. Nekoliko studija virtualne stvarnosti otkrilo je da su studenti više usredotočeni i pokazuju bolju koncentraciju kada koriste imerzivnu virtualnu stvarnost (Hussein i Nätterdal 2015; Ibáñez 2014). Interaktivna priroda virtualne stvarnosti pretvara studente iz pasivnih u aktivne studente, poboljšavajući motivaciju studenata i njihov osjećaj kontrole nad vlastitim učenjem (Pantelidis 2010).

### **Nedostatci virtualne stvarnosti u edukaciji**

Kao i kod svakog napretka u tehnologiji, virtualna stvarnost je alat koji se mora pravilno koristiti kako bi bio učinkovit. Unatoč velikom obećanju virtualne stvarnosti i prethodno opisanim prednostima, postoje neka ograničenja koja se moraju riješiti pri integraciji virtualne stvarnosti u obrazovnom okruženju. Dugi niz godina, troškovi i računalna snaga potrebna za stvaranje realističnih okruženja bili su glavne prepreke korištenju virtualne stvarnosti u obrazovanju (Merchant i sur. 2014; Bell i Fogler 1995). Nadalje, neki sustavi virtualne stvarnosti bili su teški za korištenje (Youngblut 1998), a oprema koju je korisnik trebao nositi bila je glomazna i ometala je učenje (Ray i Deb 2016: 68–71). Srećom, napredak u tehnologiji za mobilne uređaje smanjio je veličinu VR uređaja (Wu i sur. 2013), a za određeno smanjenje kvalitete, mobilni uređaji s jeftinim jednostavnim virtualnim preglednikom (npr. Google Cardboard) učinili su virtualnu stvarnost iznimno pristupačnom. To je VR iskustvo koje počinje s jednostavnim preglednikom koji svatko može izraditi ili kupiti.

Neizbježan nedostatak je taj što oslanjanje na okruženja virtualne stvarnosti dodaje još jednu točku neuspjeha koju treba planirati. Kako kod svake digitalne tehnologije dolazi do

neispravnosti uređaja tako dolazi i do neispravnosti VR-a, a rizik od pojave bilo koje neispravnosti raste kako sve više studenata koristi uređaje za virtualnu stvarnost (Wu i sur. 2013). Kao rezultat toga, bilo bi korisno imati pričuvne uređaje pri ruci i pričuvne nastavne planove koji moraju biti prisutni u slučaju da tehnički problemi, prekidi interneta ili druge okolnosti sprječavaju cijelu studentsku grupu da koristi virtualnu stvarnost.

Nadalje, nekoliko sudionika u studijama virtualne stvarnosti osjetilo je mučninu ili manje glavobolje tijekom korištenja uređaja (Kinaterder i sur. 2014), dosegnuvši čak 10 – 20 % korisnika u jednoj studiji (Hussein i Nätterdal 2015). Tu je i dodatno vrijeme potrebno da studenti i nastavnici nauče kako koristiti svoje uređaje za virtualnu stvarnost. Na primjer, nepravilno podešeni zasloni na glavi mogu uzrokovati zamućenost slike i teksta (Hussein i Nätterdal 2015), a dodatno kognitivno opterećenje učenja o tome kako se kretati i istraživati u virtualnom svijetu zahtijeva od nastavnika da predvide dodatno vrijeme u svojim nastavnim planovima s ciljem poučavanja studenata kako koristiti uređaje (Wu i sur. 2013). Osim korištenja alata, nastavnici ili administratori trebaju nabaviti ili izgraditi virtualne svjetove ili simulacije za svoje razrede. Budući da većina nastavnika nema vremena ili tehničkih vještina za izradu vlastitih aplikacija za virtualnu stvarnost, vjerojatno neće biti potrebne treće strane za izradu i održavanje ovih programa i sadržaja u njima. Imajući to na umu, važno je instruktoru osigurati mogućnost lakog mijenjanja, prilagođavanja ili ažuriranja programa koji se koriste kako bismo mogli prilagoditi amfiteatre za potrebe predavanja i zadovoljstvo studenata (Klopfer i Squire 2008; Kerawalla i sur. 2006).

Važno je uočiti da tehnologija virtualne stvarnosti ne umanjuje važnost planiranja nastave ili ulogu nastavnika u nastavi. Iako se uloga nastavnika s alatima virtualne stvarnosti obično prebacuje na asistenta i mentora (Zhang i Wang 2021), nastavnikovo vodstvo i dalje je ključno kada se koriste sustavi virtualne stvarnosti. Nadalje, moraju postojati jasni obrazovni ciljevi i ciljevi koje podržava virtualna stvarnost (Baker i sur. 2009). Postoje slučajevi u kojima virtualna stvarnost nije najbolja metoda za postizanje cilja učenja, stoga je bitno pogledati kurikulum kolegija i odrediti gdje virtualna stvarnost može pomoći, a gdje su druge metode poučavanja prikladnije (Pantelidis 2010). Konačno, potrebno je imati na umu da integriranje virtualne stvarnosti u kurikulum može biti teško i da neki nastavnici mogu pružati otpor korištenju nove tehnologije (Boyles 2017). Neki se razlozi usredotočuju na potrebu za redizajnanjem nastavnih



planova s fokusa usmjerenog na nastavnika, koji se temelji na izvođenju, na planove lekcija usmjerenih na studenta. Također, možda će biti potrebno više vremena za podučavanje teme virtualnom stvarnošću, nego tradicionalnim metodama (Wu i sur. 2013). Ako su alati virtualne stvarnosti teški za korištenje, to može obeshrabriti nastavnike da ih koriste u svojim učionicama. Budući da mnogi nastavnici vjerojatno nisu bili izloženi mogućnostima ili primjenama virtualne stvarnosti u učionici, također bi trebalo koristiti neki oblik stručnog obrazovanja kako bi se nastavnici osjećali ugodno koristeći tehnologiju u svojoj učionici i istražujući nove mogućnosti koje VR otvara.

#### **2.5.4 Budućnost proširene stvarnosti i edukacije**

Poznato je da priroda suvremenih informacijskih tehnologija koja se brzo mijenja dramatično modificira situaciju i nastavnika i studenata. Dede (2009) ističe kako se informacijske tehnologije transformiraju, a nastavnici neprestano razvijaju nove metode podučavanja i učenja. Međutim, s tim promjenama, karakteristike studenta kontinuirano se razvijaju, kao i skupovi vještina i područja stručnosti i znanja koje društvo cijeni (Dede 2009). Proširena stvarnost danas je svuda oko nas. Dostupnost mobilnih uređaja i drugog hardvera koji može brzo obraditi i prikazati informacije učinila je razumnom raširenu upotrebu AR-a. Nadalje, stručnjaci iz industrije predviđaju da će evolucija ručnih uređaja, sposobnih za isporuku (AR) sadržaja i iskustava, nastaviti rasti (Dede 2009). Kako se alati koji olakšavaju (AR) nastavljaju razvijati, nastavljaju se i istraživanja i razvoj primjene AR-a u obrazovanju. Međutim, proširena stvarnost već je pokazala nekoliko područja gdje je imala pozitivan utjecaj na edukaciju.

Na sveučilištima diljem svijeta već postoji trend preusmjerenja studenata s nastave u stvarnom svijetu na hibridnu nastavu u stvarnom svijetu (online nastava), kao i prema učenju na daljinu ili na nastavu na mreži. Međutim, trenutne metode mrežne interakcije koje nisu (AR), kao što su e-pošta, tekstualni, audio i vizualni chat, dijeljeni dokumenti i bijele ploče te drugi konvencionalni internetski komunikacijski protokoli, sve u različitoj mjeri pate od barijere i ograničenja svojstvena svakom sučelju (Galusha 1997). Iz tog razloga i edukatori i studenti često mogu pristupiti hibridnim i mrežnim okruženjima za učenje ako ne sa strepnjom, onda s jasnim nedostatkom optimističnog entuzijazma.

Posljedice toga za učenje, kao trenutno organizirani, oko institucija čvrsto lociranih u stvarnom svijetu, može biti pomalo zastrašujuće razmišljati, iako je potencijal za veću komunikaciju jednako zapanjujući. Hoće li fizičke škole i sveučilišta ostati potrebni? Hoće li ekonomske snage i jednostavna želja za stalnim smanjenjem troškova, osobito u slučaju izvedivih alternativa, postupno istisnuti fizičku učionicu iz stvarnog svijeta? Ovo je pitanje na koje nije moguće odgovoriti unaprijed, ali što god se dogodilo, nastavnici će sigurno biti pomno uključeni u proces. S mogućnostima koje su svojstvene samo ovom aspektu (AR) tehnologije, cjelokupno lice edukacije i trenutne interakcije između nastavnika i studenta nedvojbeno će proći kroz značajnu transformaciju.

Osim toga, ostaje razmotriti priliku koju tehnologija (AR) nudi studentima da prođu kroz jedinstvena, prilagođena, personalizirana iskustva učenja. Umjesto učenja kroz interakciju s profesorom i studentima, mnogi pojedinci mogu otkriti da je učinkovitije, manje stresno ili na neki drugi način poželjnije samostalno koristiti (AR) oblike za učenje, kojim god tempom žele i kojim god redom žele. Naime, Sveučilište u Zagrebu, s naglaskom na Fakultet elektrotehnike i računarstva, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Grafički fakultet i ostali fakulteti promoviraju svoje studije na smotrama sveučilišta koristeći nove tehnologije (VR) i (AR) kroz sustave sa simulatorima prikaza konkretnih uvjeta rada i poslova kojima bi se njihovi budući studenti mogli baviti u budućnosti, što su srednjoškolci prihvatili s velikim zanimanjem i znatiželjom. Budući da su vojni studiji dio smotri sveučilišta, nove tehnologije poput (VR) i (AR) mogu se sustavima sa simulatorima pripremiti i prilagoditi za različite oblike prikaza realnih uvjeta u kojima se nalaze posade i pojedinci na oružanim platformama; ne samo zrakoplova i letenja u zrakoplovima, već i samohodnih haubica. Iako su mnogi trenutni (AR) obrazovni projekti usmjereni na znanstvena istraživanja (npr. astronomija, matematika, arhitektura i inženjerstvo), edukatori kontinuirano rade na (AR) projektima koji su osmišljeni da se usredotoče na polja kao što su jezik, umjetnost, političke znanosti, sportski menadžment, tekstil, modna trgovina te hrana i prehrana. Alati proširene stvarnosti za učenje omogućuju studentima pristup mogućnostima i resursima koji mogu razvidno povećati učinkovitost individualnog učenja. Na primjer, student koji želi učiti strani jezik može koristiti (AR) simulacije kako bi zamislio gdje postaviti jezik za oponašanje ispravnog izgovora. Uz dobro programiranog virtualnog instruktora, uskoro možda više neće biti potrebe razgovarati sa stvarnim ljudskim bićem kako bi se „savršeno” naučio novi jezik ili, teoretski, bilo koja druga vještina. S (AR) tehnologijama koje se sve više integriraju u

neakademske živote pojedinaca, putem mobilnih uređaja i (AR) označavanja stvarnog svijeta, čineći dostupnim podatke specifične za lokaciju, kao što su povijesne informacije, trenutne društvene kratke poruke (*Tweet*) i opasnost u stvarnom vremenu podataka, ideja učenja kroz (AR) sučelje će na kraju, a možda i brzo, postati nešto što se potpuno podrazumijeva.

Osim toga, kroz stalna istraživanja tehnologije proširene stvarnosti, moguće je da će proširena stvarnost na kraju dovesti do potpune i sveobuhvatne virtualne stvarnosti, omogućujući ljudima da se okruže uvjerljivim virtualnim okruženjem u kojem mogu komunicirati s drugim ljudima, s računalima i s programima. Neka sveučilišta već koriste „Second Life” za smještaj virtualnih učionica. Uz kontinuirani napredak u AR-u, ove učionice mogu biti još imerzivnije, a „izleti” mogu postati spektakularni i doista inspirativni za studente. Također, uz poboljšanu (AR) i (VR) tehnologiju, virtualna obuka scenarija za vojnike, pilote, djelatnike službe spašavanja, liječnike, odvjetnike, političke govornike i zapravo ljude bilo kojeg zanimanja ili prakse, uključujući nastavnike, mogla bi postati nevjerojatno vrijedan alat.

Za sada, dok se kretanja prema povećanoj i poboljšanoj edukaciji na daljinu, i kroz sučelja u stvarnom svijetu, (AR) i (VR), u tijeku i naizgled ubrzavaju, nevjerojatna brzina tehnoloških promjena i razvoja je val na koji se edukatori trebaju naviknuti. Iako se svijet nedvojbeno mijenja, ljudska populacija će rasti i prilagođavati se s njim. Zapravo, ako se prilagodimo prema putu u tehnološkim promjenama, tada je moguće biti u prvim redovima, gurajući naprijed s novim inovacijama i poboljšanjima za podučavanje i učenje. Kada većina sadašnjih nastavnika ovlada jednom od novih tehnologija, otkrit će da je za njih kao pojedince, na primjer u alatu (AR), moguće stvoriti sadržaj za nastavu pomoću alata spomenutih u ovom doktorskom radu (Poglavlje 4). Alati za stvaranje AR-a, koji su uistinu jednostavni za korištenje, možda su još uvijek tek iza dalekog horizonta zbog iznosa financijskih sredstava koje treba izdvojiti za nabavu novih tehnologija, ali i zbog nezainteresiranosti starijih nastavnika za njihovo korištenje.

### **2.5.5 Razlike između tehnologija XR/VR/AR/MR**

Nove tehnologije (XR, VR, AR, MR), kao pojmovi se sve više pojavljuju u edukaciji, medijima, u razgovorima s proizvođačima novih tehnologija, profesorima, studentima i u razgovoru s kolegama. Nadalje, iako su neki vrlo upućeni u ovaj tehnološki prostor, drugi tek počinju i žele znati osnove. Da bi razumjeli nove tehnologije, trebamo razumjeti stvarnost kao konstrukt koji

svatko od nas čini na temelju onoga što percipiramo svojim osjetilima, bilo da ono što percipiramo dolazi iz digitalnog ili fizičkog svijeta. Također, jednako se događa kada gledamo filmove. „Sjećate li se kada ste zadnji put plakali ili se smijali dok ste gledali film? Jeste li bili svjesni da ono što gledate nije stvarno? Je li vas ipak rasplakalo ili nasmijao? Ako je film bio dobar, apsolutno! Iako ste znali da gledate fikciju, tada se to činilo stvarnim. Stoga, za sve navedeno mogu reći da je meni osobno film *Avatar* dao percepciju da svojim osjetilima percipiram dolazak iz digitalnog ili fizičkog svijeta”. Nove tehnologije dodaju još jedan sloj ovom fenomenu, što čini doživljaje još intenzivnijim (Tremosa 2021).

- Produžena stvarnost (eng. *Extended Reality*, XR) je svojevrsni kišobran (krovni izraz) za sve tehnologije koje poboljšavaju ili zamjenjuju pogled na svijet. Nadalje, tehnologija koja mijenja stvarnost dodavanjem digitalnih elemenata fizičkom ili stvarnom okruženju u bilo kojoj mjeri, brišući granicu između fizičkog i digitalnog svijeta (Mealy 2018). Sve (XR) tehnologije proširuju stvarnost koju doživljavamo spajanjem virtualnog i „stvarnog” svijeta ili stvaranjem potpuno impresivnog iskustva. Sveobuhvatni izraz produžene stvarnosti (XR) uključuje proširenu stvarnost (AR), virtualnu stvarnost (VR), miješanu stvarnost (MR) i bilo koju tehnologiju pa čak i onu koja se tek treba razviti, koja se nalazi u bilo kojoj točki virtualnog kontinuuma (Tremosa 2021).
- Virtualna stvarnost (eng. *Virtual Reality*, VR) opisuje trodimenzionalno, računalno generirano okruženje koje osoba može istraživati i s njim komunicirati. Okruženja virtualne stvarnosti obično su zatvorena od fizičkog svijeta u smislu da su okruženja koja stvaraju potpuno nova. Iako se digitalna okruženja mogu temeljiti na stvarnom ili zamišljenom mjestu (kao što je podvodni grad Atlantida), postoje osim trenutne fizičke stvarnosti (Mihelj i sur. 2014). Osoba je u potpunosti uronjena u virtualno okruženje kroz (VR) slušalice, zaslon na glavi ili naglavnu kacigu (eng. *Headset*) što joj daje pogled na umjetni svijet od 360 stupnjeva. Sa slušalicama, dobar (VR) može prevariti ljudski mozak kako biste se osjećali potpuno udaljeni od svoje fizičke lokacije. Tipično, (VR) koristi prednosti vizualnih i slušnih sustava. Međutim, postoji još veći osjećaj prisutnosti i uronjenosti ako se dodaju druga osjetila, primjerice iskustvo u korištenju aplikacije „Walk the Plank”. Nameće se pitanje čemu služi aplikacija „Walk the Plank?” To je (VR) iskustvo u kojem ulazite u dizalo i izlazite na vrhu nebodera. Zatim se od vas traži da

„hodate na drvenoj gredi”. Mnogi ljudi poznaju tehnologiju virtualne stvarnosti korištenjem uređaja koji se postavljaju na glavu kao što su Oculus Quest, HTC Vive ili Google Cardboard (Tremosa 2021).

- Proširena stvarnost (eng. *Augmented Reality*, AR) za razliku od VR-a, (AR) ne daje potpuno uranjanje. Umjesto toga, tehnologija AR poboljšava pogled na stvarni svijet preklapajući ono što vidite s računalno generiranim informacijama kao što su slike, tekst i animacija (Bowera i sur. 2014: 1–15). U iskustvu AR-a vidi se kompozitni prikaz fizičkih ili stvarnih elemenata i digitalnih elemenata. Međutim, ne postoji interakcija između digitalnih elemenata i elemenata fizičkog svijeta. Danas se ova tehnologija često koristi u (AR) aplikacijama za pametne telefone koje zahtijevaju da korisnik drži svoj telefon ispred sebe. Tehnologija (AR) iskustva i igre uključuje *Snapchat* filtere za dodavanje digitalnih objekata u stvarnom okruženju (Tremosa 2021).
- Miješana stvarnost (eng. *Mixed Reality*, MR) koja se ponekad naziva i hibridna stvarnost najnovija je impresivna tehnologija. Iako ne pruža potpuno imerzivno digitalno iskustvo poput VR-a, (MR) se mora gledati kroz poluprozirne naočale ili (MR) slušalice opremljene kamerom za snimanje i prikaz korisničkog okruženja. Ova tehnologija je negdje između (AR) i (VR) jer spaja stvarni i virtualni svijet kroz holograme, impresivne projekcije i još mnogo toga (Rauschnabel 2021: 1–15). Na primjer, skriveni su fizičkim objektima, njihovo osvjetljenje je u skladu sa stvarnim izvorima svjetlosti u okruženju, a s digitalnim objektima možete komunicirati na bilo koji način, poput okretanja koji koegzistiraju u realnom vremenu (Mealy 2018).

## **2.6 Razmatranje kontinuuma stvarnost – virtualnost**

Kontinuum virtualnosti – kontinuum je ključna riječ koja sadrži puni spektar mogućnosti između potpuno fizičkog svijeta ili stvarnog okruženja i potpuno digitalnog svijeta ili virtualnog okruženja. U kontinuumu se susjedni dijelovi gotovo ne razlikuju, ali su ekstremi vrlo različiti. Istraživači Milgram i suradnici (1994: 283) prvi su predstavili koncept kontinuuma virtualnosti ili kontinuuma stvarnosti – virtualnosti, kako su ga prvotno predložili. Iz slike 6 razvidno je da se na desnoj strani nalazi virtualno okruženje koje se temelji isključivo na stvarnim ili fizičkim

objektima. Na lijevoj strani nalazi se stvarno okruženje koje se temelji isključivo na stvarnim ili fizičkim objektima, a u sredini se nalazi područje miješane stvarnosti koje se temelji na AR i AV (engl. *Augmented Virtuality*, AV). Tehnologija proširene stvarnosti temelji se na stvarnom svijetu proširenom digitalnim elementima i proširenoj virtualnosti koja se pak temelji na virtualnom svijetu proširenom stvarnim ili fizičkim objektom. Milgram i suradnici (1994) smatraju „da je svako okruženje koje se sastoji od miješanja stvarnih i virtualnih objekata miješana stvarnost”. Okruženja miješane stvarnosti u kojima je stvarni svijet proširen virtualnim sadržajem nazivaju se proširenom stvarnošću, dok se ona u kojima je većina sadržaja virtualna, ali postoji određena svijest ili uključenost objekata stvarnog svijeta nazivaju proširena virtualnost. Treba napomenuti da se ova izvorna verzija kontinuuma izričito bavila samo vizualnim prikazima.



Slika 6. Pojednostavljeni prikaz virtualnog kontinuuma  
Izvor: Izrada autora prema (Milgram i Kishino 1994)

Iako je izvorna verzija kontinuuma nedvojbeno dobra, identificirana su ograničenja. Milgram i suradnici (1994) eksplicitno su se bavili vizualnim prikazima, a prvenstveno hardverom zaslona. Nadalje, nigdje u ovom kontinuumu se ne vidi pojam promatrača ili korisnika s osjetilima osim vizualnih i prijašnjih životnih iskustava. Završno, sadržaj je opisan samo u odnosu na realizam, bez brige o koherentnosti cjelokupnog iskustva.

## 2.7 Zaključak

Iz prethodno korištene i pregledane literature vidljivo je da navedeni i obrazloženi čimbenici utječu ili određuju akademsku uspješnost studenata u digitalnom informacijskom okruženju: razinu digitalne pismenosti, digitalnih kompetencija studenta, učestalost angažmana novih tehnologija u nastavi, prethodne kvalifikacije, aktivno učenje. Novi pristupi znanju mogu biti

korisniji za svrhe učenja od tradicionalnih gledišta. Dokumenti i zbirke očito su entiteti od temeljne važnosti za informacijske znanosti, ali teorija je ovdje slaba i postoje elementi dvosmislenosti u tome kako razumjeti te koncepte, čak i prije nego što uzmemo u obzir promjene koje je donio prijelaz uglavnom u digitalno informacijsko okruženje.

Informacije i znanje te odnos između njih, doista jesu skliski pojmovi. Značenje bilo kakve veze između ideja informacija u fizičkom, biološkom i društvenom svijetu ostaje nejasno, stoga čak unutar informacijskih znanosti postoje alternativni načini promatranja pojmova. Unatoč nekim prijedlozima koji govore suprotno, informacija se općenito smatra središnjim konceptom informacijske znanosti. Također je sve važniji entitet unutar svih disciplina, uključujući fizičke i biološke znanosti, ali ostaje nejasno bavimo li se „istom stvari”, u bilo kojem smislu, u ovim različitim domenama. Čini se vrijednim traženja premošćujućih, ako ne i objedinjujućih, koncepcija informacija, a informacijska bi znanost u tome trebala igrati glavnu ulogu. Nadalje, ideje kao što su relevantnost i korisnik informacija, čije se značenje može smatrati intuitivno očiglednim, imaju složenosti kada se u potpunosti analiziraju. Daljnje proučavanje ovih temeljnih entiteta i koncepata može biti od koristi i istraživanju i praksi.

Prije integracije novih tehnologija u podučavanju i učenju, sustav isporuke za sve obrazovne razine bio je tradicionalno okruženje u učionici s nastavnicima i instruktorima koji drže predavanje, a studenti slušaju i pišu bilješke. Iako je bilo nekih studija o determinantama akademske uspješnosti studenata, postoji ograničeno istraživanje o utjecaju ovih čimbenika na akademski učinak aktivnog učenja korištenjem novih tehnologija. Objekti istraživanja pregledane literature su inovativni gledajući kroz prizmu učinkovitih alata i tehnologije koje mogu transformirati edukaciju. Nadalje, omogućuju stvaranje okruženja u kojem je obuka u skladu s potrebama i karakteristikama digitalnih studenata i današnjice društva. Stoga, glavni razlozi za pomake u području obrazovanja nisu nove tehnologije, već novi studenti sa svojim novim potrebama i zahtjevima. Tehnologije su sredstvo koje omogućuje stvaranje potrebnog okruženja za učenje u kojem se proces učenja može realizirati na najučinkovitiji način. Primjenom novih tehnologija, prostor za učenje nadilazi granice tradicionalnih predavaonica. Nove tehnologije omogućuju svakom studentu da pokaže svoje najbolje kvalitete i napreduje u procesu učenja na najprikladniji način.

Nove tehnologije samo su alat koji mijenja bit procesa učenja i stjecanja vještina. Studentima nude novi pristup u interakciji sa sadržajem učenja, kao i s ostalim sudionicima obuke. Kroz pregled literature jedan od glavnih ciljeva je bio predstaviti prednosti proširene stvarnosti kao jedne od novih tehnologija koje mogu stvoriti okruženje u kojem se spajaju stvarnost i virtualnost smještene u okruženju virtualnog kontinuuma. Tehnologija nudi inovativan način učenja i pomaže transformirati obrazovanje u pametno obrazovanje. Proširena stvarnost može donijeti značajne i inovativne promjene u edukaciji tako da odgovori novim potrebama i zahtjevima studenata, nastavnika i društva.

Sljedeće poglavlje govori o aktivnom učenju i percepciji znanja koje je kombinirano s ovim varijablama kako bi se formirao prikladan konceptualni okvir za doktorski rad.



### **3. KONCEPTUALNI I TEORIJSKI OKVIR**

#### **3.1 Uvod**

Konceptualni okvir je organizirani skup ideja ili teorija o načinu na koji određeni događaj funkcionira ili je povezan s njegovim komponentama. Prema Maxwellu (2005), Robsonu i McCartanu (2011) konceptualni okvir je sustav koncepata, pretpostavki, predviđanja, misli i teorija koji podupiru i savjetuju studiju koja se istražuje. To je važan dio dizajna istraživanja. Konceptualni okvir omogućuje istraživačima da započnu istraživanje s određenim temeljnim pretpostavkama koje proizlaze iz njihova hipotetičkog stajališta (Mertens 2007: 212–225). Jabareen (2009) definira konceptualni okvir kao skup veza isprepletenih ideja koje zajedno pružaju široko razumijevanje događaja. Konceptualni okvir je sustav međusobno povezanih ideja koje povezuju ključne dijelove istraživačkog dizajna koji reagira na kvalitativna pitanja u istraživačkim paradigmama i proizvodi su kvalitativnih procesa teoretizacije (Jabareen 2009: 49–62).

##### **3.1.1 Nove tehnologije u potpori aktivnog učenja**

Nove tehnologije utječu na ishode učenja i podučavanja i mogu se koristiti za stvaranje interaktivnih okruženja za učenje koje unosi uzbuđenje u aktivni proces učenja (Chen i sur. 2022; Luić i Škoda 2020; Lai i Bower 2019). Jednostavno rečeno, aktivno učenje odgovara svakoj pedagoškoj metodologiji koja se bavi time kako studenti uče i koja studenta stavlja u središte procesa učenja. Bonwell i Eison (1991) popularizirali su koncept aktivnog učenja kada su izjavili da će „...u aktivnom učenju studenti aktivno sudjelovati u procesu učenja”. Također su predložili da „aktivno učenje uključuje studente u dva aspekta radeći stvari i razmišljajući o stvarima koje rade”. Aktivno učenje slijedi ideje konstruktivizma koje predlažu da studenti konstruiraju ili grade svoje razumijevanje „dajući značenje” novoprimitivnim informacijama, povezujući nove ideje i iskustva s prethodno stečenim znanjem i praksama kako bi formirali novo ili poboljšano znanje i postizanje dubljih razina razumijevanja (Bransford i sur. 1999). Studenti su tada sposobniji analizirati, procijeniti i sintetizirati ideje čime postižu više kognitivne razine. Aktivno učenje također razvija autonomiju studenata i njihovu sposobnost učenja, čime im pomaže da postanu „cjeloživotni učenici” dok svladavaju veću kontrolu nad svojim učenjem.

Kako se interes za nove obrazovne metode povećava, mnogi akademici smatraju aktivno učenje važnim i učinkovitim pristupom poticanju razvoja viših kognitivnih vještina kod studenata, tzv. „duboko učenje” na koje se poziva Bloomova taksonomija (Bloom i sur. 1956). Metode aktivnog učenja mogu biti dugotrajne za nastavnika i mogu predstavljati poteškoće u implementaciji. Sada su dostupne različite vrste nove tehnologije koje mogu, u teoriji, pomoći nastavnicima u razvijanju iskustava aktivnog učenja i koje studentima omogućuju da postanu aktivno angažirani unutar učionice i izvan nje. Međutim, postoji veliki problem s tim u praksi. Ponovljena istraživanja pokazuju da, čak i nakon mnogo godina usvajanja tehnologije, mnogi nastavnici odluče da se uopće ne žele baviti njome, odnosno odluče koristiti nove tehnologije na vrlo ograničen način. Letina (2016) navodi da se „aktivnim učenjem želi postići viši stupanj njihove samostalnosti, primjena različitih misaonih strategija i razvoj specifičnih kognitivnih vještina koje omogućavaju uočavanje bitnog, raščlambu i usporedbu informacija, povezivanje s postojećim spoznajama i kritičku prosudbu njihova značenja” (Letina 2016: 8).

Vrijednost koncepta za razvoj aktivnog učenja u visokom obrazovanju također je prepoznata u novim tehnologijama (AR) i (VR). Naime (AR) tehnologija prepoznata je kao jedna od važnijih novih tehnologija za razvoj aktivnog učenja u visokom obrazovanju (Saltan i Ömer 2017: 503–520). Činjenica da neka visoka učilišta u nastavi koriste proširenu stvarnost i virtualnu stvarnost predstavlja motivaciju za njihovo češće korištenje na inovativne načine koji proširuju edukacijske dimenzije (Swensen 2016: 2540–2547). Nadalje, (AR) i (VR) tehnologije pružaju mogućnost preklapanja slika, teksta, audiozapisa, videozapisa i audio-video zapisa na postojeće (AR) i (VR) strukture, na prostor ili slike u stvarnom vremenu i u komunikaciji sa studentima (Greenwood i O’Neil 2016: 249–254).

### **3.1.2 Primjena AR i VR aplikacija u okviru aktivnog učenja**

Primjena tehnologije (AR) i (VR) u nastavi u visokom obrazovanju kompatibilna je s određenim pedagoškim pristupima koji se uklapaju u okvir aktivnog učenja: konstruktivističko učenje, smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama, učenje temeljeno na istraživanju (Pantelić i Vukovac 2017: 8745–8752; Castellanos i Pérez 2017: 273). Kompatibilnost s konstruktivističkim učenjem ogleđa se u interakciji studenta s okruženjem učenja i u izgradnji povezanosti sa studentovim prethodnim znanjem. U skladu s pristupom smještenog učenja, (AR) ima posebnu važnost jer omogućava, u stvarnom vremenu i okruženju, prikaz virtualnih

predmeta s kojima se studenti inače ne bi mogli susresti i koje bi bilo teško vizualizirati. U pristupu učenju temeljenom na igrama, studenti mogu igrati (AR) igru u ulozi koja ih priprema za svakodnevni život, dok studenti u učenju temeljenom na istraživanju istražuju virtualne modele i eksperimentiraju s njima. Nadalje, primjenom proširene stvarnosti moguće je postići iskustvo učenja izvan učionice, stavljati ga u kontekst veze između stvarnosti i situacije učenja u kojima studenti sudjeluju, pri čemu bilo koji fizički prostor može postati pozornica aktivnog učenja (Bower i sur. 2014: 1–15; Amaguana i sur. 2018: 394–403). Autori Akçayir i Akçayir (2017) ističu potencijal upotrebe proširene stvarnosti u nastavi. Između ostalog, navode pozitivne učinke primjene AR-a koji se reflektiraju u boljem razumijevanju nastavnog sadržaja i ističu da se pritom glavne teme uče kroz efikasno oblikovanje aktivnog učenja. U sljedećim poglavljima bit će objašnjena tri oblika aktivnog učenja: smješteno učenje, učenje temeljeno na igrama i istraživačko učenje, 3AU.

### **3.1.3 Smješteno učenje**

Smješteno učenje je učenje u autentičnim situacijama, kontekstualizirano učenje koje je omogućeno ugrađivanjem obrazovnih iskustava u stvarno okruženje i unošenjem stvarnog svijeta u učionicu (Chen i Tsai 2012; Rasimah i sur. 2011; Dede, 2009; Dunleavy i sur. 2009). Socijalna konstruktivistička teorija je teorija u kojoj se učinkovito učenje događa u autentičnim okruženjima i uključuje društvene interakcije. Jedan od dobro poznatih pristupa društvenog konstruktivizma je smješteno/situirano učenje. Smješteno/situirano učenje ima značajan utjecaj na obrazovno razmišljanje otkada su ga prvi objasnili (Brown i sur. 1989: 32–42). Za razliku od većine aktivnosti učenja u učionicama koje uključuju apstraktno znanje koje je izvan konteksta, Lave i Wenger (1991) su tvrdili da je smješteno učenje / situirano; odnosno učenje je ugrađeno u aktivnost, kontekst i kulturu, kao proces „legitimnog perifernog sudjelovanja” (Lave i Wenger 1991: 29). Između ostalih, Albert Bandura se smatra vodećim zagovornikom teorije socijalnog učenja, koja sugerira da promatranje i modeliranje igraju primarnu ulogu u ovom procesu, razrađujući da je učenje društveni proces jer se tako može „steći velike, integrirane obrasce ponašanja bez zamornog formiranja pokušajima i pogreškama” (Bandura 1997: 12). Bandura također navodi: „Učenje je dvosmjerno: učimo iz okoliša i okoliš uči i mijenja se kroz naše postupke”. Dede (2004) smatra kako zadatak koji je teži za naučiti, treba učiti kroz promatranje. Najjednostavnije, smješteno/situirano učenje odvija se u istom kontekstu u kojem se primjenjuje.

Tehnologija može igrati važnu ulogu u integraciji vještina 21. stoljeća i posredovanju autentičnih iskustava u učionici (Roschelle i sur. 2001: 76–101). Simulacije i virtualna stvarnost daju osnovu za jedan oblik situiranog učenja modeliranjem specifičnih aspekata složenih sustava stvarnog svijeta. Korisnici mogu eksperimentirati sa sustavom ili manipulirati parametrima ili sudjelovanjem unutar sustava i promatranjem ishoda njihove manipulacije i sudjelovanja. Simulacije smještene u raskošnim, realističnim 3D virtualnim svjetovima mogu se opisati kao „teško” virtualne, ali manje autentične jer se toliko odmiču od stvarnog svijeta. Nasuprot tome, okruženja za učenje koja su „lagana” na virtualne informacije pružaju manje simulirani senzorni unos, ali ostaju bliže stvarnom svijetu i mogu iskoristiti prednosti svojih mogućnosti za autentičnost (Rosenbaum i sur. 2007: 31–45). Tehnologija miješane stvarnosti može se koristiti za balansiranje snaga i slabosti virtualnih medija u stvaranju autentičnog okruženja za učenje, kombiniranjem scena iz stvarnog svijeta s virtualnim objektima i društvenim interakcijama uživo s drugim sudionicima. Intuitivniji načini interakcije s virtualnim objektima pomoću MR-a pomažu korisnicima u stjecanju autentičnog iskustva.

### **3.1.4 Učenje temeljeno na igrama**

Sustavi proširene stvarnosti mogu se koristiti za olakšavanje imerzivnog učenja temeljenog na igrama stvaranjem digitalne pripovijesti, postavljanjem studenata u ulogu, pružanjem autentičnih izvora i ugrađivanjem kontekstualno relevantnih informacija (Dunleavy i sur. 2009; Klopfer i Squire 2008; Squire i Jan 2007). Korištenje sustava proširene stvarnosti za pretvaranje stvarnog svijeta u okruženje u kojem se igraju igre često može pojednostaviti i olakšati prijenos vještina u stvarne programe (Buchtová i sur. 2013: 125–132).

Pristupi učenja temeljeni na igri predloženi su kao jedna „postprogresivna” pedagogija koja bi mogla smjestiti studente u složene misaone zadatke vođene autentičnim pitanjima, uključivati više alata i resursa, oslanjati se na učenje kroz rad, voditi studente putem događaja i načina razmišljanja, a ujedno zahtijevaju složene izvedbe kako bi demonstrirali vještinu i kompetitivnost (Barab i sur. 2005: 86–107). Iako su teorije učenja temeljene na igrama još uvijek u povojima, zagovornici pristupa koji se temelje na igrama nastojali su kombinirati sociokulturne pristupe učenju sa suvremenim računalima i videoigrama. (Cheung i Ng 2021; Gee 2007; Shaffer

i Gee 2005). Točnije, studenti mogu koristiti ove obrazovne igre za eksperimentalno učenje te razviti vještine donošenja odluka i rješavanja problema u dinamičnom okruženju za učenje (Adachi i Willoughby 2013: 1041–1052). Osim toga, studenti mogu odmah dobiti povratne informacije i/ili rezultate, umjesto da primaju odgođene povratne informacije tradicionalnom metodom ocjenjivanja (npr. testovi i ispiti) ne dolazeći kod nastavnika u ured na konzultacije.

Primjene ovih modela sugeriraju da temeljna značajka edukacijske igre može uključivati: cikluse donošenja odluka, doživljavanje posljedica, tumačenje sustava igre, izgradnju povremenih narativa o iskustvu, višestruka iskustva unutar sustava, a zatim i izgradnju kognitivnog modela sustava igre kao rezultata učenja temeljenog na igrama (Dunbar i sur. 2014: 307–318).

Nadalje, druge softverske aplikacije koje se mogu koristiti za podršku u edukaciji su potpune videoigre što nas dovodi do paradigme učenja temeljenog na gamifikaciji. Gamifikacija je posljednjih godina u središtu pozornosti edukacije. „Gamifikacija je praksa korištenja elemenata dizajna igre, dok mehanika igre i razmišljanja u igri pružaju aktivnosti u igri kako bi se motivirali sudionici” (Al-Azawi i sur. 2016: 133). Mnogi su sugerirali cjelovite video igre koje mogu učinkovito podržati klasično kurikularno školovanje za korištenje u različitim obrazovnim kontekstima u sveučilišnom obrazovanju i srednjem obrazovanju (Daniela 2020; González i Izquierdo 2012: 250–262; Prensky 2001).

Većina potpunih videoigara odstupa od alata e-učenja i osnova *edutainment* (obrazovno-zabavni sadržaji za učenje) kroz igre. Nadalje, igrač umerzivno ulazi u složena i bogata okruženja, dopuštajući istražiti brojne strategije za djelovanje i odlučivanje koje zahtijevaju od njih izvršavanje zahtjevnih zadataka postavljenih sa sve težim ciljevima (Ulicsak i Williamson 2010: 10–66). Neki istraživači idu još i dalje tvrdeći da učenje temeljeno na igri uključuje procese koji se u tolikoj mjeri razlikuju od učenja u drugim oblicima (kao što je podučavanje u učionici) da ih treba opisati kao jedinstveni model ili teoriju učenja (Plass i sur. 2015: 258–283). Pregled postojećih igara brzo potvrđuje da se jedinstvenost učenja temeljenog na igrama teško može definirati na epistemološkoj razini. Dizajneri igara koriste biheviorističke elemente, kognitivističke elemente i konstruktivističke elemente, a često i različite njihove kombinacije u dizajnu igara za učenje.

Drugi tvrde da igre pomažu u razvoju strateškog razmišljanja, grupnog donošenja odluka i više kognitivne vještine (Hartt i sur. 2020: 1–17; Arnseth 2006). Općenito, čini se da bi igre mogle biti osobito korisne za stvaranje dubljeg razumijevanja određenih ključnih principa zadanih tema, uglavnom kada se radi o kompliciranim i višestrukim pitanjima koja je teško shvatiti kroz činjenično znanje. Na primjer, ozbiljna igra, Global Conflicts: Palestine je 3D igra koja se bavi izraelsko-palestinskim sukobom i temelji se na realnim osobnim pričama. Prema ocjeni Buch i Nielsen (2006), igrači su pokazali značajno bolje razumijevanje složenosti sukoba, sposobnost razmatranja problema iz šire perspektive i više razine osobne uključenosti u učenje. Autori Global Conflictsa također su sugerirali da je igra korisna za poticanje debata i rasprava među vršnjacima koji uče o temi koja se podučava (Buch i Nielsen 2006). Zaključci iz istraživanja također sugeriraju da je za razvoj igara koje će se implementirati u školama potreban teorijski utemeljeni pristup. Istraživači i obrazovni praktičari sve više usmjeravaju svoju pozornost na tzv. ozbiljne igre. Ove igre odstupaju od komercijalnih videoigara jer je obrazovanje primarni cilj, a ne zabava.

### **3.1.5 Učenje temeljeno na istraživanju**

Učenje temeljeno na istraživanju pruža način za elektroničko prikupljanje podataka za buduću analizu (Dunleavy i sur. 2009: 7–22) i pružanje virtualnih modela smještenih u kontekst stvarnog svijeta kojima se lako manipulira (Kaufmann i Schmalstieg 2003: 339–345). Proširena stvarnost podržava istraživanje pružanjem informacija koje su kontekstualno relevantne za temu koja se istražuje (Johnson i sur. 2010: 3–28). Nove tehnologije pružaju putem vizualizacije aktivan potencijal za olakšavanje razumijevanja i sprječavanje nedorečenosti u znanstvenoj domeni (Hay i sur. 2000: 214–220). Primjeri novih tehnologija (AR) i (VR) koji su ispitani u prethodnim istraživanjima uključuju animaciju, virtualna okruženja i simulaciju. Dede i suradnici (1996) sugeriraju da studenti mogu poboljšati svoje ovladavanje apstraktnim konceptima korištenjem virtualnog okruženja koja su dizajnirana za učenje. Konkretno, (AR) pruža učinkovit način predstavljanja digitalnog objekta koji treba vizualizaciju (Singhal i sur. 2012). Tehnologija (AR) također podržava besprijekornu interakciju između stvarnog i virtualnog okruženja i omogućuje upotrebu opipljive metafore sučelja za manipulaciju digitalnim objektima. Spoznaje do koje su došli Tuta i suradnici (2022) je da (AR) tehnologija uvelike pridonosi aktivnom učenju jer pobuđuje učenje temeljeno na istraživanju. Studenti u učenju temeljenom na istraživanju

istražuju virtualne modele i eksperimentiraju s njima. Nadalje, digitalni objekti sa zanimljivim podacima u stvarnom okruženju proširene stvarnosti pomažu studentima razumjeti rezultate analize informacija. Tehnologija (AR) može se koristiti za rješavanje postavljenih izazova, istražujući digitalne objekte smještene u kontekstu stvarnoga svijeta, dolazeći do novih spoznaja, dobivenih rezultata i pomažući tako studentima da imaju bolju percepciju aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti. Tehnologija (AR) nudi fleksibilno učenje, a to znači da ga mogu koristiti profesori i studenti u učionici i/ili studenti koji samostalno istražuju predmete kod kuće. Primjer korištenja proširene stvarnosti temeljen na istraživanju je i aplikacija Vuforia koja koristi tehnologiju računalnog vida za skeniranje, te prepoznavanje i praćenje svog cilja. Bernik i suradnici (2019) tvrde „da je prednost ovog pristupa u tome što je korisnik u središtu pozornosti, a prilikom istraživanja njegovi vlastiti pokreti i odluke utječu na informacije prikazane na ekranu”. Možemo zaključiti da učenje temeljeno na istraživanju korištenjem proširene stvarnosti pruža neposredan pristup informacijama digitalnih objekata koji se nalaze u prirodnom okruženju.

### **3.1.6 Rezultati istraživanja aktivnog učenja korištenjem XR tehnologije**

Rezultati istraživanja provedenog na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman” pokazuju da (XR) tehnologije imaju potencijal za unaprjeđenje procesa edukacije na ostalim sveučilištima u Republici Hrvatskoj. Spoznaje do kojih su istraživači došli potvrdile su hipotezu da XR tehnologije uvelike pridonose aktivnom učenju jer potiču na aktivno sudjelovanje i povećavaju motivaciju za učenje (Tuta i sur. 2019: 128–133). Autor He i suradnici (2017) procjenjuju da je primjenom AR-a moguće unaprijediti edukaciju, posebice u podršci upoznavanja s opremom poput postupanja u izvanrednim situacijama tijekom kojih studenti ne mogu nazočiti praktičnoj nastavi.

### **3.1.7 Učinkovitost podučavanja korištenjem AR-a u visokom obrazovanju**

Recentan primjer aktualnih istraživanja primjene AR-a u visokom obrazovanju upućuje na značaj učinkovitosti podučavanja te sposobnost studenata da razvijaju digitalnu pismenost (Eshet-Alkalai 2012: 267–276) i digitalne kompetencije koje imaju velik utjecaj na učenje i podučavanje u sveučilišnom obrazovanju (Saez-Lopez i sur. 2020: 1–12). Već je nekoliko godina proširena stvarnost prepoznata kao jedna od tehnologija s većim utjecajem na sveučilišno

obrazovanje. To je osobito važno kod imerzivnih tehnologija (AR) i (VR) medija jer ovise o paralelnim efektima u stvarnom svijetu. Većina tih efekata pokreće se postupcima studenta u svojstvu korisnika AR-a, posebice u situacijama u kojima tijekom podučavanja student treba gledati u određenom smjeru ili koristiti kontrole za manipuliranje virtualnim objektom (Richards 2017: 89–104). Primjena proširene stvarnosti u sustavu visokog obrazovanja značajno utječe na suvremeno obrazovanje, ne samo na usvajanje znanja i vještina studenata, nego i na prijenos znanja i vještina s nastavnika na studente (Karlsson 2015: 26–34). Nadalje, iz pregleda dosadašnjih istraživanja moguće je zaključiti da se učenje u (AR) okruženju podudara s konceptima teorije obrazovanja, od kojih jedan apostrofira učenje kao rezultat povezanosti između podražaja i odgovora na taj podražaj. Platforma za aktivno učenje zasnovana na AR-u pruža studentima izbor alata i scenarija za izradu modela, dizajniranih tako da se lako koriste (Lu i Liu 2015: 525–541; Martin-Gonzalez i sur. 2016: 627–636). Posljednjih godina učenje interakcijom s virtualnim objektima integriranim u proširenoj stvarnosti postalo je moderan način digitalnog učenja. Autor Radu (2014) također ističe u svojim istraživanjima da te prakse promoviraju veće performanse u aktivnom učenju, povezane su s njihovim kreativnim, motivacijskim i motoričkim potencijalom i snagom imerzivnog osjećaja iskustva (Radu 2014: 1533–1543).

### **3.1.8 Analiza korištenja proširene stvarnosti u edukacijskom kontekstu**

Nekoliko istraživanja istraživača (Bacca i sur. 2014; Tekedere i Göker 2016; Cózar-Gutiérrez i Sáez-López 2016; Cabero i Barroso 2016), čiji je cilj analiza korištenja proširene stvarnosti u edukacijskom kontekstu aktivnog učenja, ističu pozitivne primjere primjene AR-a u nastavi, pri čemu se motivacija za učenje drži najistaknutijim čimbenikom. O’Flaherty i Phillips (2015) u svom radu analiziraju objavljene studije o implikacijama korištenja AR tehnologija i izvode zaključak da AR olakšava razumijevanje složenih pojava i koncepata; promiče kontekstualizaciju i obogaćivanje informacija; omogućava individualizaciju praktičnog podučavanja i prilagođavanje različitim oblicima digitalne inteligencije; pruža studentima sposobnost da komuniciraju putem AR-a, manipuliraju stvarnim predmetima; daje prednost sveprisutnom i kontekstualiziranom učenju pretvaranjem bilo kojeg fizičkog prostora u poticajno akademsko okruženje; olakšava razvoj konstruktivističke nastave i/ili učenja metodologija; promiče razvoj



grafičkih vještina kroz percepciju prostornih sadržaja i 3D objekata; pogoduje učenju kroz praksu (iskustveno učenje) te povećava motivaciju i poboljšava uspjeh učenja.

Novija istraživanja sugeriraju da i u sveučilišnim okvirima treba akceptirati znanstvene studije i izvještaje koji predlažu da se trendovi (XR) tehnologija uvedu u nastavu što skorije, s ciljem promjene u praksi podučavanja (Whitton i Langan 2018; Ding 2018; Mirales-Martinez i sur. 2019). Osim navedenog, moderna istraživanja uvode nove tehnologije u sveučilišno obrazovanje studenata i nastavnika, koji se moraju prilagoditi izazovima i zahtjevima suvremenog digitalnog društva, uzimajući u obzir percepciju i trendove u nastajanju s kojima će se danas studenti, a sutra profesionalci susresti u svom neposrednom radnom okruženju (Miralles i sur. 2019).

### **3.2 Znanje**

Suvremeni svijet se neprestano mijenja. Tehnološke inovacije se uvode u različite sfere ljudskog djelovanja, što ljude usmjerava na kontinuirani razvoj, usavršavanje znanja, vještina, kompetencija, svladavanje novih vrsta djelatnosti u srodnim industrijama. Nadalje, potiču se izazovi u implementaciji novih tehnologija koje utječu pozitivno na transformaciju u području edukacije. Danas možemo govoriti o potrebi suvremenog čovjeka za informacijskom kulturom kao elementom ljudske kulture i kao neizostavnim uvjetom bez kojega nemamo postojanje u razvijenom i modernom društvu. Razvojem novih tehnologija, naročito u području virtualne stvarnosti, danas s većom dostupnošću bilo kojem ljudskom i tehnološkom resursu, znanje postaje ključni čimbenik sposobnosti koje organizacija posjeduje. U direktnoj vezi s tim, razvijene organizacije u području edukacije i obrane, u posljednje vrijeme potiču i ulažu u upravljanje znanjem. Bez obzira na profesiju ili organizaciju koja trenutno pokriva velik opseg ljudskih potencijala, radne organizacije žele zaposliti i zadržati ljudske resurse koji poznaju nove tehnologije i koji su spremni dalje razvijati svoje kompetencije i vještine u svijetlu novih tehnologija. Investiranje u nove tehnologije bez razumijevanja njezinih mogućnosti, bez znanja o njezinu korištenju i opravdanosti njezine primjene tijekom procesa učenja i podučavanja u samom začetku investiranja u projekt je pogrešno. Primjenom novih suvremenih tehnologija (edtech) i umjetne inteligencije u obrazovnom sustavu otvara se mogućnost korištenja

inovativnih i učinkovitijih alata za stvaranje, korištenje i razmjenu znanja te bržeg i personaliziranijeg učenja usmjerenog na studente.

### **3.2.1 Formulacija znanja**

Formulacija znanja od antike do danas predmet je rasprava i debata među filozofima u području epistemologije. Epistemologija ili teorija znanja je grana filozofije koja se bavi prirodom i dosegom znanja. Nadalje, bavi se pitanjima: „Što je znanje?“, „Kako se usvaja znanje?“ i „Što ljudi znaju?“ Klasična definicija opisuje, ali ne apsolutno, uvjete koje znanje mora ispunjavati. Znanje se odnosi na činjenice, informacije, svijest i razumijevanje koje je osoba stekla kroz edukaciju. Bolisani i Bratianu (2018) tvrde „znanje je jedan od najspecifičnijih ljudskih procesa, a znati je njegov rezultat“. To znači da su znanje i znati predmet ljudskog istraživanja od davnina. Bilo je mnogo odgovora i mnogo argumenata korištenih u njihovu potporu, ali nijedna od tih teorija do sada nije prihvaćena kao potpuno zadovoljavajuća. Definiranje znanja i objašnjenje njegove prirode pokazalo se nedostižnim i bez uvjerljivog i opće prihvaćenog rezultata (Neta i Pritchard 2009). Većina teorija je integrirana u dvije glavne perspektive: racionalizam i empirizam. Pojednostavljeno, možemo reći da obje teorije prihvaćaju da je znanje opravdano istinito vjerovanje, ali odstupaju u pokazivanju načina na koje se može pronaći istina ili opravdati pravo vjerovanje. Nonaka i Takeuchi (1995: 29) navode „za Japance znanje znači mudrost koja se stječe iz perspektive cjelokupne ličnosti“. Ova orijentacija ima utvrđen temelj za vrednovanje osobnog i fizičkog iskustva u odnosu na neizravnu, intelektualnu apstrakciju. U njihovoj poznatoj teoriji stvaranja organizacijskog znanja, Ikujiro Nonaka i Hirotaka Takeuchi (1995) usvojili su, za znanje, klasičnu definiciju koju je formulirao Platon – „znanje je opravdano istinsko vjerovanje“. Međutim, postoji značajna razlika u tumačenju te definicije. Dok se zapadna epistemologija usredotočuje na istinitost kao glavnu karakteristiku znanja, Nonaka i Takeuchi (1995: 58) usredotočuju se na opravdano vjerovanje tvrdeći da: „dok tradicionalna epistemologija naglašava apsolutnu, statičnu i neljudsku prirodu znanja, tipično izraženu u propozicijama i formalnoj logici, znanje smatramo dinamičnim ljudskim procesom opravdavanja osobnog uvjerenja prema istini“. Drugim riječima, autori mijenjaju filozofsku raspravu u menadžersku praksu i smatraju da je najbolji način opravdanja društveni kontekst u kojem se stvaraju i dijele nova znanja, što znači organizacijski kontekst. Međutim, čineći ovu promjenu,

autori pokazuju da bi pojava novog znanja u praksi trebala biti procijenjena metrikom korisnosti, a ne logičkom konstrukcijom: „Opravdanje uključuje proces utvrđivanja jesu li novo stvoreni koncepti uistinu vrijedni za organizaciju i društvo”. Nonaka i Takeuchi (1995: 86) idu dalje dajući praktične kriterije opravdanja kao što su trošak, profitna marža i stupanj do kojeg proizvod može doprinijeti ekonomskom učinku tvrtke. Međutim, pomoću ove promjene, promijenili su samu prirodu opravdanja iz logičke konstrukcije u ekonomsku, koju provode menadžeri. Glavni menadžeri bi tražili usklađenost sa strateškom vizijom poduzeća, dok bi srednji menadžeri tražili neke praktične zahtjeve.

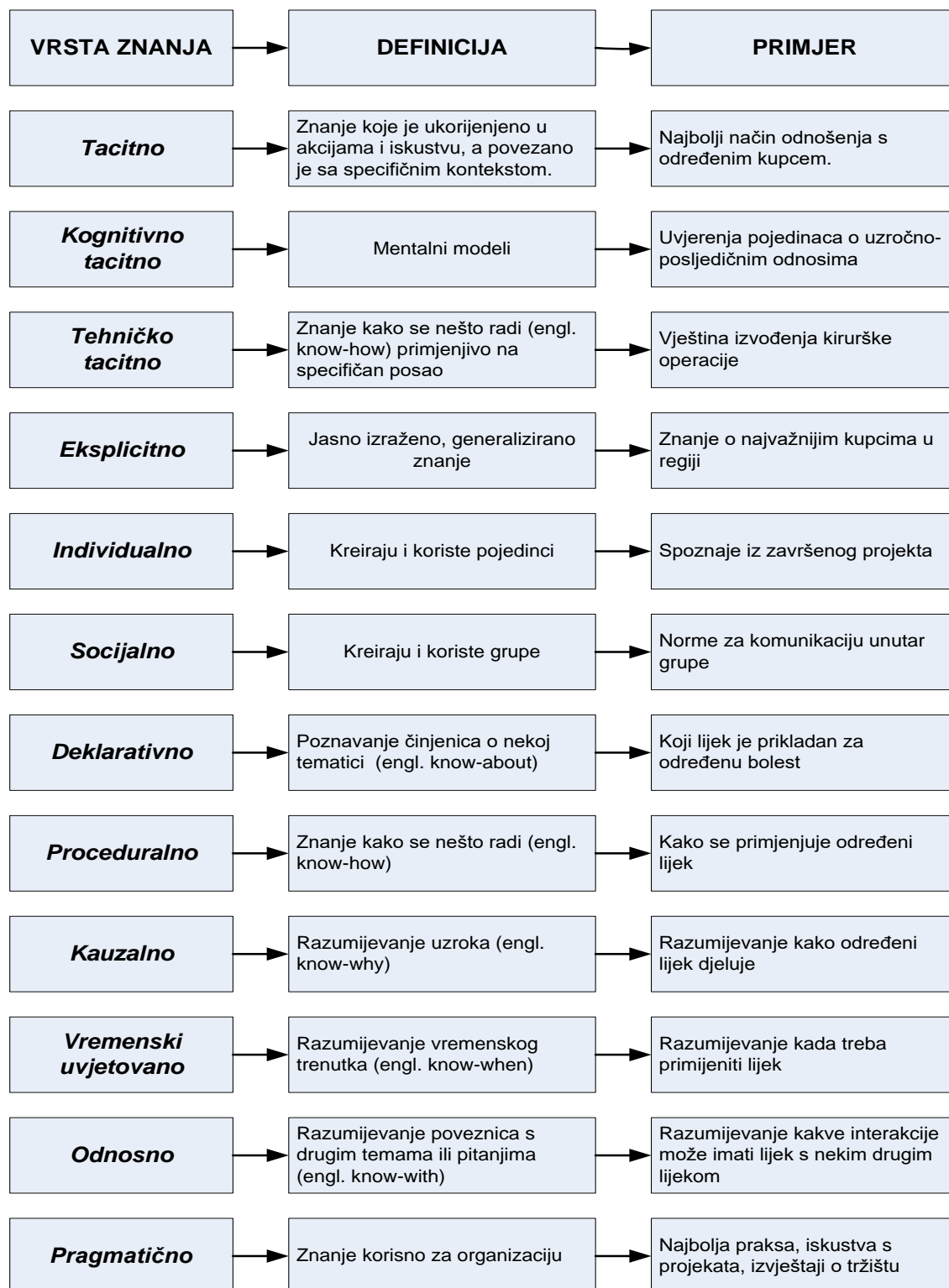
Znanje se može promatrati kroz pet različitih perspektiva: (1) stanje uma, (2) objekt, (3) proces, (4) stanje pristupa informacijama i (5) sposobnost s potencijalom utjecaja (Alavi i Leidner 2001). Znanje je opisano kao „stanje ili činjenica znanja” pri čemu je znanje uvjet razumijevanja stečenog iskustvom ili proučavanjem; zbroj ili raspon onoga što je percipirano, otkriveno ili naučeno” (Schubert i sur. 1998). Perspektiva znanja kao stanja uma usmjerena je na omogućavanje pojedincima da prošire svoje osobno znanje i primijene ga na potrebe organizacije. Drugo gledište definira znanje kao objekt (McQueen 1998; Zack 1998, Carlsson i sur. 1996), a autori tvrde da se znanje može promatrati kao stvar koju treba pohraniti i kojom se manipulira (tj. objekt). Alternativno, znanje se može promatrati kao proces istovremenog znanja i djelovanja (Carlsson i sur. 1996; McQueen 1998; Zack 1998). Treći pogled na znanje je pogled u kojem se procesna perspektiva usredotočuje na primjenu stručnosti (Zack 1998a). Četvrti pogled na znanje je onaj o uvjetu pristupa informacijama (McQueen 1998). Prema ovom gledištu, organizacijsko znanje sistematizirano omogućuje jednostavniji pristup i dohvaćanje sadržaja. Ovaj se pogled može smatrati proširenjem pogleda na znanje kao objekt, s posebnim naglaskom na dostupnost objekata znanja. Konačno, peti pogled na znanje promatra se kao sposobnost s potencijalom utjecaja na buduće djelovanje (Carlsson i sur. 1996). Znanje nije toliko sposobno za određenu akciju, koliko sposobnost korištenja informacija; učenje i iskustvo rezultiraju sposobnošću tumačenja informacija i utvrđivanja koje su informacije potrebne za donošenje odluka (Watson 2005). Znanje se može dobiti samo racionalnim razmišljanjem utemeljenim na aksiomima, kao u matematici, a treba ga razlikovati od mišljenja koje je proizvod naših osjetila. Znanje nije stvoreno *a priori* i nije urođeno uvjetovan oblik. Stvara se kroz naše osjetilno sučelje s realnim svijetom, a završno ga obrađuje naš um. To znači da je znanje ukorijenjeno u osjetilnom sustavu i samo je u završnoj fazi obrade otvoreno za apstraktna

razmatranja. Kao što je prije spomenuto, često prihvaćena definicija znanja je „opravdano istinsko vjerovanje”. Vidimo da je istina i njezino opravdanje uglavnom stvar interpretacije, a iako epistemološki pristup izgleda kao precizna i logična formulacija, konačna definicija znanja može biti samo iluzija. Istina je daleko i može se iskriviti pokušajem opravdanja nerazumijevanjem organizacijskog konteksta. Sva znanja mogu se klasificirati prema svojoj složenosti, a nastaju u umovima ljudi. Albert Einstein kaže: „Znanje je iskustvo, ostalo je informacija.”, Ralph Waldo Emerson: „Znanje postoji da bi bilo dano.”, Spencer: „Znanost je organizirano znanje.“, a Bacon: „Znanje je moć.“

### **3.2.2 Vrste znanja**

Znanje se općenito klasificira u dvije glavne kategorije; eksplicitno znanje i tacitno (prešutno) znanje. Eksplicitno znanje je strukturirani skup informacija koje se mogu prepoznati, zabilježiti, pohraniti i dijeliti (Frappaolo 2002: 10). Znamo da svaka osoba dobiva nešto iz okruženja u kojem radi i živi, nastalih okolnosti, incidenata, obrazaca, zapažanja i slično. To je ono što nazivamo osobnim iskustvom koje čini bazu za tacitno (skriveno) znanje. To je nezabilježeno, skriveno i navedeno veliko skladište znanja koje posjeduje svaka osoba. Osnovna razlika između eksplicitnog i tacitnog znanja je u tome što je eksplicitno znanje već kodificirano, dok je tacitno znanje ukorijenjeno u umu. Eksplicitno znanje može se opisati kao znanje prisutno u temeljnom obliku, koje se može lako isporučiti. To je zbog činjenice da je takvo znanje dostupno kao pisani materijal i spremljeno tako da ga svaka osoba može čitati, pristupati mu i tumačiti ga. To je dokumentirana ili snimljena informacija koja olakšava tijek djelovanja. Poznavatelj ga može jasno izraziti kroz verbalne izjave. Sastoji se od činjenica, teorija, pravila, odnosa i politika koje se mogu izraziti riječima, u fizičkom ili digitalnom obliku i na kraju podijeliti s ljudima. Enciklopedije i knjige su klasični primjeri takvog znanja. Može biti u obliku: pravilnika, standardnih operativnih postupaka, združenih doktrinarnih publikacija, priručnika o postupcima, dokumenata, videozapisa, izvješća, PDF dokumenata, dopisa, baza podataka, web softvera, hardvera i drugih instrumenata. Isto tako, može biti lako pretraživano, naročito pomoću informacijske tehnologije (Venkatraman i Venkatraman 2018: 3). Poželjno je da je eksplicitno znanje namijenjeno za ponovnu upotrebu. Tacitno znanje, kao što ime sugerira, je znanje koje osoba posjeduje, prikupljeno iz svog osobnog iskustva, uvida, emocija, zapažanja i okolnosti. Drže ga znalci u svojim umovima, koji su visoko personalizirani i specijalizirani. Njegovo

stjecanje posljedica je kognitivnih procesa. Takav oblik znanja teško je objasniti, zapisati, prenijeti ili kvantificirati. Dobiva se uglavnom druženjem s drugom osobom i potreban je zajednički napor da se prenese. To je intuitivno znanje koje je ukorijenjeno u kontekstu, iskustvu, vrijednostima, mišljenjima, praksama, idejama, perspektivama i iskustvima. Posjeduje ga pojedinac, ali nije dostupno u kodificiranom obliku i teško ga je artikulirati jer je pohranjen u umu osobe. Pripada pojedincu i čini kombinaciju njegova iskustva, obrazovanja, općenitih znanja, ponašanja, kulture i vrijednosti. Naime, znanje se većinom prenosi suradnjom i interakcijom među ljudima i gotovo ga je nemoguće zapisati, klasificirati i pohraniti. Primjer takvog znanja je iskustvo koje kadeti imaju iz vremena terenske praktične nastave s vojnih kampova i poligona koje koriste kasnije tijekom svoje vojne službe u redovnim zadaćama na radnom mjestu, kao i za potrebe mirovnih misija. Takvo je iskustvo jedinstveno i omogućava bolju prilagodbu situaciji i bolje razumijevanje ljudi u zemljama u koje dolaze u sklopu mirovnih misija. Nadalje, na vojnom primjeru postoji sinergija eksplicitnog i tacitnog znanja, tako da tacitno znanje koje želimo prenositi moramo postaviti u eksplicitno, što možemo vidjeti na primjeru naučenih lekcija. U vojnom području, provođenje analize naučenih lekcija zahtijeva analizu nakon akcije koju vodi vođa. Na temelju izvještaja voditelji zahtijevaju da se proširi orijentacija naučenih lekcija standardnog pregleda nakon radnje. Voditelji koriste pristup rekonstrukciji događaja ili daju pojedincima da predstave svoje uloge i percepcije događaja, ovisno o tome što najbolje odgovara situaciji i raspoloživom vremenu (Department of the Army 2009: 50). Znanje u vojnom području primjenjuje se ne samo u vojnim pravilnicima i združenim doktriniranim publikacijama, već i normativnim procesima, standardnim operativnim postupcima. Ipak, neka se tacitna znanja ne mogu nikako pretvoriti u eksplicitna jer ljudi često uopće nisu ni svjesni da ih posjeduju (Alavi i Lediner 2001: 107–136). Na slici 7 prikazan je prošireni popis vrsta znanja.



Slika 7. Prošireni popis vrsta znanja  
Izvor: autor prema (Alavi i Leidner 2001)

Bez obzira na tako velik broj prepoznatih vrsta zbog konstantnog preispitivanja i proučavanja znanja, u budućnosti se može očekivati i daljnje povećanje popisa specifičnih vrsta znanja. Vrste znanja mogu se promatrati i ovisno o njegovom doprinosu organizaciji, odnosno njezinoj uspješnosti.

### **3.2.3 Definiranje upravljanja znanjem, ciljevi i zadatci**

U literaturi postoji velik broj definicija upravljanja znanjem. Praktično, svaki autor daje neku od svojih specifičnosti i svoju definiciju te ne postoji konsenzus oko definicije upravljanja znanjem. Upravljanje znanjem interdisciplinarno je područje i predstavlja uobičajene radnje i metodologije upravljanja informacijama (Bouthillier i Shearer 2002: 141). Informacijska znanost koristi se teorijom upravljanja znanjem s ciljem primjene znanja kod rješavanja stvarnih pitanja povezanih s poboljšanjem informacijske komunikacije među ljudima (Borko 1968). Koristi se u prikupljanju, pohrani i korištenju prešutnog znanja, ali i u dijelu prijenosa znanja, kako bi ono postalo svima dostupno (Khatun 2018). Način na koji je znanje definirano utječe na to kako će se njime upravljati (Allee 1997). Da bi se mogao shvatiti smisao znanja, važno je ispitati značenja podataka i informacija koji su temelji znanja. Prema Husemanu i Goodmanu (1999) podatci su objektivne činjenice koje opisuju događaj bez ikakve prosudbe, perspektive ili konteksta. Podatci sami po sebi nemaju nikakvo značenje, osim što su temelj za stvaranje informacija. Informacije mogu biti definirane kao podatkovne točke, sastavljene zajedno, stavljene u kontekst, dodane perspektive i dostavljene u umove ljudi (Huseman i Goodman, 1999). Jedinstveno, ljudska sposobnost stvaranja značenja informacija smatra se vrlo važnom za znanje. Znanje se smatra izrazito ovisnim o kontekstu (Nonaka 1995). Kriteriji da bi nešto bilo znanje jesu opravdanost, istinitost i vjerovanje. Nekoliko je pojmova koji se često poistovjećuju, a zapravo postoji bitna razlika među njima. To su pojmovi podatak, informacija i znanje, te kao njihova nadogradnja i pojam mudrosti. Upravljanje znanjem (engl. *Knowledge Management*, KM) je relativno nova disciplina menadžmenta koja se počela razvijati 1991. godine nakon što su japanski autori Nonaka i Takeuchi objavili knjigu „The Knowledge-Creating Company” koja je bila vodeća po razvoju znanja i njegovu korištenju (Nonaka i Takeuchi 1995).

Možemo reći da su teorije iscrpnih istraživanja o ciljevima upravljanja znanjem iznjedrila veliki broj projekata i inicijativa. U ovom odjeljku dan je sažeti pregled recentnih istraživanja o ciljevima upravljanjem znanjem. Prusak (2001) se osvrnuo na povijest upravljanja znanjem, tvrdeći da su tri domene uvelike doprinijele upravljanju znanjem:

(1) upravljanje informacijama

(2) pokret upravljanja kvalitetom

(3) kretanje ljudskih faktora/ljudskog kapitala.

Upravljanje znanjem je posudilo ciljeve iz svake od ovih domena. Dijeli korisničku perspektivu upravljanja informacijama i fokusira se na vrijednost i zadovoljstvo korisnika, a ne na tehnologiju koja se koristi za obradu i isporuku informacija pohranjenih unutar upravljanja znanjem. Nadalje, upravljanje znanjem uključuje stvaranje (organizacijskog) znanja vidljivim i razvoj procesa znanja, identificiranje vlasnika procesa i postavljanje struktura upravljanja. Upravljanje znanjem ima cilj učiniti vrijednost ljudskog kapitala vidljivom za vođe i organizaciju te razviti alate i tehnike koje će omogućiti kapitalu da dostigne svoj potpuni potencijal. Najistaknutiji ciljevi projekata upravljanja znanjem koje su identificirali bili su: poboljšanje transparentnosti, poboljšanje pristupa i poboljšanje dokumentacije, zadržavanje znanja, jačanje dijeljenja znanja i poboljšanje komunikacije. Maier (2007) dodatno navodi sljedeće ciljeve: obuka novozaposlenih zaposlenika, eksplicitno implicitno znanje, smanjenje troškova, poboljšanje inovacija i stvaranje dodatnog prihoda. Tijekom istraživanja literature uočeno je kako rezultati upućuju na to da postoje velike razlike od studije do studije zbog interdisciplinarnе upotrebe znanja i različitih značenja koja se pripisuju upravljanju znanjem. Međutim, neki ciljevi su prisutni u gotovo svakoj studiji. Takvi ciljevi su stvaranje skladišta znanja, olakšavanje pristupa znanju i dijeljenje znanja te artikulacija znanja kao vitalnog resursa za organizacije.

#### **3.2.4 Upravljanje znanjem iz perspektivne organizacije i pojedinca**

Potrebno je razlikovati upravljanje znanjem iz perspektive organizacije i iz perspektive pojedinca. Upravljanje znanjem relativno je poznato u poslovnom sektoru i organizacije su



počele shvaćati da sa sobom nose mnogo potencijala koji se tek treba manifestirati. Osim što zahtijevaju da budu ekonomični i učinkoviti u smislu upravljanja u rješavanju problema, odlučivanju, inovacija i drugih aspekata potrebnih za razvoj konkurentne prednosti. Upravljanje znanjem pojavljuje se kroz očuvanje, organiziranje i širenje stručnosti i znanja koje organizacije možda ne sadrže u organiziranom i dobro strukturiranom obliku. Znanje je osnovni čimbenik koji, kada se uspješno primijeni, pomaže tvrtkama i organizacijama da ponude inventivne proizvode i usluge. Na temeljnoj razini, znanje stvaraju isključivo pojedinci na temelju svojih sposobnosti dodavanja značenja informacijama, identificiranja obrazaca i izvlačenja zaključaka iz iskustava u različitim situacijama. Samo kroz doprinos pojedinaca u ekspliciranju i prenošenju znanja, znanje postaje institucionalizirano unutar tvrtke. Štoviše, dijeljenje znanja uglavnom se događa tijekom društvenih interakcija između pojedinaca u procesu koji može biti posredovan tehnologijom, ali se ne može nametnuti. Kada žele iskoristiti znanje, organizacije se u konačnici oslanjaju na isključivu ljudsku sposobnost da djeluju na temelju postojećeg znanja i olakšaju njegovu integraciju u donošenje odluka kako bi potaknule organizacijsku izvedbu. Najčešće se pod postojećim znanjem podrazumijeva upravljanje znanjem iz perspektive organizacije.

Temeljno pitanje svake ljudske djelatnosti je kakvu korist ona donosi onima koji je provode. Vrlo je često u velikim organizacijama moguće da se do određenih rješenja dolazi nakon dugih i skupih raščlambi i uz angažiranje velikog broja stručnjaka, a da istodobno u nekom drugom dijelu organizacije postoji gotovo i kvalitetno rješenje za takav slučaj koje iz nekih razloga nije poznato drugima. To znači nepotrebno trošenje resursa i dobivanje rješenja upitne kvalitete. Korelacija između upravljanja znanjem i postizanja ciljeva organizacije i dobivanje široko shvaćene koristi (npr. rast vrijednosti, tržišni rezultati, samo bogatstvo, povećanje konkurencije) naglašeno je u ovim definicijama. S jedne strane, upravljanje znanjem također se smatra opisom procesa sastavljanja (poboljšavanje, stjecanje, dijeljenje znanja, njegova uporaba u praksi...). S druge strane, komponente koje omogućuju i/ili olakšavaju upravljanje znanjem (metode, tehnike, alati i instrumenti te slično) jasno su identificirane u raznim drugim definicijama (Figurska 2014: 1–11). Pojedini autori fokusiraju se na rezultate koje tvrtke žele postići zahvaljujući upravljanju znanjem, neki se fokusiraju na procese, dok se drugi koncentriraju na upravljanje znanjem u smislu korištenja informacijske tehnologije. Korisnost znanja može biti znatno ograničena karakteristikama organizacije, odnosno organizacije koje su zatvorene za promjene i krute obično ne prepoznaju prednosti korištenja novih znanja, nego se strogo drže starih. Zbog svojeg

hijerarhijskog ustroja, a često i krutosti u odnosima, vojne organizacije mogu doživjeti upravo takvu sudbinu i time bitno reducirati svoje sposobnosti djelovanja.

Nadalje, razvoj u području upravljanja znanjem započeo je početkom 1990. godine, a sredinom iste godine postaje dijelom našeg stručnog vokabulara uobičajen izraz „upravljanje znanjem” (Koenig i Neveroski 2008: 243). I ostala područja ljudske djelatnosti i znanosti razvijaju se vrlo brzo, tako da se u literaturi govori o tri razvojne generacije upravljanja znanjem u relativno kratkom roku. Tako brz razvoj područja nije paralelan u različitim poduzećima i u teoriji. Događa se i to da su različita poduzeća u različitim generacijama razvoja. Najčešće su to prva i druga generacija dok se treća faza javlja u literaturi i tek sporadično u praksi. Treba napomenuti da u nekim organizacijama upravljanje znanjem uopće ne postoji.

Prva generacija upravljanja znanjem počinje prepoznavanjem znanja kao ključnog resursa za uspjeh. Organizacije počinju prepoznavati i zapisivati znanja koja posjeduju, opisivati poslovne procese i stvarati baze podataka eksplicitnih znanja. Ova teorija vidi drugu fazu upravljanja znanjem o ljudskim čimbenicima, organizacijskom učenju i stvaranju znanja koje se promatra kao konverzija između prešutnog i eksplicitnog znanja (Smith 2001: 311–321). Treća faza upravljanja znanjem je faza uređenja i upravljanja sadržajem kroz konstrukciju i korištenje taksonomije, i poput prve je također jako pristrana prema informacijskoj tehnologiji. Karakteristike su te faze primarni fokus na informacijskoj tehnologiji za prikupljanje i sistematizaciju eksplicitnog znanja, nagrađivanje zaposlenih nije prioritet, organizacijska kultura ne pogoduje upravljanju znanjem, a viši menadžment ne vidi smisao ulaganja u upravljanje znanjem, nedostatak inicijative i svijesti o važnosti znanja.

Druga generacija upravljanja znanjem fokusira se na ljudsku i kulturološku dimenziju, odnosno promjene u organizacijskoj kulturi kao značajnom čimbeniku uspješnog upravljanja znanjem (Snowden 2002: 100–111). Snowden je tvrdio da će treće doba biti ono u kojem će se znanje paradoksalno promatrati kao stvar i tijek, a kontekst, naracija i upravljanje sadržajem će biti središnji za naš pogled na upravljanje znanjem. Dok je u prvoj generaciji uglavnom riječ o ulaganjima u tvrdi varijablu odnosno informacijsku tehnologiju, ova je faza više orijentirana na motiviranje zaposlenih i izgradnju sustavnog procesa upravljanja znanjem te promjenu filozofije. Glavnu ulogu preuzima vrhovni menadžment, za razliku od prve gdje su proces vodili srednji i

niži menadžeri. Značajna je i pojava zanimanja za mjerenje konkretne koristi od upravljanja znanjem, ali i pojava sve većeg broja informacija koje opterećuju zaposlene i u kojima se teško snalaze. Prema ovoj teoriji, prvo doba upravljanja znanjem je doba u kojem sama riječ znanje isprva nije bila „problematična” i u kojem je fokus bio na distribuciji informacija donositeljima odluka za pravovremenu upotrebu u donošenju odluka. Drugo doba zamijenilo je fokus informacijske tehnologije onim na prešutnu/eksplicitnu konverziju znanja.

Obilježja su treće generacije upravljanja znanjem pojednostavnjenje procesa kodiranja znanja i informacija te pohranjivanja znanja tako da se do njega u svakom trenutku može doći na najjednostavniji mogući način. Treći pogled na promjenu, koji je prvi predstavio McElroy na temelju rada, gleda na prvu generaciju upravljanja znanjem, koja se također naziva „Upravljanje znanjem na strani ponude”, prvenstveno kao o integraciji („opskrbi”) prethodno stvorenog znanja kroz distribuciju, dijeljenje i druge integrativne aktivnosti znanja (McElroy 2001: 3–32). Ova je generacija identificirana prije dvadesetak godina i zasad egzistira tek u poduzećima s najrazvijenijom praksom upravljanja znanjem. Prema tome, ova je faza usmjerena uglavnom na upravljanje sadržajem (engl. *Content Management*).

U praksi se sve tri generacije upravljanja znanjem javljaju istodobno unutar društva, ovisno o stupnju razvoja pojedine organizacije. Osnovni se fokus kreće od informacijske tehnologije na prvom stupnju razvoja, preko ljudske i kulturološke dimenzije do taksonomije na trećem stupnju.

### **3.2.5 Utjecaj ključnih čimbenika na upravljanje znanjem**

Brojni ključni čimbenici utječu na upravljanje znanjem, a među većinom autora postoji potpuna usklađenost da su kvalitetni ljudski potencijali ključ i kvalitetna baza za upravljanje znanjem. Na upravljanje znanjem utječe: arhitektura upravljanja znanjem, makrookruženje, organizacijska kultura, ljudski potencijali i tehnologija (Svetlik i Stavrou-Costea 2007: 197–206).

Arhitektura upravljanja znanjem prva je stepenica u implementaciji upravljanja znanjem. Njezin je osnovni zadatak da osigura ažuran i detaljan popis znanja i vještina koje zaposlenici, odnosno organizacija posjeduju. Na temelju tog popisa provodi se identifikacija znanja koja nedostaju u organizaciji, odnosno načini na koje će ih zaposlenici stjecati. Stoga treba biti usko povezano s

kvalitetnim programima pribavljanja i selekcije, te obrazovanja i razvoja ljudskih potencijala (El-Farr i Hosseingholizade 2019: 1–27).

U makrookruženju organizacije postoje unutar „otvorenog” sustava (Moffett i sur. 2002) gdje značajke izvan organizacije utječu na unutarnje djelovanje organizacije. Ti utjecaji mogu uključivati preuzimanja, promjene u zakonodavstvu, regulaciju/deregulaciju tržišta, konkurenciju, zajednička ulaganja i grupe pod pritiskom. Promjene u makrookruženju imaju posljedičan učinak na organizacije. Faze s kojima se organizacija može susresti kada su suočeni s vanjskim utjecajima kreću se od relativne stabilnosti do potpunog kaosa. Nadalje, kada organizacija postoji na rubu kaosa, reagiranje u nestabilnom makrookruženju, ima sposobnost pokretanja promjena na temelju prethodnih razvoja poslovnih poboljšanja, kroz inicijativu za kvalitetu i reinženjering. Stoga, rješavanjem kontinuiteta i tradicije postojećih organizacijskih stanja, zamjenom starog novim, organizacija će se promijeniti. Ovom se promjenom mora upravljati, a upravljanje znanjem nudi okvir za sustavnu organizacijsku promjenu. Upravljanje znanjem treba poticati suradničke prakse, primjena upravljanja znanjem treba dovesti do implementacije dobro upravljanog programa promjena koji odgovara vanjskom okruženju (Moffett i sur. 2002).

Organizacijska kultura kao čimbenik obuhvaća sva znanja, uvjerenja, vještine, moral, propise, običaje i ostale sposobnosti i navike koje pojedinci u određenom društvu stječu i imaju. Kada govorimo o organizacijskoj kulturi koja motivira i omogućava ljudima da kreiraju, prenose i koriste znanje na dobrobit organizacije, možemo govoriti o kulturi znanja. Stvaranje povoljne organizacijske kulture omogućava i razvoj znanja i njegovo bolje korištenje. Uloga organizacijske kulture uspostaviti će unutar organizacije osjećaj divljenja njihovom kolektivnom duhu (engl. *esprit de corps*) (nadahnjuje entuzijizam, odanost i snažno poštovanje časti grupe). Osim kvalitetnog upravljanja ljudskim potencijalima, organizacijska je kultura druga meka varijabla koja presudno djeluje na upravljanje znanjem. Organizacijska kultura oblikuje način na koji se ljudi ponašaju i treba je uzeti u obzir kao faktor nepredviđenosti. Zbog toga je razumijevanje ideje organizacijske kulture, kako ona utječe na organizacije i kako se s njom može postupati važno za industrijske sociologe, kao i stručnjake za ljudske resurse (Bamidele 2022: 284–292).

Ljudski potencijali kao čimbenik prema Davenportu i Prusaku (1998) nositelje upravljanja znanjem može se svrstati u tri kategorije. Prvi su radnici znanja, a njihov su posao tehnički zadatci, kreiranje baze podataka te njezino uređivanje i objavljivanje informacija na intranetu. Druga su kategorija menadžeri projekta uvođenja upravljanja znanjem, a treća je kategorija najodgovornija funkcija u procesu upravljanja znanjem – direktor za upravljanje znanjem (engl. *Chief Knowledge Officer*, CKO). Izvan tih kategorija, iako presudan čimbenik za sve inicijative i odluke u organizaciji, jest vrhovni menadžment organizacije. Ako direktor za upravljanje znanjem ne razumije značaj upravljanja znanjem, nema ni upravljanja znanjem. Nadalje, većina projekata upravljanja znanjem ima jedan od tri cilja: (1) učiniti znanje vidljivim i pokazati ulogu znanja u organizaciji, uglavnom putem karata, žutih stranica i hipertekstualnih alata; (2) razviti kulturu koja se temelji na znanju poticanjem i okupljanjem ponašanja kao što je dijeljenje znanja (za razliku od gomilanja) i proaktivno traženje i nuđenje znanja; (3) izgraditi infrastrukturu znanja – ne samo tehnički sustav, već mrežu veza među ljudima kojima je dan prostor, vrijeme, alati i poticaj za interakciju i suradnju (Davenport i Prusak 1998a).

Tehnologija je za razliku od nabrojanih čimbenika više tehnička osnova sustava. Procjenjuje se da je gotovo 70 % svih publikacija povezanih s upravljanjem znanjem fokusirano na informacijsku tehnologiju, odnosno na informacijske sustave koji pomažu u upravljanju znanjem. Korištenjem inovacija informacijsko-komunikacijskih tehnologija dijeljenje i stvaranje organizacijskog znanja postaje učinkovitije. Organizacija može stvoriti bazu znanja unutar koje može akumulirati i pohraniti stvoreno znanje koje također može analizirati to znanje za različite svrhe (Buntak i sur. 2020: 37). U prvoj generaciji upravljanja znanjem upravo je uloga informacijske tehnologije bila u fokusu. Danas, većina organizacija ima relativno dobru informacijsku potporu, hardverska rješenja sve su jeftinija, a softverski paketi za upravljanje bazama podataka sve pristupačniji i učinkovitiji. Uloga informacijskih tehnologija značajna je novijim generacijama u procesu upravljanja znanjem gdje je središte interesa sve više usmjereno na ljudsku i kulturološku dimenziju upravljanja znanjem te na pojednostavnjenje procesa kodiranja znanja i informacija, odnosno smanjenje zagušenosti velikim brojem informacija. Informacijska tehnologija olakšava dijeljenje znanja i stručnosti putem globalnih mrežnih računala i grupnog softvera te koristi obradu znanja kao alat za podršku društvenim aktivnostima u kulturnom upravljanju znanjem i rješenjima (Merlo 2017: 46–54), omogućuje korištenje

informatijske infrastrukture i repozitorija koji olakšava proces pronalaženja informacija i gradi učinkovitiji proces generiranja znanja.

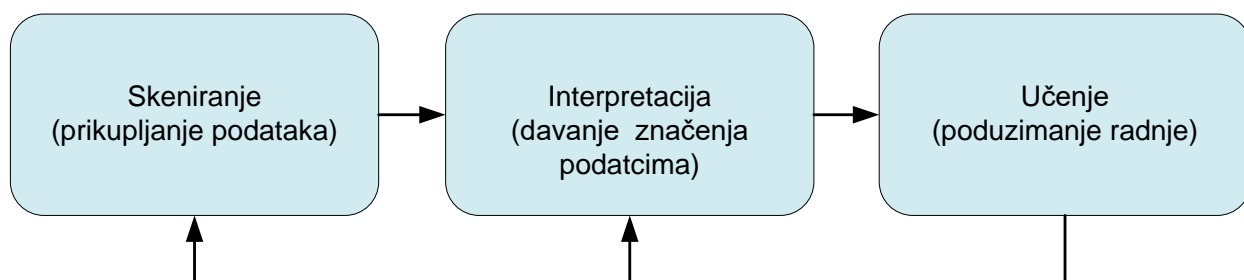
### **3.3 Integrativni konceptualni model znanja**

U znanstvenim publikacijama često se javljaju tri temeljna pojma povezana sa znanjem. Pojmovi su međusobno povezani, ali su ujedno i različiti prema sadržaju. Tri temeljna pojma su: organizacijsko učenje, organizacija koja uči i organizacijsko znanje.

#### **3.3.1 Organizacijsko učenje**

U definiranju prvog pojma, organizacijskog učenja, autori sa skupinom teoretičara Argyris, Schön (1978: 8) i Miller (1996: 485–505) koji naglašavaju međudnos između kognicije i ponašanja, zaključuju da proces učenja obuhvaća oboje, kognitivnu i bihevioralnu promjenu. Pojedinci i grupe uče razumijevanjem, zatim djelovanjem i tumačenjem. Istraživači Vera i Crossan (2000) su u svom radu definirali svoje razmišljanje: „organizacijsko učenje je proces promjene u individualnim i zajedničkim mislima i akcijama na koje utječu i koje su ugrađene u institucije organizacije” (Vera i Crossan 2000: 2). Organizacijsko učenje ne može se poistovjetiti s individualnim učenjem, iako organizacije uče isključivo iz iskustva i akcija pojedinaca. Organizacijsko učenje uključuje procese stvaranja, zadržavanja i prijenosa znanja i ima implikacije na izvedbu i kompetitivnost organizacija. Prema Alpezi, kretanje članova između organizacijskih jedinica moćan je mehanizam za prijenos znanja. Pojedinačni članovi posebno su učinkoviti u prijenosu znanja jer mogu prenositi i tacitno i eksplicitno znanje (Luić i Glumac 2009: 311). Nadalje, pojedinci mogu prilagoditi znanje koje može biti potrebno za premještanje znanja u različitim kontekstima. Ove značajke članova daju uvid u to zašto studije otkrivaju da su pokušaji prijenosa tehnologije najučinkovitiji kada se članovi kreću s tehnologijom (Argote i Hora 2016). Osjetljivost i fleksibilnost pojedinih članova nadopunjuju dosljednost i doseg alata kao mehanizma prijenosa znanja. Iako je učenje pojedinaca kritično, njihovo učenje mora biti ugrađeno na površini skladišta pojedinačno kao što je rutina kako bi učenje postalo organizacijsko (Alpeza 2010: 3).

Daft i Weick (1984) su u svom radu prikazali model organizacijskog učenja u tri faze koje čine cjelokupni proces učenja, a prikazane su na slici 8. U tom modelu identificirane su tri razine: skeniranje, interpretacija i učenje. Prva faza je skeniranje, koje se definira kao proces praćenja u okruženju i davanja podataka o okruženju menadžerima. Skeniranje se bavi prikupljanjem podataka. Organizacija može koristiti formalne sustave prikupljanja podataka ili menadžeri mogu dobiti podatke o okruženju putem osobnih kontakata. Druga faza je interpretacija u kojoj se podacima daje značenje. Ovdje je angažiran ljudski um. Dijele se percepcije i izrađuju se kognitivne mape. Organizacija doživljava interpretaciju kada se novi konstrukt uvede u kolektivnu kognitivnu mapu organizacije. Organizacijska interpretacija formalno se definira kao proces prevođenja događaja i razvijanja zajedničkog razumijevanja i konceptualnih shema među članovima višeg menadžmenta. Interpretacija daje značenje podacima, ali se događa prije organizacijskog učenja i djelovanja. Učenje, treća faza, razlikuje se od interpretacije konceptom radnje. Učenje uključuje novi odgovor ili radnju temeljenu na interpretaciji. Organizacijsko učenje se definira kao proces kojim se razvija znanje o odnosima ishoda djelovanja između organizacije i okoline. Čin učenja također pruža nove podatke za interpretaciju. Povratne informacije iz organizacijskih akcija mogu pružiti nove kolektivne uvide članovima koalicije. Tako su tri stupnja međusobno povezana povratnom spregom. Učenje se isprepliće i ponovno zatvara prema skeniranju i interpretaciji, ali ovaj put na višoj razini obogaćenij za stečeno znanje (Daft i Weick 1984: 285–295).



Slika 8. Organizacijsko učenje  
Izvor: Izrada autora prema (Daft i Weick, 1984: 286)

### 3.3.2 Organizacija koja uči

U obrazloženju drugog konstrukta, kada individualno i grupno učenje postane institucionalizirano, javlja se organizacija koja uči (učeća organizacija). Pojam se javlja između 1950. i 1960. godine, odnosno čak i prije upravljanja znanjem. Znanje se ugrađuje u neljudska spremišta kao što su rutine, sustavi, strukture, kultura i strategije (Crossan i sur. 1999; Walsh i Rivera 1991). Sveiby (1997) tumači pojam „organizacije koja uči” kao ona poduzeća koja su prilagođena kupcima, a karakterizira ih kreativnost, intenzivno znanje, visokoobrazovan kadar, spremnost i sposobnost menadžmenta i zaposlenika na stalno učenje. Organizacija koja uči temelji se na složenim i nelinearnim fenomenima. To stvara stvarne probleme donositeljima odluka čiji se modeli razmišljanja temelje na linearnim i jednostavnim uzročno-posljedičnim odnosima (Bratianu 2018). David A. Garvin, profesor poslovne administracije na Harvard Business School, definira organizaciju koja uči kao „organizaciju vještu u stvaranju, stjecanju, tumačenju, prijenosu i zadržavanju znanja, te u namjernom modificiranju svog ponašanja kako bi odražavala nova znanja i spoznaje” (Garvin 2000: 11). Garvin ima dinamičku perspektivu organizacije koja uči jer se fokusira na organizacijsko znanje, što znači stvaranje i stjecanje znanja, tumačenje i dijeljenje te zadržavanje znanja kada ljudi odu u mirovinu ili napuste društvo. Nove ideje dobivene kao rezultat obrade znanja „moraju postati ugrađene u organizacijsku 'memoriju', pojavljujući se kao politike, procedure i norme kako bi se osiguralo njihovo zadržavanje tijekom vremena” (Garvin 2000: 11). Konačni rezultat cjelokupnog upravljanja znanjem je promjena u ponašanju organizacije. U Garvinovoj perspektivi organizacije koja uči, učenje znači djelovanje, a djelovanje znači promjenu. To znači da organizacija koja uči treba imati kapacitet ne samo za povećanje svoje razine znanja, već i za poboljšanje svoje ekonomske učinkovitosti kroz promjene. Također, takvo učenje „organizacija koja uči” moći će se prilagoditi turbulentnom okruženju brže od svojih konkurenata i postići performanse svjetske razine. Garvin i suradnici (2008) razvili su alat za procjenu organizacija koje uče s kojima mogu mjeriti dubinu organizacijskog učenja. Autori sugeriraju da postoje tri građevna bloka organizacije koja uči: 1) poticajno okruženje za učenje, 2) konkretni procesi učenja i prakse i 3) vodstvo koje osnažuje učenje (Garvin i sur. 2008: 109–116).



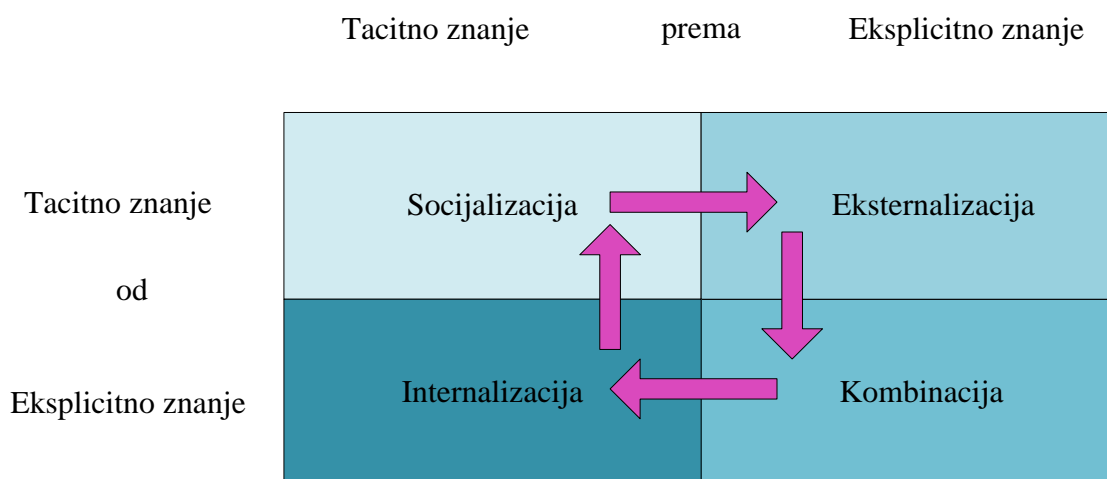
### 3.3.3 Organizacijsko znanje

Prelazeći na treći konstrukt, organizacijsko znanje Alpeza (2021: 2) navodi „da u današnje vrijeme teoretičari, ali i praktičari, znanje percipiraju kao jedinu dugoročno održivu osnovu za osiguranje nadmoćne pozicije organizacija koje konkuriraju na suvremenom tržištu”. Nadalje, možemo reći da je organizacijsko znanje konceptualni konstrukt koji pokušava identificirati jedno od pojavnih obilježja organizacija s intenzivnim znanjem. Bratianu (2018) navodi da znanje, upravljanje znanjem i organizacijsko znanje postoji u organizacijama od samog početka, ali su njegova važnost i uloga bili prilično latentni (Bratianu 2018: 1–27). Nove organizacije s intenzivnim znanjem transformirale su organizacijsko znanje u strateški resurs, a upravljanje znanjem u potencijalni put prema održivoj konkurentskoj prednosti.

Organizacijsko znanje uključuje kodifikaciju znanja, kao proces stvaranja individualnog znanja prikladnog za dijeljenje, širenje, propagiranje, pohranjivanje i dohvaćanje te ugrađivanje. „Kodifikacija znanja ima ključnu ulogu dopuštanja dijeljenja i korištenja onoga što je kolektivno poznato. Znanje koje posjeduje određena osoba omogućuje toj osobi da bude učinkovitija. Ako ljudi međusobno komuniciraju kako bi podijelili svoje znanje unutar zajednice prakse, tada ta praksa postaje više učinkovita” (Dalkir 2005: 96). Strategije kodifikacije uvelike se temelje na tehnologiji i stvaranju velikih skladišta ili spremišta podataka i informacija. Kodifikacijske strategije posebno razvijaju organizacije s intenzivnim znanjem s ciljem postizanja visoke razine ponovne upotrebe znanja. Na primjer, konzultanti u svojim konzultantskim tvrtkama „dohvatit će ključne dijelove znanja iz zadatka i stvoriti 'objekte znanja' za pohranjivanje vrijednih znanja kao što su ključne informacije o industriji, analize segmentacije tržišta, prezentacije, vodiči za intervju, programski dokumenti i programi za upravljanje promjenama” (Jashapara 2011: 105)

Znanje se kreira, odnosno stvara na individualnoj razini i stječe procesom učenja koje je imanentno pojedincu. Ako pojedinci međusobno ne dijele znanje i ako ne postoji kultura znanja, nema ni stvaranja organizacijskog znanja. Nadalje, prostorna disperziranost i veličina organizacije također onemogućuju da se u svakom trenutku zna tko posjeduje koje znanje. Stoga, pojedinci moraju biti motivirani da bi stalno učili, kreirali i zadržavali znanje. Povećanjem individualnog znanja, njegovim prijenosom, razmjenom i dijeljenjem povećava se i razina organizacijskog znanja.

Pretpostavka da se znanje stvara kroz interakciju između tacitnog i eksplicitnog znanja omogućuje postuliranje četiri različita načina pretvorbe znanja. Oni su sljedeći: (1) od tacitnog znanja do tacitnog znanja, što nazivamo socijalizacijom; (2) od tacitnog znanja do eksplicitnog znanja ili eksternalizacije; (3) od eksplicitnog znanja do eksplicitnog znanja ili kombinacije; i (4) od eksplicitnog znanja do tacitnog znanja ili internalizacije. O tri od navedene četiri vrste pretvorbe znanja – socijalizaciji, kombinaciji i internalizaciji – raspravljalo se iz različitih perspektiva u organizacijskoj teoriji (Nonaka i Takeuchi, 1995: 62). Na primjer, socijalizacija je povezana s teorijama grupnih procesa i organizacijske kulture, kombinacija ima svoje korijene u obradi informacija, a internalizacija je usko povezana s organizacijskim učenjem. Međutim, eksternalizacija je bila donekle zanemarena. Slika 9 prikazuje četiri načina pretvorbe znanja. Svaki od ova četiri načina pretvorbe znanja bit će detaljno razmotren u nastavku, sa stvarnim primjerima.



Slika 9. Četiri načina pretvorbe znanja  
Izvor: Izrada autora prema (Nonaka i Takeuchi 1995: 62)

Nonaka i Takeuchi (1995) navode da je „socijalizacija proces dijeljenja iskustava i time stvaranja tacitnog (prešutnog) znanja kao što su zajednički mentalni modeli i tehničke vještine” (Nonaka i Takeuchi 1995: 62). Pojedinaac može steći tacitno znanje izravno od drugih bez korištenja jezika. Šegrti rade sa svojim majstorima i uče zanatske vještine ne kroz jezik, već kroz promatranje, imitaciju i praksu. U poslovnom okruženju, obuka na radnom mjestu koristi se u osnovi istim principom.

### 3.4 Izazovi u informacijskoj i komunikacijskoj znanosti

Znanost je zadnji korak u čovjekovom intelektualnom i mentalnom razvoju kojeg možemo smatrati najvišim i najupečatljivijim postignućem ljudske kulture i civilizacije. Znanost se smatra ukupnim zbrojem svih činjenica, definicija, teorija, tehnika i odnosa koji se nalaze u svim pojedinačnim znanstvenim područjima (Derry 1999: 3). Cassirer raspravlja o znanosti kao apstraktnoj metodi za donošenje postojanosti i pravilnosti u svijet (Cassirer 1944: 261). Nadalje, Mumford smatra znanost pokretačem tehnologije, metodom kojom se donose praktične promjene u životu (Mumford 1986: 82–102). Oba ova gledišta sadrže element istine; niti jedno nije sveobuhvatno. Znanost određuju njezini izazovi, a Popper (2002) navodi kako „svaki izazov može nadići točno preko granice određene teme, materije ili područja koja se istražuju”. Bosnačić (2016) smatra da su „u znanosti upravo ključni izazovi za utemeljenje pojedinog znanstvenog područja” kao cjeline (Bosnačić 2016: 3). Znanost koja se podučava u udžbenicima beživotna je ljuštura, dok je prava znanost aktivnost koja se odvija u laboratorijima i terenskom radu, opažanjima, eksperimentima i logikom. Nadalje, bilo kakva ograničenja u znanstvenim alatima ili eksperimentima koja ometaju potragu za istinom ne donose nikakav zadani zaključak osim vlastitih ograničenja i nedostataka u pronalaženju istine.

Temeljni izazov i cilj znanstvenog komuniciranja u 20. stoljeću razvijao se u nekoliko zasebnih znanstvenih područja gdje cilj nije bio dogovor, već manja neslaganja, što znači bolje zajedničko razumijevanje činjenica u konkretnoj odluci (Fischhoff 2013: 14033). Stoga, znanstvena komunikacija nastoji donijeti odluku stvaranja i započeti slušanjem svoje publike, kako bi identificirala odluke s kojima se njegovi članovi suočavaju, gdje su potrebne informacije za razumijevanje znanstvenih činjenica.

Informacijska znanost nalazi svoj izraz u vještinama informacijske pismenosti. „Već živimo u eri u kojoj su informacije znak našeg vremena; nedvojbeno, znanost o ovome može privući mnoge ljude” (Černy 2022). Kako definirati informacijsku znanost, znanstvenu disciplinu? Kako bismo opisali i razgraničili informacijsku znanost? Ne postoji općeprihvaćena definicija informacijske znanosti (Bawden i Robinson 2012: 2). Razlog tome je, prije svega, činjenica da je ova znanost, sa svojih sedamdesetak godina, još uvijek relativno mlada u usporedbi s etabliranim disciplinama (poput matematike ili fizike). Informacijska znanost prvi put je postala poznata kao disciplina nakon Drugog svjetskog rata tijekom 1950-ih. Pojmove informacijska znanost i informacijski

znanstvenik prvi je upotrijebio Jason Farradane sredinom 1950-ih (Shapiro 1995). Definicija koja seže barem još od Borka (1968) navodi da se „informatička znanost veže za postupke proizvodnje, prikupljanja, organiziranja, spremanja, pretraživanja, interpretacije, prijenosa, transformacije i korištenja informacija” (Borko 1968: 3). Prema Saračeviću, slijedno na Borka „Informatička znanost je znanost i praksa koja se bavi učinkovitim prikupljanjem, pohranjivanjem, dohvaćanjem i korištenjem informacija” (Saračević 2010: 2570). Možemo reći da se bavi informacijama i znanjem koje je moguće zabilježiti te tehnologijama i povezanim uslugama koje olakšavaju njihovo upravljanje i korištenje. Informatička znanost je trebala biti uključena u cijeli koncept znanja u kojem god obliku njegova očitovanja bila (Shera 1973: 286). Kako je gore objašnjena definicija informatičke znanosti i navedeni su procesi koji mogu poslužiti kao ishodište posebnog izazova informatičkih znanosti, gdje imamo krajnji učinak na strukturiranje pojedinog izazova, nadalje možemo reći da je temeljeno na pojmu informacije, potom i znanju. Rane teorije masovne komunikacije bile su usmjerene na komunikaciju kao jednosmjerni proces u kojem pošiljalatelj čini nešto jednom ili više primatelja. Međutim, identitet ovog nečega ostao je predmet rasprave. Kako bi se bolje razvijao teorijski okvir za pregledavanje i povezivanje različitih gledišta na vjerodostojnost u informatičkoj znanosti, važno je razmotriti proces komunikacije. Komunikacija je proces u kojemu se nešto što se zove informacija prenosi od jednog objekta na drugi (Goffman i Saračević 1977: 17–19). Neke su teorije gledale na komunikaciju kao na proces diseminacije, tok informacija u kojem pošiljalatelj šalje poruku primateljima otkrivajući njezino značenje unutar te poruke. U ovom slučaju, fokus je na protoku informacija, gdje se te informacije vide kao objektivne, kao u teoriji matematičke komunikacije koju je razvio Shannon (Shannon i Weaver 1949: 31). U ovom modelu, kako bi se došlo do primatelja dovoljno je da komunikacija bude uspješna. U odnosu na ovu perspektivu jednosmjernog prijenosa, druge teorije gledaju na komunikaciju kao na pokušaj pošiljalatelja da proizvede unaprijed definiranu promjenu stava u primatelju; odnosno promjenu značenja situacije kako je percipira primatelj.

Iako bi jednosmjerni pristup mogao biti uvjerljiv u odnosu na davanje informacija i uvjerljivu komunikaciju, noviji pristupi konceptu komunikacije vide je kao temeljni dvosmjerni proces koji je po prirodi interaktivan i participativan na svim razinama (Servaes 2008: 14–16). To uključuje paradigmatiku promjenu od pošiljalatelja do primatelja u kojoj svi akteri mogu biti aktivni i preuzimati inicijative. To implicira da se dijeljenje značenja ne promatra toliko iz perspektive

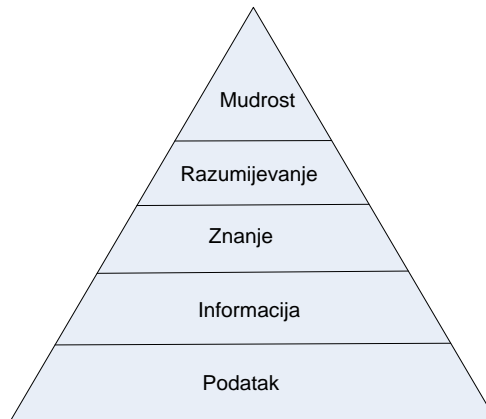
prema kojoj bi primatelj trebao biti spreman podijeliti značenje koje je izvorno izrazio pošiljatelj, kao što je to slučaj u jednosmjernoj perspektivi. Danas je naglasak puno više na komunikaciji kao procesu u kojem se značenja stvaraju i razmjenjuju ili čak dijele između uključenih strana (van Ruler 2018: 367–381).

### **3.5 Informacijski model DIKW u primjeni stjecanja znanja**

Kada želimo graditi sustave ili razvijati arhitekturu ili okvir za razvoj sustava, ključno je imati zajedničko razumijevanje stila, elemenata dizajna i gradivnih blokova s kojima radimo. Posjedovanje jednostavnog modela odnosa između podataka, informacija i znanja važno je za promicanje zajedničkog razumijevanja o tome kako se komponente sustava upravljanja znanjem povezuju i doprinose postizanju željenog poslovnog rezultata. U publiciranom i elektronskom obliku, postoji većina literature koja se bavi navedenom temom. Ovaj konceptualni model DIKW opisali su u literaturi Rowley (2007), Zins (2007), Frické (2008), Ma (2012) u (LIS) i Zeleny (1987), Ackoff (1989), Liew (2007), Carlisle (2015) i drugi u području (KM). Za koncept hijerarhije: podatak, informacija, znanje i mudrost (engl. *Data-Information-Knowledge-Wisdom*, DIKW) u području upravljanja znanjem, Carlisle (2015) navodi: „DIKW hijerarhija je model koji se često koristi u literaturi koja se bavi upravljanjem znanjem za istraživanje prirode znanja i, na temelju njenog čestog spominjanja u literaturi upravljanje znanjem, služi kao jedan teorijski temelj upravljanja znanjem” (Carlisle 2015: 1). Nema sumnje da je jedan od najutjecajnijih radova u području upravljanja znanjem, na temu DIKW hijerarhije, rad „From Data to Wisdom” R. L. Ackoffa objavljen 1989. godine.

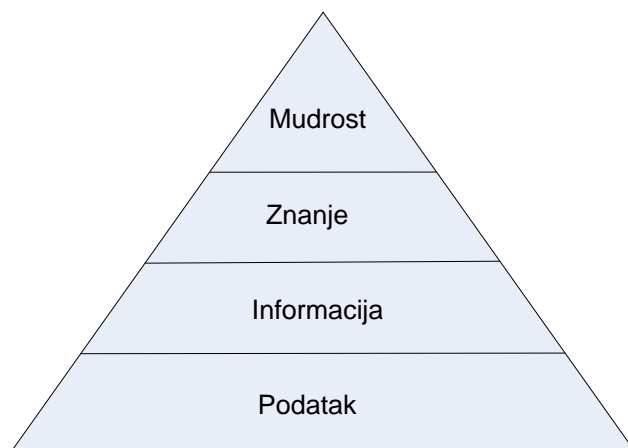
Bosančić (2017: 2) navodi: „DIKW hijerarhija smatra se i simbolom i modelom te se često dovodi u vezu s općenitim načinom stjecanja znanja mudrosti o svijetu koji nas okružuje”. Nadalje, DIKW kao hijerarhija nije preferirani model za podupiranje dizajna, izgradnje i rada sustava upravljanja znanjem i može dovesti do lošeg dizajna. Model DIKW smješta informacije u spektar s podacima i znanjem, a ponekad i drugim entitetima, implicirajući da su oni „iste stvari”, te da se jedan može transformirati u drugi. Ovaj model se obično predstavlja kao piramida, s nižim slojevima koji sadrže veliku količinu materijala, koji se na višim razinama „prerađuje” u manju količinu materijala. Pročišćavanje se vrši procesima dodane vrijednosti unutar informacijskih sustava, kao što su kompilacija, usporedba, evaluacija, kontekstualizacija i

sažimanje. Iako je ovaj model, koji se često naziva DIKW hijerarhija, kritiziran zbog svoje jednostavnosti, ostao je utjecajan (Rowley 2011; Frické 2019). Prvotna prezentacija ovog Ackoffovog modela (1989) imala je pet slojeva: podatak, informacija, znanje, razumijevanje i mudrost kao što je prikazano na slici 10.



Slika 10. DIKUW – Hijerarhija  
Izvor: Izrada autora prema (Bawden i Robinson 2016: 89)

Razumijevanje je brzo izbačeno iz modela, iako je sugerirano da bi bilo poželjno da se ponovno uspostavi (Bawden i Robinson 2016). Dodatni sloj se ponekad dodaje između podataka i informacija: *capita* su podatci od interesa koji se prikupljaju i pohranjuju. Alternativno gledište tretira informacije i znanje na drugačiji način. U ovoj perspektivi, znanje je subjektivno i osobno, nešto što osoba zna, dok je informacija objektivni oblik u kojem se priopćava i bilježi, putem govora, pisma, dijagrama itd. Ovaj je koncept povezan s Polanyijem i njegovom idejom osobnog znanja, te s Popperom i njegovom epistemologijom „Tri svijeta”. Ma (2012) uspoređuje ovaj model s DIKW hijerarhijom i Shannonovom teorijom. Priroda informacija u svakom je drugačija; nije razumno reći da je bilo koje značenje „ono pravo”, ali ono koje je odabrano imat će značajne implikacije u praksi za informacijske discipline.



Slika 11. DIKW – Hijerarhija  
Izvor: Izrada autora prema (Rowley 2007: 164)

Piramida je najčešći grafički prikaz DIKW hijerarhije u publikacijama koja prikazuje model koji se sastoji od četiri razine: mudrost, znanje, informacija i podatak (slika 11). Kao i Ackoff, Zeleny (1987) također raspravlja o DIKW hijerarhiji i predlaže dodatnu razinu, gdje objašnjava potpuni model DIKW – podatak, informaciju, znanje i mudrost u različitim vrstama znanja (Zeleny 1987: 59–70). Većina ovih definicija i procesa opisana je iz perspektive informacijskog sustava, unatoč Ackoffovom početnom opisu tipova u hijerarhiji kao sadržaja ljudskog uma. Ackoff (1989) definira podatke, informacije, znanje, razumijevanje, inteligenciju i mudrost te istražuje procese povezane s transformacijom između tih elemenata. Mudrost se nalazi na vrhu hijerarhije. Ackoff (1989) navodi „Spuštajući se s vrha od mudrosti, postoje razumijevanje, znanje, informacije i na dnu podatci”. Svaka od njih uključuje kategorije koje su na nižoj razini, npr. ne može biti mudrosti bez razumijevanja i nema razumijevanja bez znanja.

### 3.6 Konstrukti u DIKW piramidi

Svaki korak u piramidi odgovara na pitanja o početnim podacima i dodaje im vrijednost. Što na više pitanja odgovorimo, to više napredujemo u piramidi. Drugim riječima, što više obogaćujemo naše podatke značenjem i kontekstom, to više znanja i uvida dobivamo iz njih. Kao i drugi hijerarhijski modeli, Piramida znanja ima čvrsto postavljene konstrukte – podatci su na najnižoj razini, slijede informacije, zatim slijedi znanje i na vrhu je mudrost.

### 3.6.1 Podatak

Pojam „podatak” povezan je s latinskom riječi „datum” koja znači „nešto dano”. Podatci su skup činjenica u neprerađenom ili neorganiziranom obliku, kao što su brojevi ili znakovi. Rječnička definicija podatka je „poznate činjenice ili stvari koje se koriste kao temelj za zaključivanje ili obračun”. Pokušajmo razotkriti ovaj višestruki pojam i pokazati da definicija podataka ovisi o kontekstu. Podatke iz vanjskog svijeta dobivamo putem svojih osjetila i pokušavamo shvatiti te signale kroz naše iskustvo. Ovaj vanjski podatak postaje unutarnja činjenica. Pretpostavka o činjenicama je da su istinite. Također, možemo isključiti podatke na brojne načine koji mogu utjecati na naše zaključivanje ili njihovo računanje. Prvi je nefokusiranje na podatke, kao što je efekt „mješovite zabave” gdje smo pretrpani s puno podataka, ali možemo zanemariti većinu (pozadinski šum) i koncentrirati se na podatke osobe koja nam se obraća. Svaki od njih može sadržavati iskrivljenje i to može utjecati na prirodu podataka koji nam dolaze (Jashapara 2011: 17) Tradicionalna igra „kineskog šaputanja” za stolom pokazuje kako početna poruka može postati potpuno iskrivljena tijekom vremena koje je potrebno da obiđe stol. Postoje razlike između kvantitativnih i kvalitativnih podataka. Primjerice, kvantitativni podatak su brojevi 1,0 i 8,0 mmol/L. To su podatci koji mogu imati više značenja i ovisni su o kontekstu. Na primjer, *Jesu li trigliceridi u krvi 8,0? Je li taj podatak pozitivan ili negativan? Što ako su trigliceridi 4,0 ili ako su veći od 8,0?* Međutim, ako znamo da je normalna i/ili poželjna vrijednost triglicerida u krvi do 1,7 mmol/L, stvari postaju jasnije. Kvalitativni podatci problematičniji su jer ovise o percepciji odašiljatelja i primatelja podataka. Deset sudionika na sastanku vjerojatno će pružiti deset potpuno različitih izračuna, ovisno o njihovoj perspektivi i njihovom selektivnom uključivanju ili isključivanju podataka.

### 3.6.2 Informacija

Informacijski sustavi generiraju, pohranjuju, dohvaćaju i obrađuju podatke (Jashapara 2001: 18). Informacije dolaze iz podataka koji se temelje na „sustavno organiziranim podacima”. Pojam „sustavnog” podrazumijeva sposobnost predviđanja ili donošenja zaključaka iz podataka pod pretpostavkom da se temelje na nekom sustavu. Ako nam je dan niz parnih brojeva kao što su 6, 8, 10, 12, iz informacija možemo predvidjeti da će sljedeći broj u nizu biti 14. Za informiranje, podatke je potrebno organizirati. To se može učiniti kroz neki oblik klasifikacijske sheme postavljene da pruži okvir za naše razmišljanje. Na primjer, knjižnice klasificiraju svoje knjige



pomoću bibliografske klasifikacijske sheme. Uobičajena je Deweyeva (2011) (...) decimalna klasifikacija koja se temelji na dijeljenju cjelokupnog znanja u deset polja u rasponu od 0 do 99. Dewey je zapravo slijedio darvinistički model u kojem su različiti aspekti i dijelovi znanja povezani jedni s drugima bilo izravnim podrijetlom bilo kolateralnim srodstvom. Deset obuhvaća klase (000, 100, ..., 900) koje se dalje dijele, prvo na 401, 402, ..., zatim 410, 411 (Dewey 2011: 107), a zatim dodavanjem daljnjih brojeva iza decimalne točke povezanih s brojevima koji se također mogu pojaviti ispred točke (npr. broj iza decimalne točke isti je za određena razdoblja obuhvaćena srodnim predmetnim domenama, kao engleska povijest i engleska književnost).

Druga koncepcija informacija su podatci koji su obdareni značenjem, relevantnošću i svrhom. Ovo ne mora imati znanstveno značenje kao što je Deweyev sustav klasifikacije, ali može imati subjektivno značenje koje daje primatelj podataka ili poruke. Informacija daje oblik podacima i čini razliku u gledištu ili uvidu primatelja podataka. U tom smislu, primatelj podataka je taj koji određuje je li poruka podatak ili informacija. Konzultantsko izvješće može se napisati kako bi se viši rukovoditelji informirali o kritičnim problemima, ali se može ocijeniti i kao lamatanje i buka primatelja (Davenport i Prusak 1998). Značenje podataka često se javlja kroz neki oblik povezivanja s iskustvom ili odnosom s drugim podacima.

### **3.6.3 Znanje**

U praktičnom smislu, znanje se može smatrati „informacijama koje se mogu poduzeti”, kao što je prikazano u modelu hijerarhije podatak, informacija, znanje i mudrost (slika 11). Djelotvorne informacije omogućuju nam da donosimo bolje odluke i dajemo učinkovit doprinos dijalogu i kreativnosti u organizacijama. To se događa pružanjem informacija u pravo vrijeme u odgovarajućem formatu na pravom mjestu (Tiwana 2000). Znanje nam omogućuje da djelujemo učinkovitije od informacija ili podataka i daje nam veću sposobnost predviđanja budućih ishoda. Međutim, znanje je mnogo složenije od ovog pojednostavljenog pojma. Još uvijek nema konsenzusa o prirodi znanja osim da se ono temelji na percepcijama koje za to mogu pružiti racionalna opravdanja. Takve percepcije temelje se na našim ontološkim i epistemološkim pretpostavkama stvarnosti. Pojednostavljeno rečeno, svi mi nosimo „naočale različitih boja” bez obzira na to jesmo li toga svjesni. Ove „naočale” sadrže pretpostavke o stvarnosti poput toga je li

subjektivna ili objektivna (ontologija) i pretpostavke o onome što možemo znati (epistemologija). Nastavljajući ovu analogiju, znanje o određenom fenomenu vjerojatno će biti drugačije ako pojedinac nosi „ružičaste” naočale, a netko drugi nosi „plave”. Stoga ne čudi da radna snaga i viši menadžment različito promatraju znanje o troškovima i koristima organizacijskog restrukturiranja. Tumačenje istih podataka i informacija značajno će varirati ovisno o tim percepcijama i izvornoj bazi znanja pojedinca (Jashapara 2011: 19). Najčešći pojam znanja u trenutnoj literaturi o upravljanju znanjem (KM) ima svoje korijene u idejama logičkog biheviorizma temeljenog na djelima Gilberta Ryleja i Michaela Polanyija. Iz ove perspektive, znanje postoji duž kontinuuma između prešutnog znanja „znati kako” (*know-how*) i eksplicitnog znanja „znati što” (*know-what*) (Polanyi 1969; Ryle 1949). Organizacijske rutine, prakse i norme mogu djelovati kao dio ove prešutne baze znanja unatoč logičkom biheviorističkom gledištu da je prešutno i eksplicitno znanje trenutno dominantno. Kako literatura postaje sve zrelija i razumljivija publici, pretpostavlja se da bi i druge perspektive kao što su postmodernizam, kritička teorija i realizam mogle pružiti nove uvide i napredak u ovom području.

### **3.6.4 Mudrost**

Pokazalo se da mudrost i istina imaju veće kvalitete od znanja. Mudrost je sposobnost kritičkog ili praktičnog djelovanja u određenoj situaciji. Temelji se na etičkoj prosudbi koja se odnosi na sustav vjerovanja pojedinca (Jashapara 2011: 20). Intelektualno ili teorijsko znanje je znanje koje se shvaća samo na intelektualnoj razini, dok se mudrost shvaća na iskustvenoj razini. Tek kada pojedinac spozna (odnosno iskusi) istinitost ovog sačuvanog znanja, znanje se ponovno transformira u mudrost i čini osobu mudrom. Ako se istina shvaća samo intelektualno, ona ostaje intelektualno (teoretsko) znanje i ne dovodi do preobrazbe ličnosti pojedinca. Štoviše, to znači da osoba ne može biti mudrija od „kolektivno usidrenog proizvoda” mudrosti. Ako je to točno, pojedinci za koje mnogi ljudi pretpostavljaju da su iznimno mudri, poput Isusa iz Nazareta i Gautame Buddhena, nisu mogli biti mudriji od kolektivno akumuliranog znanja o mudrosti svoga vremena. Ipak, Buddha je, na primjer, sam otkrio put do prosvjetljenja (koji se također često smatra putem do konačne mudrosti) nakon učenja kod najnaprednijih i najmudrijih učitelja svoga vremena. Iako je znatno napredovao u mudrosti pod njihovim vodstvom, Siddhartha Gautama naposljetku nije bio zadovoljan stupnjem mudrosti koji su nudili kultura i kolektiv učitelja

mudraca. Zapravo, naslov Buddha odnosi se na osobu koja (ponovno) otkriva put do prosvjetljenja i konačne mudrosti (Ardelt 2004: 259). Dakle, po definiciji, Buddha posjeduje više mudrosti od akumulirane mudrosti kolektiva. Mudrost je često zarobljena u poznatim citatima, poslovicama i izrekama, kao što je pesimističan pogled na informacije, znanje i mudrost uhvaćen u dobro poznatim stihovima 'Choruses' iz poeme „The Rock” T. S. Eliota (Bosančić 2017: 7). To znači da se mudrost ne prenosi nužno kroz sadržaj izjave, već kroz način na koji je iskaz izrečen. Možemo ustvrditi da mudrost ne treba mjeriti procjenom mudrosti ljudi, nego „mudrosti” njihova znanja. Nadalje, Baltes i suradnici (2000) predlažu u svom istraživanju da bi jedan korak u pravom smjeru mogao biti dodavanje motivacijsko-emocionalnog aspekta mudrosti kao drugog kriterija mudrosti koji treba naglasiti „...da je mudrost, (a) namijenjena za dobrobit sebe i drugih i (b) uključuje učinkovitu koordinaciju uma i vrline” (Baltes i sur. 2000: 127).

### **3.7 Zaključak**

Nakon opsežnog pregleda literature i analize teorija i modela o informacijskim sustavima koji se odnose na podučavanje i korištenje tehnologije proširene stvarnosti u okviru aktivnog učenja, razvidno je da integrativni konceptualni model znanja s identificiranim varijablama čini odgovarajući konceptualni okvir za predmetno istraživanje. Informacijski sustavi koji se odnose na korištenje tehnologije proširene stvarnosti u okviru aktivnog učenja su implementirani u istraživanje, a rezultati s argumentima se nalaze u poglavljima za raspravu.

U sljedećem poglavlju detaljno je opisana metodologija provedenog istraživanja.

## **4. METODOLOGIJA**

### **4.1 Uvod**

Ovo poglavlje predstavlja metodologiju istraživanja korištenu za postizanje ciljeva istraživanja. Kumar (2010) objašnjava metodologiju istraživanja kao metode i postupke koje istraživač prihvaća kako bi proveo istraživanje u skladu s postavljenim željenim ciljevima i navedenim ciljevima istraživanja. To su podržali Collis i Hussey (2021) koji su metodologiju istraživanja opisali kao sveukupni pristup cjelokupnom procesu istraživanja.

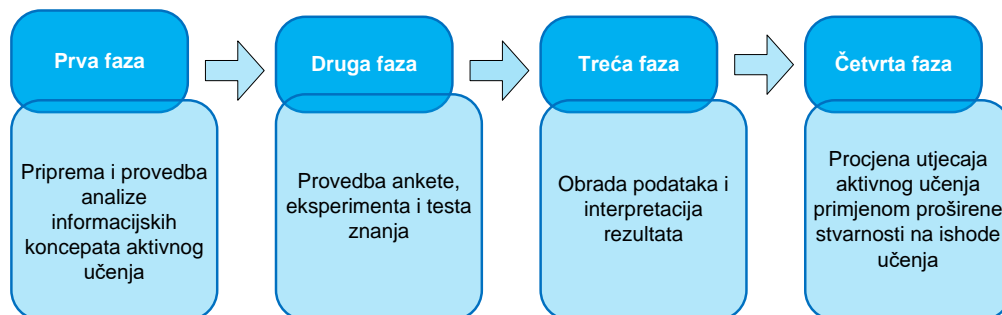
Prema ovom pristupu, metode i postupci koje je istraživač usvojio za provođenje ovog istraživanja detaljno su objašnjeni pod sljedećim podnaslovima: Plan istraživanja, Dizajn eksperimenta, Opis provedbe eksperimenta i prikupljanje podataka, Priprema i obrada podataka, Preduvjeti i ograničenja istraživanja.

Eksperiment je proveden na prijediplomskom i diplomskom sveučilišnom vojnom studiju Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman”. Kako bi se postigla svrha istraživanja, bilo je potrebno odrediti najbolje prediktore akademske uspješnosti aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta i predložiti model za poboljšanje akademske uspješnosti. Nadalje, cilj je bio utvrditi potencijal informacijske tehnologije, posebno aktivnog učenja korištenjem novih tehnologija koje će uvelike unaprijediti edukacijski proces i pridonijeti razvoju aktivnog učenja. Također, aktivno učenje bi korištenjem proširene stvarnosti donijelo povećanu i pozitivnu učinkovitost na podučavanje i učenje pružajući kadetima i nastavnicima fleksibilnost, pristupačnost, više mogućnosti za sudjelovanje i suradnju te bolje rezultate na HVU „Dr. Franjo Tuđman”. Time bi se kod kadeta razvile digitalna pismenost i digitalna kompetencija koje imaju ogroman utjecaj na učenje i podučavanje.

### **4.2 Plan istraživanja**

Plan istraživanja bio je podijeljen u četiri faze: Prva faza – priprema i provedba analize informacijskih koncepata aktivnog učenja; Druga faza – provedba ankete, eksperimenta i testa znanja; Treća faza – obrada podataka i interpretacija rezultata i Četvrta faza – procjena utjecaja

aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti na ishode učenja, čija je metodologija provedbe opisana u nastavku. Istraživanje je bilo provedeno field metodom: eksperiment, anketni upitnik i test znanja.



Slika 12. Dijagram tijeka dizajna istraživanja

#### 4.2.1 Prva faza: Analiza informacijskih koncepata aktivnog učenja

U prvoj fazi istraživanja prikupljeni su osnovni studentski podatci kadeta trenutačnih polaznika sveučilišnog vojnog prijediplomskog i diplomskog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje Sveučilišta u Zagrebu na temelju dostupnih podataka iz Referade za provedbu istraživanja u Kadetskoj bojni uz odobrenje i suglasnosti: Hrvatskog vojnog učilišta „Dr. Franjo Tuđman”, Glavnog stožera Oružanih snaga Republike Hrvatske, Personalna uprava-J1 i Ministarstva obrane Republike Hrvatske, Sektor za razvoj i upravljanje ljudskim potencijalima M-2. Pomoću alata Google Forms kreiran je anketni upitnik s nezavisnim varijablama: spol, smjer studija i godina studija te zavisnim varijablama: imerzivno iskustvo, poznavanje (XR) tehnologija, percepcija primjene proširene stvarnosti u podučavanju, predznanje o (AR) aplikacijama i iskustvo u korištenju aplikacije *HaubicaAR*. Također su definirani ishodi učenja koje kadeti trebaju usvojiti nakon provedene ogledne auditorne vježbe i kreiran je test znanja.

#### 4.2.2 Druga faza: Provedba ankete, eksperimenta i testa znanja

U drugoj fazi istraživanja provedena je anketa na definiranom uzorku ispitanika, eksperiment korištenjem aplikacije *HaubicaAR* i test znanja. Predtestom je mjereno znanje stečeno prije izloženosti AR aktivnom učenju, a podtestom znanje stečeno nakon aktivnog participiranja u određenom obliku AR aktivnog učenja. Postignuta je randomizacija, za potrebe provedbe ankete

gdje su kadeti slučajnim odabirom podijeljeni abecednim redom u tri grupe ispitanika s podjednakim brojem članova za svaki oblik provedenog eksperimenta: Grupa 1 – *Smješteno* učenje, Grupa 2 – *Učenje kroz igru* i Grupa 3 – *Istraživačko učenje*. Predstavljena je svrha i cilj provedbe ogledne vježbe. Anketa, predtest, eksperiment, podtest znanja i rezultati testa provedeni su putem ogledne auditorne vježbe korištenjem deset tableta modela Xiaomi, Pad 5, 6/128 GB.

Sudjelovale su tri grupe ispitanika: Grupa 1 – *Smješteno* učenje, Grupa 2 – *Učenje kroz igru* i Grupa 3 – *Istraživačko učenje*. Prvi dio provedbe eksperimenta sastojao se od ankete, otvorenog i zatvorenog tipa pitanja, gdje se ispitivalo poznavanje sposobnosti i činjenica primjene utjecaja proširene stvarnosti kadeta. U drugom dijelu su kadeti rješavali predtest, čija je svrha bila provjera prethodno stečenog znanja. Predtest sadrži ukupno jedanaest pitanja vezanih za temu „Tehničke i operativne karakteristike Haubice D-30 122 mm” (Prilog 2), a ispitanici su ga rješavali korištenjem aplikacije prethodno instalirane na tabletima. Drugi dio sastojao se od eksperimenta za „Grupu 1, 2 i 3” korištenjem aplikacije *HaubicAR*. Svaka grupa (1, 2, 3) sastojala se od devet skupina, koja je po skupini imala deset ispitanika. U eksperimentu je ukupno sudjelovalo 270 ispitanika. Eksperiment se odvijao u učionici u kojoj je istovremeno boravilo deset ispitanika. Svaka grupa imala je zadane različite oblike aktivnog učenja putem ogledne auditorne vježbe na tabletima u aplikaciji *HaubicAR*, no tema je za sve tri grupe bila ista „Tehničke i operativne karakteristike Haubice D-30 122 mm”.

#### **4.2.3 Treća faza: Obrada podataka i interpretacija rezultata**

U fazi obrade podataka i interpretacije rezultata upotrijebljena je metoda učestalosti pojavljivanja kroz primjenu inferencijalne i deskriptivne statistike (frekvencije, postotci, mjere srednje vrijednosti, varijabilitet). Na temelju analize rezultata dobivenih pomoću ankete, predtesta i podtesta znanja kreirani su informacijski konstrukti: *Percepcija*, *Znanje*. Percepcija je ispitana anketom pomoću faktora: otpor korištenju proširene stvarnosti, značaj primjene proširene stvarnosti u podučavanju, percepcija uloge AR-a u stjecanju znanja i vještina. Za analizu je korištena Likertova skala i metode deskriptivne statistike. Znanje je ispitano putem predtesta i podtesta znanja za svaki oblik provedenog eksperimenta: *Smješteno*, *Igre* i *Istraživačko*. Zavisne varijable *Percepcija* i *Znanje* utvrđene su pomoću faktora: tehničke vještine (korištenje aplikacije *HaubicAR*), fotovizualne vještine (navesti dijelove haubice, navesti proces sklapanja i

rasklapanja haubice), kognitivne vještine (vrijeme potrebno za odgovor, točnost odgovora). Obrada dobivenih rezultata provedena je statističkim metodama izračuna koeficijenta korelacija i faktorskom analizom.

#### **4.2.4 Četvrta faza: Procjena utjecaja aktivnog učenja primjenom AR-a**

U završnoj fazi provedbe istraživanja pristupljeno je procjeni utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na ishode učenja. Utjecaj je opisan pomoću informacijskih objekata *Smješteno, Igre, Istraživanje* za koji se procjenjuje da je determiniran slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija → Znanje*. Postupak je proveden pomoću definiranih ishoda učenja za oglednu auditornu vježbu *HaubicaAR*. Primjenom modela čiji su konstrukti: *Percepcija, Znanje* validirani su ishodi učenja. *Percepcija* je ispitana anketom pomoću faktora: otpor korištenju proširene stvarnosti, značaj primjene proširene stvarnosti u podučavanju, percepcija uloge AR-a u stjecanju znanja i vještina za čiju je analizu korištena Likertova skala i metode deskriptivne statistike. *Znanje* je ispitano putem predtesta i podtesta znanja za svaki oblik provedenog eksperimenta: *Smješteno, Igre, Istraživačko*.

### **4.3 Dizajn eksperimenta**

Dizajn eksperimenta predstavlja temeljne procedure usmjerene za provođenje istraživanja. Također, pruža i korisne, precizne informacije koje će odgovoriti na postavljena istraživačka pitanja ili hipoteze (Hair i sur. 2007). Provedeno istraživanje uglavnom je usvojilo kvantitativni pristup koji je bio opisne i prediktivne prirode. Da bi se to postiglo, za analizu podataka korišteni su Spearmanovi korelacijski koeficijenti. Spearmanovim korelacijskim koeficijentom ispitana je povezanost između susretanja s pojmom VR i pojmom AR u dosadašnjem obrazovanju s percepcijom kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi i povezanost učestalosti korištenja tehnologije virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu.

Kako objašnjava Woodwell (2013), deskriptivno istraživanje nudi odgovore na razumna pitanja kako bi se donijela odluka o aktualnim događajima. U tom svojstvu, deskriptivno istraživanje često uključuje korištenje statistike za ocrtavanje prirode i oblika podataka te distribucije izmjerenih podataka. U ovom istraživanju je korištena deskriptivna statistika (kao što su smjer studija, godina studija, dobna skupina, spol, korištenje tehnologije (VR) i (AR), prosječni rezultati, srednji rezultati i Spearmanova korelacija). Creswell (2015) je objasnio da se proces

analize podataka na temelju uzorka može olakšati deskriptivnom statistikom izvođenjem zaključaka iz dane populacije. U ovom istraživanju deskriptivna statistika korištena je za testiranje hipoteza.

Maxwell (2012) je opisao metodu istraživanja kao pristup koji daje kontekst unutar kojeg se mogu usvojiti i razviti odgovarajuće tehnike i metode kako bi se postigla sveukupna svrha istraživanja. Ispitivanje percepcije kadeta o primjeni tehnologije AR u nastavi procijenjeno je Likertovom skalom, a za faktorsku strukturu konstrukta percepcije kadeta o primjeni AR-a u nastavi korištena je metoda analize glavnih komponenti (engl. *Principal Component Analysis*, PCA). Provjera prikladnosti korelacijske matrice za faktorizaciju izračunata je Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) i Bartlettovim testom koji ukazuje na prikladnost za faktorizaciju. Za oba kriterija određivanje broja faktora izračunato je Kaiser-Gutmanom. Za ispitivanje statističke značajnosti razlika u vremenu provedenom rješavajući predtest znanja i podtest znanja između kadeta iz tri grupe korišten je Kruskal-Wallis H-test i Post hoc analiza (Dunn-Bonferroni) koja je korištena za utvrđivanje razlika između grupa ispitanika. Kvantitativni podatci analizirani su korištenjem SPSS statističkog softvera, pri čemu je prikazana i deskriptivna statistika. Kompletna statistička obrada provedena je u programu IBM SPSS 25.

#### **4.3.1 Tema eksperimenta**

U eksperimentu s kadetima (ispitanicima) za „Grupu 1, 2 i 3” radilo se na edukativnoj tematskoj cjelini „Poznavanje topničkog naoružanja Haubica D-30 122 mm” unutar koje su obrađeni edukativni materijali i vještine: tehničke vještine (korištenje aplikacije *HaubicAR*), fotovizualne vještine (navesti dijelove haubice, navesti proces sklapanja i rasklapanja haubice), kognitivne vještine (vrijeme koje je bilo potrebno za odgovor i točnost odgovora).

#### **4.3.2 Sudionici eksperimenta**

Eksperiment je proveden na raspoloživom uzorku kadeta prijediplomskog i diplomskog sveučilišnog vojnog studija Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman”.



Tablica 1. Smjer studija

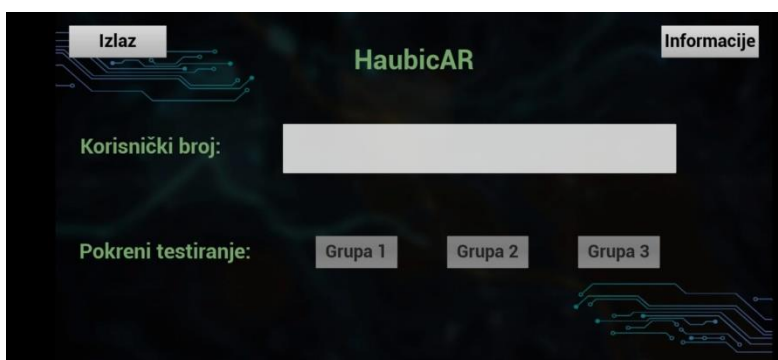
Smjer studija	f	%
Vojno inženjerstvo	122	45.2
Vojno vođenje i upravljanje	148	54.8
Ukupno	270	100.0

Ispitanici koji su sudjelovali u provedbi istraživanja bili su kadeti prve godine studija s obveznog kolegija „Vojna topografija”, druge godine studija s obveznog kolegija „Taktika”, treće godine studija s obveznog kolegija „Organizacija i tehnologija vojne tehnike”, četvrte godine studija s obveznog kolegija „Taktika pješništva” i pete godine studija s obveznog kolegija „Temelji uporabe rodova i službi”, što je prema trenutačnoj dostupnosti obuhvatilo njih  $N = 270$ . U tablici 1 navedeni su opći podatci o kadetima koji su sudjelovali u istraživanju. Prikazane su frekvencije (f) i postotci (%) za pojedine kategorije.

#### 4.3.3 Digitalni alati za provedbu eksperimenta

Mobilna aplikacija *HaubicAR* razvijena je za predmetni eksperiment u suradnji s Fakultetom elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (Car i sur. 2022). Prva verzija aplikacije je obuhvaćala prikaz jednostavnog 3D modela haubice D-30 122 mm u proširenoj stvarnosti, popis dijelova tog istog modela s kratkim opisom, kviz s pitanjima vezanim za dijelove haubice te poveznicu na YouTube video koji prikazuje demonstraciju postavljanja topničkog oružja haubica D-30 122 mm iz hodnog u borbeni položaj. Osim tehničkih promjena, implementirano je i vanjsko rješenje u cilju ispitivanja kadeta prije upotrebe aplikacije koja je razvijena za ovaj eksperiment. Vanjsko rješenje je implementirano na poslužitelju Heroku s ciljem praćenja vremena ulaska i izlaska iz određenih aktivnosti unutar aplikacije. Sve dorade na aplikaciji i realizirana vanjska rješenja služe kao dodatna rješenja za što lakšu i automatiziranu provedbu predmetnog istraživanja. Istraživač je predložio informacijski dizajn za eksperiment i istraživanje utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti koji je prihvaćen prilikom izrade

aplikacije *HaubicAR*. Informacijski dizajn se odnosi na učinkovito prikazivanje informacija koji uključuje izradu aplikativnih rješenja u kojima se vizualiziraju podatci i prezentira je na načine koji omogućuju njihovo uočavanje i razumijevanje u novim tehnologijama. Informacijski dizajn koristi popis dijelova zadanog objekta, simbole, znakove, slike, slike u pokretu i digitalni tekst, kviz i 3D model kako bi opisao digitalni objekt u aplikativnom rješenju. Aplikacija je razvijena korištenjem metode vizualnog skriptnog sustava unutar Unreal Engine, zvanog Blueprint (2022). Kao vanjsko rješenje za praćenje aktivnosti korisnika koristi se Flask (2022) web aplikacija izrađena u tehnologiji Python <3.7> (2022). S njom je podignuta baza PostgreSQL (2022) na mrežnom poslužitelju Heroku (2022). U svrhu istraživanja i testiranja znanja kadeta korišteni su Google Forms (2022) kvizovi. U svrhu optimizacije modela haubice koristio se alat Blender (2022). Aplikacija je zapakirana u obliku .apk datoteke, a zatim je prenijeta na mobilni uređaj (tablet ili pametni telefon) i pokrenuta je instalacija. U predmetnom eksperimentu istraživač je koristio tablete Xiaomi, Pad 5, 6/128 GB. Nakon instalacije korisniku se prikazuje početni ekran s imenom aplikacije, poljem za unos korisničkog broja, te tipkama za odabir grupe kojoj pripada. Ovo je važno jer su u sklopu istraživanja tri grupe s različitim materijalima i oblicima za učenje: Grupa 1 – *Smješteno*, Grupa 2 – *Smješteno + Igre* i Grupa 3 – *Smješteno + Igre + Istraživanje*, kako bi se utvrdio utjecaj različitih načina učenja na efikasnost usvojenog znanja vezanog za haubicu.

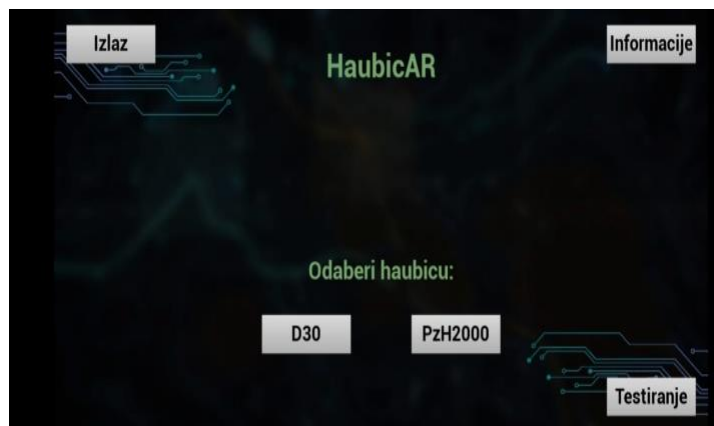


Slika 13. Prikaz početnog zaslona

Važno je napomenuti da kadet u sklopu eksperimentalnog istraživanja mora unijeti korisničko ime koje odgovara indexu tableta, te vremenu u kojem pristupa istraživanju, na primjer Grupa 1: A-01-1000, Grupa 2: B-03-1200, Grupa 3: C-05-1300. Identifikatori su simboli koji se koriste za jedinstveno prepoznavanje programskog elementa u kodu. Također se koriste za označavanje

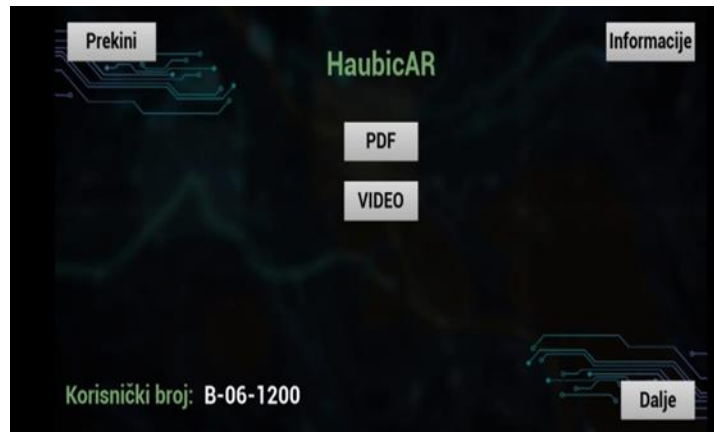
vrsta, konstanti, makronaredbi i parametara. Identifikator se prepoznaje na sljedeći način: [grupa]-[broj tableta]-[vrijeme početka ispitivanja grupe HHMM].

Uzmimo primjer dodjele identifikatora za jednog kadeta (ispitanika) za A-01-1000. Prvo slovo „A” je oznaka grupe oblika aktivnog učenja, broj „01” je broj tableta, a broj 1000 označava vrijeme početka ispitivanja grupe (10:00 sati). U „pokreni testiranje” (slika 13), navedene su Grupa 1, Grupa 2, Grupa 3. Radi lakše implementacije u bijelom polju za korisnički broj se koristi slovna oznaka A, B, C unutar regexa<sup>1</sup>. Nakon identifikacije kadeta i odabira grupe oblika informacijskog objekta učenja, ispitanik odabire vrstu i model haubice (D-30 ili PzH2000) na kojoj se provodi oblik aktivnog učenja prikazan na slici 14. U predmetnom eksperimentu korišten je odabir modela (D-30). Slijedi prikaz odabira sadržaja, npr. za Grupu 2 prikazan na slici 15 i Grupu 3 prikazan na slici 16. Nadalje, sve tri grupe (1, 2, 3) imaju prikaz edukacijskog videa (slika 16) i prikaz edukacijske PDF datoteke (slika 17).



Slika 14. Prikaz odabira haubice

<sup>1</sup> Regex – U [računarstvu](#) i [informatici](#), **regularni izraz** (još i **pravilni izraz**, **ispravni izraz** – često i engleske skraćenice **regexp** ili **regex**, u množini **regexps**, **regexes** ili **regexen**) je [niz znakova](#) koji opisuje druge nizove znakova (engl. *string*), u skladu s određenim [sintaksnim](#) pravilima. Prvenstvena svrha regularnog izraza je opisivanje uzorka za pretraživanje nizova znakova. Kiš, Miroslav. 2000. *Englesko-hrvatski i hrvatsko-engleski informatički rječnik*, Naklada Ljevak. Zagreb, 785 str.



Slika 15. Prikaz odabira sadržaja za Grupu 1

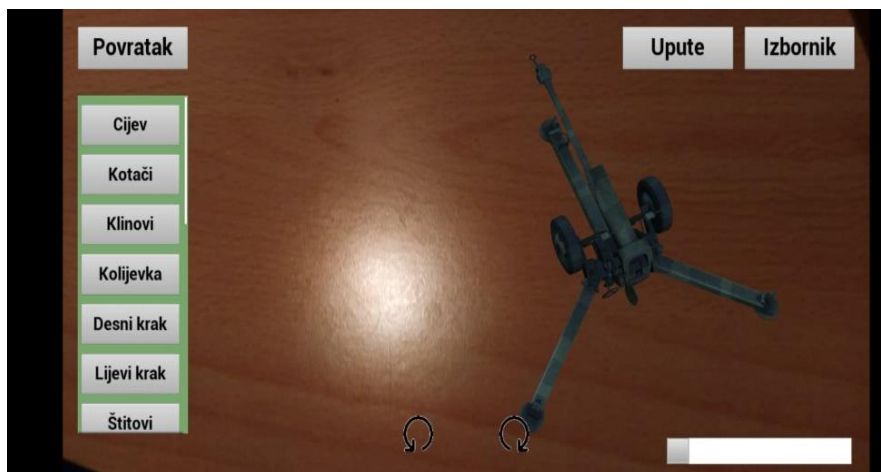


Slika 16. Prikaz odabira sadržaja za Grupu 3

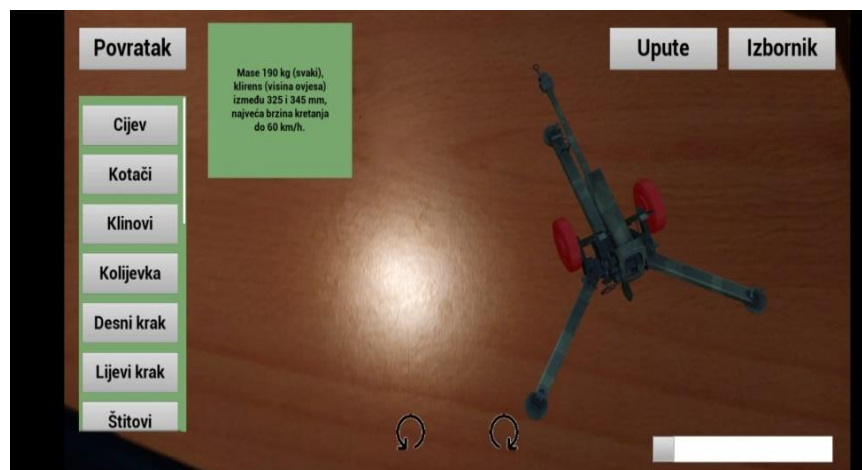


Slika 17. Prikaz edukacijske PDF datoteke

Odabirom prikaza (AR) modela pojavljuje se informativni prozor koji opisuje postupak korištenja prikaza, a poslije se taj prozor može ponovo prikazati odabirom opcije Upute. Važno je da kamera tableta pomoću senzora za daljinu identificira ravnu površinu u prostoru gdje se eksperiment provodi. To može biti pod, zid prostorije, radni stol ili bilo koji drugi smješteni objekt u prostoru na kojem želimo da se prikaže AR model ili u nekom vanjskom okruženju gdje senzor za daljinu tableta može identificirati površinu na kojoj se može prikazati AR model. Nakon toga se pritiskom na model odabire gdje će se pozicionirati. U lijevom dijelu prikaza nalazi se popis dijelova haubice (vidi sliku 18), a odabirom jednog od njih zacrveni se dio na (AR) modelu haubica D-30 122 mm koji ga reprezentira te se prikaže minijaturni prozor uokviren zelenom pozadinom u lijevom gornjem kutu s opisom označenog dijela; da je težina svakog ovjesa s kotačem 190 kg, klirens (visina) ovjesa od površine 325 mm – 345 mm i najveća dopuštena brzina kretanja 60 km/h (vidi sliku 19).

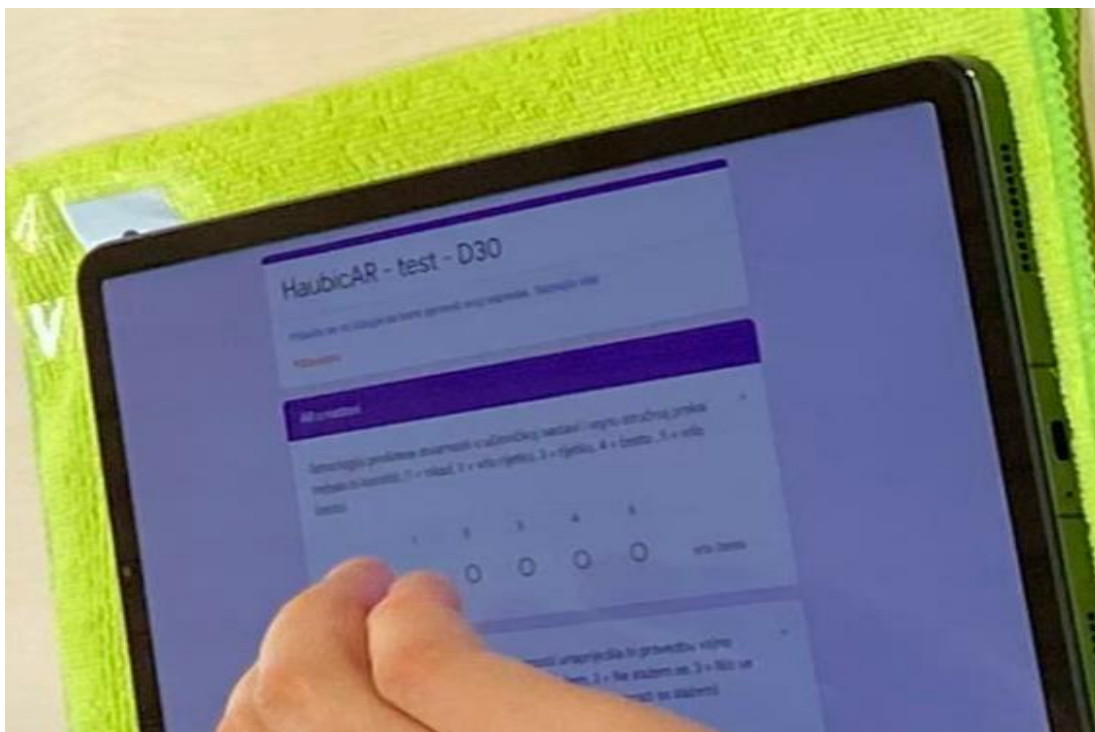


Slika 18. Prikaz AR modela haubica D-30 122 mm



Slika 19. Prikaz AR modela s odabranim dijelovima

Nakon pregleda modela i njegovih dijelova, korisnik odabire opciju Povratak, koja ga vraća na izbornik gdje odabire opciju rješavanja podtesta HaubicAR – D30 kao što je prikazano na slici 20.



Slika 20. Prikaz testa Google Forms, unutar aplikacije *HaubicAR*

Unutar aplikacije postoji vremenski pratitelj rada pomoću kojega se prati u kojem trenutku je kadet (s dodijeljenim ID ispitanika) pristupio testu. Slika 21 prikazuje izgled *Aktivnosti* unutar aplikacije za dio ispitanika (edukacijski PDF dokument, kviz, video, predtest i podtest) gdje na primjeru možemo vidjeti ID ispitanika, a kroz *Aktivnost* vrijeme provedeno unutar aplikacije, vrijeme provedeno čitajući PDF dokument, vrijeme provedeno gledajući videoprikaz, vrijeme provedeno rješavajući igru kviza, vrijeme provedeno u proširenoj stvarnosti, vrijeme rješavajući predtest i vrijeme rješavajući podtest. Nadalje, prikazan je početak aktivnosti, kraj aktivnosti i trajanje aktivnosti.

ID ispitanika	Aktivnost	Pocetak aktivnosti	Kraj aktivnosti	Trajanje aktivnosti
A-07-1505	Vrijeme provedeno unutar aplikacije	[Jun 7, 2022, 3:04:13 PM]	[Jun 7, 2022, 3:28:13 PM]	0:24:00
A-07-1505	Vrijeme provedeno citajuci PDF	[Jun 7, 2022, 3:12:41 PM]	[Jun 7, 2022, 3:25:05 PM]	0:12:24
A-07-1505	Vrijeme provedeno gledajuci video prikaz	[Jun 7, 2022, 3:25:08 PM]	[Jun 7, 2022, 3:27:07 PM]	0:01:59
A-07-1505	Vrijeme provedeno rjesavajuci predtest	[Jun 7, 2022, 3:04:22 PM]	[Jun 7, 2022, 3:07:22 PM]	0:03:00
A-07-1505	Vrijeme provedeno rjesavajuci podtest	[Jun 7, 2022, 3:27:27 PM]	[Jun 7, 2022, 3:28:02 PM]	0:00:35
C-01-1500	Vrijeme provedeno unutar aplikacije	[Jun 10, 2022, 3:03:02 PM]	[Jun 10, 2022, 3:37:32 PM]	0:34:30
C-01-1500	Vrijeme provedeno citajuci PDF	[Jun 10, 2022, 3:09:16 PM]	[Jun 10, 2022, 3:11:03 PM]	0:01:47
C-01-1500	Vrijeme provedeno gledajuci video prikaz	[Jun 10, 2022, 3:11:06 PM]	[Jun 10, 2022, 3:13:10 PM]	0:02:04
C-01-1500	Vrijeme provedeno rjesavajuci kviz unutar aplikacije	[Jun 10, 2022, 3:13:12 PM]	[Jun 10, 2022, 3:13:12 PM]	0:00:00
C-01-1500	Vrijeme provedeno u prosirenoj stvarnosti	[Jun 10, 2022, 3:15:29 PM]	[Jun 10, 2022, 3:34:05 PM]	0:18:36
C-01-1500	Vrijeme provedeno rjesavajuci predtest	[Jun 10, 2022, 3:03:03 PM]	[Jun 10, 2022, 3:08:43 PM]	0:05:40
C-01-1500	Vrijeme provedeno rjesavajuci podtest	[Jun 10, 2022, 3:34:21 PM]	[Jun 10, 2022, 3:37:28 PM]	0:03:07
B-02-1700	Vrijeme provedeno unutar aplikacije	[Jun 8, 2022, 5:01:21 PM]	[Jun 8, 2022, 5:21:25 PM]	0:20:04
B-02-1700	Vrijeme provedeno citajuci PDF	[Jun 8, 2022, 5:06:00 PM]	[Jun 8, 2022, 5:16:19 PM]	0:10:19
B-02-1700	Vrijeme provedeno gledajuci video prikaz	[Jun 8, 2022, 5:16:21 PM]	[Jun 8, 2022, 5:18:23 PM]	0:02:02
B-02-1700	Vrijeme provedeno rjesavajuci kviz unutar aplikacije	[Jun 8, 2022, 5:18:27 PM]	[Jun 8, 2022, 5:18:27 PM]	0:00:00
B-02-1700	Vrijeme provedeno rjesavajuci predtest	[Jun 8, 2022, 5:01:31 PM]	[Jun 8, 2022, 5:05:13 PM]	0:03:42
B-02-1700	Vrijeme provedeno rjesavajuci podtest	[Jun 8, 2022, 5:20:16 PM]	[Jun 8, 2022, 5:21:07 PM]	0:00:51
B-08-1705	Vrijeme provedeno unutar aplikacije	[Jun 9, 2022, 5:06:33 PM]	[Jun 9, 2022, 5:26:08 PM]	0:19:35

Slika 21. Datoteka formata (.csv) sa svim prikupljenim podacima

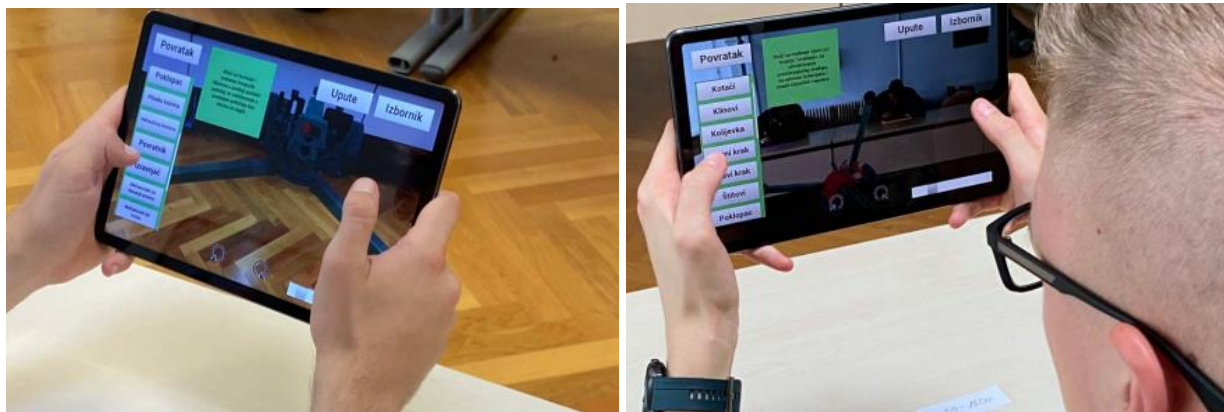
Nakon što je ispitivanje završeno, svim se podacima može pristupiti na zadanoj poveznici. Pritiskom na poveznicu, započinje preuzimanje datoteke formata (.csv) sa svim prikupljenim podacima. Atributi te datoteke su: ID ispitanika, Aktivnost, Početak aktivnosti, Kraj aktivnosti i Trajanje aktivnosti, što je prikazano na slici 22. S obzirom na to da postoji mogućnost da korisnik više puta pristupi nekoj aktivnosti, primjerice više puta je ušao i izašao iz PDF prikaza, atributi Početak aktivnosti i Kraj aktivnosti prikazani su pomoću polja vremenskih oznaka. Kako postoji više vremenskih oznaka pojedine aktivnosti, atribut Trajanje aktivnosti je zbroj intervala početnih i krajnjih vremenskih oznaka. Za svaku grupu ispitanika (Grupe 1, 2, 3), unutar (.csv<sup>2</sup>) datoteke, zapisane su samo aktivnosti koje su dopuštene. Tako je moguće razlikovati slučajeve kada je korisniku bilo omogućeno korištenje PDF datoteke, a on je nije koristio i slučaja kada korisniku uopće nije bilo dopušteno korištenje PDF datoteke. Stoga, ako je korisnik imao mogućnost korištenja neke od aktivnosti, a nije je koristio, unutar (.csv) datoteke postojat će zapis te aktivnosti, dok će polja *Početak aktivnosti*, *Kraj aktivnosti* i *Trajanje* biti prazni. U

<sup>2</sup> CSV datoteka: definicija CSV datoteka (vrijednosti odvojene zarezima) jest tekstualna datoteka koja ima određeni format koji omogućuje spremanje podataka u tablično strukturiranom formatu. Sve CSV datoteke su obične tekstualne datoteke, mogu sadržavati samo brojeve i slova i strukturirati podatke sadržane u njima u tabličnom ili tabličnom obliku. Datoteke ovog formata općenito se koriste za razmjenu podataka, obično kada postoji velika količina, između različitih aplikacija. Programi baze podataka, analitički softver i druge aplikacije koje pohranjuju ogromne količine informacija (kao što su kontakti i podatci o kupcima) obično podržavaju CSV format. <https://hr.eyewated.com/sto-je-csv-datoteka/>, (pristupljeno 19. 5. 2022. u 1:25)



drugom slučaju, kada korisniku nije omogućena pojedina aktivnost, zapis o toj aktivnosti neće niti postojati u (.csv) datoteci.

Na primjeru istraživanja iz eksperimenta od 6. lipnja 2022. godine prikazan je odabir oblika aktivnog učenja Grupa 3 – *Istraživanje* kadeta pod (ID) identifikacijskim brojem „C-09-1500” u aplikaciji *HaubicAR* (vidi sliku 22).



Slika 22. Oblik aktivnog učenja *Istraživanje* - Grupa 3 model D-30 122 mm

## 4.4 Opis provedbe eksperimenta i prikupljanje podataka

### 4.4.1 Provedba eksperimenta

Eksperiment je proveden u vojnoj instituciji za edukaciju na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman” u Zagrebu, u objektu 58, učionica broj 339. Istraživač je pripremio aplikaciju *HaubicAR* na tabletima za provođenje eksperimenta korištenjem proširene stvarnosti. Kada govorimo o kontroliranim uvjetima za sve ispitanike, koristio se isti model tableta Xiaomi, Pad 5, 6/128 GB na kojima je obavljen eksperiment. Nadalje, korištena je ista učionica za sve ispitanike, površine 135 m<sup>2</sup> kapaciteta 56 sjedećih mjesta, što je ispunilo i više od očekivanih uvjeta za grupu od deset ispitanika.



Slika 23. Učionica za provedbu eksperimenta

Stolovi su bili postavljeni i spojeni po dužini od pet stolova. Nasuprot njih, također je pet stolova spojeno po dužini. Širina prostora između tih spojenih stolova iznosila je tri metra. Prostor širine od tri metra između stolova služio je za brži pristup istraživača i asistenta svakom ispitaniku kako bi mogli otkloniti bilo koji zastoj u eksperimentu. Svaki stol je dužine 140 cm i širine 70 cm. Svaki ispitanik sjedio je za jednim stolom čime je osigurano dovoljno prostora za korištenje tableta u proširenoj stvarnosti. Svaki ispitanik je trebao prostor površine jednog stola kako bi lakše upravljao tabletom u eksperimentu. Prilikom korištenja tableta za početno pozicioniranje digitalnog objekta u proširenoj stvarnosti, bilo je potrebno pomicati tablet gore-dolje, lijevo-desno kako bi senzor za daljinu s tableta aktivirao digitalni objekt ispred ispitanika na površini u prostoru u koju je ispitanik usmjerio tablet.

Kako bi se eksperiment odvijao bez poteškoća, angažiran je asistent. Uloga asistenta bila je praćenje tijekom rada na tabletima u svakoj grupi koja je pristupila eksperimentu kako bi otklonio poteškoće i nejasnoće prilikom upotrebe. Prije i nakon eksperimenta, asistent bi pregledao svaki

od deset tableta, očistio ih krpicom navlaženom alkoholom poradi mjera zaštite zdravlja ispitanika iz higijenskih potreba i preventivne zaštite od bolesti COVID-19. Pregledao bi tablete i vratio ih na početne postavke za sljedeću grupu ispitanika. Vodio je brigu da se prostor prozračí prije svake grupe koja bi pristupila eksperimentu. Regulirao je temperaturu koja je bila zadana na 21<sup>0</sup> C. Svaku grupu ispitanika slikao bi fotoaparatom kako bi se zabilježila vjerodostojnost dolaska ispitanika i samog eksperimenta. Prije početka eksperimenta svakom ispitaniku u grupi dodijelio bi pripremljen ID broj s kojim bi se ispitanik logirao u aplikaciju.

U eksperimentu je sudjelovalo 270 ispitanika podijeljenih u tri grupe, pri čemu je svaka grupa brojala 90 ispitanika. Eksperiment se odvijao u učionici u skupinama po deset ispitanika. Svaka grupa imala je zadane različite oblike aktivnog učenja putem ogledne auditorne vježbe na tabletima u aplikaciji *HaubicAR* na istu zadanu temu za sve tri grupe „Tehničke i operativne karakteristike Haubice D-30 122 mm”. Prije početka eksperimenta svakoj grupi ispitanika predstavljena je svrha i cilj provedbe auditorne vježbe.

Ispitanici su sudjelovali u eksperimentu koji je podijeljen u tri grupe; Grupa 1 – *Smješteno*, Grupa 2 – *Smješteno + Igre* i Grupa 3 – *Smješteno + Igre + Istraživanje*.

Grupa 1 – *Smješteno* dobila je za zadatak proučiti digitalni materijal na zadanu temu u PDF formatu. Kroz smješteno učenje ispitanicima je omogućeno učenje ugrađenom temom u proširenoj stvarnosti kroz aktivnost obrazovnih iskustava u stvarnom okruženju. Ispitanici su imali određeno vrijeme za proučavanje digitalnog materijala kako bi nakon eksperimenta pristupili podtestu.

#### Grupa 1

- » 00:00 – 00:05 = Predstavljanje svrhe i ciljeva provedbe ogledne vježbe
- » 00:05 – 00:15 = Provedba ankete
- » 00:15 – 00:20 = Predtest znanja
- » 00:20 – 00:40 = Eksperiment: *Smješteno*
- » 00:40 – 00:45 = Podtest znanja
- » 00:45 – 00:50 = Rezultati testa

Grupa 2 – *Smješteno + Igre* imala je igru kroz kviz. Ispitanici su koristili imerzivno učenje na zadanu temu kroz igru kviz gdje su ugrađeni autentični izvori i kontekstualno relevantne informacije. Ispitanici su imali određeno vrijeme za igru kviz kako bi nakon eksperimenta pristupili podtestu.

#### Grupa 2

- » 00:00 – 00:05 = Predstavljanje svrhe i ciljeva provedbe ogledne vježbe
- » 00:05 – 00:15 = Provedba ankete
- » 00:15 – 00:20 = Predtest znanja
- » 00:20 – 00:45 = Eksperiment: *Smješteno + Igre*
- » 00:45 – 00:50 = Podtest znanja
- » 00:50 – 00:55 = Rezultati testa

Grupa 3 – *Smješteno + Igre + Istraživačko* učenje imala je Haubicu D-30 122 mm u obliku digitalnog objekta u proširenoj stvarnosti gdje istražuju i eksperimentiraju s istom. Ispitanici su koristili imerzivno učenje kroz vizualizaciju koja je kontekstualna na zadanu istraživačku temu. Ispitanici su imali određeno vrijeme za istraživanje kako bi nakon eksperimenta pristupili podtestu.

#### Grupa 3

- » 00:00 – 00:05 = Predstavljanje svrhe i ciljeva provedbe ogledne vježbe
- » 00:05 – 00:15 = Provedba ankete
- » 00:15 – 00:20 = Predtest znanja
- » 00:20 – 00:50 = Eksperiment: *Smješteno + Igre + Istraživačko*
- » 00:50 – 00:55 = Podtest znanja
- » 00:55 – 00:60 = Rezultati testa

#### 4.4.2 Prikupljanje podataka

Podatci su prikupljeni putem aplikacije *HaubicAR* u koju je integriran alat Google Forms. Tako smo dobili podatke prikupljene pomoću anketnog upitnika, predtesta znanja stečenog prije izloženosti AR aktivnom učenju, eksperimenta i podtesta znanja stečenog nakon aktivnog participiranja u određenom obliku AR aktivnog učenja. Prikupljanje podataka u obliku anketa, predtest, eksperiment i podtest znanja bilo je provedeno putem ogledne auditorne vježbe koja je trajala do 60 minuta. Prikupljanje podataka provedeno je s kadetima prve godine studija na obveznom kolegiju „Vojna topografija”, druge godine studija obveznog kolegija „Taktika”, treće

godine studija obveznog kolegija „Organizacija i tehnologija vojne tehnike”, četvrte godine studija s obveznog kolegija „Taktika pješništva” i pete godine studija s obveznog kolegija „Temelji uporabe rodova i službi”.

## **4.5 Priprema i obrada podataka**

### **4.5.1 Tehnike obrade i analiza podataka**

Pallant (2016) tumači da je analiza podataka proces koji počinje nakon provjere i pregleda podataka od svih nedostataka. Istraživač je prije analize provjerio ima li u podatcima pogrešaka. U samoj pripremi uočeni su nedostaci koji su odmah ispravljeni u aplikaciji *HaubicAR*, odnosno u njenoj podatkovnoj datoteci. Jansen (2010) tvrdi u svojim istraživanjima da je analiza podataka proces skeniranja, razvrstavanja, transformiranja i oblikovanja podataka s ciljem dolaženja do korisnih informacija, implicirajući zaključke i potporu donošenja odluke. Obrada podataka za potrebe ovoga rada uključivala je provjeru upitnika u Google Formsu, uređivanje podataka i kodiranje unutar aplikacije *HaubicAR*, što je urađeno prije pokretanja eksperimenta. Istraživač je koristio kvantitativne rezultate. Prioritet se daje kvantitativnim podatcima, a nalazi se integriraju tijekom faze tumačenja istraživanja (Cresswell 2015). U ovom istraživanju prikupljeni su podatci analizirani kvantitativnom metodom. Nakon pripreme podataka iz aplikacije *HaubicAR* istraživač je analizirao dobivene podatke pomoću statističkog paketa IBM SPSS 25. Na temelju istaknutih važnih točaka, uočeni podatci su kategorizirani i raspravljani na odgovarajući način. Istraživač je uočio uzroke koji proizlaze iz podataka, a nalazi su protumačeni analizom rezultata prikupljenih pomoću metoda: eksperiment, anketni upitnik i test znanja. Cronbach Alpha koeficijent primijenjen je na istraživanje kako bi se utvrdila valjanost i pouzdanost korištenih instrumenata.

### **4.5.2 Priprema podataka za obradu**

Nakon završetka eksperimenta pristupilo se svim prikupljenim podatcima za obradu na zadanoj poveznici. Pritiskom na poveznicu podatci su preuzeti iz datotetke formata (.csv), odnosno u tablično strukturiranom formatu. S obzirom na to da je postojala mogućnost da korisnik više puta pristupi nekoj aktivnosti, primjerice više puta je pokrenuo i zatvorio aplikaciju, te aktivnosti korisnika su unutar datoteke formata (.csv) smatrane greškom u ispitivanju i otklonjene su prije same pripreme podataka za obradu. Kada su u aplikaciji uklonjene greške povezane s korisnikom

ili greške tehničke prirode, podatci su bili spremni za daljnju obradu. Kako bi se podatci pripremili za obradu, ispitanici su podijeljeni prema grupama (Grupe 1, 2, 3). Svaka grupa obuhvatila je 90 ispitanika što ukupno iznosi 270 ispitanika. Nadalje, slaganjem prema grupama omogućena je kvalitetna obrada podataka ispitanika kroz datoteke formata (.csv) aktivnosti: *ID ispitanika*, *Aktivnost*, *Početak aktivnosti*, *Kraj aktivnosti*, *Trajanje aktivnosti*. Nadalje, pristupilo se uređivanju tablice s podacima (transponiranje podataka, definiranje varijabli, izrada SPSS baze s podacima), deskriptivna statistika za varijable kojima je mjereno korištenje i poznavanje VR/AR na ukupnom uzorku, bodovanje zadataka na predtestu znanja i podtestu znanja, provedba odgovarajućih analiza kojima će se ispitati (+ preduvjeti za analize, tablični prikaz rezultata, interpretacija provedenih analiza): efekt oblika AR aktivnog učenja na znanje kadeta, razlika između grupa u vremenu provedenom unutar aplikacije, razlika između grupa u vremenu rješavajući predtest, razlika između grupa u vremenu rješavajući podtest, faktorska analiza i ispitivanje pouzdanosti za skalu percepcije (šest čestica), ispitivanje odnosa između percepcije i znanja. Nakon obrade podataka izvršena je isporuka rezultata iz SPSS baze u tabličnom obliku i napisana interpretacija u programu MS Word.

## **4.6 Preduvjeti i ograničenja istraživanja**

### **4.6.1 Prijava istraživanja etičkom povjerenstvu**

Etika je znanost o moralu koja nastoji objasniti što je moral, kako nastaje i kako se razvija, ali nastoji i utvrditi norme moralno ispravnog djelovanja, bez izravnog pozivanja na druge autoritete (Oberman-Peterka 2013). Pripada filozofiji koja proučava ljudsko ponašanje koje je prihvaćeno pod određenim moralnim aspektom. Bronfenbrenner (1952) izrijekom kaže „Jedini siguran način da se izbjegne kršenje načela profesionalne etike jest potpuno se suzdržati od društvenog istraživanja” (Bronfenbrenner 1952: 452). Ona je normativna znanost, a norme odlučuju o specifičnom karakteru etike i tako je razlikuje od drugih znanosti. Gray (2017), navodi da se etička razmatranja mogu klasificirati u četiri glavna dijela: izbjegavanje štete sudionicima, osiguravanje informiranog pristanka sudionika, poštivanje privatnosti sudionika i izbjegavanje korištenja nedoličnih radnji prijevare. Silverman (2013) tvrdi da etička razmatranja uključuju pravo sudionika mogućnost odustajanja iz istraživanja u bilo kojoj fazi i ne uzrokujući nikakvu štetu. Sva sveučilišta i ustanove imaju istraživačke etičke odbore koji izdaju odobrenje za istraživačke prijedloge nakon podnošenja relevantnih dokumenata (Fowler 2014).

Na temelju toga, istraživač je podnio zamolbu i dopis s popratnim obrascem „Prijava istraživanja etičkom povjerenstvu” s relevantnim dokumentima putem Hrvatskog vojnog učilišta „Dr. Franjo Tuđman” prema Ministarstvu obrane Republike Hrvatske u Upravu M-2 koje je ovlašteno dati suglasnost za istraživanje sa sudionicima jer su i istraživač i sudionici istraživanja djelatnici Ministarstva obrane Republike Hrvatske. Istraživač je u prijavi naveo cilj istraživanja te istraživački pristup koji će se koristiti, metode istraživanja i instrumente za prikupljanje podataka koji će se koristiti, postupak uključivanja sudionika u istraživanje, postupak prikupljanja podataka, način informiranja sudionika o cilju istraživanja i etičkim aspektima istraživanja, način zaštite anonimnosti i povjerljivosti pri prikupljanju, obradi i pohranjivanju podataka, potencijalne rizike za istraživača, asistenta i sudionike u istraživanju te potencijalnu korist od sudjelovanja za istraživača, asistenta i sudionike. Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Uprava M-2 (Prilog 4) je istraživaču izdalo suglasnost za provedbu predmetnog istraživanja. Prikupljanje podataka započelo je odmah nakon izdavanja suglasnosti navedenog ministarstva o etičkoj dopuštenosti. Istraživač je sudionicima istraživanja objasnio etička razmatranja na temelju obrasca istraživanja etičkom povjerenstvu. Sudionici istraživanja su svojim dolaskom na eksperiment pristali biti uključeni u istraživanje (Hammersley i Traianou 2012). Na početku istraživanja informirani su da sudjeluju dobrovoljno i da imaju pravo odustati od istraživanja u bilo kojem trenutku eksperimenta bez ikakvih sankcija. U ovom istraživanju, istraživač je osigurao da podatci ostanu povjerljivi, a sudionici su bili uvjereni da će njihova anonimnost ostati sačuvana, osim ako nije drugačije dogovoreno. Procedure, načela i etička pitanja povezana s prikupljanjem, analizom i tumačenjem podataka iz eksperimenta pozorno su se pratila s ciljem vjerodostojnosti ishoda istraživanja. Istraživač i asistent bili su etični u svim fazama istraživanja.

#### **4.6.2 Ograničenja u istraživanju**

Istraživač je eksperimentalnim istraživanjem obuhvatio kadete s vojnih studijskih programa Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje na Hrvatskom vojnom učilištu „Dr. Franjo Tuđman”. Stoga se predviđanja mogu primijeniti samo na gore navedene vojno studijske programe učilišta. Ograničenje je predstavljalo osiguranje većeg uzorka kadeta gdje je ciljano i na širu populaciju kadeta smjer Vojno pomorstvo i vojni piloti, stoga je istraživanje provedeno na dvije populacije Vojno inženjerstvo i Vojno vođenje i upravljanje u edukacijskom procesu. Tablete kojima je proveden eksperiment nabavio je i kupio istraživač, što je iziskivalo dulje

vrijeme nabave te predstavlja svojevrsno ograničenje istraživanja. Instrumenti za provedbu eksperimenta, tableti, nabavljeni su vlastitim sredstvima istraživača u vrijednost jednakoj vrijednosti školarine za dvije akademske godine doktorskog studija na Sveučilištu Sjever, Hrvatska (4.100 EUR).

#### **4.7 Zaključak**

U ovom poglavlju predstavljena je metodologija korištena u eksperimentu, a prema ciljevima istraživanja identificirani su informacijski objekti *Smješteno, Igre, Istraživanje* informacijskog paketa Aktivno učenje. Na osnovu njih potrebno je ispitati i utvrditi postojanje, odnos i intenzitet veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija* i *Znanje* procjenom utjecaja aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti. Detaljno je objašnjen plan istraživanja, istraživački dizajn, obrada i interpretacija podataka istraživanja, tehnike obrade i analize podataka, metode prikupljanja podataka, analiza podataka te valjanost i pouzdanost podataka i etički aspekti.

Sljedeće poglavlje usmjereno je na raspravu o rezultatima istraživanja.



## 5. REZULTATI

Prema Pallantu (2016), Spearmanova korelacija, post hoc testovi i dvofaktorska analiza varijance (grupa x mjerenje) koriste se za raščlambu višestrukih usporedbi uz Bonferroni korekciju koja ukazuje na prosječan rezultat ispitanika. Nadalje, Kruskal-Wallis H test i Post hoc analiza (Dunn – Bonferroni) koristi se za vrijeme provedeno rješavajući test znanja kada postoje tri različite skupine ispitanika ili uvjeta, kako bi se sugeriralo postoji li statistički značajna razlika u njihovim srednjim rezultatima. U nastavku je dan pregled rezultata do kojih se došlo na temelju provedenog istraživanja koje je postavljeno na eksperimentalnom modelu.

### 5.1 Opći podatci ispitanika

Na temelju prikupljenih podataka u nastavku istraživanja fokus je usmjeren na obradu i interpretaciju podataka u odnosu na oblike aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta podijeljenih u tri grupe kao zavisne i nezavisne varijable.

Tablica 2. Podjela ispitanika po grupama

	f	%
<i>Smješteno</i>	90	33,3
<i>Smješteno + Igre</i>	90	33,3
<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	90	33,3
Ukupno	270	100,0

### 5.2 Rezultati ankete

Prikupljeni rezultati ankete u nastavku istraživanja usmjereni su prema obradi zavisnih i nezavisnih varijabli: godina studija, dobna skupina, spol, uređaji koje osobno posjeduju, uređaji VR i AR koje koriste svakodnevno, susretanje s VR-om i AR-om u prethodnom obrazovanju, korištenje VR-a u svakodnevnom životu, poznavanje virtualne i proširene stvarnosti, korištenje AR-a, percepcija korištenja AR-a u nastavi.

Tablica 3. Raspodjela ispitanika prema godini studja

Godina studija	f	%
1. godina	69	25,6
2. godina	71	26,3
3. godina	69	25,6
4. godina	42	15,6
5. godina	19	7,0
Ukupno	270	100,0

Tablica 4. Podjela ispitanika prema dobnoj skupini

Dobna skupina	f	%
18 – 19 godina	37	13,7
20 – 21 godina	99	36,7
21 – 22 godina	57	21,1
22 – 23 godina	44	16,3
23 + godina	33	12,2
Ukupno	270	100,0

Tablica 5. Podjela ispitanika prema spolu

Spol	f	%
Muški	204	75,6
Ženski	66	24,4
Ukupno	270	100,0

### 5.2.1 Korištenje i poznavanje VR/AR

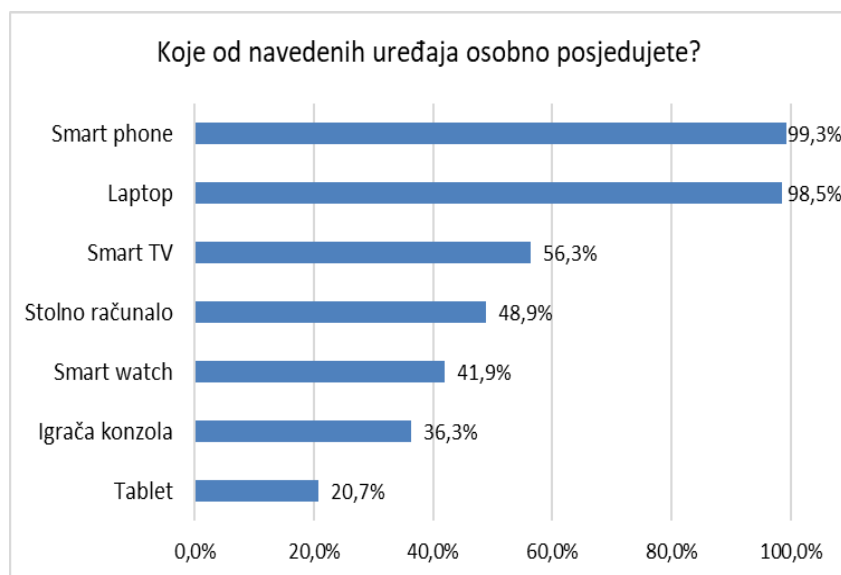
Za varijable kojima je mjereno korištenje i poznavanje VR-a/AR-a izračunata je deskriptivna statistika. Za grafički prikaz frekvencije i relativne frekvencije kategorija kvalitativnih varijabli korišten je stupčasti dijagram (eng. *Bar Chart* ili *Bar Plot*) frekvencija i stupčasti dijagram relativnih frekvencija. Grafički prikazi frekvencija i relativnih frekvencija kvalitativnih varijabli prikazani su na primjeru varijabli *Uređaji koje osobno posjedujete* i *Uređaji koje koristite svakodnevno*.

Za nominalne varijable prikazane su frekvencije (f) i postotci (%) za pojedine kategorije odgovora. Za ordinalne varijable, odnosno za pitanja na koja su ispitanici odgovarali putem Likertove skale od pet stupnjeva prikazane su frekvencije (f) i postotci (%) za pojedini stupanj procjene, medijan kao mjera srednje vrijednosti (C) i interkvartilni raspon (Q3-1) kao mjera varijabiliteta.

Tablica 6. Zastupljenost elektroničkih uređaja koje ispitanici osobno posjeduju

Vrsta uređaja	f	%
Smart phone	268	99,3
Laptop	266	98,5
Smart TV	152	56,3
Stolno računalo	132	48,9
Smart watch	113	41,9
Igrača konzola	98	36,3
Tablet	56	20,7

Smart phone posjeduje 99,3 % ispitanika, a prijenosno računalo 98,5 % ispitanika. Više od polovice ispitanika (56,3 %) posjeduje smart TV, a nešto manje od polovice (48,9 %) posjeduje stolno računalo. Manji udio posjeduje smart watch (41,9 %), kao i igraču konzolu (36,3 %). Najmanji udio (20,7 %) posjeduje tablet, što je razvidno iz tablice 6 i slike 24.

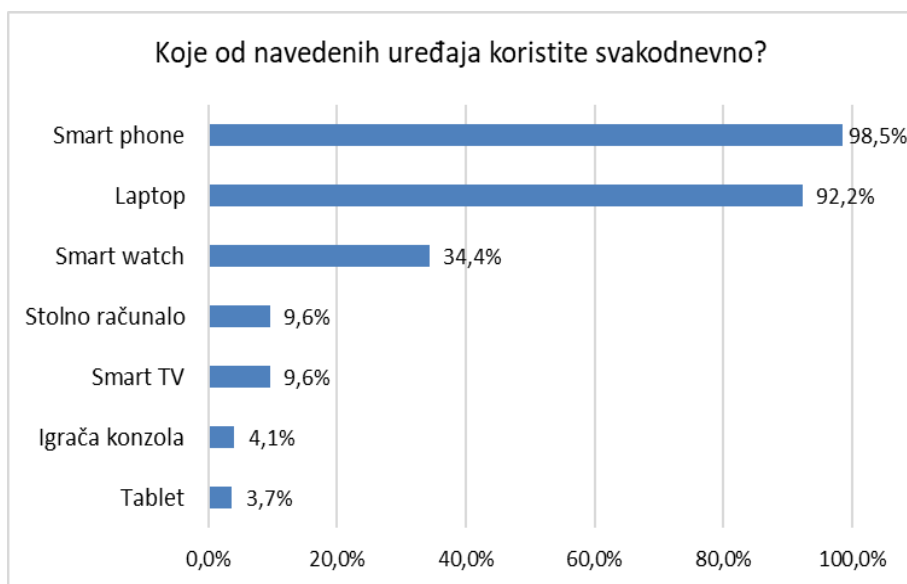


Slika 24. Vizualni prikaz zastupljenosti elektroničkih uređaja koje ispitanici osobno posjeduju

Tablica 7. Učestalost svakodnevnog korištenja elektroničkih uređaja

Vrsta uređaja	f	%
Smart phone	266	98,5
Laptop	249	92,2
Smart watch	93	34,4
Smart TV	26	9,6
Stolno računalo	26	9,6
Igrača konzola	11	4,1
Tablet	10	3,7

Smart phone svakodnevno koristi 98,5 % ispitanika, a laptop 92,2 % ispitanika. Više od trećine ispitanika (34,4 %) svakodnevno koristi smart watch. Manji udio ispitanika svakodnevno koristi stolno računalo (9,6 %), smart TV (9,6 %), igraču konzolu (4,1 %) i tablet (3,7 %), što je razvidno iz tablice 7 i slike 25.



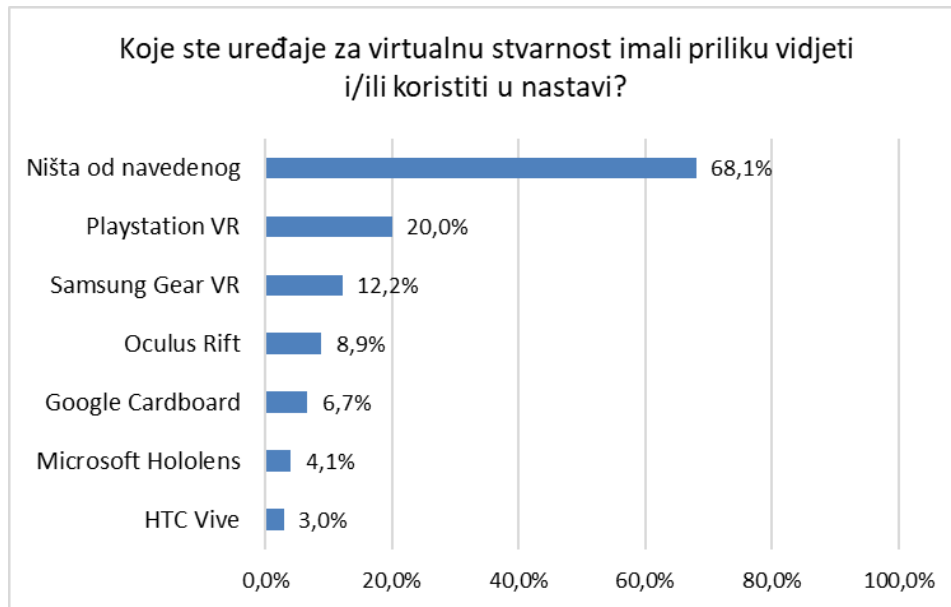
Slika 25. Vizualni prikaz učestalosti svakodnevnog korištenja elektroničkih uređaja

Uvidom u podatke koji se odnose na dosadašnje susretanje s pojmovima VR i AR u prethodnom obrazovanju kadeta može se utvrditi da srednja ocjena koja se odnosi na VR ( $C = 3.00$ ) ukazuje na povremeno susretanje s ovim pojmom u prethodnom obrazovanju, a srednja ocjena za AR ( $C = 2.00$ ) ukazuje na rijetko susretanje s ovim pojmom u prethodnom obrazovanju, što je i prikazano u tablici 8.

Tablica 8. Susretanje ispitanika s VR-om i AR-om u prethodnom obrazovanju

		1 - Nikad	2 - Rijetko	3 - Povremeno	4 - Često	5 - Vrlo često	C	$Q_{3-1}$
U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. virtual reality, VR)?	f	44	84	89	38	15	3.00	1.00
	%	16.3	31.1	33.0	14.1	5.6		
U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom proširena stvarnost (eng. augmented reality, AR)?	f	91	97	54	23	5	2.00	2.00
	%	33.7	35.9	20.0	8.5	1.9		

Relativno velik udio ispitanika (68,1 %) nije imao priliku vidjeti i/ili koristiti u nastavi navedene uređaje za virtualnu stvarnost. PlayStation VR je imalo priliku vidjeti i/ili koristiti u nastavi 20,0 % ispitanika, Samsung Gear VR 12,2 % ispitanika, ostale uređaje manje od 10 % ispitanika, što je razvidno iz slike 26 i tablice 9.



Slika 26. Prethodno poznavanje uređaja za virtualnu stvarnost u nastavi

Tablica 9. Uvid i/ili korištenje uređaja za virtualnu stvarnost u nastavi

	f	%
Ništa od navedenog	184	68,1
PlayStation VR	54	20,0
Samsung Gear VR	33	12,2
Oculus Rift	24	8,9
Google Cardboard	18	6,7
Microsoft Hololens	11	4,1
HTC Vive	8	3,0

Tablica 10. Učestalost korištenja VR-a u svakodnevnom životu

		1 – Uopće ne koristim	2 – Rijetko	3 – Povremeno	4 – Često	5 – Vrlo često	C	Q <sub>3-1</sub>
Koliko često koristite tehnologiju virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu?	f	173	68	18	5	6	1.00	1.00
	%	64,1	25,2	6,7	1,9	2,2		

Uvidom u srednju ocjenu koja se odnosi na korištenje tehnologije virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu (C = 1.00) može se utvrditi da kadeti ne koriste tehnologiju virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu. Uopće je ne koristi 64,1 %, rijetko je koristi 25,2 %, a vrlo mali udio ispitanika je koristi povremeno, često ili vrlo često, što je razvidno iz tablice 10.

Uvid u odgovore na pitanja koja se odnose na prepoznavanje fotografije na kojoj je prikazana tehnologija VR i AR ukazuje da je tehnologiju VR točno prepoznalo 75,9 % kadeta, a tehnologiju AR 80,0 % kadeta, što potvrđuju podatci navedeni u tablici 11 i tablici 12.

Tablica 11. Prepoznavanje tehnologije virtualne stvarnosti

Na kojoj je fotografiji prikazana tehnologija virtualne stvarnosti (VR)?	f	%
Desna (netočan odgovor)	65	24,1
Lijeva (točan odgovor)	205	75,9
Ukupno	270	100,0

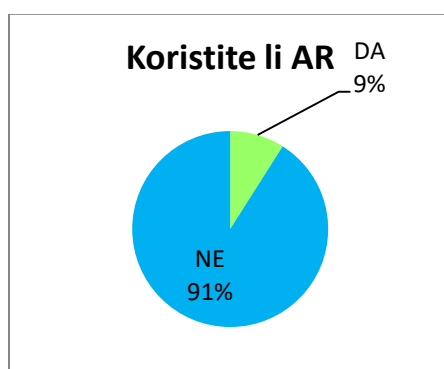
Tablica 12. Prepoznavanje tehnologije proširene stvarnosti

Na kojoj je fotografiji prikazana tehnologija proširene stvarnosti (AR)?	f	%
Desna (netočan odgovor)	54	20,0
Lijeva (točan odgovor)	216	80,0
Ukupno	270	100,0

Većina ispitanih kadeta (90, 7 %) navela je da ne koristi AR, što potvrđuje tablični (tablica 13) i slikovni (slika 27) prikaz u nastavku.

Tablica 13. Zastupljenost korištenja AR-a

Koristite li AR?	f	%
Da	25	9,3
Ne	245	90,7
Ukupno	270	100,0



Slika 27. Vizualni prikaz zastupljenosti korištenja AR-a

### 5.2.2 Percepcija/mišljenje

Uvidom u srednju ocjenu koja se odnosi na mišljenje kadeta o tome bi li trebalo koristiti tehnologiju proširene stvarnosti u učioničkoj nastavi i vojnoj stručnoj praksi ( $C = 4.00$ ) može se utvrditi kako kadeti smatraju da se ova tehnologija treba često koristiti. Pri tome 55,6 % smatra da bi se trebala koristiti često, a 28,9 % da bi se trebala koristiti vrlo često.

Tablica 14. Percepcija/mišljenje kadeta o korištenju proširene stvarnosti u nastavi

		1 nikad	2 vrlo rijetko	3 rijetko	4 često	5 vrlo često	C	Q <sub>3-1</sub>
Tehnologiju proširene stvarnosti u učioničkoj nastavi i vojno stručnoj praksi trebalo bi koristiti:	f	3	6	33	150	78	4.00	1.00
	%	1,1	2,2	12,2	55,6	28,9		



### 5.2.3 Percepcija kadeta o primjeni AR-a u nastavi

Za ispitivanje percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi korištena je skala od šest čestica, odnosno tvrdnji na temelju kojih su ispitanici procjenjivali svoje slaganje/neslaganje s ponuđenim tvrdnjama koje su koncipirane korištenjem Likertove skale s pet stupnjeva (1 – U potpunosti se ne slažem do 5 – U potpunosti se slažem). Kako bi se ispitala faktorska struktura konstrukta percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi provedena je metoda glavnih komponenti (Principal Component Analysis) u koju je uključeno ovih šest čestica navedenih slijedom veličine faktora i komunaliteta<sup>3</sup>: A6 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi doprinijela bi kvaliteti ishoda učenja kadeta; A2 Primjena tehnologije proširene stvarnosti unaprijedila bi provedbu vojno stručne prakse; A7 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u obuci kadeta povećala bi interes za vojni studij; A4 Korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi unaprijedilo bi digitalne vještine kadeta; A3 Učestalo korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi moglo bi ugroziti zdravlje kadeta; A5 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi neće znatno unaprijediti moje digitalne vještine.

Kako bi se provjerila prikladnost korelacijske matrice za faktorizaciju, izračunata je Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) vrijednost koja iznosi 0.795 i Bartlettov test ( $\chi^2 = 362.128$ ,  $df = 15$ ,  $p < 0.001$ ). S obzirom na to da su prihvatljive vrijednosti KMO koje su veće od 0.06 i da značajan Bartlettov test ukazuje na prikladnost za faktorizaciju, ovi su preduvjeti zadovoljeni<sup>4</sup>. Na temelju oba kriterija za određivanje broja faktora koji će se zadržati (Kaiser-Guttmanovog kriterija – zadržavanje faktora čija je svojstvena vrijednost veća od 1 i Cattellovog *scree-testa* – grafički prikaz sa svojstvenim vrijednostima na ordinati i brojem faktora na apscisi na temelju kojeg se broj faktora koji će se zadržati određuje prema točki infleksije) ekstrahiran je jedan faktor.

U tablici 15 navedeni su rezultati provedene analize: faktorska zasićenja, komunaliteti svojstvene vrijednosti i postotak objašnjene varijance. Ekstrahiranim faktorom objašnjeno je 45,26 % varijance. Dvije čestice (A3 – *Učestalo korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi*

---

<sup>3</sup> Komunaliteti predstavljaju proporciju varijance pojedine varijable koju objašnjavaju ekstrahirani faktori.

<sup>4</sup> Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Los Angeles: SAGE Publications.

moglo bi ugroziti zdravlje kadeta i A5 – Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi neće znatno unaprijediti moje digitalne vještine) imaju niže komunalitete i negativno su saturirane (odnose se na negativno mišljenje o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi).

Tablica 15. Rezultati faktorske analize percepcije kadeta o primjeni AR-a u nastavi

	Faktor 1	Komunaliteti
A6 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi doprinijela bi kvaliteti ishoda učenja kadeta.	.82	.67
A2 Primjena tehnologije proširene stvarnosti unaprijedila bi provedbu vojno stručne prakse.	.77	.59
A7 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u obuci kadeta povećala bi interes za vojni studij.	.71	.50
A4 Korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi unaprijedilo bi digitalne vještine kadeta.	.69	.48
A3 Učestalo korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi moglo bi ugroziti zdravlje kadeta.	-.49	.24
A5 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi neće znatno unaprijediti moje digitalne vještine.	-.49	.24
Svojstvena vrijednost <sup>5</sup>	2.72	
% objašnjene varijance	45.26	

Ispitana je pouzdanosti dobivene skale percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi, koja se sastoji od šest čestica. Prije provedbe analize pouzdanosti čestice A3 i A5 su rekodirane u suprotnom smjeru. Cronbach alfa koeficijent unutarne konzistencije iznosi 0.72 i ukazuje na zadovoljavajuću pouzdanost skale. Za pojedine čestice skale percepcije izračunata je deskriptivna statistika (aritmetička sredina – M i standardna devijacija – SD), korigirane su korelacije s ukupnim rezultatom na skali ( $r_{it}$  – *corrected item-total correlation*) i izračunato je koliko bi iznosio Cronbach alfa nakon isključivanja pojedine čestice. Preporučljivo je da su korigirane korelacije s ukupnim rezultatom na skali veće od 0.30, što je u ovoj analizi zadovoljeno.<sup>6</sup> Isključivanjem čestice A5 Cronbach alfa koeficijent bi se povećao na drugoj decimali s 0.72 na 0.73. S obzirom na to da je koeficijent pouzdanosti zadovoljavajući i da isključivanjem čestice A5 ne bi došlo do većeg povećanja pouzdanosti skale, ova je čestica zadržana.

<sup>5</sup> Svojstvena vrijednost nekog faktora je količina varijance koju objašnjava taj faktor.

<sup>6</sup> Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Los Angeles: SAGE Publications.

Tablica 16. Deskriptivna statistika i pokazatelji pouzdanosti za pojedine čestice skale percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi

	M	SD	$r_{it}$	Cronbach $\alpha$ ako se čestica izostavi
A2 Primjena tehnologije proširene stvarnosti unaprijedila bi provedbu vojno-stručne prakse.	4.43	0.77	.54	.66
A3r Učestalo korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi mogla bi ugroziti zdravlje kadeta.(r)	3.93	1.00	.35	.72
A4 Korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi unaprijedilo bi digitalne vještine kadeta.	4.51	0.60	.51	.68
A5r Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi neće znatno unaprijediti moje digitalne vještine.(r)	3.85	1.04	.35	.73
A6 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi doprinijela bi kvaliteti ishoda učenja kadeta.	4.19	0.77	.62	.64
A7 Primjena tehnologije proširene stvarnosti u obuci kadeta povećala bi interes za vojni studij.	4.48	0.79	.49	.67

Rezultat na skali percepcije izračunat je kao prosjek odgovora na šest čestica koje čine skalu. Pri tome niži rezultat predstavlja negativniju percepciju, a viši pozitivniju percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Teorijski minimum na skali iznosi 1, a maksimum 5. Za ispitivanje normalnosti distribucije korišteni su indeks simetričnosti (*Skewness*) i indeks spljoštenosti distribucije (*Kurtosis*), uvid u histogram i *Q-Q Plot* prikaz. Računanjem z-vrijednosti utvrđeno je da su na skali percepcije prisutne dvije ekstremne vrijednosti, koje su isključene iz analize.<sup>7</sup> U tablici je navedena deskriptivna statistika za skalu percepcije: broj ispitanika – N, minimalni rezultat – Min, maksimalni rezultat – Max, aritmetička sredina – M, standardna devijacija – SD, indeks simetričnosti – Sk i indeks spljoštenosti distribucije – Ku. Prosječan rezultat na skali dobiven na ukupnom uzorku (M = 4.25, SD = 0.51) ukazuje na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi.

<sup>7</sup>  $z > 3.29$ ; prema Tabachnick, B. i Fidell, L., 2013. *Using Multivariate Statistics*. Boston: Pearson Education.

Varijabla je blago negativno asimetrična ( $Sk = -0.50$ ), što ukazuje na veću zastupljenost viših rezultata na skali.

Tablica 17. Deskriptivna statistika za skalu percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi

N	Min	Max	M	SD	Sk	Ku
268*	2.67	5.00	4.25	0.51	-0.50	-0.31

\*isključena su dva ekstremna rezultata

#### 5.2.4 Procjena utjecaja aktivnog učenja na percepciju kadeta

Kako bi se ispitala statistička značajnost **razlika u prosječnom rezultatu na skali percepcije** između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) provedena je jednosmjerna analiza varijance. U tablicama su navedeni rezultati provedene analize (suma kvadrata – SS, stupnjevi slobode – df, srednji kvadrat – MS, F omjer, razina značajnosti – p i parcijalni kvadrirani eta kao mjera veličine efekta<sup>8</sup> –  $\eta_p^2$ ) i deskriptivna statistika (aritmetička sredina – M, standardna devijacija – SD, broj ispitanika – N). Rezultat analize varijance nije statistički značajan ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.01$ ), odnosno ukazuje da se kadeti iz različitih grupa ne razlikuju značajno u percepciji o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi.

Tablica 18. Rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na grupu – rezultati analize varijance

	SS	df	MS	F	p	$\eta_p^2$
Grupa	0.32	2	0.16	0.61	0.545	0.01
Pogreška (Mjerenje)	69.32	265	0.26			

<sup>8</sup> 0.01 – mala veličina efekta, 0.06 – srednja veličina efekta, 0.14 – velika veličina efekta

Tablica 19. Deskriptivna statistika za rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi za pojedinu grupu

Grupa	M	SD	N
Smješteno	4.21	0.48	89
Smješteno + Igre	4.29	0.51	90
Smješteno + Igre + Istraživačko	4.24	0.54	89

### 5.2.5 Procjena utjecaja prethodnog VR/AR iskustva na percepciju kadeta

Kako bi se ispitala povezanost između susretanja s pojmom VR i pojmom AR u dosadašnjem obrazovanju s percepcijom kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi, izračunati su Spearmanovi koeficijenti korelacije ( $\rho$ ) između rezultata kadeta na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi i odgovora na pitanja: *U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. Virtual Reality, VR)?* i *U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom proširena stvarnost (eng. Augmented Reality, AR)?*. Iz rezultata prikazanih u tablici ( $p < 0.05$ ) vidljivo je da percepcija kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi nije u značajnoj korelaciji sa susretanjem s pojmom VR, kao ni sa susretanjem s pojmom AR u prethodnom obrazovanju.

Tablica 20. Spearmanovi koeficijenti korelacije( $\rho$ ) između susretanja s pojmovima VR i AR i percepcije kadeta o primjeni tehnologije AR u nastavi

		Percepcija kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi
U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. <i>virtual reality</i> , VR)?	Spearman $\rho$	0.09
	p	0.16
U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom proširena stvarnost (eng. <i>augmented reality</i> , AR)?	Spearman $\rho$	0.06
	p	0.34

Spearmanovim koeficijentom korelacije ispitana je povezanost učestalosti korištenja tehnologije virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu (*Koliko često koristite tehnologiju virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu?*) i rezultata na skali percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Nije dobivena statistički značajna korelacija ( $\rho = -0.05$ ,  $p = 0.38$ ), odnosno učestalost korištenja tehnologije virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu nije povezana s percepcijom kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Kako bi se ispitala razlika u prosječnom rezultatu na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR (*Koristite li AR?: Da, Ne*), proveden je t-test za nezavisne uzorke, a rezultati su prikazani u tablici (broj ispitanika – N, aritmetička sredina – M, standardna devijacija – SD, t-omjer, stupnjevi slobode – df, razina značajnosti – p, Cohenov d kao mjera veličine efekta<sup>9</sup>). Dobivena je statistički značajna razlika ( $t = 2.19$ ,  $df = 266$ ,  $p < 0.05$ ). Kadeti koji koriste AR imaju značajno pozitivniju percepciju o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $M = 4.46$ ,  $SD = 0.47$ ) u usporedbi s kadetima koji ne koriste AR ( $M = 4.23$ ,  $SD = 0.51$ ).

Tablica 21. Rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR – rezultati t-testa za nezavisne uzorke

Koristite li AR?	N	M	SD	t-test			Cohenov d
				t	Df	p	
Ne	243	4.23	0.51	2.19	266	0.03	0.45
Da	25	4.46	0.47				

### 5.3 Rezultati predtesta

Rezultat na predtestu znanja dobiven je zbrajanjem ostvarenih bodova, pri čemu je točan odgovor na pojedino pitanje nosio jedan bod, a netočan nula bodova. Pri tome su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* u prosjeku ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 5.12$ ,  $SE = 0.17$ , 95 % IP [4.78, 5.46]). Prema prosječnom broju bodova slijede kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 5.43$ ,  $SE = 0.17$ , 95 % IP [5.10, 5.77]). Najbolji rezultat,

<sup>9</sup> 0.2 – mali efekt, 0.5 – srednji efekt, > 0.8 – veliki efekt

odnosno najviše prosječnih bodova, na predtestu znanja ostvarili su kadeti iz grupe *Smješteno* ( $M = 5.54$ ,  $SE = 0.17$ , 95 % IP [5.20, 5.88]). Iz rezultata prikazanih u tablici vidljivo je da nisu dobivene razlike u prosječnim rezultatima koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na predtestu znanja.

Tablica 22. Rezultat na predtestu znanja u početnom mjerenju za tri grupe kadeta

Grupa	Mjerenje	M	SE	95% IP
<i>Smješteno</i>	Početno	5.54	0.17	[5.20, 5.88]
<i>Smješteno + Igre</i>	Početno	5.12	0.17	[4.78, 5.46]
<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	Početno	5.43	0.17	[5.10, 5.77]

### 5.3.1 Vrijeme rješavanja predtesta

Za ispitivanje provedeno rješavajući predtest znanja (mjerenom u sekundama) između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući predtest znanja (Kruskal-Wallis  $H = 13.85$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.01$ ). Nadalje, rezultati su pokazali da su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* proveli značajno manje vremena rješavajući predtest znanja u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*, kao i u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno*. Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre + Istraživačko*) nema značajne razlike u vremenu provedenom rješavajući predtest znanja.

Tablica 23. Vrijeme provedeno rješavajući predtest znanja s obzirom na grupu

	Grupa	N	Prosječan rang	Kruskal-Wallis H	df	p
Vrijeme provedeno rješavajući predtest (s)	<i>Smješteno</i>	90	154.23	13.85	2	0.001
	<i>Smješteno + Igre</i>	90	111.79			
	<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	90	140.48			

## 5.4 Rezultati podtesta

Rezultat na podtestu znanja dobiven je zbrajanjem ostvarenih bodova, pri čemu je točan odgovor na pojedino pitanje nosio jedan bod, a netočan nula bodova. Pri tome su kadeti iz grupe *Smješteno* u prosjeku ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 7.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [7.42, 8.02]). Prema prosječnom broju bodova slijede kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [8.42, 9.02]). Najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.27$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [9.97, 10.56]). Rezultati koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na podtestu znanja značajno se razlikuju. Nadalje, iz rezultata je vidljivo da je svaka grupa kadeta ostvarila značajno viši prosječan broj bodova na završnom testu znanja u usporedbi s prosječnim brojem bodova ostvarenim na početnom testu znanja.

Tablica 24. Rezultat na podtestu znanja u završnom mjerenju za tri grupe kadeta

Grupa	Mjerenje	M	SE	95 % IP
<i>Smješteno</i>	Završno	7.72	0.15	[7.42, 8.02]
<i>Smješteno + Igre</i>	Završno	8.72	0.15	[8.42, 9.02]
<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	Završno	10.27	0.15	[9.97, 10.56]

### 5.4.1 Vrijeme rješavanja podtesta

Za ispitivanje provedeno rješavajući podtest znanja (mjerenom u sekundama) između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući podtest znanja (Kruskal-Wallis  $H = 168.78$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ). Nadalje, rezultati su pokazali da se sve tri grupe značajno razlikuju u vremenu koje su proveli rješavajući podtest znanja. Pri tome su najmanje vremena rješavajući završni test proveli kadeti iz grupe *Smješteno + Igre*, slijede kadeti iz grupe *Smješteno*, a najviše vremena rješavajući završni test proveli su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*.



Tablica 25. Vrijeme provedeno rješavajući podtest znanja s obzirom na grupu

	Grupa	N	Prosječan rang	Kruskal-Wallis H	df	p
Vrijeme provedeno rješavajući podtest (s)	<i>Smješteno</i>	90	125.35	168.78	2	0.000
	<i>Smješteno + Igre</i>	90	65.48			
	<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	90	215.67			

## 5.5 Integrativni rezultati provedbe testa znanja

Znanje kadeta ispitano je testom znanja koji se sastoji od 11 pitanja (Prilog 2). Rezultat na testu znanja dobiven je zbrajanjem ostvarenih bodova, pri čemu je točan odgovor na pojedino pitanje nosio jedan bod, a netočan odgovor nula bodova. Prema tome, teorijski raspon bodova je od minimalnih nula do maksimalnih jedanaest bodova. U tablici je deskriptivna statistika za rezultate na testu znanja u početnom mjerenju i u završnom mjerenju.

Tablica 26. Deskriptivna statistika za bodove ostvarene na testu znanja u dva mjerenja

	N	Min	Max	M	SD	Sk	Ku
Bodovi u početnom mjerenju	270	0.00	11.00	5.37	1.63	-0.01	-0.05
Bodovi u završnom mjerenju	270	4.00	11.00	8.90	1.77	-0.59	-0.49

Na ukupnom uzorku kadeta (N = 270), prosječan rezultat (M) na testu znanja u početnom mjerenju je iznosio 5.37 bodova (SD = 1.63), a u završnom mjerenju 8.90 bodova (SD = 1.77).

### 5.5.1 Efekt oblika AR aktivnog učenja na znanje kadeta

Kako bi se ispitala razlika u rezultatima kadeta na testu znanja u dva mjerenja (početno i završno) s obzirom na oblik AR aktivnog učenja (tri grupe/uvjeta: *Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) provedena je dvofaktorska analiza varijance (grupa x mjerenje) s ponovljenim mjerenjem na jednom faktoru (mjerenje). U tablicama su navedeni rezultati

provedene analize i deskriptivna statistika (korigirane aritmetičke sredine / *marginal means* – M, standardna pogreška – SE i 95 %-tni intervali pouzdanosti).

Tablica 27. Rezultat na testu znanja u dva mjerenja s obzirom na grupu (3 x 2 analiza varijance)

	SS	df	MS	F	p	$\eta_p^2$
Mjerenje	1688.94	1	1688.94	748.30	0.000	0.74
Mjerenje × Grupa	158.94	2	79.47	35.21	0.000	0.21
Pogreška (Mjerenje)	602.63	267	2.26			

Rezultati ukazuju na značajan efekt **mjerenja** ( $F_{(1,267)} = 748.30$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.74$ ) na rezultat na testu znanja, pri čemu su kadeti ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u početnom mjerenju ( $M = 5.37$ ,  $SE = 0.10$ ) nego u završnom mjerenju ( $M = 8.90$ ,  $SE = 0.09$ ).

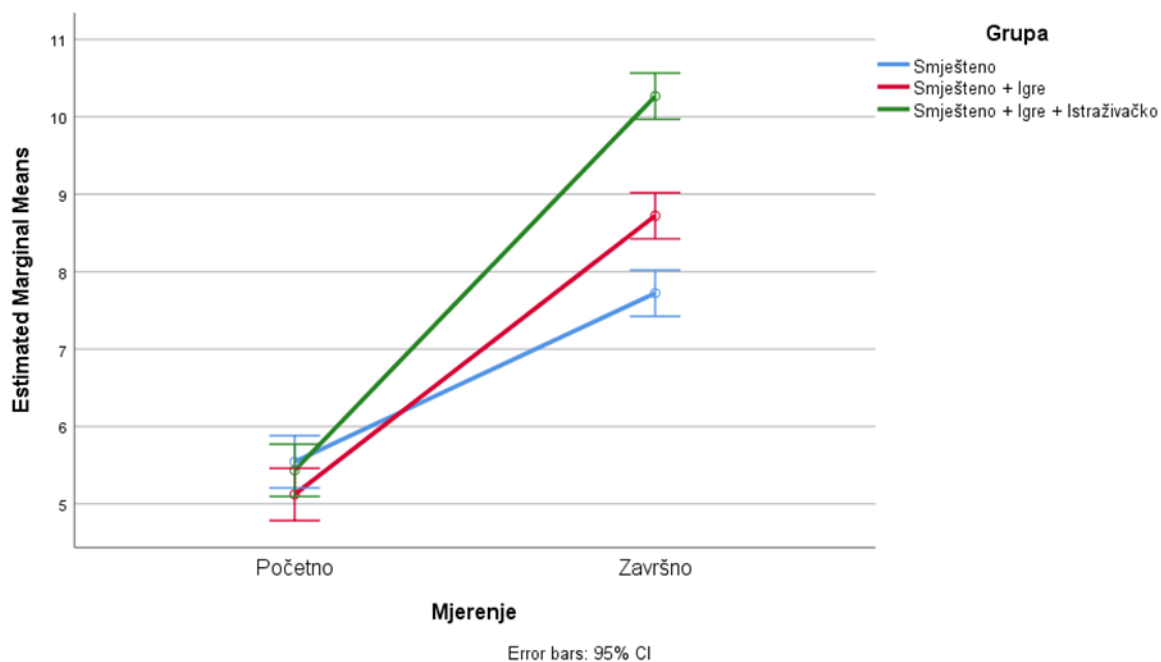
Dobivena je statistički značajna **interakcija mjerenja i grupe** na ostvareni broj bodova na testu znanja ( $F_{(2,267)} = 35.21$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.21$ ). Iz rezultata (95 %-tnih intervala pouzdanosti) prikazanih u tablici i na grafikonu vidljivo je da nisu dobivene razlike u prosječnim rezultatima koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na početnom testu znanja. Međutim, rezultati koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na završnom testu znanja značajno se razlikuju. Pri tome su kadeti iz grupe *Smješteno* u prosjeku ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 7.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [7.42, 8.02]).

Prema prosječnom broju bodova slijede kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [8.42, 9.02]). Najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.27$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [9.97, 10.56]). Također, iz rezultata je vidljivo da je svaka grupa kadeta ostvarila značajno viši prosječan broj bodova na završnom testu znanja u usporedbi s prosječnim brojem bodova ostvarenim na početnom testu znanja.

Tablica 28. Rezultat na testu znanja u početnom i završnom mjerenju za tri grupe kadeta

Grupa	Mjerenje	M	SE	95 % IP
<i>Smješteno</i>	Početno	5.54	0.17	[5.20, 5.88]
	Završno	7.72	0.15	[7.42, 8.02]
<i>Smješteno + Igre</i>	Početno	5.12	0.17	[4.78, 5.46]
	Završno	8.72	0.15	[8.42, 9.02]
<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	Početno	5.43	0.17	[5.10, 5.77]
	Završno	10.27	0.15	[9.97, 10.56]

Grafikon 1. Korigirane aritmetičke sredine za rezultat na testu znanja



Dobiven je i značajan efekt **grupe** na rezultat na testu znanja ( $F_{(2, 267)} = 29.64$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.18$ ), pri čemu analiza višestrukih usporedbi uz Bonferroni korekciju ukazuje na značajno viši prosječan rezultat kadeta iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 7.85$ ,  $SE = 0.12$ ) u

usporedbi s prosječnim rezultatom kadeta iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 6.92$ ,  $SE = 0.12$ ) i kadeta iz grupe *Smješteno* ( $M = 6.63$ ,  $SE = 0.12$ ). Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre*) nije dobivena značajna razlika.

### 5.5.2 Efekt oblika AR aktivnog učenja na znanje kadeta uz kontrolu percepcije

Kako bi se ispitala razlika u rezultatima kadeta na testu znanja u dva mjerenja (početno i završno) s obzirom na oblik AR aktivnog učenja (tri grupe/uvjeta: *Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) nakon kontroliranja percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi provedena je analiza kovarijance.

Pri tome je u analizi kao nezavisna varijabla definirana grupa/uvjet (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*), kao zavisna varijabla rezultat na testu znanja mjeren dva puta (početno mjerenje, završno mjerenje), a kao kovarijat rezultat na skali percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti.

Prije provedbe analize kovarijance ispitan je preduvjet homogenost regresijskih nagiba testiranjem značajnosti interakcijskih efekata grupe (nezavisne varijable) i percepcije (kovarijata). Rezultat je pokazao da ova interakcija nije statistički značajna ( $F_{2, 262} = 2.24$ ,  $p = 0.11$ ), odnosno da je preduvjet za provedbu analize kovarijance zadovoljen. Također, navedena analiza varijance pokazala je da se kadeti iz različitih grupa ne razlikuju u percepciji o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p = 0.55$ ) čime je zadovoljen i preduvjet nezavisnosti kovarijata i nezavisne varijable.

**Tablica 29.** Rezultati na testu znanja u dva mjerenja s obzirom na grupu nakon kontrole percepcije o primjeni tehnologije AR u nastavi – analiza kovarijance

	SS	df	MS	F	p	$\eta_p^2$
Mjerenje	11.57	1	11.57	5.20	0.023	0.02
Mjerenje x Percepcija	2.27	1	2.27	1.02	0.314	0.00
Mjerenje x Grupa	160.90	2	80.45	36.13	0.000	0.21
Pogreška (Mjerenje)	587.85	264	2.23			

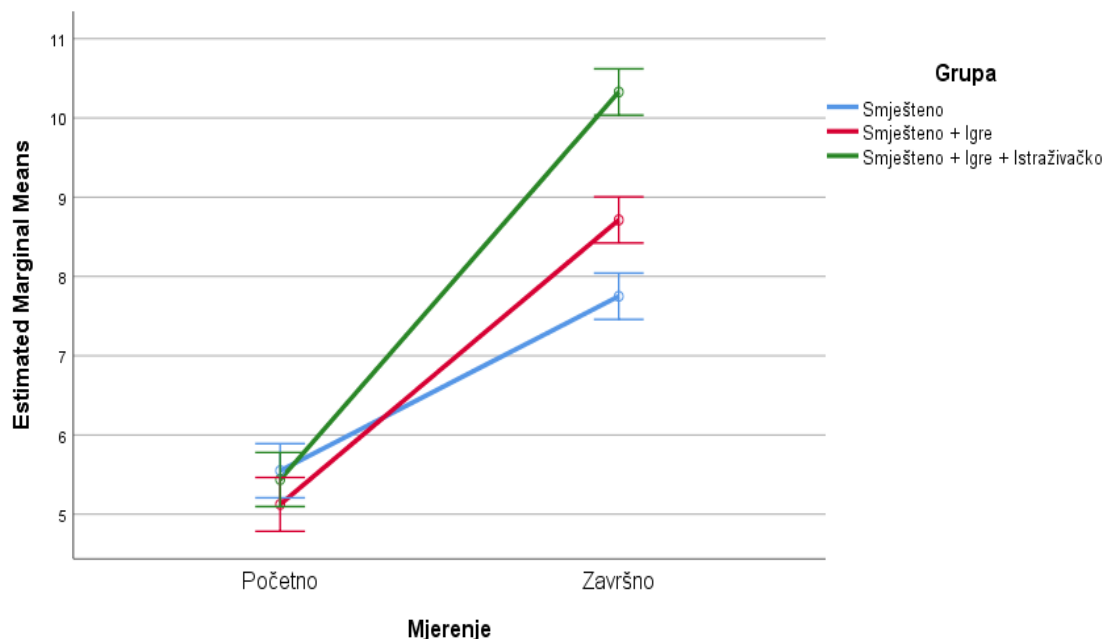
Rezultati analize kovarijance ukazuju na značajan efekt **mjerenja** ( $F_{(1,264)} = 5.20$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.02$ ) na rezultat na testu znanja, pri čemu su kadeti ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u početnom mjerenju ( $M = 5.37$ ,  $SE = 0.10$ ) nego u završnom mjerenju ( $M = 8.93$ ,  $SE = 0.09$ ).

Nakon kontrole percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi dobivena je statistički značajna **interakcija mjerenja i grupe** na znanje kadeta ( $F_{(2,264)} = 36.13$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = .21$ ). Kadeti iz različitih grupa se ne razlikuju u prosječnom rezultatu na početnom testu znanja, ali se razlikuju u prosječnom rezultatu na završnom testu znanja. Kadeti iz grupe *Smješteno* u prosjeku su ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 7.75$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [7.46, 8.04]). Bolji rezultat na završnom testu znanja su ostvarili kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.71$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [8.42, 9.00]), a najbolji rezultat kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.33$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [10.04, 10.62]).

Tablica 30. Rezultat na testu znanja u početnom i završnom mjerenju za tri grupe kadeta, uz kontrolu percepcije o primjeni tehnologije AR u nastavi

Grupa	Mjerenje	M	SE	95 % IP
Smješteno	Početno	5.55	0.17	[5.21, 5.89]
	Završno	7.75	0.15	[7.46, 8.04]
Smješteno + Igre	Početno	5.12	0.17	[4.78, 5.46]
	Završno	8.71	0.15	[8.42, 9.00]
Smješteno + Igre + Istraživačko	Početno	5.44	0.17	[5.10, 5.78]
	Završno	10.33	0.15	[10.04, 10.62]

Grafikon 2. Korigirane aritmetičke sredine za rezultat na testu znanja, uz kontrolu percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Percepcija o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi = 4,2488  
Error bars: 95% CI

Nakon kontrole percepcije, dobiven je značajan efekt **grupe** na rezultat na testu znanja ( $F_{(2, 264)} = 31.15$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.19$ ), pri čemu analiza višestrukih usporedbi uz Bonferroni korekciju ukazuje na značajno viši prosječan rezultat kadeta iz Grupe 3 *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 7.88$ ,  $SE = 0.12$ ) u usporedbi s rezultatom kadeta iz Grupe 2 *Smješteno + Igre* ( $M = 6.92$ ,  $SE = 0.12$ ) i rezultatom kadeta iz Grupe 1 *Smješteno* ( $M = 6.65$ ,  $SE = 0.12$ ).

Efekt **percepcije** kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi na znanje nije statistički značajan ( $F_{(1, 264)} = 0.40$ ,  $p = 0.53$ ,  $\eta_p^2 = 0.001$ ).

### 5.5.3 Cjelokupno vrijeme provedeno rješavajući test znanja

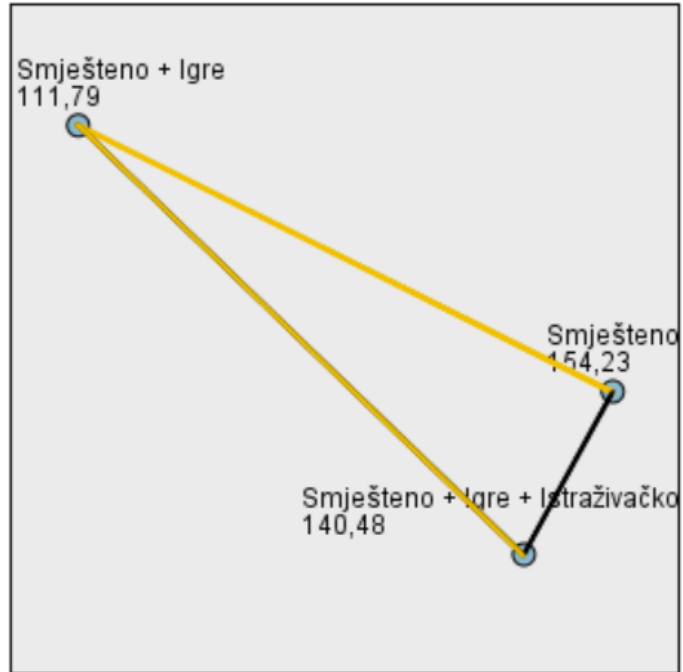
Za ispitivanje statističke značajnosti razlika u **vremenu provedenom rješavajući početni test znanja** i **završni test znanja** (mjerenom u sekundama) između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) korišten je Kruskal-Wallis H test. Ovaj je test odabran zbog prisutnosti ekstremnih podataka i asimetričnih distribucija navedenih varijabli.

Tablica 31. Vrijeme provedeno rješavajući test znanja s obzirom na grupu, Kruskal-Wallis H test

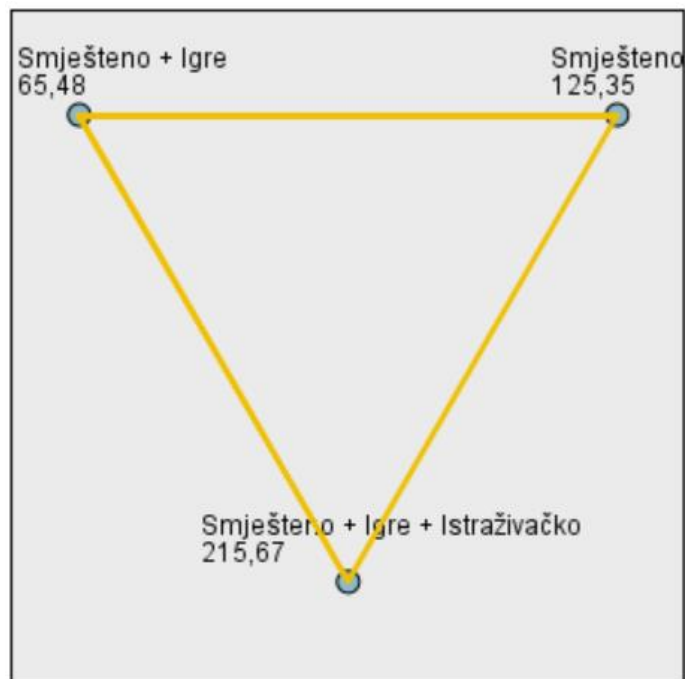
	Grupa	N	Prosječan rang	Kruskal-Wallis H	df	p
Vrijeme provedeno rješavajući predtest (s)	<i>Smješteno</i>	90	154.23	13.85	2	0.001
	<i>Smješteno + Igre</i>	90	111.79			
	<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	90	140.48			
Vrijeme provedeno rješavajući podtest (s)	<i>Smješteno</i>	90	125.35	168.78	2	0.000
	<i>Smješteno + Igre</i>	90	65.48			
	<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	90	215.67			

Rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja (Kruskal-Wallis H = 13.85, df = 2, p < 0.01). Post hoc analiza (Dunn – Bonferroni) pokazala je da su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* proveli značajno manje vremena rješavajući početni test znanja u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*, kao i u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno*. Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre + Istraživačko*) nema značajne razlike u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja.

Rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući završni test znanja (Kruskal-Wallis H = 168.78, df = 2, p < 0.001). Post hoc analiza (Dunn – Bonferroni) pokazala je da se sve tri grupe značajno razlikuju u vremenu koje su proveli rješavajući završni test znanja. Pri tome su najmanje vremena rješavajući završni test proveli kadeti iz grupe *Smješteno + Igre*, slijede kadeti iz grupe *Smješteno*, a najviše vremena rješavajući završni test proveli su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*.



Slika 28. Vrijeme provedeno rješavajući početni test znanja - Kruskal-Wallis H testom



Slika 29. Vrijeme provedeno rješavajući završni test znanja - Kruskal - Wallis H testom



#### 5.5.4 Cjelokupno vrijeme provedeno unutar aplikacije

Kako bi se ispitala statistička značajnost razlika u **prosječnom vremenu provedenom unutar aplikacije** (u sekundama) između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) provedena je jednosmjerna analiza varijance. Rezultat ukazuje na statistički značajnu razliku u prosječnom vremenu provedenom unutar aplikacije s obzirom na grupu ( $F_{2, 267} = 274.23$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.67$ ). Rezultati Scheffe post hoc testa ukazuju da su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 1739.58$ ,  $SD = 205.74$ ) u prosjeku proveli značajno više vremena unutar aplikacije u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 1223.87$ ,  $SD = 102.11$ ) i kadetima iz grupe *Smješteno* ( $M = 1157.23$ ,  $SD = 217.40$ ). Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre*) nema značajne razlike u vremenu provedenom unutar aplikacije.

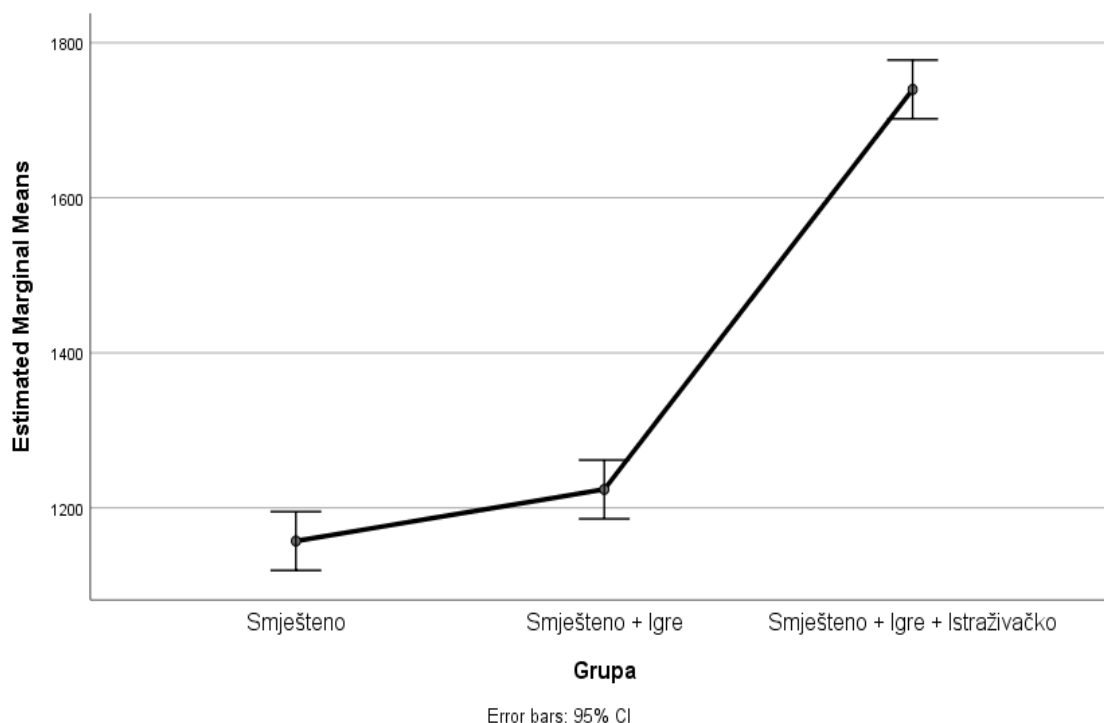
Tablica 32. Vrijeme provedeno unutar aplikacije (s) s obzirom na grupu – rezultati analize varijance

	SS	df	MS	F	p	$\eta_p^2$
Grupa	18285690.10	2	9142845.05	274.23	0.000	0.67
Pogreška (Mjerenje)	8901832.46	267	33340.20			

Tablica 33. Deskriptivna statistika za vrijeme provedeno unutar aplikacije s obzirom na grupu

Grupa	M	SD
<i>Smješteno</i>	1157.23	217.40
<i>Smješteno + Igre</i>	1223.87	102.11
<i>Smješteno + Igre + Istraživačko</i>	1739.58	205.74

Grafikon 3. Korigirane aritmetičke sredine za vrijeme provedeno unutar aplikacije (s)



## 5.6 Zaključak

Svrha ovog poglavlja bila je analizirati i prikazati rezultate provedenog eksperimenta u svjetlu istraživačkih pitanja. Je li moguće korištenjem proširene stvarnosti ispitati percepciju kadeta prema primjeni AR-a u nastavi? Utječu li različiti oblici učenja na znanje kadeta? Je li moguće validirati i utjecati na kvalitetu ishoda AR učenja? Nadalje, analizirani su rezultati ankete, opći podatci, dob, spol, godina studija, smjer studija, podjele po grupama ispitanika, skala percepcije kadeta o primjeni tehnologije AR-a u nastavi, ispitivanje razlike u percepciji korištenja tehnologije proširene stvarnosti u nastavi između tri grupe/oblika AR učenja, rezultati predtesta i podtesta, integrativni rezultati provedbe testa znanja, efekt oblika AR učenja na znanje kadeta uz kontrolu percepcije kadeta o primjeni tehnologije AR-a u nastavi i cjelokupno vrijeme provedeno unutar aplikacije. Za provedbu istraživanja korišten je anketni upitnik za prikupljanje podataka od 270 ispitanika pomoću alata Google Forms koji je integriran u aplikaciji *HaubicAR* pomoću koje je proveden i test znanja kroz tri oblika AR učenja. Nakon izlaganja svih varijabli

kompletna statistička obrada je provedena u programu IBM SPSS 25. Analizom rezultata utvrđeno je da su ispitanici jednog oblika AR učenja Grupe *Smješteno + Igre + Istraživanje* postigli statistički značajnu veću razinu znanja u odnosu na ispitanike druge dvije grupe. Može se zaključiti da varijable koje se istražuju imaju najveći utjecaj na akademsku izvedbu ispitanika koji su imali imerzivni pristup kroz oblik AR učenja *Smješteno + Igre + Istraživanje* u proširenoj stvarnosti od ostala dva oblika aktivnog učenja.

Diskusija rezultata s detaljnom elaboracijom hipoteza dana je u sljedećem poglavlju.

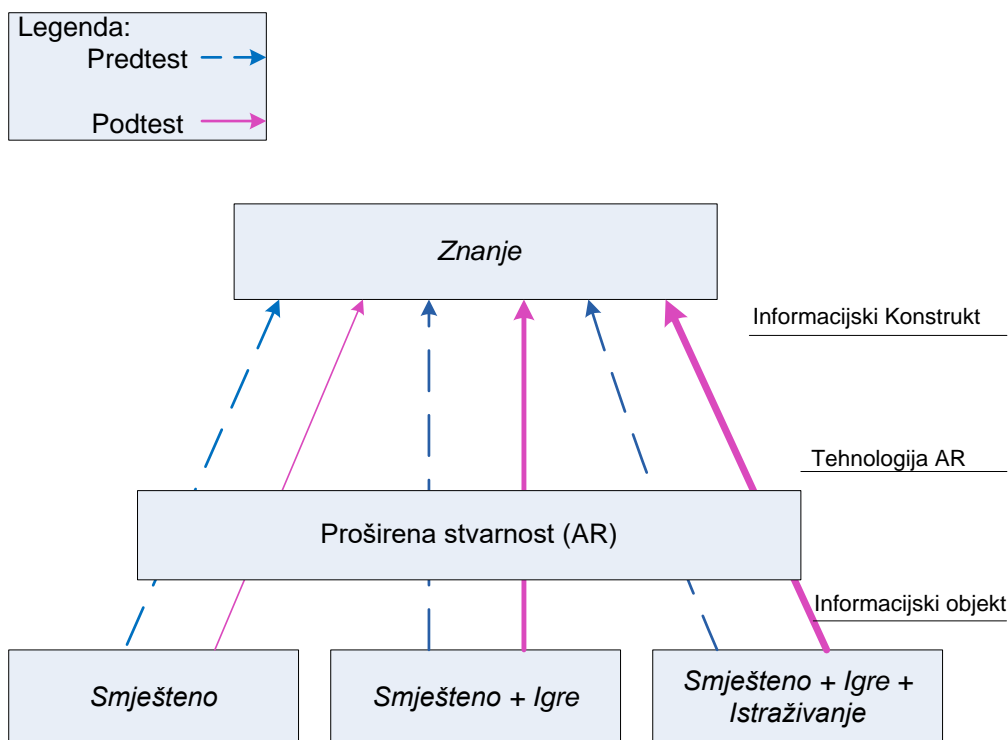
## 6. DISKUSIJA

Prema Pallantu (2016), Spearmanova korelacija, post hoc testovi i dvofaktorska analiza varijance (grupa x mjerenje) koristi se za raščlambu višestrukih usporedbi uz Bonferroni korekciju koja ukazuje na prosječan rezultat ispitanika. Nadalje Kruskal-Wallis H test i Post hoc analiza (Dunn – Bonferroni) koristi se za vrijeme provedeno rješavajući test znanja kada postoje tri različite skupine ispitanika ili uvjeta, kako bi se sugeriralo postoji li statistički značajna razlika u njihovim srednjim rezultatima. U nastavku se daje sažetak do kojeg se došlo na temelju provedenog istraživanja koje je postavljeno na eksperimentalnom modelu, kao i dokazi postavljenih hipoteza.

### 6.1 Konceptualni model ishoda učenja primjenom AR-a

#### 6.1.1 Znanje u početnom i završnom mjerenju primjenom AR-a u nastavi

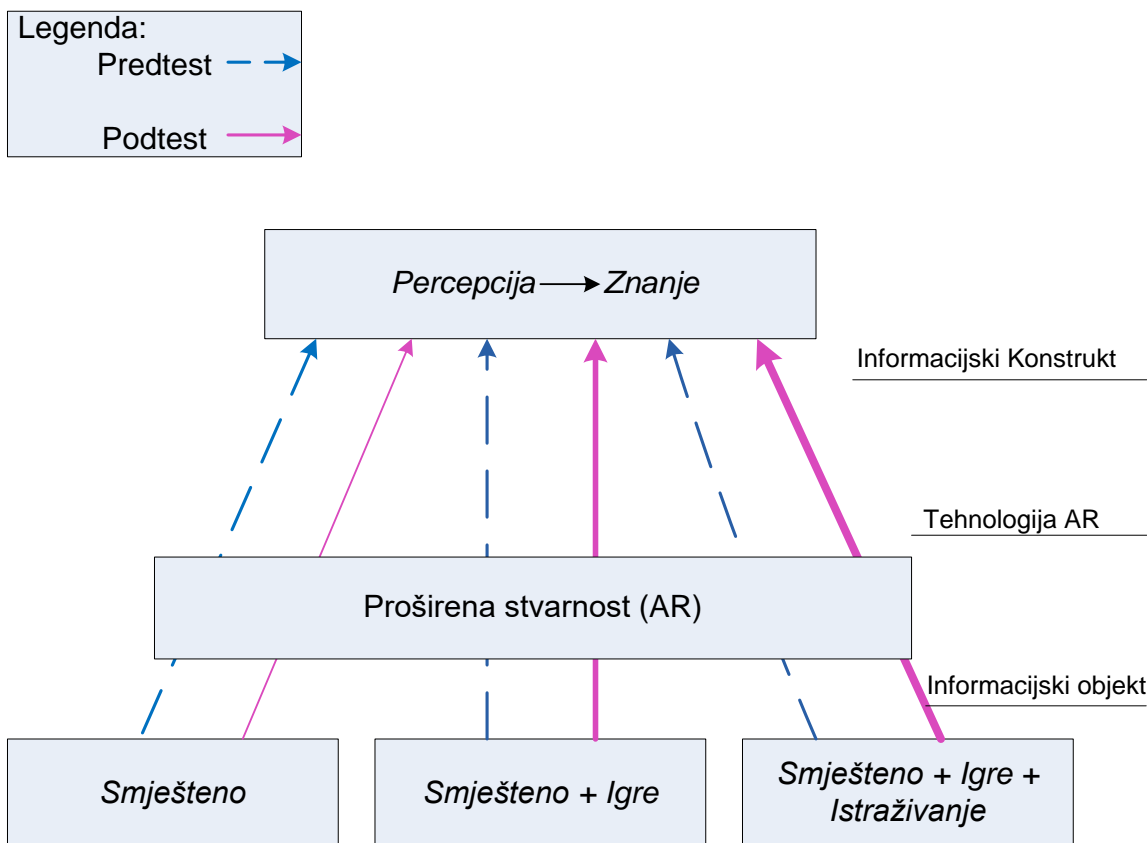
Ispitana je razlika u rezultatima kadeta na testu znanja u dva mjerenja (predtest i podtest) s obzirom na tri oblika AR aktivnog učenja (tri grupe/uvjeta: *Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*). Na dijagramu, plave isprekidane linije prikazuju da su kadeti na predtestu znanja iz sva tri oblika AR aktivnoga učenja ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u predtestu ( $M = 5.37$ ) nego u podtestu ( $M = 8.90$ ). Vidljivo je da nisu dobivene razlike u prosječnim rezultatima koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na predtestu znanja. Kadeti Grupe 2 *Smješteno + Igre* u prosjeku su ostvarili najmanji broj bodova na predtestu znanja ( $M = 5.12$ ), zatim prema prosječnom broju bodova slijede kadeti Grupe 3 *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 5.43$ ) i najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na predtestu znanja ostvarili su kadeti iz Grupe 1 *Smješteno* ( $M = 5.54$ ). Međutim, rezultati koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na podtestu znanja značajno se razlikuju, što se može vidjeti na dijagramu 1 gdje ljubičaste linije prikazuju razliku u ostvarenim rezultatima. Stoga su kadeti iz Grupe 1 *Smješteno* u prosjeku ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 7.72$ ). Prema prosječnom broju bodova slijede kadeti iz Grupe 2 *Smješteno + Igre* ( $M = 8.72$ ). Najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz Grupe 3 *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.27$ ).



Dijagram 1. Znanje u početnom i završnom mjerenju primjenom AR-a u nastavi

### 6.1.2 Znanje uz kontrolu percepcije primjenom AR u nastavi

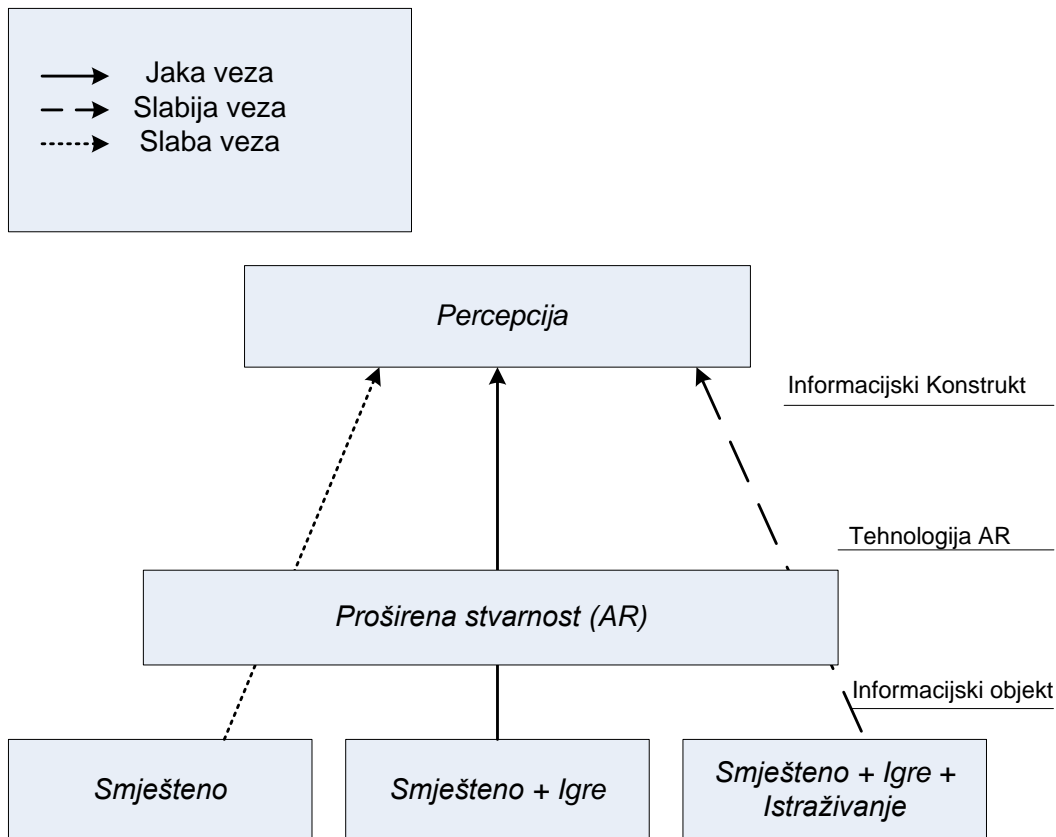
Ispitana je razlika u rezultatima kadeta na testu znanja u dva mjerenja (predtest i podtest) s obzirom na tri oblika AR aktivnog učenja (tri grupe/uvjeta: *Smješteno*, *Smješteno + Igre* i *Smješteno + Igre + Istraživačko*) nakon kontroliranja percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Nakon kontrole percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi dobivena je statistički značajna **interakcija mjerenja i grupe** na znanje kadeta ( $F_{(2,264)} = 36.13$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = .21$ ). Kadeti iz različitih grupa se ne razlikuju u prosječnom rezultatu na početnom predtestu znanja, kako je prikazano na dijagramu 2 plavim isprekidanim linijama, ali se razlikuju u prosječnom rezultatu na podtestu znanja. Nakon kontrole percepcije, dobiven je značajan efekt **grupe** na rezultat na testu znanja ( $F_{(2, 264)} = 31.15$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.19$ ), pri čemu analiza višestrukih usporedbi uz Bonferroni korekciju ukazuje na značajno viši prosječan rezultat kadeta iz Grupe 3 *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 7.88$ ) u usporedbi s rezultatom kadeta iz Grupe 2 *Smješteno + Igre* ( $M = 6.92$ ) i rezultatom kadeta iz Grupe 1 *Smješteno* ( $M = 6.65$ ) kako je prikazano na dijagramu 2 ljubičastim linijama.



Dijagram 2. Znanje u početnom i završnom mjerenju uz kontrolu percepcije primjenom AR-a u nastavi

### 6.1.3 Percepcija primjene tehnologije AR-a u nastavi za pojedinu grupu

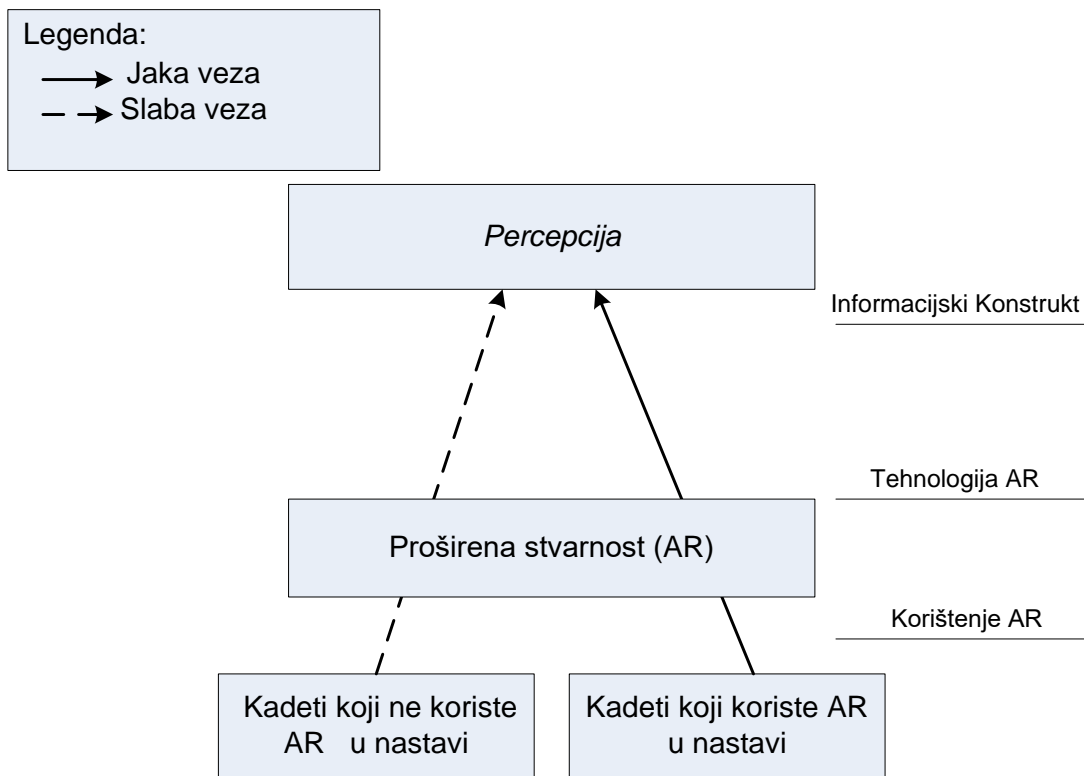
Ispitana je statistička značajnost razlika u prosječnom rezultatu na skali percepcije između kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) i provedena je jednosmjerna analiza varijance. Rezultat analize varijance nije statistički značajan ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.01$ ), odnosno ukazuje na to da se kadeti iz različitih grupa ne razlikuju značajno u percepciji o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Jaku vezu u percepciji primjene tehnologije imaju kadeti iz Grupe 2 *Smješteno + Igre* ( $M = 4.29$ ), označenu na dijagramu punom linijom. Slabiju vezu imaju kadeti iz Grupe 3 *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 4.24$ ), označenu na dijagramu isprekidanom linijom dok slabu vezu imaju kadeti iz Grupe 1 *Smješteno* ( $M = 4.21$ ) označenu na dijagramu istočkanom linijom, što je i prikazano na dijagramu 3.



Dijagram 3. Percepcija primjene tehnologije AR u nastavi za pojedinu grupu

#### 6.1.4 Percepcija o primjeni tehnologije AR u nastavi

Ispitana je povezanost između susretanja s pojmom AR u dosadašnjem obrazovanju s percepcijom kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR-a (*Koristite li AR?: Da, Ne*). Kadeti koji koriste AR imaju značajno pozitivniju percepciju o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $M = 4.46$ ). Nadalje, imaju jaku vezu s percepcijom u usporedbi s kadetima koji ne koriste AR ( $M = 4.23$ ), stoga imaju slabu vezu s percepcijom o primjeni tehnologije AR u nastavi, što je razvidno iz dijagrama 4.



Dijagram 4. Percepcija kadeta o primjeni tehnologije AR u nastavi

## 6.2 Diskusija hipoteza istraživanja

### 6.2.1 Elaboracija prve hipoteze

H1. Percepcija kadeta prema primjeni AR-a u nastavi vezana je za njihovo imerzivno iskustvo i poznavanje (AR) tehnologije.

Većina kadeta koji su sudjelovali u istraživanju pripada dobnoj skupini 20 – 22 godine (57,8 %), odnosno 156 kadeta od ukupno 270 kadeta. Riječ je o iznimno mladoj populaciji. Također, percepcija i poznavanje (VR) i (AR) tehnologija predstavlja jedan od faktora u primjeni tehnologije (AR) u nastavnom procesu. Prema dobivenim rezultatima kadeti su sudjelovali u prvom djelu istraživanja u anketi gdje je bilo postavljeno pitanje prepoznavanja (VR) i (AR) na



fotografijama. Na pitanje prepoznajete li *Virtualnu stvarnost* točno je odgovorilo (75,9 %), a na pitanje prepoznajete li *Proširenu stvarnost* točno je odgovorilo (80 %) ispitanika. Vezano za korištenje (AR) tehnologije (90,7 %) navelo je da je ne koristi, a (9,3 %) ispitanika da je koristi. Vezano za percepciju uloge AR-a u stjecanju znanja i vještina, statistička razlika u prosječnom rezultatu na skali percepcije kadeta iz tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*) provedena je jednosmjerna analiza varijance. Rezultat analize varijance nije statistički značajan ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.01$ ), odnosno ukazuje da se kadeti iz različitih grupa ne razlikuju značajno u percepciji o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Vezano za otpor korištenja proširene stvarnosti koja se odnosi na mišljenje kadeta i značaju primjene: bi li trebalo koristiti tehnologiju proširene stvarnosti u učioničkoj nastavi i vojnoj stručnoj praksi ( $C = 4.00$ ), može se utvrditi da kadeti smatraju da bi se ova tehnologija trebala češće koristiti. Pri tome 55,6 % smatra da bi se trebala koristiti češće, a 28,9 % da bi se trebala koristiti vrlo često. Prosječan rezultat na skali dobiven na ukupnom uzorku ( $M = 4.25$ ,  $SD = 0.51$ ) ukazuje na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Kadeti koji koriste AR imaju značajno pozitivniju percepciju o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $M = 4.46$ ,  $SD = 0.47$ ) u usporedbi s kadetima koji ne koriste AR ( $M = 4.23$ ,  $SD = 0.51$ ). Dobivena je statistički značajna razlika ( $t = 2.19$ ,  $df = 266$ ,  $p < 0.05$ ).

Time se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja iz **H1**: Percepcija kadeta prema primjeni AR-a u nastavi vezana je za njihovo imerzivno iskustvo i poznavanje AR tehnologije. **Hipoteza H1 je potvrđena.**

### 6.2.2 Elaboracija druge hipoteze

H2. Kadeti koji su podučavani kroz sve oblike (AR) aktivnog učenja (*Smješteno*, *Igre*, *Istraživanje*) postižu statistički značajno veću razinu znanja u odnosu na kadete druge dvije skupine.

Dobiveni rezultati provedenog istraživanja ukazuju na to da su kadeti koji su sudjelovali u obliku AR aktivnog učenja (*Smješteno + Igre + Istraživanje*) korištenjem aplikacije *HaubicAR* pokazali veću razinu znanja, i to kako slijedi:

- korelacija između predtesta i podtesta znanja na uzorku kadeta ( $N = 270$ ), gdje je prosječan rezultat ( $M$ ) na testu znanja u početnom mjerenju (predtest) iznosio 5.37 bodova ( $SD = 1.63$ ), a u završnom mjerenju (podtest) 8.90 bodova ( $SD = 1.77$ ). Rezultati ukazuju na značajan efekt mjerenja ( $F_{(1,267)} = 748.30$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.74$ ) na rezultat na testu znanja, pri čemu su kadeti ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u početnom mjerenju ( $M = 5.37$ ,  $SE = 0.10$ ) nego u završnom mjerenju ( $M = 8.90$ ,  $SE = 0.09$ ).
- u korelaciji između različitih grupa na predtestu znanja dobivena je statistički značajna interakcija mjerenja i grupe na ostvareni broj bodova na testu znanja ( $F_{(2,267)} = 35.21$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.21$ ) gdje je vidljivo da nisu dobivene razlike u prosječnim rezultatima koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na početnom testu znanja. Između grupa nema statistički značajne razlike.
- korelacija na točnost odgovora između različitih grupa na podtestu znanja statistički se značajno razlikuje. Grupa *Smješteno* ostvarila je u prosjeku najmanji broj bodova na podtestu znanja ( $M = 7.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [7.42, 8.02]). Prema prosječnom broju bodova slijede kadeti iz Grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.72$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [8.42, 9.02]). Najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz Grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.27$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [9.97, 10.56]).
- korelacija između različitih grupa se ne razlikuje u percepciji o primjeni tehnologije AR u nastavi ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p = 0.55$ ) čime je zadovoljen i preduvjet nezavisnosti kovarijata i nezavisne varijable. Rezultati analize kovarijance ukazuju na značajan efekt mjerenja ( $F_{(1,264)} = 5.20$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.02$ ) na rezultat na testu znanja, pri čemu su kadeti ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u početnom mjerenju ( $M = 5.37$ ,  $SE = 0.10$ ) nego u završnom mjerenju ( $M = 8.93$ ,  $SE = 0.09$ ). Dobivena je statistički značajna interakcija mjerenja i grupe na znanje kadeta ( $F_{(2,264)} = 36.13$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = .21$ ).

- korelacija između različitih grupa se ne razlikuje u prosječnom rezultatu percepcije kadeta na početnom testu znanja, ali se razlikuju u prosječnom rezultatu na završnom testu znanja. Kadeti iz grupe *Smješteno* u prosjeku su ostvarili najmanji broj bodova na završnom testu znanja ( $M = 7.75$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [7.46, 8.04]). Bolji rezultat na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.71$ ,  $SE = 0.15$ , 95% IP [8.42, 9.00]), a najbolji rezultat kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.33$ ,  $SE = 0.15$ , 95 % IP [10.04, 10.62]). Korelacija između različitih grupa pozitivna je i statistički značajna.
- u korelaciji između različitih grupa na točnost odgovora nakon kontrole percepcije dobiven je značajan efekt grupe na rezultat na testu znanja ( $F_{(2, 264)} = 31.15$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.19$ ), pri čemu analiza višestrukih usporedbi ukazuje na značajno viši prosječan rezultat kadeta iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 7.88$ ,  $SE = 0.12$ ). Korelacija između različitih grupa pozitivna je i statistički značajna u usporedbi s rezultatom kadeta iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 6.92$ ,  $SE = 0.12$ ) i rezultatom kadeta iz grupe *Smješteno* ( $M = 6.65$ ,  $SE = 0.12$ ).
- korelacija između različitih grupa u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja (Kruskal-Wallis  $H = 13.85$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.01$ ). Post hoc analiza pokazala je da su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* proveli značajno manje vremena rješavajući početni test znanja u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*, kao i u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno*. Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre + Istraživačko*) nema značajne razlike u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja. Rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja.
- korelacija između različitih grupa u vremenu provedenom rješavajući završni test znanja (Kruskal-Wallis  $H = 168.78$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ). Post hoc analiza pokazala je da se sve tri grupe značajno razlikuju u vremenu koje su proveli rješavajući završni test znanja. Pri tome su najmanje vremena rješavajući završni test proveli kadeti iz grupe *Smješteno + Igre*, slijede kadeti iz grupe *Smješteno*, a najviše vremena rješavajući završni test proveli

su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*. Rezultati ukazuju na statistički značajnu razliku u vremenu provedenom rješavajući završni test znanja.

- u korelaciji između tri grupe u prosječnom vremenu provedenom unutar aplikacije s obzirom na grupu ( $F_{2, 267} = 274.23$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.67$ ). Rezultati ukazuju da su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 1739.58$ ,  $SD = 205.74$ ) u prosjeku proveli značajno više vremena unutar aplikacije u usporedbi s kadetima iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 1223.87$ ,  $SD = 102.11$ ) i kadetima iz grupe *Smješteno* ( $M = 1157.23$ ,  $SD = 27.40$ ). Između preostalih grupa (*Smješteno* i *Smješteno + Igre*) nema značajne razlike u vremenu provedenom unutar aplikacije. Rezultat ukazuje na statistički značajnu razliku u prosječnom vremenu provedenom unutar aplikacije

Dobiveni rezultati provedenog istraživanja pokazatelj su uspjeha na testu znanja, pri čemu su kadeti ostvarili značajno niži prosječan broj bodova u početnom nego u završnom mjerenju. Nisu dobivene razlike u prosječnim rezultatima koje su kadeti iz različitih grupa ostvarili na početnom testu znanja. Najbolji rezultat, odnosno najviše prosječnih bodova, na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz Grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko*.

Iz rezultata je vidljivo da je svaka grupa kadeta ostvarila značajno viši prosječan broj bodova na završnom testu znanja u usporedbi s prosječnim brojem bodova ostvarenim na početnom testu znanja. Postojanje statistički značajne razlike u vremenu provedenom rješavajući početni test znanja ne postoji između sve tri grupe. Postoji statistički značajna razlika u vremenu provedenom rješavajući završni test znanja, kao i značajna razlika u prosječnom vremenu provedenom unutar aplikacije.

Time se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja iz **H2**: Kadeti koji su podučavani kroz sve oblike AR aktivnog učenja *Smješteno, Igre, Istraživanje* postižu statistički značajno veću razinu znanja u odnosu na kadete druge dvije skupine. **Hipoteza H2 je potvrđena.**

### 6.2.3 Elaboracija treće hipoteze

H3: Razina ishoda učenja primjenom AR aktivnog učenja determinirana je slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija* → *Znanje*.

Prema dobivenim podacima rezultata za pojedine čestice skale percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi, dobiven je prosječan rezultat na skali na ukupnom uzorku ( $M = 4.25$ ,  $SD = 0.51$ ) koji ukazuje na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi.

Prema dobivenim podacima rezultata na skali percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi između tri grupe/uvjeta (*Smješteno*, *Smješteno + Igre*, *Smješteno + Igre + Istraživačko*), rezultat analize varijance nije statistički značajan ( $F_{2, 265} = 0.61$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.01$ ), odnosno ukazuje da se kadeti iz različitih grupa ne razlikuju značajno u percepciji o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi.

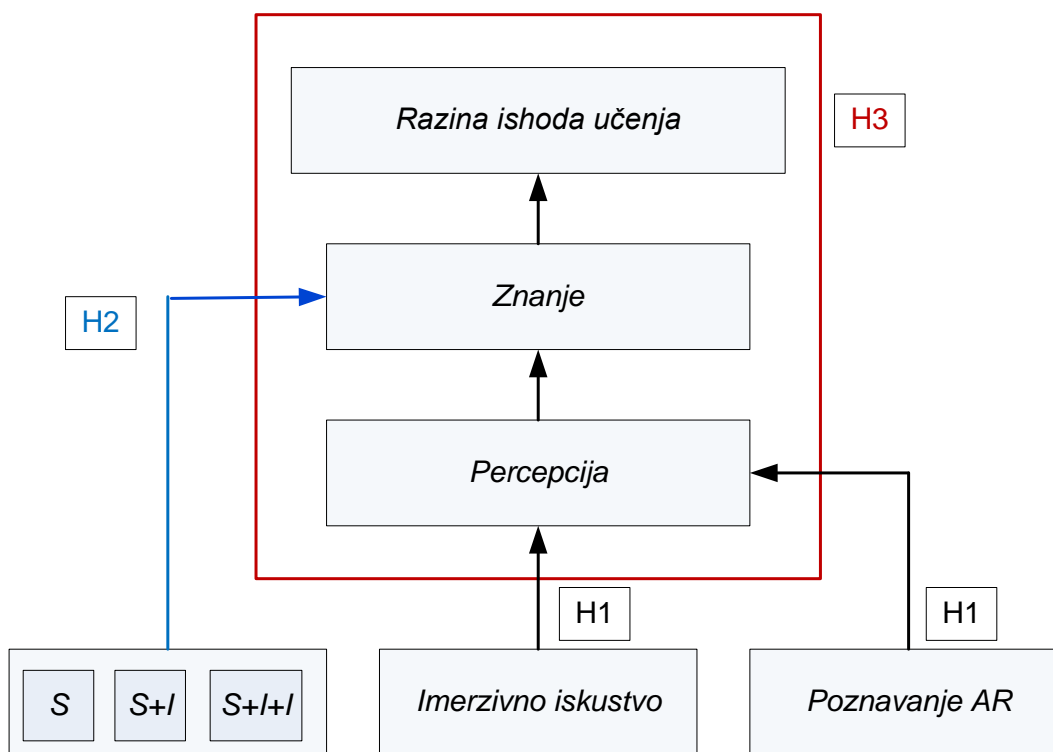
Prema dobivenim podacima rezultata na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi, s obzirom na korištenje AR-a (*Koristite li AR?: Da, Ne*), kadeti koji koriste AR imaju značajno pozitivniju percepciju o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $M = 4.46$ ,  $SD = 0.47$ ) u usporedbi s kadetima koji ne koriste AR ( $M = 4.23$ ,  $SD = 0.51$ ). Dobivena je statistički značajna razlika ( $t = 2.19$ ,  $df = 266$ ,  $p < 0.05$ ) percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi, a s obzirom na korištenje AR aktivnog učenja determinirano je slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija* → *Znanje* čime se potvrđuje treća postavljena hipoteza.

Time se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja iz **H3**: Razina ishoda učenja primjenom AR aktivnog učenja determinirana je slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija* → *Znanje*. **Hipoteza H3 je potvrđena.**

### 6.2.4 Integrativni model hipoteza

Iz integrativnog modela hipoteza prikazanog na dijagramu 5 vizualno je elaborirana utvrđena razina ishoda učenja korištenjem AR-a i kroz eksperiment utvrđena procjena utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta, što je moguće sagledati kao dodatni argument ostvarenju istraživačkog cilja. Naime, u njegovu ostvarenju krenulo se od pretpostavki

da je: *Percepcija* kadeta prema primjeni AR-a u nastavi vezana za njihovo imerzivno iskustvo i poznavanje (AR) tehnologije (**H1**); da kadeti koji su podučavani kroz sve oblike AR aktivnog učenja (*Smješteno, Igre, Istraživanje*) postižu statistički značajno veću razinu znanja u odnosu na kadete druge dvije skupine (**H2**); i da je razina ishoda učenja primjenom tehnologije (AR) aktivnog učenja determinirana slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija* → *Znanje* (**H3**).



Dijagram 5. Integrativni model hipoteza

### 6.3 Doprinosi istraživanja i rada

Predmetno istraživanje, kroz dani pregled literature i analizu recentnih izvora, konceptualni okvir i eksperimentalni pristup istraživanja procjene utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje, učinilo je iskorak prema drugačijem prihvaćanju edukacijskih rješenja. Na temelju navedenog, u daljnjem istraživačkom promišljanju vodeći se smjerom specifičnosti edukacije na vojnim studijima, implementira se tehnologija proširene stvarnosti na informacijske objekte i njihove veze i intenzitet kroz oblik aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti. Koncept modela i informacijski dizajn je postavio autor doktorskog rada, dok su eksperti

Fakulteta elektrotehnike i računarstva postavili algoritam aplikativnog rješenja *HaubicAR* koji je proizišao kao novi oblik aktivnog učenja kojeg mogu koristiti kadeti.

### **6.3.1 Znanstveni doprinos na teorijskoj razini**

Znanstveni doprinos predloženog istraživanja na teorijskoj razini iskazan je kroz funkcionalni model procjene utjecaja učenja primjenom proširene stvarnosti. Znanstveni teorijski doprinos očituje se kroz analizu i sintezu literature s ciljem postignuća boljih rješenja prihvaćanja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje (kadeta/studenata), kao primjenu nove edukacijske metode, metode primjene AR aplikativnog rješenja u sustav edukacijskih metoda na vojnim studijima. Znanstveni teorijski doprinos ostvaren je i kroz razvoj znanstvenih spoznaja na temelju kojih je kreiran, algoritamski koncipiran i provedbeno formuliran model *HaubicAR*. Nadalje, znanstveni doprinos iskazan je u teorijskim postavkama i postavljenim inovativnim metrikama mjerenih konstrukata modela *HaubicAR*. Znanstveni teorijski doprinos iskazan je i kroz funkcionalni model procjene utjecaja učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje (kadeta/studenata).

### **6.3.2 Znanstveni doprinos na metodološkoj razini**

Primjenom funkcionalnog modela čiji su konstrukti *Percepcija* i *Znanje* moguće je validirati ishode učenja (studenata), što implicira očekivani znanstveni doprinos na metodološkoj razini. Nadalje, metodološki znanstveni doprinos razvidan je i iz inovativnog pristupa testiranju istog mjernog instrumenta, predtesta i podtesta, a može se promatrati i kao metodološki okvir za buduća srodna istraživanja. Nadalje, znanstveni doprinos na metodološkoj razini polučen je kroz originalno postavljen dizajn provedbe istraživanja u kojem su sinergijski povezane tri znanstvene metode, a posebice je iskazan kroz originalno dizajniran integrativni model hipoteza.

### **6.3.3 Znanstveni doprinos na aplikativnoj razini**

Dobiveni rezultati istraživanja predstavljat će osnovu za daljnji razvoj tehnoloških mogućnosti budućih aplikativnih rješenja zasnovanih na novim AR tehnologijama iz čega je razvidan aplikativni doprinos. Aplikativni doprinos provedenog istraživanja primjenom aplikacije *HaubicaAR* razvidan je i u olakšanom razumijevanju složenih informacijskih pojava i koncepata; kontekstualizaciji i obogaćivanju informacija; omogućavanju individualizacije praktičnog podučavanja i prilagođavanja različitim oblicima digitalne inteligencije; omogućavanju

komuniciranja putem AR tehnologije; manipuliraju stvarnim predmetima; sveprisutnom i kontekstualiziranom učenju pretvaranjem bilo kojeg fizičkog prostora u poticajno akademsko okruženje; promicanju razvoja grafičkih vještina kroz percepciju prostornih sadržaja i 3D objekata; iskustvenom učenju, utjecaju na motivaciju i rezultate ishoda učenja (studentata).

#### **6.4 Zaključak**

Svrha ovog poglavlja bila je elaborirati hipoteze istraživanja, na temelju analize prikupljenih rezultata primjenom metoda deskriptivne i inferencijalne statistike. Rezultati su razmatrani u kontekstu prethodno postavljenih istraživačkih pitanja: Je li moguće korištenjem proširene stvarnosti ispitati percepciju kadeta prema primjeni AR-a u nastavi? Utječu li različiti oblici učenja na znanje kadeta? Je li moguće validirati i utjecati na kvalitetu ishoda AR učenja? Nadalje, rezultati diskusije ukazuju na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Statistička obrada podataka ukazuje na statistički značajnu razliku u prosječnom rezultatu na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR aktivnog učenja determiniranog slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija → Znanje*.

U poglavlju koje slijedi iznijet je sveobuhvatni zaključak ovog doktorskog rada te preporuke za daljnja istraživanja.



## 7. ZAKLJUČAK

Svrha doktorskog rada bila je procijeniti utjecaj aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti na znanje kadeta korištenjem aplikacije *HaubicAR*. Nadalje, originalno (reprezentativno), provedbom istraživanja bilo je potrebno utvrditi razinu ishoda učenja kadeta u proširenoj stvarnosti, učestalost bavljenja novim tehnologijama virtualna stvarnost (VR) i proširena stvarnost (AR), prethodne kvalifikacije, aktivno učenje u novim tehnologijama, utjecaj različitih oblika učenja na znanje, percepciju kadeta prema primjeni (AR) u nastavi, vrijeme dnevno provedeno u proširenoj stvarnosti za aktivno učenje i njegov utjecaj na njihov akademski uspjeh. Nadalje, istraživanjem se željelo identificirati informacijske objekte: *Smješteno*, *Igre*, *Istraživanje* informacijskog paketa *Aktivno učenje* te na osnovu njih ispitati i utvrditi postojanje, odnos i intenzitet veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija i Znanje* procjenom utjecaja aktivnog učenja korištenjem proširene stvarnosti. Uz navedeno, predmetnim istraživanjem utvrđeni su prediktori akademskog uspjeha kadeta kroz aktivno učenje korištenjem proširene stvarnosti, a cilj znanstvenog istraživanja je provođenje na bilo kojoj srodnoj instituciji uz predlaganje modela za poboljšanje akademskog uspjeha. Evaluacijom rezultata dobivenih u eksperimentalnom dijelu, pomoću informacijskog konstrukta *Istraživanje* informacijskog paketa *Aktivno učenje*, predstavljena je najznačajnija determinanta koja određuje uspješnost ishoda informacijskih konstrukta *Percepcija i Znanje* korištenjem proširene stvarnosti.

Doktorski rad je razvijan kroz šest poglavlja uz uvodno i zaključno poglavlje. U okviru drugog poglavlja predstavljeni su teorijski okviri razumijevanja informacija i informacijske znanosti koje kroz nove tehnologije utječu na nastavu visokog obrazovanja. Iz pregledane literature vidljivo je da navedeni i obrazloženi čimbenici utječu ili određuju akademsku uspješnost studenata u digitalnom informacijskom okruženju. Objekti istraživanja pregledane literature su inovativni gledajući kroz prizmu učinkovitih alata i tehnologije koje mogu transformirati edukaciju. Nadalje, omogućuju stvaranje okruženja u kojem je obuka u skladu s potrebama i karakteristikama digitalnih kadeta. Nove tehnologije omogućuju svakom studentu da pokaže svoje najbolje kvalitete i napreduje u procesu učenja na najprikladniji način. Studentima nude novi pristup u interakciji sa sadržajem učenja, kao i s ostalim sudionicima obuke. Kroz pregled literature jedan od glavnih ciljeva bio je predstaviti prednosti proširene stvarnosti kao jedne od novih tehnologija koje mogu stvoriti okruženje u kojem se spajaju stvarnost i virtualnost, a

smještene su u okružju virtualnog kontinuuma. U trećem poglavlju predstavljen je konceptualni i teorijski okvir koji je omogućio da istraživač započne istraživanje s određenim temeljnim pretpostavkama. Konceptualni i teorijski okvir kao skup veza isprepletenih ideja pružio je široko razumijevanje događaja u okviru aktivnog učenja primjenom novih tehnologija na znanje u visokom obrazovanju. Konceptualni okvir dijelom daje odgovor na problem vezan za primjenu aktivnog učenja u podučavanju studenata. No, ona ne daju rješenje kako sustavno validirati ishode učenja postignute primjenom AR-a u nastavi, niti akceptiraju informacijski paket aktivnog učenja i njegove informacijske objekte, čija je konceptualizacija razmatrana u provedenom istraživanju. U četvrtom poglavlju predstavljena je metodologija korištena u eksperimentu, a prema ciljevima istraživanja identificirani su informacijski objekti *Smješteno, Igre, Istraživanje* informacijskog paketa *Aktivno učenje*. Na osnovu njih je ispitano i utvrđeno postojanje, odnos i intenzitet veza kreiranih informacijskih konstrukata *Percepcija* i *Znanje* procjenom utjecaja aktivnog učenja primjenom proširene stvarnosti. Detaljno je objašnjen plan istraživanja, istraživački dizajn, obrada i interpretacija podataka istraživanja, tehnike obrade i analize podataka, metode prikupljanja podataka, analiza podataka te valjanost i pouzdanost podataka i etički aspekti. U petom poglavlju predstavljena je analiza rezultata dobivenih kroz eksperimentalni dio istraživanja, a rezultati su prikazani pojedinačno za svaki oblik AR učenja prema postavljenim hipotezama istraživanja. Na kraju doktorskog rada obrazložen je zaključak te priložena literatura, popis tablica, slika, dijagrama, grafikona, opis kratica i prilozi.

Za provedbu istraživanja korišten je anketni upitnik za prikupljanje podataka ispitanika pomoću alata *Google Forms* koji je integriran u aplikaciji *HaubicAR* preko koje je proveden i test znanja kroz tri oblika AR učenja. Ispitanici su u eksperimentu podijeljeni u tri grupe/oblika učenja. Svaka grupa je obuhvatila 90 ispitanika što je ukupno 270 ispitanika. Nakon izlaganja svih varijabli kompletna statistička obrada je provedena u programu IBM SPSS 25. Analizom rezultata utvrđeno je da su ispitanici jednog oblika AR učenja Grupe *Smješteno + Igre + Istraživanje* postigli statistički značajnu veću razinu znanja u odnosu na ispitanike druge dvije grupe. U šestom poglavlju predstavljena je diskusija koja daje sažetak na temelju provedenog istraživanja koje je postavljeno na eksperimentalnom modelu, kao i dokazi postavljenih hipoteza. Nadalje, rezultati diskusije ukazuju na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi. Statistička obrada podataka ukazuje na statistički značajnu razliku u prosječnom rezultatu na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene

stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR aktivnog učenja determiniranog slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija → Znanje*.

Konstruirane su i testirane tri hipoteze s ciljem iznalaženja odgovora na postavljena istraživačka pitanja. Potvrđena je prva hipoteza (H1): „Percepcija kadeta prema primjeni AR-a u nastavi vezana je za njihovo imerzivno iskustvo i poznavanje AR tehnologije”. Vezano za otpor korištenja proširene stvarnosti koja se odnosi na mišljenje kadeta i značaju primjene o tome bi li trebalo koristiti tehnologiju proširene stvarnosti u učioničkoj nastavi i vojnoj stručnoj praksi ( $C = 4.00$ ) utvrđeno je da kadeti smatraju da bi se ova tehnologija trebala često koristiti. Pri tome 55,6 % smatra da bi se trebala koristiti često, a 28,9 % da bi se trebala koristiti vrlo često. Prosječan rezultat na skali dobiven na ukupnom uzorku ( $M = 4.25$ ,  $SD = 0.51$ ) ukazuje na relativno pozitivnu percepciju kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s čime se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja (H1). Provedenim istraživanjem potvrđena je druga hipoteza (H2): „Kadeti koji su podučavani kroz sve oblike AR aktivnog učenja (*Smješteno, Igre, Istraživanje*) postižu statistički značajno veću razinu znanja u odnosu na kadete druge dvije skupine”. Bolji rezultat na završnom testu znanja ostvarili su kadeti iz grupe *Smješteno + Igre* ( $M = 8.71$ ,  $SE = 0.15$ ), a najbolji rezultat kadeti iz grupe *Smješteno + Igre + Istraživačko* ( $M = 10.33$ ,  $SE = 0.15$ ) pozitivna je i statistički značajna, čime se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja (H2). Potvrđena je i posljednja hipoteza (H3): „Razina ishoda učenja primjenom AR aktivnog učenja determinirana je slijedom informacijskih konstrukata *Percepcija → Znanje*”. Rezultati istraživanja ukazuju da kadeti koji koriste AR imaju značajno pozitivniju percepciju o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi ( $M = 4.46$ ,  $SD = 0.47$ ) u usporedbi s kadetima koji je ne koriste AR ( $M = 4.23$ ,  $SD = 0.51$ ). Dobivena je statistički značajna razlika, s čime se zadovoljava i potvrđuje tvrdnja (H3).

Preporuke za daljnja istraživanja sugeriraju da u sveučilišnim okvirima treba akceptirati znanstvene studije i izvještaje koji predlažu da se trend nove tehnologije proširena stvarnost uvede u nastavu što skorije, s ciljem promjene u praksi podučavanja. Osim navedenog, moderna istraživanja trebaju uvoditi nove tehnologije u sveučilišno obrazovanje kadeta i/ili studenata i nastavnika, koji se moraju prilagoditi izazovima i zahtjevima suvremenog digitalnog društva, uzimajući u obzir percepciju i trendove u nastajanju s kojima se danas susreću kadeti i/ili studenti. Iz navedenih razloga, oportuno je razmotriti nastavak predmetnog istraživanja tako da

se zadrži metoda istraživanja (eksperiment) i pri tome uzorak proširi na ostale studijske programe, posebice na vojne studije u Republici Hrvatskoj, a u bližoj perspektivi i na države članice NATO saveza koji imaju sličan sustav obuke kadeta.

Važno je daljnja istraživanja usmjeriti na validaciju postavljenog funkcionalnog modela, dizajniranje simulacijskog modela aktivnog učenja primjenom VR/AR/XR tehnologija koji će teorijski biti usidren u informacijsko-komunikacijskim znanostima i koji će biti svojevrsni integrativni element u interdisciplinarnom pristupu kreiranju inovativne znanstvene metodologije daljnjih istraživanja.

## LITERATURA

- Abulrub, A. H. G., Attridge, A. N. and Williams, M. A. 2011. „Virtual reality in engineering education“, IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) – „Learning Environments and Ecosystems in Engineering Education“, Amman, 4–6, pp. 751–757.
- Ackoff, L. Russell. 1989. From data to wisdom. Journal of Applied Systems Analysis. Volume 16. University Odyssey Address: 206.107.43.105. University of Mississippi (MUM) Interlibrary Services Article. pp. 3–9.
- Adachi, J. C. Paul; Willoughby, Teena. 2013. More Than Just Fun and Games: The Longitudinal Relationships Between Strategic Video Games, Self-Reported Problem Solving Skills, and Academic Grades, Springer Science+Business Media, J Youth Adolescence, New York, DOI 10.1007/s10964-013-9913-9, 42 pp. 1041–1052.
- Akçayır, Murat; Akçay, Gökçe; Pektaş, Miraç, Hüseyin; Ocak, Akif, Mehmet. 2016. Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. Computers in Human Behavior, 57(), doi:10.1016/j.chb.2015.12.054, pp. 334–342.
- Akçayır, Murat; Akçayır, Gökçe. 2017. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>, (pristupljeno 11. veljače 2022. 14:35).
- Akçayır, Murat; Akçayır, Gökçe. 2016. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review, (), S1747938X16300616–. doi:10.1016/j.edurev.2016.11.002. pp. 1–11.
- Alavi, Maryam; Leidner, E. Dorothy. 2001. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. Management Information Systems Research Center, University of Minnesota is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access MIS Quarterly, Vol. 25, No. 1, pp. 107–136.
- Al-Azawi, Rula; Al-Faliti Fatma; Al-Blushi, Mazin. 2016. Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study, "International Journal of Innovation,

- Management and Technology vol. 7, no. 4, doi: 10.18178/ijimt.2016.7.4.659 , pp. 131–136.
- Allee, V. 1997. 12 Principles of knowledge management. Training & development. Vol. 51, pp. 71–74.
- Alpeza, Mirela. 2010. Učeća organizacija, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek. <https://dokumen.tips/documents/ucece-organizacije.html?page=3>, (preuzeto 2. svibnja 2022. 08:17).
- Amaguana, Fabricio; Collaguazo, Brayan; Titua, Jonathan; Aguilar, G. Wilbert. 2018. Simulation System Based on Augmented Reality for Optimization of Training Tactics on Military Operations, 5th International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics (SALENTO AVR), DOI: 10.1007/978-3-319-95270-3\_33, Otranto, Italy, pp.394–403.
- Andersen, Jack. 2015. Genre Theory In Information Studies, Emerald Group Publishing Limited, British Library Cataloguing in Publication Dana, First edition, ISBN: 978-1-78441-255-5.
- Antolović, Petar. 2018. Primjena virtualne stvarnosti u vojnoj domeni, Završni rad, Završni zadatak br. 2. Preddiplomski sveučilišni studijski program Vojno inženjerstvo, Hrvatsko Vojno Učilište „Dr. Franjo Tuđman“, Sveučilište u Zagrebu.
- Antonietti, A.; Imperio, E.; Rasi, C.; Sacco, M. 2001. Virtual reality and hypermedia in learning to use a turning lathe. Journal of Computer Assisted Learning 17(2) doi:10.1046/j.0266-4909.2001.00167.x, pp.142–155.
- Ardelt, Monika. 2004. Wisdom as Expert Knowledge System: A Critical Review of a Contemporary Operationalization of an Ancient Concept, DOI: 10.1159/000079154, Human Development; 47, pp. 257–285.
- Argote, Linda; Hora, Manpreet. 2016. Organizational Learning and Management of Technology. Reference: POMS 12667 To appear in: Production and Operations Management. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1111/poms.12667>

- Argyris, Chris; Schön, A. Donald. 1978. *Organizational learning: A theory of action perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co. ISBN 0-201-00174-8, pp. 8–29.
- Arnseth, H. C. 2006. Learning to play or playing to learn – a critical account of the models of communication informing educational research on computer gameplay. *Games studio the international journal of computer game research*. volume 6 issue 1, ISSN:1604-7982. <http://gamestudies.org/06010601/articles/arnseth>, (pristupljeno 21. travnja 2022.14:10).
- Ashtari, Narges; Bunt, Andrea; McGrenere, Joanna; Nebeling, Michael; Chilana, K. Parmit. 2020. *Creating Augmented and Virtual Reality Applications: Current Practices, Challenges, and Opportunities*, doi.org/10.1145/3313831.3376722, pp. 1–13. <http://www.michael-nebeling.de/publications/chi20c.pdf>, (pristupljeno 21. ožujka 2022. 19:35).
- Azuma, T. Ronald. 1997. A survey of augmented reality. *Presence, Teleoperators and Virtual Environments* 6, pp. 355–385.
- Bacca, Jorge; Baldiris, Silvia; Fabregat, Ramon; Graf, Sabine. 2014. *Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications*. *Educational Technology And Society*, 17(4), ISSN 1436-4522, pp. 133–149.
- Baker, Jason; Parks-Savage, Agatha; Reh fuss, Mark. 2009. *Teaching Social Skills in a Virtual Environment: An Exploratory Study*. *The Journal for Specialists in Group Work*, 34(3), doi:10.1080/01933920903039195, pp. 209–226.
- Baltes B., Paul; Staudinger M., Ursula. 2000. *Wisdom: A metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence*. *American Psychologist*, 55, p. 122–136.
- Bamidele, Rasak. 2022. *Organizational Culture*, In book: *Industrial Sociology, Industrial Relations and Human Resource Management*, Chapter: 1 Publisher: Fab Educational Books, ResearchGate, pp. 284–292.
- Bamodu, O. & Ye, X. M. 2013. *Virtual Reality and Virtual Reality System Components*. In *Advanced Materials Research* 765, pp. 1169–1172.
- Bandura, Albert. 1977. *Social Learning Theory*. Prentice Hall, A Paramount Communications Company, Englewood Cliffs, New Jersey, ISBN 0-13-816744-3 pbk.

- Barab, Sasha; Thomas, Michael; Dodge, Tyler; Carteaux, Robert; Tuzum, Hakan. 2005. Making Learning Fun: Quest Atlantis, A Game Without Guns ETR&D, ISSN 1042–1629, Vol. 53, No. 1, ISSN 1042–1629, pp. 86–107.
- Battle, Juan; Lewis, Michael. 2002. The Increasing Significance of Class The Relative Effects of Race and Socioeconomic Status on Academic Achievement. *Journal of Poverty*, doi:10.1300J134v06n02\_02, 6(2), pp. 21–35.
- Bawden, David; Robinson, Lyn. 2015a. A few exciting words: Information and entropy revisited. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, doi:10.1002/asi.23459 , 66 (10), pp. 1965–1987.
- Bawden, David; Robinson, Lyn. 2015b. Waiting for Carnot: Information and complexity, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, doi:10.1002/asi.23535 66(11), pp. 2177–2186.
- Bawden, David; Robinson, Lyn. 2012. *Introduction to Information Science*, British Library Cataloguing in Publication Data, Printed and made in Great Britain by MPG Books Group,. ISBN 978-1-85604-810-1, London, UK.
- Bawden, David; Robinson, Lyn. 2022. *Introduction to Information Science*, 2nd Edition, ISBN 978-1-78330-496-7 (PDF), This second edition. Published by Facet Publishing, 7 Ridgmount Street, London.
- Baxter, Gavin; Hainey, Thomas. 2019. Student perceptions of virtual reality use in higher education, *Journal of Applied Research in Higher Education*, <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106>, (pristupljeno 17. veljače 2022. 14:34).
- Belkin J. Nicholas. 1990. The cognitive viewpoint in information science. *Journal of Information Science*, 16(1), doi:10.1177/016555159001600104, pp. 11–15.
- Belkin, J. Nicholas. 1978. Information concepts for information science. *Journal of Documentation*, Vol. 34, No.1, doi:10.1108/eb026653, p. 55–85.
- Belkin, N. J.; Oddy, R. N.; Brooks, H. M. 1982. ASK for information retrieval. Parts 1. Background and Theory, *Journal of Documentation*, Volume 38, No. 2, pp.61–71.



- Belkin, N. J.; Seeger, T.; Wersig, G. 1983. Distributed expert problem treatment as a model for information system analysis and design. *Journal of Information Science*, 5(5), doi:10.1177/016555158200500501, pp. 153–167.
- Bell, T. John; Fogler, H. Scott. 1995. The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool. <https://www.cs.uic.edu/~jbell/Professional/Papers/aseepap2.pdf>, (pristupljeno 23. kolovoza 2021. 08:44).
- Bernik, Andrija; Vusić, Damir; Kober, Dejan. 2019. Implementation of Augmented Reality Application and Computer Graphics: The Case of the Stolen Paintings, *Technical Gazette* 26, 6, pp.1570–1575.
- Billinghurst, Mark; Duenser, Andreas. 2012. Augmented reality in the classroom. *Computer, Computer* ( Volume: 45, Issue: 7, July 2012) , DOI: 10.1109/MC.2012.111, pp.56–63.
- Billinghurst, Mark; Kato, Hirokazu; Poupyrev, Ivan. 2001. The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21, pp. 6–8.
- Bimber, Oliver; Ramesh, Raskar. 2005. Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds, <http://pages.cs.wisc.edu/~dyer/cs534/papers/SAR.pdf>, (pristupljeno 16. kolovoza 2021. 15:37).
- Blender. <https://www.blender.org/>, (pristupljeno 5. ožujka 2022. 18:21).
- Bloom, S. Benjamin; Engelhart, D. Max; Furst, J. Edward; Hill, H. Walker; Krathwohl, R. David. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*; Longman Group Ltd.: London, UK.
- Bobrow G., Daniel; Collins M., Allan. 1975. *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, (Editors), Academic Press, New York and London. ISBN 0-12-108550-3.
- Bolisani, E., and Bratianu, C. 2018. The elusive definition of knowledge. In Bolisani, E. and Bratianu, C. (2018). *Emergent knowledge strategies: Strategic thinking in knowledge management* (pp. 1-22). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-60656\_1

- Bonwell, C. Charles; Eison, A. James. 1991. Active learning: Creating excitement in the classroom. Information Analyses—ERIC Clearinghouse Products (071), p. 3. ISBN 978-1-878380-08-1. ISSN 0884- 0040.
- Borko, Harold. 1968. Information Science: what is it?. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/asi.5090190103>, (pristupljeno 12. veljače 2022. 10:43).
- Borlund, Pia. 2013. Interactive Information Retrieval: An Introduction, Journal of Information Science Theory and Practice, doi.org/10.1633/JISTaP.2013.1.3.2 1, (3), pp.12–32.
- Bosančić, Boris. 2016. Proces stjecanja znanja kao problem informacijskih znanosti, Libellarium, IX, I, UDK: 001.1/.9, DOI: <http://dx.doi.org/10.15291/libellarium.v9i1.249>, (pristupljeno 25. travnja 2022. 11:36).
- Bosančić, Boris. 2017. DIKW-Hijerahija: za i protiv, UDK/UDC 001:02. Pregledni rad / Vjesnik bibliotekara Hrvatske 60, 2–3, ISSN 0507-1925. str. 1–24.
- Boubekeur, Fatiha; Azzoug, Wassila. 2013. Concept-Based Indexing in Text Information Retrieval, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 5, No 1, DOI : 10.5121/ijcsit.2013.5110, pp. 119–136.
- Bouthillie France; Shearer, Kathleen. 2002. Understanding Knowledge Management and Information Management: The Need for an Empirical Perspective. Information Research: an international electronic journal, <http://www.informationr.net/ir/8-1/paper141.html>, (pristupljeno 23. siječnja 2022. 22:36).
- Bower, Matt; Howe, Cathie; McCredie, Nerida; Robinson, Austin; Grover, David. 2014. Augmented Reality in education – cases, places and potentials.” In: Educational Media International, DOI:10.1080/09523987.2014.889400 , 51(1), pp. 1–15.
- Boyles, Brian. 2017. Virtual Reality and Augmented Reality in Education. [https://www.westpoint.edu/sites/default/files/inlineimages/centers\\_research/center\\_for\\_teaching\\_excellence/PDFs/mtp\\_project\\_papers/Boyles\\_17.pdf](https://www.westpoint.edu/sites/default/files/inlineimages/centers_research/center_for_teaching_excellence/PDFs/mtp_project_papers/Boyles_17.pdf), (pristupljeno 21. travnja 2022. 23:58).

- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington.
- Bratianu, Constatin. 2018. *Organizational Knowledge*, Chapter 6, This is a chapter from the book: Bratianu, C. (2015). *Organizational Knowledge Dynamics: Managing Knowledge Creation, Acquisition, Sharing, and Transformation*. Hershey: IGI Global. ResearchGate, DOI: 10.4018/978-1-4666-8318-1.ch006, pp. 1–27.
- Bratianu, Constatin. 2018. *Organizational Learning and the Learning Organization*, Chapter 12, This is a chapter from the book: Bratianu, C. (2015). *Organizational Knowledge Dynamics: Managing Knowledge, Creation, Acquisition, Sharing, and Transformation*. Hershey: IGI Global. ResearchGate, DOI: 10.4018/978-1-4666-8318-1.ch012, pp. 1–25.
- Brown, John, Seely; Collins, Allan; Duguid, Paul. 1989. *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*, 18(1), doi.org/10.3102/0013189X018001032, pp. 1–34.
- Buch, Tasha; Egenfeldt-Nielsen, Simon. 2006. *The learning effect of „Global Conflicts: Palestine“*, Center for Computer Games research, IT University of Copenhagen, pp. 1–4.
- Buchtová, Michaela; Šisle, Vít; Brom, Cyril. 2013. *Educational Games and Simulations at School: Experimental Comparison with Classic Teaching Methods and Requirements of Successful Implementation into School Environment and Curricula*, In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Interaction Design in Educational Environments*, DOI: 10.5220/0004597301250132, pp. 125–132.
- Bujak, Keith R.; Radu, Iulian; Catrambone, Richard; MacIntyre, Blair; Zheng, Ruby; Golubski, Gary. 2013. *A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom*. *Computers & Education*, 68(1), doi:10.1016/j.compedu.2013.02.017, pp. 536–544.
- Buntak, Krešimir; Kovačić, Matija; Martinčević, Ivana. 2020. *Impact Of Digital Transformation On Knowledge Management In Organization*, *Advances in Business-Related Scientific Research Journal*, Volume 11, No. 1, pp. 37–47.
- Burgin, Mark; Hofkirchner, Wolfgang. 2017. *Introduction: Omnipresence of Information as the Incentive for Transdisciplinarity*, *Information Studies and the Quest for*

- Transdisciplinarity, [https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/9789813109001\\_0001](https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/9789813109001_0001), (pristupljeno 9. travnja 2022. 11:25).
- Cabero, Julio; Barroso, Julio. 2016. The educational possibilities of Augmented Reality. *J. New Approaches Educational Research*, Vol. 5. No.1, DOI: 10.7821/naer.2016.1.140, pp. 44–50.
- Cao, Rosa. 2012. A teleosemantic approach to information in the brain, *Biol Philos* ,(27), DOI 10.1007/s10539-011-9292-0, pp. 49–71.
- Capurro, Rafael; Hjørland, Birger. 2003. The concept of information. *Annual Review of Information Science and Technology*, doi:10.1002/aris.1440370109 , 37(1), pp. 343–411.
- Car, Željka; Podobnik, Vedran; Babić, Jurica; Antonić, Martina. 2022. Optimizacija aplikacije HaubicAR i dodavanje funkcionalnosti za automatizaciju provođenja istraživanja učinkovitosti aktivnog učenja uz pomoć aplikacije na Hrvatskom vojnom učilištu Dr. Franjo Tuđman. Projektna dokumentacija. Verzija <3.0>. Fakultet elektrotehnike i računarstva. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.
- Carlisle, Judith P. 2015. Continuing the DIKW hierarchy conversation. *Proceedings of the Tenth Midwest Association for Information Systems Conference 2015.*, Pittsburg, Kansas.
- Carlsson, S. A., El Sawy, O. A., Eriksson, I., and Raven, A. 1996. „Gaining Competitive Advantage Through Shared Knowledge Creation: In Search of a New Design Theory for Strategic Information Systems“, in *Proceedings of the Fourth European Conference on Information Systems*, Lisbon.
- Cassirer, Ernst. 1944. *An Essay on Man: An Introduction to a Philosophy of Human Culture*, Yale University Press, Chapter XI, [https://monoskop.org/images/1/11/Cassirer Ernst An essay on man An introduction 1944.pdf](https://monoskop.org/images/1/11/Cassirer_Ernst_An_essay_on_man_An_introduction_1944.pdf), (pristupljeno 12. veljače 2021. 11:43).
- Cassirer, Ernst. 1944. *An Easy On Man*. Doubleday Anchor Books & Company, Inc., Garden City, New York.

- Castellanos, Almudena; Pérez Carlota. 2017. New Challenge in Education: Enhancing Student's Knowledge through Augmented Reality, DOI 10.1515/9783110497656-015, pp. 273–293.
- Caudell. P. Thomas; Mizel. W. David. 1992. Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes. Boeing Computer Services, Research and Technology, 0073-1 129-1192 \$3.00 0 1992 IEEE , pp. 659–669.
- Chang, Hsin-Yi; Wu, Hsin-Kai; Hsu, Ying-Shao. 2013. Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue, *British Journal of Educational Technology*, Vol 44 No doi:10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x, pp.95-E99.
- Chen, Chih-Ming; Tsai, Yen-Nung. 2012. Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools, Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies, National Chengchi University, No. 64, Section 2, ZhiNan Road, Wenshan District, Taipei City 116, Taiwan, ROC, *Computers & Education* 59, pp. 638–652.
- Chen, Yu-L; Hsu, Chun-Chia; Lin, Chih-Yung; Hsu, Hsiao-Hui. 2022. Robot-Assisted Language Learning: Integrating Artificial Intelligence and Virtual Reality into English Tour Guide Practice. *Educ. Sci.*, doi.org/10.3390/educsci12070437 Practice. Educ. Sci. 12, p. 437.
- Cheung, Yin, Siu; Ng, Yin, Kai. 2021. Application of thr Educational Game to Enhance Student Learnng, *Frontiers in Education*, doi.org/10.3389/feduc.2021.623793, pp. 1-10.
- Chiang H. C. Tosti; Yang, J. H. Stephen; Hwang, Gwo-Jen. 2014. An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities, *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), pp.352–365.
- Cleverdon, Cyril; Mills, Jack; Keen, Michael. 1966. Factors Determining the Performance of Indexing Systems. Vol 1: Design; Part 1. Text, An investigation supported by a grant to ASLIB by the National Science Foundation, Cranfield, UK: College of Aeronautics.
- Collis, Jill; Hussey, Roger. 2021. *Business Research – a practical guide for student*. This fifth edition published. ISBN 9781352011814. RED GLOBE PRESS.Previous editions

published under the imprint PALGRAVE. Red Globe Press in the UK is an imprint of Macmillan Education Limited, London, England.

- Cooper, Z. Linda. 2004. The Socialization of Information Behavior: A Case Study of Cognitive Categories for Library Information. *The Library Quarterly: Information, Community, Policy*, 74(3), doi:10.1086/422775, pp. 299–336.
- Cózar-Gutiérrez, Ramón; Sáez-López, Manuel, José. 2016. Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: An experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13, pp. 1–11.
- Cronin, Blaise. 2008. The sociological turn in information science, *Journal of Information Science*, 34 (4), DOI: 10.1177/0165551508088944, pp. 465–475.
- Crossan M. Mary; Lane W. Henry; White E. Roderick. 1999. 'An organizational learning framework: From intuition to institution'. *Academy of Management Review*, 24(3), pp. 522–538.
- Cuendet, Sebastian; Bonnard, Quentin; Do-Lenh, SSON; Dillenbourg, Pierre. 2013. Designing augmented reality for the classroom. *Computer and Education*, 68, doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015, pp.557–569.
- Černý, Michal. 2022. Searching for a Definition of Information Literacy as a Socially Cohesive Component of Community: A Complementarity of Experts and Student Approach. *Social Sciences* 11: 235. <https://doi.org/10.3390/socsci11060235>, (preuzeto 30. svibnja 2022. 08:27).
- Daft L., Richard; Weick E., Karl. 1984. Toward a Model of Organizations as Interpretation System, *Research Gate* (Copyright 2001), DOI: 10.2307/258441, Vol. 9, No.2, pp.284–295.
- Dalkir, Kimiz. 2005. *Knowledge management in theory and practice*. Oxford, UK: Elsevier Butterworth-Heinemann, ISBN: 0-7506-7864-X, p.96.
- Danie, Sir, John. 2020. *Education and the COVID-19 pandemic*, Springer, Prospects, doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3, pp. 1–6.

- Daniela, Linda. 2020. *New Perspectives on Virtual and Augmented Reality. Finding New Ways to Teach in a Transformed Learning Environment*, and by Routledge52 Vanderbilt Avenue, New York, NY, ISBN: 978-0-367-43211-9.
- De Mey, Marc. 1982. *The cognitive paradigm*. Published by D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland / Boston, USA / London, England. ISBN-I3: 978-90-277-1600-2, pp. 83–107.
- Dede, Chris. 2004. *Planning for neomillennial learning styles: Implications for investments in technology and faculty*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.119.9896&rep=rep1&type=pdf>, (pristupljeno 12. travnja 2022. 17:44).
- Dede, Chris. 2009. *Immersive interfaces for engagement and learning*. *Science*, DOI:10.1126/science.1167311, 323, pp.66–69.
- Dede, Chris. 2005. *Planning for Neomillennial Learning Styles*, *Educase Quarterly*, <https://er.educause.edu/articles/2005/1/planning-for-neomillennial-learning-styles>, (preuzeto 15. ožujka 2022. 21:34)
- Dede, Chris; Salzman, C. Marilyn; Loftin, R. Bowen. 1996. *Virtual Realities for Learning Complex and Abstract Scientific Concepts*, *IEEE Proceedings of the IEEE 1996 Virtual Reality Annual International Symposium – Santa Clara, CA, USA*. doi:10.1109/vrais.1996.490534, pp. 246–252.
- Dede, C.; Salzman, M.; Loftin, R.; B.; Ash. K. 2000. *Innovations in Science and Mathematics Education: Advanced Designs for Technologies of Learning*, M. J. Jacobson, R. B. Kozma, Eds. Erlbaum, Mahwah, NJ., pp. 361–413.
- Dede, Chris. 2009. *Immersive Interfaces for Engagement and Learning*, *SCIENCE*, 2, Vol 323, Issue 5910, DOI: 10.1126/science.1167311, pp. 66–69.
- Department of the Army Field Manual No. 6 – 22. 5. 2009. *Combat and Operational Stress Control Manual for Leaders and Soldiers*, Headquarters Department of the Army Washington, DC, pp. 50

- Derry, N. Gregory. 1999. *What science is and how it works*. Published by Princeton University Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey ISBN 0-691-05877-6. p.3.
- Dewey, Melvil. 2011. *Dewey Decimal Classification and Relative Indeks*. OCLC Online Computer Library Center, Inc., Volume 1, Edition 23., Dublin, OH 43017-3395 USA, ISBN-13: 978-1-910608-80-7.
- Di Serio, Ángela; Ibáñez, Blanca, María; Kloos, Delgado, Carlos. 2012. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course, *Computers & Education*, Volume 68, doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002, pp. 586–596.
- Diegmann, Phil; Schmidt-Kraepelin, Manuel; Eynden, Sven; Basten, Dirk. 2015. Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature Review, 12th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Osnabrück, Germany, pp.1542–1556.
- Ding, Lu. 2018. Applying gamifications to asynchronous online discussions: A mixed methods study. *Computers in Human Behavior*, 91, DOI: 10.1016/j.chb.2018.09.022, pp. 1–11.
- Donna M. Mertens. 2007. Transformative Paradigm Mixed Methods and Social Justice, *Journal of Mixed Methods Research*, Volume 1, Number 1, DOI: 10.1177/1558689807302811, pp. 212–225.
- Dunbar, Norah E. i sur. 2014. Implicit and explicit training in the mitigation of cognitive bias through the use of a serious game, Elsevier Ltd., *Computers in Human Behavior* 37, doi:10.1016/j.chb.2014.04.053, pp. 307–318.
- Dunleavy, Matt; Dede, Chris; Mitchell, Rebecca. 2009. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18, DOI 10.1007/s10956-008-9119-1, pp.7–22.
- Dunn, Rita; Beaudry, Jeffery S.; Klavas, Angela. 2002. Survey of research on learning styles. *California Journal of Science Education*, Volume II, Issue 2 – Spring, California Science Teachers Association 2(2): pp.75–98.
- Durlach, I. Nathaniel; Mavor, S. Anne. 1995. *Virtual reality: scientific and technological challenges*, ISBN 13: 9780585023021 .



- Egghe, Leo. 2005. Expansion of the field of informetrics: Origins and consequences. *Information Processing and Management*, doi:10.1016/j.ipm.2005.03.011 41(6), pp.1311–1316.
- El-Farr, Hadi; Hosseingholizade, Rezvan. 2019. Aligning Human Resource Management with Knowledge Management for Better Organizational Performance: How Human Resource Practices Support Knowledge Management Strategies?, DOI: 10.5772/intechopen.86517, pp.1–27.
- Eshet-Alkalai, Yoram. 2012. Thinking in the Digital Era. 2012. A Revised Model for Digital Literacy, *Issues in Informing Science and Information Technology*, DOI: 10.28945/1621, Volume 9, pp. 267–276.
- Eshet-Alkalai, Yoram. 2012. Thinking in the Digital Era: A Revised Model for Digital Literacy, *Issues in Informing Science and Information Technology*, DOI: 10.28945/1621, Volume 9, pp. 267–276.
- European Education Area, Quality education and training for all. Akcijski plan za digitalno obrazovanje (2021 – 2027) <https://education.ec.europa.eu/hr/focus-topics/digital-education/digital-education-action-plan>, (pristupljeno 21. lipnja 2022. 18:25).
- European, Commission. 2021. The 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade, Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Commit Of The Regionste COMMITTEE OF THE REGIONS, Com, 118 final, p.5.
- European, Commission Project. 2006. iTACITUS. <https://cordis.europa.eu/project/id/034520>
- Europska komisija / EACEA / Eurydice, 2019. Digitalno obrazovanje u školama u Europi. Izvješće Eurydicea. Luxembourg – Ured za publikacije Europske unije.
- Faber, Pamela; Martín San, Antonio. 2016. Specialized language pragmatics, ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/235942418>, (pristupljeno 21. srpnja 2022. 12:11).
- Falah, Jannat; Khan, Soheeb; Alfalah, Tasneem; Alfalah, Salsabeel F. M.; Chan, Warren; Harrison, David K.; Charissis, Vassilis. 2014. Virtual Reality medical training system for

- anatomy education. IEEE, Science and Information Conference (SAI) – London, doi:10.1109/sai.2014.6918271, pp. 752–758.
- Farooq, M. S.; Chaudhry, A. H.; Shafiq, M.; Berhanu, G. 2011. Factors affecting students' quality of academic performance: A case of Secondary School level. *Journal of Quality and Technology Management*, Volume 7(2), pp.1–14.
- Field, Andy. 2009. *Discovering statistics using SPSS*. ISBN 978-1-84787-906-6, SAGE Publications Inc. 2455 Teller Road Thousand Oaks, California. USA
- Figuerska, Irena. 2014. The benefits of knowledge management in organization. ResearchGate, See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/282860730>, (pristupljeno 21. ožujka 2022. 10:23).
- Fischhoff, Baruch. 2013. The sciences of science communication. Department of Engineering and Public Policy, and Department of Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213-3890 | vol. 110 | suppl. 3, pp. 14033–14039.
- Flask. <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>, (pristupljeno 4. ožujka 2022. 11:28).
- Floridi, Luciano. 2010. *Information: a very short introduction*, Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780199551378, Published in the United States by Oxford University Press Inc., New York.
- Fofić, Tereza. 2022. Prototip programskog rješenja za podršku logističkim zahtjevima, Završni rad. Završni zadatak br. 183. Preddiplomski sveučilišni studijski program Vojno inženjerstvo, Hrvatsko Vojno Učilište „Dr. Franjo Tuđman“ Sveučilište u Zagrebu.
- Fowler, Chris. 2015. Virtual reality and learning: where is the pedagogy?, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 46 No. 2, pp. 412–422.
- Frappaolo, Carl. 2002. *Knowledge Management*. Capstone Publishing, ISBN 1-84112-243-2 (a Wiley company) Newtec Place, Magdalen Road, Oxford OX4 1RE, United Kingdom.
- Fresco, Nir. 2022. Information in Explaining Cognition: How to Evaluate It?, *Philosophies* 2022, 7, 28. doi.org/10.3390/philosophies7020028. pp. 2–19

- Frick, W. Theodore; Chadha, Rajat; Watson, Carol; Wang, Ying; Green, Pamela. 2009. College student perceptions of teaching and learning quality. *Educational Technology Research and Development*, 57(5), ) 57:705–720 DOI 10.1007/s11423-007-9079-9, pp. 705–720.
- Frické, Martin. 2019. The knowledge pyramid: the DIKW hierarchy, *Knowledge Organization*, 46 (1), p. 33–46.
- Galusha, M. Jill. 1997. *Barriers to Learning in Distance Education*. University of Southern Mississippi. ERIC Number: ED416377, Record Type: RIE, Retrieved 2011.
- Garvin A., David; Edmondson C., Amy; Gino, Francesca. 2008. Is yours a learning organization? *Harvard Business Review*, March, pp.109-116. See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/5440662> (preuzeto 11. travnja 2022. 14:24).
- Garvin, A. David. 2000. *Learning in Action A Guide To Putting The Learning Organization To Work*. ISBN 978-1-59139-1906, Boston, Massachusetts.
- Garzón, Juan; Pavón, Juan; Baldiris, Silvia. 2019. Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, doi:10.1007/s10055-019-00379-9, pp.1–13.
- Gee, James, Paul. 2007. *What Video Games have to Teach us About Learning and Literacy*, Second Edition: Revised and Updated Edition, ISBN 1-4039-6538-2, Palgrave Macmillan, New York.
- Gleick, James. 2011. *The information: a history, a theory, a flood*, Pantheon Books and colophon are registered trademarks of Random House, Inc., ISBN 978-0-307-37957-3, Published in the United States by Pantheon Books, a division of Random House, Inc., New York.
- Goffman, William; Saracevic, Tefko. 1977. Structure and behavior of subject literature as the base for forecasting scientific communication. *International Forum on Information and Documentation*, 2, 1, pp.17–19.
- González-González, Carina; Blanco-Izquierdo, Francisco. 2012. Designing social videogames for educational uses, *Computers & Education* 58, doi:10.1016/j.compedu.2011.08.014 pp. 250–262.

- Google Forms. <https://www.google.com/forms/about/>, (pristupljeno 5. ožujka 2022. 15:18).
- Gray, E. David. 2017. *Doing Research in the Business*. WorldSAGE Publications Ltd. First published, ISBN 978-1-4739-1567-1. Thousand Oaks, California, USA.
- Greenwood, T. Andrew; O'Neil, P. Michael. 2016. *Harnessing the Potential of Augmented and Virtual Reality for Military Education*, 12th International Conference on Intelligent Environments (IE), *Intelligent Environments*, DOI: 10.3233/978-1-61499-690-3-249, Volume: 21, pp. 249–254.
- Gurcan, Fatih; Sevik, Setenay. 2019. *Human-Computer Interaction: A Literature Analysis from 1998 to 2018 Using Automated Text Mining*, IEEE 2019 1st International Informatics and Software Engineering Conference (UBMYK) – Ankara, Turkey, doi:10.1109/UBMYK48245.2019.8965599, pp. 1–5.
- Hainey, Thomas; Westra, Wim; Connolly, M. Thomas; Boyle, Liz; Baxter, Gavin; Beeby, B. Richard; Soflano, Mario. 2013. *Student's attitudes toward playing games and using games in education: comparing Scotland and the Netherlands*. *Computers & Education*, Vol. 69, pp. 474–484.
- Hammersley, Martyn; Traianou, Anna. 2012. *Ethics in qualitative research: Controversies and contexts*. First published. ISBN 978-0-85702-140-3, SAGE Publications Inc. Teller Road Thousand Oaks, California, USA.
- Hannes, Kaufmann. 2003. *Collaborative Augmented Reality in Education*, <https://www.researchgate.net/publication/2555518>, (pristupljeno 19. veljače 2022. 12:17).
- Hartt, Maxwell; Hosseini, Hadi; Mostafapour, Mehrnaz. 2020. *Game On: Exploring the Effectiveness of Gamebased Learning*, DOI:10.1080/02697459.2020.1778859, pp. 1–17.
- Hay, E. Kenneth; Marlino, Mary; Holschuh, R. Douglas. 2000. *The Virtual Exploratorium: Foundational Research and Theory on the Integration of 5-D and Visualization in Undergraduate Geoscience Education*. *International Conferences of the Learning Science*, University of Michigan, pp. 214–220.
- He, Jun; Han, Peng; Liu, Huan; Men, Shiyang; Ju, Lu; Zhen, Pu; Wang, Ting. 2017. *The Research And Application of the Augmented Reality Technology*, IEEE 2nd Information

- Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), 978-1-5090-6414-4/17/\$31.00, pp. 496–501.
- Heroku, <https://www.heroku.com/>, (pristupljeno 5. ožujka 2022. 09:15 ).
- Hjørland, Birger. 2015. Theoretical development of information science: A brief history, University of Copenhagen, Royal School of Library and Information Science, Denmark, pp.1–70.
- Horvat Novak, Dunja; Hunjet, Anica. 2015. Analiza učinkovitosti visokog obrazovanja u Republici Hrvatskoj, Tehnički glasnik 9, 4, str. 461–468.
- Huang, Yu Chih; Backman, Kenneth Frank; Backman, Sheila J.; Chang, Lan Lan. 2016. Exploring the Implications of Virtual Reality Technology in Tourism Marketing: An Integrated Research Framework. *International Journal of Tourism Research*, 18(2), 116–128. doi:10.1002/jtr.2038.
- Huseman, C. Richarda; Goodman, P. Jon. 1999. *Leading with knowledge: The nature of competition in the 21st century*. Sage Publications, ISBN-10 : 0761917756. London
- Hussein, Mustaf; Nätterdal, Carl. 2015. *The Benefits of Virtual Reality in Education. A Comparison Study*, Department of Computer Science and Engineering, Chalmers University Of Technology, University Of Gothenburg, Göteborg, Sweden, pp.1–15.
- Ibáñez, María-Blanc; Di-Serio, Ángela; Villarán-Molina, Diego; Delgado-Kloos, Carlos. 2014. *Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study*, Article in *IEEE Transactions on Education*, DOI: 10.1109/TE.2014.2379712, pp.1–7.
- Ingwersen, Peter. 1982. Search procedures in the library analysed from the cognitive point of view. *Journal of Documentation*, Vol. 38 Iss, doi:10.1108/eb026727 pp. 165–191.
- Ingwersen, Peter. 1992. *Information retrieval interaction*. Los Angeles and London: Published Taylor Graham, ISBN 0 94756854 9.
- Isberto, Michael. 2018. *The History of Augmented Reality*. Dohvaćeno iz <https://www.colocationamerica.com/blog/history-of-augmented-reality>, (pristupljeno 7. veljače 2022. 11:23).

- Jabareen, Yosef. 2009. Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of qualitative methods*, 8(4), pp.49–62.
- Jansen, Harrie. 2010. The logic of qualitative survey research and its position in the field of social research methods. Paper presented at the Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research. Volume 11, No. 2, Art. 11, ISSN 1438-5627, DOI: [org/10.17169/fqs-11.2.1450](https://doi.org/10.17169/fqs-11.2.1450). pp.1–21.
- Janih, Peter. 2018. *What is information?*. Published by the University of Minnesota Press. ISBN 978-1-5179-0009-0.
- Jashapara, Ashok. 2011. *Knowledge Management An Integrated Approach*, Second edition, ISBN: 978-0-273-72685-2, Edinburgh Gate Harlow Essex CM20 2JE, England.
- Jelle Boeve-de Pauw, Niklas Gericke, Daniel Olsson 1 and Teresa Berglund. 2015. The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability*, doi:10.3390/su71115693, 7(11), pp.15693-15717.
- Jesionkowska, Joanna; Wild, Fridolin; Deval, Yann. 2020. Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study, *Education Sciences*, MDPI, doi.org/10.3390/educsci10080198, pp.1–15.
- Joel Murithi Runji and Chyi-Yeu Lin. 2020. Switchable Glass Enabled Contextualization for a Cyber-Physical Safe and Interactive Spatial Augmented Reality PCBA Manufacturing Inspection System, *Sensors*, doi.org/10.3390/s20154286, p.2.
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., Haywood, K. 2010. *The 2010 Horizon report: Australia – New Zealand* ed. Austin, TX: T.N.M. Consortium. ISBN: ISBN-978-0-9825-3348-2, pp.15–17.
- Johnson, L.; Adams, S.; Cummins, M. 2012. *NMC Horizon report: 2012 K-12 edition*. Austin, TX: T.N.M. Consortium, ISBN: ISBN-978-0-9846-6013-1, pp.16–22.
- Johnston, Elizabeth; Olivas, Gerald; Steele, Patricia; Smith, Cassandra; Bailey, Liston. 2017. Exploring pedagogical foundations of existing virtual reality educational applications: a content analysis study, DOI: 10.1177/0047239517745560, *Journal of Educational Technology*, Vol. 46 No. 4, pp. 1–26.

- Jumani, K. Awais; Kumar, Kamlesh; Chhajro, M. Ameen. 2021. Systematic Analysis of Virtual Reality & Augmented Reality. *Information Engineering and Electronic Business*, 1, DOI: 10.5815/ijieeb.2021.01.04, pp.36–43.
- Karlsson, Michael. 2015. Challenges of designing Augmented Reality for Military, Institutionen för informatik, UMEA Universitet, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:823544/FULLTEXT01.pdf>, (pristupljeno 12. prosinca 2021. 08:36).
- Kaufmann, Hannes; Schmalstieg, Dieter. 2003. Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27, pp. 339–345.
- Kerawalla, Lucinda; Luckin, Rosemary; Seljeflot, Simon; Woolard, Adrian. 2006. „Making it real“:exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), doi:10.1007/s10055-006-0036-4, pp. 163–174.
- Kesima, Mehmet; Ozarslan, Yasin. 2012. Augmented Reality in Education:Current Technologies and the Potential for Education.*Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, pp.297-302.
- Khatun, Ayesha. 2018. Sharing Tacit Knowledge: The Essence of Knowledge Management. *ResearchGate*, DOI: 10.4018/978-1-5225-3725-0.ch004, pp. 50–63.
- Kinateder, Max; Ronchi, Enrico; Nilsson, Daniel; Kobes, Margrethe; Müller, Mathias; Pauli, Paul; Mühlberger, Andreas. 2014. Virtual Reality for Fire Evacuation Research. *Computer Science and Information Systems*, DOI: 10.13140/2.1.3380.9284, pp. 319–321.
- Kiryakova, Gabriela; Angelova, Nadezhda; Yordanova, Lina. 2018. The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education, *TEM Journal*. Volume 7, Issue 3, Pages, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM73-11, pp. 556–565.
- Klopfer, Eric; Squire, Kurt. 2008. Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Education Tech Research Dev* 56(2), doi:10.1007/s11423-007-9037-6, pp. 203–228.
- Koenig, Michael; Neveroski, Kenneth. 2008. The Origins and Development of Knowledge Management. *Journal of Information & Knowledge Management*, 7(4), doi:10.1142/S0219649208002111, pp. 243–254.

- Kolaš, Petra. 2018. Poboljšanje vojnog timskog rada zasnovano na primjeni ozbiljnih igara, Završni rad. Završni zadatak br. 6. Preddiplomski sveučilišni studijski program Vojno inženjerstvo, Hrvatsko Vojno Učilište „Dr. Franjo Tuđman“, Sveučilište u Zagrebu.
- Kumar, Ranjit. 2010. Research Methodology – a step-by-step guide for beginners. This third edition published, ISBN 978-1-84920-300-5, SAGE Publications, London. UK.
- Lai, W. Jennifer; Bower, Matt. 2019. How is the use of technology in education evaluated? A systematic review. Computers and Education, 133, 27–42. doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.010, pp. 27–42.
- Lane, Hobson; Howard, Cole; Hapke, Max Hannes. 2019. Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python. Manning Publications Co., ISBN 9781617294631
- Lasić-Lazić, Jadranka; Milković, Marin; Rosanda Žigo, Iva. 2020. Digital competences as core competences for lifelong learning. EDULEARN20 Proceedings Virtually. doi:10.21125/edulearn.2020.1537 , pp. 5911–5915.
- Lave, Jane; Wenger, Etienne. 1991. Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-42374-8 paperback.
- Lee, Elinda Ai-Lim; Wong, Kok Wai. 2014. Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. Computers & Education, 79(), doi:10.1016/j.compedu.2014.07.010, pp. 49–58.
- Lee, Kangdon. 2012. Augmented Reality in Education and Training Volume 56, TechTrends, Number 2, pp.13–21.
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. 2021. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, (semiotika). <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55345>>, (pristupljeno 8. kolovoza 2022. 14:35).
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. 2021. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, (pragmatika). <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=49926>>, (pristupljeno 8. kolovoza 2022. 16:05).



- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. 2021. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, (semantika). <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55330>>, (pristupljeno 6. lipnja 2022. 17:11).
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. 2021. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, (sintaksa). <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=56165>. (pristupljeno 6. lipnja 2022. 19:24).
- Letina, Alena. 2016. Staregije aktivnog učenja u nastavi prirode i društva, Rasprave i članci , 1–26. str. <https://hrcak.srce.hr/file/261352> , (pristupljeno 23. svibnja 2022. 18:57).
- Liarokapis, Fotis; Mourkoussis, Nikolaos; White, Martin; Darcy, Joe; Sifniotis, Maria; Petridis, Panos; Basu, Anirban; Lister, F. Paul. 2004. Web3D and augmented reality to support engineering education ,World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.3, No.1, pp. 11–14.
- Liebenau, Jonathan; Backhouse, James. 1990. Understanding Information: an introduction, Published by MacMillan Education Ltd., ISBN 978-1-349-11948-6 (eBook), DOI 10.1007/978-1-349-11948-6.
- Liew, Anthony. 2007. Understanding data, information, knowledge and their interrelationships. Journal of Knowledge Management Practice 8, 2. Dostupno na <http://www.tlinc.com/article134.htm> preuzeto (15. svibnja 2022. 10:32).
- Liu, David; Jenkins, A. Jenkins; Sanderson, M. Penelope; Fabian, Perry; Russell, W. John. 2010. Monitoring with Head-Mounted Displays in General Anesthesia: A Clinical Evaluation in the Operating Room. Society for Technology in Anesthesia DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181d3e647, Volume 110, Number 4, pp. 1032–1038.
- Luić, Ljerka. 2009. Strateško planiranje integriranog poslovno-informacijskog sustava – Dizajn modela na primjeru visokog obrazovanja. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, str. 45–49.
- Luić, Ljerka; Glumac, Dejan. 2009. The Role of ICT Technology in the Knowledge Society. Proceedings of Papers – Volume 1 of 2 volumes „9th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services TELSIKS 2009“ / Milovanović, Bratislav D. – Niš : Institute of Electrical and Electronics Engineers

- (IEEE) and Faculty of Electronic Engineering. DOI: 10.1109/TELSKS.2009.5339515. pp. 310–313.
- Luić, Ljerka; Škoda, Jelena. 2020. Challenges of digital age curriculum convergence. CERI2020 – 13th International Conference of Education, Research and Innovation, Online Conference ATED Academy, doi: 10.21125/iceri.2020.1383, pp. 6448–6454.
- Lu, Su-Ju; Liu, Ying-Chieh. 2015. Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. Environmental Education Research, DOI: 10.1080/13504622.2014.911247., 21(4), pp. 525–541.
- Machlup, Fritz. 1983. Semantic quirks in studies of information. In: F.Machlup & U. Mansfield (eds): The Study of Information. New York, NY: Wiley & Sons. p. 641–672.
- Machlup, Fritz; Mansfield, Una. 1983. The Study of Information, (eds). New York, NY: Wiley & Sons, ISBN : 047188717X
- Maier, Ronald. 2007. Information and Communication Technologies for Knowledge Management(Third Edition). ISBN 978-3-540-71407-1, doi:10.1007/978-3-540-71408-8, Springer: Verlag Berlin Heidelberg.
- Majeed, H. Zainab; Ali, A. Huda. 2020. A review of augmented reality in educational applications, International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration, Vol 7(62), doi.org/10.19101/IJATEE.2019.650068, pp. 20–27.
- Mandal, Sharmistha. 2013. Brief Introduction of Virtual Reality & its. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 4, April-2013 304 ISSN 2229-5518, pp. 304–309.
- Marr, Bernard. 2019. The 10+Best Real-World Examples Of Augmented Reality, <https://bernardmarr.com/the-10-best-real-world-examples-of-augmented-reality/>, (pristupljeno 15. listopad 2021. 15:34).
- Martin-Gonzalez, Anabel; Chi-Poot, Angel; Uc-Cetina, Victor. 2016 Usability evaluation of an augmented reality system for teaching Euclidean vectors. Innovations in Education and Teaching International, Volume: 53 Issue: 6, DOI: 10.1080/14703297.2015.1108856, pp. 627–636.

- Martin-Gutierrez, Jorge; Saorn, Luis, Jose; Contero, Manuel; Mariano Alcaniz;Perez-Lopez, C. David; Mario Ortega, Mario. 2010. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers and Graphics*, 34(1): pp. 77–91.
- Matijević, Milan.; Radovanović, Diana. 2011. *Nastava usmjerena na učenika*. Zagreb: Školske novine, ISBN 978-953-160-236-5.
- Maxwell, Joseph, Alex, Joseph. 2008. *Designing a Qualitative Study*, ResearchGate. DOI: 10.4135/9781483348858.n7, pp. 214–253.
- Maxwell, Joseph, Alex. 2013. *Qualitative research design: An interactive approach*, Edition 3, 41 Applied Social Research Methods Series, ISBN 978-1-4129-8119-4 (pbk.) Sage publications. Los Angeles, California, USA.
- McCrindle, Mark. 2014. *The ABC of XYZ: Understanding the Global Generations*, Published by McCrindle Research Pty Ltd, ISBN: 978 0 9924839 0 6 (pbk.)
- McElroy, W. Mark. 2001. *The New Knowledge Management, Second-Generation Knowledge Management*. doi:10.1016/b978-0-7506-7608-3.50008-6, pp. 3–32.
- McQueen, R. 1998. *Four Views of Knowledge and Knowledge Management*, in *Proceedings of the Fourth Americas Conference on Information Systems*, E. Hoadley and I. Benbasat (eds.), August 1998, pp. 609–611.
- Mealy, Paul. 2018. *Virtual & Augmented Reality For Dummies*. ISBN 978-1-119-48134-8 (pbk); ISBN 978-1-119-48152-2 (ebk), Published by: John Wiley & Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, New Jersey, USA.
- Memarsadeghi, Nargess; Varshney, Amitabh. 2020. *Virtual and Augmented Reality Applications in Science and Engineerings*, *Computing In Science & Engineering*, vol. 22, DOI Bookmark: 10.1109/MCSE.2020.2987151, pp. 4–6.
- Merchant, Zahira; Goetz, Ernest T.; Cifuentes, Lauren; Keeney-Kennicutt, Wendy; Davis, Trina J. 2014. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033, pp. 29–40.

- Merlo, Raquel, Tereza. 2017. Knowledge management technology: humancomputer interaction & cultural perspective on pattern of retrieval, organization, use, and sharing of information and knowledge, *Knowledge and Performance Management*, 1(1), doi:10.21511/kpm.01(1).2017.05, pp. 46–54.
- Mey, L. Jacob. 2006. Pragmatic acts. In: Brown, K. (Ed.), *Encyclopedia of Languages and Linguistics*, 2nd ed., vol. 10. Elsevier, Oxford, pp. 5–11.
- Mihelj, Matjaž; Novak, Domen; Beguš, Samo. 2014. *Virtual Reality Technology and Applications*, Springer Dordrecht, Heidelberg, New York London. Library of Congress Control Number: 2013943952Springer Science+Business Media DordrechtISBN 978-94-007-6909-0 ISBN 978-94-007-6910-6 (eBook), DOI 10.1007/978-94-007-6910-6.
- Milgram, Paul; Kishino, Fumio. 1994. „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays“. *IEICE Transactions on Information Systems*E77-D 12, pp. 1321–1329.
- Milgram, Paul; Takemura, Haruo; Utsumi, Akira; Kishino, Fumio. 1994. Augmented Reality:A class of displays on the reality-virtuality continuum. *SPIE Vol.2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies*, DOI: 10.1117/12.197321, pp. 282–292.
- Miller, Danny. 1996. A preliminary typology of organizational learning: Synthesizing the literature. *Journal of Management*, Volume 22, No. 3, doi.org/10.1177/014920639602200305, pp. 485–505.
- Miller, M. Leslie; Chang, I. Ching; Wang, Shu; Beier, E. Margaret; Klisch, Yvonne. 2011. Learning and motivational impacts of a multimedia science game, *Computers & Education*, Vol. 57, pp. 1425–1433.
- Mine, Mark; Rose, David; Yang, Bei; Baar van Jeroen; Grundhöfer, Anselm. 2012. „Worcester Polytechnic Institute“. [https://web.cs.wpi.edu/~gogo/courses/cs525A/papers/Mine\\_2012\\_ProjectionAR.pdf](https://web.cs.wpi.edu/~gogo/courses/cs525A/papers/Mine_2012_ProjectionAR.pdf), (pristupljeno 11. srpnja 2021. 13:24).
- Miralles-Martínez, Pedro; Gómez-Carrasco, J. Cosme; Arias, B. Victor; Fontal-Merillas, Olaia. 2019. Digital resources and didactic methodology in the initial training of history teachers. *Comunicar*, n. 61, v. XXVII, *Media Education Research Journal* | ISSN: 1134-3478; e-ISSN: 1988-3478, DOI <https://doi.org/10.3916/C61-2019-04>, 61, pp. 41–51.

- Miralles-Martínez, Pedro; Gómez-Carrasco, J. Cosme; Fernández, Monteagudo, José. 2019. Perceptions on the use of ICT resources and mass-media for the teaching of History. A comparative study among future teachers of Spain-England. *Educacion XX1*, 22, DOI: 10.5944/educXX1.21377, pp. 187–211.
- Moffett, Sandra; McAdam, Rodney; Parkinson, Stephen. 2002. Developing a Model for Technology and Cultural Factors in Knowledge Management: A Factor Analysis. Research Article, *Knowledge and Process Management* Volume 9 Number 4, DOI: 10.1002/kpm.152 , pp. 237–255.
- Mumford, Lewis. 1986. *Pentagon moći MIT O MAŠINI 2*, Grafički zavod Hrvatske GZH, Zagreb, prijevod: Nikica Petrak, ISBN-86-399-0036-1, str. 82–102.
- Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka. 1995. *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. ISBN 10:0195092694, Published by Oxford University Press, Inc.200 Madison Avenue, New York, New York. 135798642, Printed in the United States of America.
- O’Flaherty, Jacqueline; Phillips, Craig. 2015. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *Internet and Higher Education*, 25, doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002, pp. 85–95.
- Oberman, Peterka, Sunčica. 2013. *Etika i društvena odgovornost. Poduzetništvo-predavanja*. [http://www.efos.unios.hr/poduzetnistvo/wpcontent/uploads/sites/206/2013/04/P16\\_Poslovna-etika-i-drustvena-odgovornost\\_2012\\_13.pdf](http://www.efos.unios.hr/poduzetnistvo/wpcontent/uploads/sites/206/2013/04/P16_Poslovna-etika-i-drustvena-odgovornost_2012_13.pdf), (pristupljeno 11. svibanj 2022. 11:28).
- Ogiela, Lidia. 2017. *Cognitive Information Systems in Management Sciences The Fundamentals of Cognitive Informatics*. doi:10.1016/B978-0-12-803803-1.00002-1, pp. 11–23
- Okayama, Tsuyoshi; Miyawaki, Kazuya. 2013. The „Smart Garden“ System using Augmented Reality. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(4), pp. 307–310.
- Oxford English Dictionary. 2021. New words list March, <https://public.oed.com/updates/new-words-list-march-2021/#>, (pristupljeno 10. svibnja 2022. 22:15).
- Oxford English Dictionary. 2010. Publisher: Oxford University Press Print Publication Date: 2010 Print, (3 ed.) ISBN-13: 9780199571123, DOI: 10.1093/acref/9780199571123.001.0001.

- Pallant, Julie. 2016. SPSS survival manual: A Step by Step Guide to Data Analysis using SPSS. ISBN 10:1760875538 6th ed. Maidenhead: Open University Press/McGraw Hill.
- Pantelić, A.; Vukovac, D. Plantak. 2017. The Development of Educational Augmented Reality, Applicatio: A Practical Approach, ISBN: 978-84-697-6957-7, ICERI2017 Conference 16th-18th November 2017, Seville, Spain, pp. 8745-8752.
- Pantelidis, S. Veronica. 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, Special Issue, ISSN: EISSN-1792-8788, pp. 59–70.
- Pantelidis, S. Veronica. 2010. 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, Special Issue, pp. 59–70.
- 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 inScience and Technology Education, Vol. 2 Nos 1-2, pp. 59–70.
- Papanastasiou, George; Drigas, Athanasios Skianis, Charalabos; Lytras, Miltiadis; Papanastasiou, Efrosyni. 2019. Virtual and augmented realityeffects on K-12, higher and tertiary education students’ twenty-frst century skills. Virtual Reality volume 23, doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2, pp. 425–436.
- Paucher, Remi; Turk. Matthew. 2010. Location-basedaugmented reality on mobilephones, Conference: Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society Conference on, DOI: 10.1109/CVPRW.2010.5543249, pp. 9–16.
- Pauw, Boeve-de Jelle; Gericke, Niklas; Olsson, Daniel; Berglund, Teresa. 2015. The Effectiveness of Education for Sustainable Development, Sustainability 7, doi:10.3390/su71115693, pp. 15693–15717.
- Peredue, Tim. 2019. Applications of Augmented Reality, <https://www.lifewire.com/applications-of-augmented-reality-2495561>, (pristupljeno 14. listopad 2021. 10:14).
- Plass, L. Jan; Homer, D, Bruce; Charles, K. Kinzer. K. Charles. 2015. Foundations of Game-Based Learning, Educational Psychologist, DOI: 10.1080/00461520.2015.1122533, 50(4), pp. 258–283.

- Polanyi, Michael. 1969. *Knowing and Being. Essays*, ISBN: 226672859, Publisher: University of Chicago Press.
- Popper, Karl. 2002. *The Logic of Scientific. 2nd Edition*, London: Routledge *The Growth of Scientific Knowledge*, First published in *Routledge Classics* by Routledge ISBN 0-203-99462-0 Master e-book ISBN.
- PostgreSQL. <https://www.postgresql.org/>, (pristupljeno 4. ožujka 2022. 13:05).
- Potkonjak, Veljko; Gardner, Michael; Callaghan, Victor; Mattila, Pasi; Guetl, Christian; Petrović, Vladimir M.; Jovanović, Kosta. 2016. *Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: a Review*. *Computers & Education*, S0360131516300227-. doi:10.1016/j.compedu.2016.02.002, pp. 1–33.
- Prensky, Marc. 2001. *Digital Game-Based Learning. From Digital Game-Based Learning* McGraw Hill, New York. <https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Ch1-Digital%20Game-Based%20Learning.pdf>, (pristupljeno 10. travnja 2022. 18:36).
- Proleksis Enciklopedija Online. 2012. *Struka jezične Znanosti i područja*, <https://proleksis.lzmk.hr/19652/>, (pristupljeno 8. lipnja 2022. 20:06).
- Prusak, Laurence. 2001. „Where did knowledge management come from?”, *IBM Systems Journal*, Vol. 40 No. 4, pp. 1002–1007.
- Python. <https://www.python.org/>, (pristupljeno 4. ožujka 2022. 10:45).
- Radovac, Danijel. 2021. *Analiza Mogućnosti proširene stvarnosti u prezentaciji vojne tehnologije*, Završni rad. Završni zadatak br. 161. Preddiplomski sveučilišni studijski program Vojno inženjerstvo, Hrvatsko Vojno Učilište „Dr. Franjo Tuđman”, Sveučilište u Zagrebu.
- Radu, Iulian. 2014. *Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis*. *Pers Ubiquit Comput*, Springer-Verlag London, DOI 10.1007/s00779-013-0747-y, pp. 1533–1543.
- Radu, Iulian. 2012. *Why Should My Students Use AR? A Comparative Review of the Educational Impacts of Augmented-Reality*, IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Science and Technology Proceedings, Atlanta, Georgia, 978-1-4673-4662-7/12/, pp. 313–314.

- Ram, Neta; Duncan, Pritchard. 2009. *Arguing about knowledge*. Routledge, ISBN 9780415448390, London.
- Rasimah, Che, Mohd, Yusoff; Halimah, Badioze, Zaman; Azlina Ahmad. 2011. Evaluation of user acceptance of mixedreality technology, *Australasian Journal of Educational Technology*, 27Special issue, 8, pp. 1369–1387.
- Rathkopf, Charles. 2017. *What Kind of Information is Brain Information?* Springer, doi:10.1007/s11245-017-9512-6, pp. 1–8.
- Rauschnabel, A. Philipp. 2021. Augmented reality is eating the real-world! The substitution of physical products by holograms. *International Journal of Information Management*. Published by Elsevier Ltd. Volume 57, doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102279, pp. 1–15.
- Ravipati, Sri. 2017. 5VR Trends to Watch in Education, *Campus Technology*, <https://campustechnology.com/articles/2017/05/16/5-vr-trends-to-watch-in-education.aspx>, (pristupljeno 14. veljače 2022. 20:15).
- Ray, Ananda Bibek; Deb, Suman. 2016. Smartphone Based Virtual Reality Systems in Classroom Teaching – A Study on the Effects of Learning Outcome. Eighth International Conference on Technology for Education, IEEE,(T4E) – Mumbai, India (T4E), doi:10.1109/T4E.2016.022, pp. 68–71.
- Re+Public. 2018. How Augmented Reality Can Bring Changes in Agriculture?, <https://www.republiclab.com/augmented-reality-agriculture/>, (pristupljeno 12. listopada 2021. 12:34).
- Resta, Paul. 2002. *Information and Communication Technologies In Teacher Education. A Planning Guide*, ED/HED/TED/3, Division of Higher Education UNESCO, Paris, France.
- Richards, John. 2017. Infrastructures for Immersive Media in the Classroom, *Virtual, Augmented, And Mixed Realities In Education*. Edited by: Liu, D; Dede, C; Huang, R; Richards, J., Book Series: Smart Computing and Intelligence, DOI: 10.1007/978-981-10-5490-7\_6, pp. 89–104.



- Roberto, Rafael; Freitas, Daniel; Lima, Paulo, Joao; Teichrieb, Veronica; Kelner, Judith. 2011. ARBlocks: A Concept for a Dynamic Blocks Platform for Educational Activities, XIII Symposium on Virtual Reality, DOI 10.1109/SVR.2011.19, pp. 28–37.
- Robinson, Lyn; Karamuftuoglu, Murat. 2010. The nature of information science: changing models, IR Information Research, Vol. 15 NO. 4, pp. 1–10.
- Robson, Colin; McCartan, Kieran. 2011. Real world research in applied settings. Oxford, UK: Blackwell Publishing. ISBN 978-1-118-74523-6 (pbk.).
- Rosanda Žigo, Iva; Kirinić, Višeslav. 2020. Digital competences and skills as the key to successful future education – distance learning at the doctoral level in a situation caused by COVID-19 pandemic. ICERI 2020, ISBN: 978-84-09-24232-0, pp. 8000–8009.
- Roschelle, M. Jeremy; Pea, D. Roy; Hoadley, M. Christopher; Gordin, N. Douglas; Means, M. Barbara. 2001. Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. Princeton University is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to the Future of Children, Children And Computer Technology, Vol. 10 \* No. 2 10(2), pp. 76–101.
- Rosenbaum, Eric; Klopfer, Eric; Perry, Judy. 2007. On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. Journal of Science Education and Technology, 16(1), pp. 31–45.
- Rouse, Rebecca. 2016. A Media Archeology Approach to Panoramas, Kinematography, Mixed Reality and Beyond., doi:10.1007/978-3-319-48279-8\_9 , pp. 97–107.
- Rowley, Jennifer. 2007. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy, Journal of Information Science, 33 (2), CILIP, DOI: 10.1177/0165551506070706, pp. 163–180.
- Rowley, Jennifer. 2011. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. Journal of Information Science, 33 (2), pp. 163–180.
- Ryle, Gilbert. 1949. The Concept of Mind. Routledge Printed in Great Britain by William Brendon and Son Ltd. HUTCHINSON'S UNIVERSITY LIBRARY, Huchirfton House, London, W.i, The Majflocr Press (late of Plymouth) at Butihcy Mill Lane Watford, Herts.

- Saez-Lopez, José Manuel; Cózar-Gutiérrez, Ramón; Gonzalez-Calero, José Antonio; Carrasco Gómez J, Cosme. 2020. Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training, View Web of Science ResearcherID, Volume: 10 Issue: 2, Article Number: 26, DOI: 10.3390/educsci10020026m, pp. 1–12.
- Sala, Nicoletta. 2013. Applications of Virtual Reality Technologies in Architecture and in Engineering, 78 International Journal of Space Technology Management and Innovation, 3(2), DOI: 10.4018/ijstmi.2013070104, pp. 78–88.
- Saltan, Fatih; Arslan, Ömer. 2017. The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review, Eurasia Journal Of Mathematics Science and Technology Education, Volume: 13, Special Issue: SI, DOI:10.12973/eurasia.2017.00628a, Issue: 2. pp. 503–520.
- Saltan, Fatih; Arslan, Ömer. 2017. The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review, Euasia Journal Of Mathematics Science And Technology Education, Volume: 13, Special Issue: SI, DOI:10.12973/eurasia.2017.00628a, pp. 503–520.
- Salton, Gerard; Buckley, Chris. 1987. Term Weighting Approaches in Automatic Text Retrieval, Department of Computer Science, Itaha, New York . 14853-7501, pp. 1–21.
- Santos, Ericson C. Marc; Chen, Angie; Taketomi, Takafumi. 2014. Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation. IEEE Transactions On Learning Technologies, Vol. 7, DOI: 10.1109/TLT.2013.37, pp. 38–56.
- Saracevic, Tefko; Wood, J. 1981. Consolidation of Information: A Handbook of Evaluation, Restructuring and Repackaging of Scientific and Technical Information, Unit-4 Information Analysis and Consolidation Centers, Paris: UNESCO. (PGI-81IWS/16)
- Saracevic, Tefko. 2010. Information science, Encyclopedia of Library and Information Sciences, Third Edition, Publisher Taylor & Francis, 1:1, pp. 2570–2585.
- Schubert, P., Lincke, D., and Schmid, B. 1998. „A Global Knowledge Medium as a Virtual Community: The NetAcademy Concept”, in Proceedings of the Fourth Americas Conference on Information Systems, pp. 618–620.

- Servaes, Jan. 2008. *Communication for Development and Social Change*, Published by Vivek Mehra for SAGE Publications India Pvt Ltd, typeset in 10/13 pt Nebaraska by Star Compugraphics Private Limited, Delhi and printed at Chaman Enterprises, New Delhi, ISBN: 978-0-7619-3609-1 (PB), pp. 14–16.
- Shaffer, David, Williamson; Gee, James, Paul. 2005. Before every child is left behind: How epistemic games can solve the coming crisis in education. Under review by Educational Researcher, ResearchGate, pp. 1–28.
- Shannon, Elwood, Claude; Weaver, Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Ill: University of Illinois Press. pp. 31.
- Shapiro, R. Fred. 1995. Coinage of the term Information Science. *Journal of the American Society for Information Science*, DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(199506)46:53.0.CO;2-3, 46(5), pp. 384–385.
- Shera, Hauk, Jesse. 1973. *Knowing books and men: knowing computers too*, Littleton CO: Libraries Unlimited.
- Sherman W. R., Craig A. B. 2003. *Understanding virtual reality*. Morgan Kaufman Publishers.
- Sherman, R. William, Craig, B., Alan. 2018. *Understanding virtual reality*. Morgan Kaufman. (eBook). Publishers is an imprint of Elsevier 50 Hampshire Street, 5th Floor, Cambridge, MA 02139, United States ISBN: 978-0-12-818399-1, pp. 6–16
- Shin, Dong-Hee. 2017. „The role of affordance in the experience of virtual reality learning: technological and affective affordances in virtual reality”, *Interactive Learning Environments*, Vol. 24 No. 1, pp. 3–19. Bernardo, Antonio. 2017. Virtual reality and simulation in neurosurgical training, *World Neurosurgery*, Vol. 106, pp. 1015–1029.
- Siau, Keng; Wang, Yuan. 2007. Cognitive evaluation of information modeling methods, *Information and Software Technology* 49, DOI: 10.1016/j.infsof.2006.07.001, pp. 455–474.
- Sielhorst, Tobias; Obst, Tobias; Burgkart, Rainer; Riener, Robert; Navab, Nassir. 2004. An augmented reality delivery simulator for medical training. In *International Workshop on*

- Augmented Environments for Medical Imaging, MIC-CAI Satellite Workshop, pp. 11–20.
- Silverman, David. 2013. *Doing qualitative research*. Fourth edition, ISBN 978-1-4462-6014-2, SAGE Publications Inc. Teller Road Thousand Oaks, California, USA.
- Singhal, Samarth; Bagga, Sameer; Goyal, Praroop; Saxena, Vikas. 2012. Augmented Chemistry: Interactive Education System. *International Journal of Computer Applications*. *International Journal of Computer Applications*, Volume 49, No. 15, July 2012 <http://dx.doi.org/10.5120/7700-1041>, (pristupljeno 15. travnja 2022. 11:43).
- Slater, Mel. 2003. A Note on Presence Terminology. <https://www.researchgate.net/publication/242608507>, (pristupljeno 15. siječnja 2022. 08:25).
- Slater, Mel; Usoh, Martin. 1994. Depth of Presence in Immersive Virtual Environments, <https://www.researchgate.net/publication/237129885>, (pristupljeno 21. siječnja 2022. 11:21).
- Smith, A. Elizabeth. 2001. The role of tacit and explicit knowledge in the workplace. *Journal of Knowledge Management* Volume 5. Number 4. MCB University Press. ISSN 1367-3270 doi:10.1108/13673270110411733, pp. 311–321.
- Snowden, David. 2002. Complex Acts of Knowing; Paradox and Descriptive Self-Awareness. *Journal of Knowledge Management*, Volume 6, No. 2, DOI 10.1108/13673270210424639, pp. 100–111.
- Soós, Sándor; Kiss, Anna. 2020. Informetrics and the study of science–society communications: a bibliometric scoping review, *Scientometrics* 124, Springer, <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03444-2>, pp. 825–842
- Squire D. Kurt; Jan, Mingfong. 2007. Mad City Mystery: Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-based Augmented Reality Game on Handheld Computers. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 16, No.1, Springer Science & Business Media, LLC, DOI: 10.1007/s10956-006-9037-z, pp. 5–29.

- Stančić, Hrvoje. 2005. Teorijski model postojanog očuvanja autentičnosti elektroničkih informacijskih objekata. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, str. 25–38.
- Stodola, T. Jiří. 2019. The Scope of the Concept of Information and the Future of Information Science, *JIOS*, Vol. 43, No. 1, doi.org/10.31341/jios.43.1.5, pp. 73–98.
- Sutherland IE. 1965. The ultimate display. In: Proceedings of the IFIP congress, pp. 506–508.
- Sutherland, E. Ivan. 1965. The Ultimate Display. Proceedings of IFIP'65, [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show&\\_id=caadria2010\\_039/paper/c58e](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show&_id=caadria2010_039/paper/c58e), (pristupljeno 10. rujna 2021. 17:34).
- Sveiby, K., Erik. 1997. The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge based assets, ISBN 13:9781583764060 San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- Svetlik, Ivan; Stavrou-Costea, Eleni. 2007. Connecting human resources management and knowledge management, *International Journal of Manpower*. Vol. 28, No. 3/4, Emerald Group Publishing Limited, 0143-7720, DOI 10.1108/01437720710755209, pp. 197–206.
- Swensen, H. 2016. Potential of Augmented Reality In Sciences Education a Literature Review. Conference: 9th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI): Seville, Spain, ISBN: 978-84-617-5895-1, pp. 2540–2547.
- Škreb, Lucija. 2020. Primjena proširene stvarnosti u izobrazbi vojnih inženjera, Diplomski rad, Diplomski zadatak br. 48., Diplomski sveučilišni studijski program Vojno inženjerstvo, Hrvatsko Vojno Učilište „Dr. Franjo Tuđman”, Sveučilište u Zagrebu.
- Tabachnick, G. Barbara; Fidell, S. Linda. 2013. Using Multivariate Statistics. Pearson Education Limited. ISBN 10: 1-292-02131-4, Edinburgh Gate Harlow Essex CM20 2JE, England
- Tague-Sutcliffe, Jean. 1992. An introduction to informetrics. doi:10.1016/0306-4573(92)90087-g, 28(1), pp. 1–3.
- Talja, Sanna; Tuominen, Kimmo; Savolainen, Reijo. 2005. ‘Isms’ in information science: Constructivism, collectivism and constructionism. *Journal of Documentation*, Vol. 61 No. 1, Emerald Group Publishing Limited, DOI 10.1108/00220410510578023, pp. 79–101.

- Tekedere, Hakan; Göker, Hanife. 2016. Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: A meta-analysis. *International Journal Environmental And Science Education*, Vol. 11, No.16, pp. 9469–9481.
- Tiwana, Amrit. 2000. *The Knowledge Management Toolkit*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- uit Beijerse, R. P. 2000. Knowledge management in small and medium-sized companies: Knowledge management for entrepreneurs'. *Journal of Knowledge Management*, 4(2), pp. 162–179.
- Tremosa, Laia. 2021. Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR?. <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>, (pristupljeno 23. ožujka 2022. 20:17).
- Tuta, Jadranko. 2020. Primjena virtualne stvarnosti u vojnom okruženju. Zbornik radova s Međunarodne doktorske konferencije za doktorande poslijediplomskih sveučilišnih doktorskih studija u području Medija i komunikacije održane u Koprivnici, ISSN 2718-6008, UDK 378.4(497.5), Zbornik radova 1, Sveučilište Sjever, Hrvatska, str. 264–277.
- Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka. 2020. Serious Games – Communication Aspects of VR Cadet Training Information Model. *Wseas Transactions on Business and Economics*, Volume 17, DOI: 10.37394/23207.2020.17.55, pp. 560–569.
- Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka; Boras, Damir; Radovac, Danijel. 2022. Active Learning: Experiences and Educational Perspectives of the Application of Augmented Reality in Education and Training of Cadets, *Proceedings of INTED2022 Conference*, ISBN: 978-84-09-37758-9, pp. 7734–7741.
- Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka; Car, Željka. 2019. A conceptual model of augmented virtual and reality in cadet training, *European Conference on Electrical Engineering and Computer Science*, (EECS), Athens, Greece, DOI 10.1109/EECS49779.2019.00035, pp. 128–133.
- U.S. Department of Education, Office of Educational Technology National. 2017. *Reimagining the Role of Technology in Education: National Education Technology Plan Update*, American Institutes for Research under the contract ED-04-CO-0040/0010. Version 2.0, Washington, D. C., pp. 18–20.

- Ulicsak, Mary; Williamson, Ben. 2010. Computer games and learning, futurelab innovation in education, <https://www.nfer.ac.uk/publications/futl01/futl01.pdf>, (pristupljeno 21. travnja 2022. 19:43).
- Unreal Engine. <https://www.unrealengine.com/en-US/>, (pristupljeno 4. ožujka 2022. 16:35).
- van Ruler, Betteke. 2018. Communication Theory: An Underrated Pillar on Which Strategic Communication Rests. *International Journal of Strategic Communication* vol. 12, No. 4, doi:10.1080/1553118X.2018.1452240, pp. 367–381.
- Venkatraman, Sitalakshmi; Venkatraman, Ramanathan. 2018. Communities of Practice Approach for Knowledge Management Systems, *Systems*, 6, 36 doi:10.3390/systems6040036, pp. 1–20.
- Vera, Dusya; Crossan, Mary. 2000. Organizational Learning Knowledge Management, and Intellectual Capital; An Integrative Conceptual Model. <https://www.researchgate.net/publication/228805192>, (preuzeto 5. svibnja 2022. 09:42).
- Wai Tat, Fu; Herre, van Oostendorp. 2020. Understanding and Improving Information Search; A Cognitive Approach, (Chapter 3), *How Cognitive Computational Models Can Improve Information Search*, Human-Computer Interaction Series. Springer Nature Switzerland AG, ISBN 978-3-030-38824-9, 10.1007/978-3-030-38825-6, doi:10.1007/978-3-030-38825-6. pp. 29–45.
- Walsh, P., James; Ungson G., Rivera. 1991. „Organizational memory”. *Academy of Management Review*, *Academy of Management Review*, Vol. 16, No. 1, pp. 57–91.
- Watson, Richard, Thomas. 2005. *Data Management: Databases and Organizations*. Publisher: John Wiley & Sons; 5th edition, ISBN-10: 0471715360, New York.
- Webster's. 1961. *Third new international dictionary of the English language, Series III: The Journalistic Assault, October 12-November 30*, Hanna Holborn Gray Special Collections Research Center, University of Chicago Library, 1100 East 57th Street, Chicago, Illinois, USA.
- Whitton, Nicola. 2012. The place of game-based learning in age of austerity, *Journal of e-Learning*, Volume 10, Issue 2, ISSN 1479-4403, pp. 249–256.

- Whitton, Nicola; Langan, Mark. 2018. Fun and games in higher education: An analysis of UK student perspectives. *Teaching in Higher Education*, 23, DOI:10.1080/13562517.2018.1541885, pp. 1000–1013.
- Wiener, Norbert. 1954. *The human use of human beings cybernetics and society*, Digitized by the Internet Archive in 2010, Garden City, New York.
- Wilson, T. D. 1984. The cognitive approach to information-seeking behaviour and information use. *Social Science Information Studies* 4(2-3), doi:10.1016/0143-6236(84)90076-0, pp. 197–204.
- Wilson, T. D.; Streatfield, D. R. 1977. Information needs in local authority social services departments: An Interim Report On Project INISS, *Journal of Documentation*, Vol. 33, No.4, pp. 277–293, <https://doi.org/10.1108/eb026646>, (pristupljeno 14. lipnja 2022. 16:35).
- Woodwell, Douglas. 2013. *Research Foundations: How Do We Know what We Know?* ISBN-13:9781483306742. SAGE Publications. Thousand oaks, California. USA.
- Wu, Hsin-Kai; Lee, Silvia Wen-Yu; Chang, Hsin-Yi; Liang, Jyh-Chong. 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(), doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024, pp. 41–49.
- Xu, Xinhao; Ke, Fengfeng. 2016. Designing a virtual-reality-based, gamelike math learning environment, *American Journal of Distance Education*, Vol. 30 No. 1, pp. 27–38.
- Ya-Ming, Shiue; Yu-Chiung, Hsu; Meng-Huei, Sheng,; Cheng-Hsuan, Lan. 2019. Impact of an augmented reality system on students' learning performance for a health education course. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, (IJMESS), ISSN 2304-1366, IJMESS International Publishers, Jersey City, NJ, Vol. 8, Iss. 3, pp. 195–204.
- Youngbult, Christine. 1998. *Educational Uses of Virtual Reality Technology*, Institute For Defense Analyses, 22311-1772 (703) 845-2000, Alexandria, Virginia.
- Yu D, Jin JS, Luo S, Lai W, Huang Q. 2010. Visual information communication, chap. A useful visualization technique: a literature review for augmented reality and its application, limitation and future direction, Springer, pp. 311–337



- Yuen, Steve, Chi-Yin; Yaoyuneyong, Gallayanee; Johnson, Eric. 2011. Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, Vol. 4: Iss. 1, Article 11., DOI: 10.18785/jetde.0401.10, pp. 129–140.
- Zack, H. Michael. 1998. „An Architecture for Managing Explicated Knowledge” *Sloan Management Review*.
- Zeleny, Milan. 1987. Management support systems: towards integrated knowledge management. *Human Systems Management* 7, 1, pp. 59–70.
- Zhang, Weiping; Wang, Zhuo. 2021. Theory and Practice of VR/AR in K-12 Science Education – A Systematic Review. *Sustainability*, Licensee MDPI, Basel, Switzerland, doi.org/10.3390/su132212646, pp. 1–26.

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Smjer studija .....	116
Tablica 2. Podjela ispitanika po grupama .....	132
Tablica 3. Raspodjela ispitanika prema godini studja .....	133
Tablica 4. Podjela ispitanika prema dobnoj skupini .....	133
Tablica 5. Podjela ispitanika prema spolu .....	133
Tablica 6. Zastupljenost elektroničkih uređaja koje ispitanici osobno posjeduju .....	134
Tablica 7. Učestalost svakodnevnog korištenja elektroničkih uređaja .....	135
Tablica 8. Susretanje ispitanika s VR-om i AR-om u prethodnom obrazovanju.....	136
Tablica 9. Uvid i/ili korištenje uređaja za virtualnu stvarnost u nastavi.....	137
Tablica 10. Učestalost korištenja VR-a u svakodnevnom životu .....	138
Tablica 11. Prepoznavanje tehnologije virtualne stvarnosti .....	138
Tablica 12. Prepoznavanje tehnologije proširene stvarnosti.....	138
Tablica 13. Zastupljenost korištenja AR-a.....	139
Tablica 14. Percepcija/mišljenje kadeta o korištenju proširene stvarnosti u nastavi.....	139
Tablica 15. Rezultati faktorske analize percepcije kadeta o primjeni AR-a u nastavi .....	141
Tablica 16. Deskriptivna statistika i pokazatelji pouzdanosti za pojedine čestice skale percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi.....	142
Tablica 17. Deskriptivna statistika za skalu percepcije kadeta o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi .....	143
Tablica 18. Rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na grupu – rezultati analize varijance .....	143
Tablica 19. Deskriptivna statistika za rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi za pojedinu grupu .....	144
Tablica 20. Spearmanovi koeficijenti korelacije( $\rho$ ) između susretanja s pojmovima VR i AR i percepcije kadeta o primjeni tehnologije AR u nastavi.....	144
Tablica 21. Rezultat na skali percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi s obzirom na korištenje AR – rezultati t-testa za nezavisne uzorke .....	145
Tablica 22. Rezultat na predtestu znanja u početnom mjerenju za tri grupe kadeta.....	146
Tablica 23. Vrijeme provedeno rješavajući predtest znanja s obzirom na grupu .....	146
Tablica 24. Rezultat na podtestu znanja u završnom mjerenju za tri grupe kadeta .....	147
Tablica 25. Vrijeme provedeno rješavajući podtest znanja s obzirom na grupu .....	148
Tablica 26. Deskriptivna statistika za bodove ostvarene na testu znanja u dva mjerenja .....	148

Tablica 27. Rezultat na testu znanja u dva mjerenja s obzirom na grupu (3 x 2 analiza varijance).....	149
Tablica 28. Rezultat na testu znanja u početnom i završnom mjerenju za tri grupe kadeta .....	150
Tablica 29. Rezultati na testu znanja u dva mjerenja s obzirom na grupu nakon kontrole percepcije o primjeni tehnologije AR u nastavi – analiza kovarijance .....	151
Tablica 30. Rezultat na testu znanja u početnom i završnom mjerenju za tri grupe kadeta, uz kontrolu percepcije o primjeni tehnologije AR u nastavi.....	152
Tablica 31. Vrijeme provedeno rješavajući test znanja s obzirom na grupu, Kruskal-Wallis H test .....	154
Tablica 32. Vrijeme provedeno unutar aplikacije (s) s obzirom na grupu – rezultati analize varijance .....	156
Tablica 33. Deskriptivna statistika za vrijeme provedeno unutar aplikacije s obzirom na grupu.....	156

## POPIS SLIKA

Slika 1. Semantička analiza informacije kroz telekomunikacijsku vezu .....	24
Slika 2. Shematski dijagram općenitog informacijskog sustava.....	26
Slika 3. Integracija više čimbenika u VR.....	48
Slika 4. Prednosti AR u edukaciji.....	61
Slika 5. Razlika i sličnost između AR-a i VR-a.....	62
Slika 6. Pojednostavljeni prikaz virtualnog kontinuuma .....	73
Slika 7. Prošireni popis vrsta znanja .....	89
Slika 8. Organizacijsko učenje.....	98
Slika 9. Četiri načina pretvorbe znanja .....	101
Slika 10. DIKUW – Hijerarhija .....	105
Slika 11. DIKW – Hijerarhija .....	106
Slika 12. Dijagram tijeka dizajna istraživanja .....	112
Slika 13. Prikaz početnog zaslona .....	117
Slika 14. Prikaz odabira haubice.....	118
Slika 15. Prikaz odabira sadržaja za Grupu 1 .....	119
Slika 16. Prikaz odabira sadržaja za Grupu 3 .....	119
Slika 17. Prikaz edukacijske PDF datoteke .....	120
Slika 18. Prikaz AR modela haubica D-30 122 mm.....	121
Slika 19. Prikaz AR modela s odabranim dijelovima.....	121
Slika 20. Prikaz teta Google Forms, unutar aplikacije <i>HaubicAR</i> .....	122
Slika 21. Datoteka formata (.csv) sa svim prikupljenim podacima .....	123
Slika 22. Oblik aktivnog učenja Istraživanje - Grupa 3 model D-30 122 mm .....	124
Slika 23. Učionica za provedbu eksperimenta.....	125
Slika 24. Vizualni prikaz zastupljenosti elektroničkih uređaja koje ispitanici osobno posjeduju .....	135
Slika 25. Vizualni prikaz učestalosti svakodnevnog korištenja elektroničkih uređaja.....	136
Slika 26. Prethodno poznavanje uređaja za virtualnu stvarnost u nastavi .....	137
Slika 27. Vizualni prikaz zastupljenosti korištenja AR-a .....	139
Slika 28. Vrijeme provedeno rješavajući početni test znanja - Kruskal-Wallis H testom .....	155
Slika 29. Vrijeme provedeno rješavajući završni test znanja - Kruskal - Wallis H testom .....	155

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Korigirane aritmetičke sredine za rezultat na testu znanja .....	150
Grafikon 2. Korigirane aritmetičke sredine za rezultat na testu znanja, uz kontrolu percepcije o primjeni tehnologije proširene stvarnosti u nastavi .....	153
Grafikon 3. Korigirane aritmetičke sredine za vrijeme provedeno unutar aplikacije (s).....	157

## **POPIS DIJAGRAMA**

Dijagram 1. Znanje u početnom i završnom mjerenju primjenom AR-a u nastavi .....	160
Dijagram 2. Znanje u početnom i završnom mjerenju uz kontrolu percepcije primjenom AR-a u nastavi .....	161
Dijagram 3. Percepcija primjene tehnologije AR u nastavi za pojedinu grupu .....	162
Dijagram 4. Percepcija kadeta o primjeni tehnologije AR u nastavi .....	163
Dijagram 5. Integrativni model hipoteza .....	169

## POPIS I OPIS KRATICA

3AU	3Aktivno Učenje – Smješteno, igre, istraživanje
AR	Augmented Reality – Proširena stvarnost
AR Books	Augmented Reality Books – Proširena stvarnost knjiga
AV	Augmented Virtuality – Proširena virtualnost
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment – Prostor automatiziranog virtualnog okruženja
CKO	Chief Knowledge – direktor za upravljanje znanjem
CSV	Comma Separated Values – vrijednosti odvojene zarezima
DBL	Discovery-Based Learning – Učenje temeljeno na otkrivanju
DIKUW	Data, Information, Knowledge, Understanding, Wisdom – podatak, informacija, znanje, razumijevanje i mudrost
DIKW	Data, Information, Knowledge, Wisdom – podatak, informacija, znanje i mudrost)
Edtech	Educational technology – Obrazovna tehnologija
GBL	Game-Based Learning – Učenje temeljeno na igrama
HMD	Head-Mounted Display – Zaslon na glavi
HUD	Heads-Up Display – Izravni zaslon na glavi
IAC	Information consolidation activities – Aktivnosti konsolidacije informacija
ICT	Information and Communications Technology – Informacijske i komunikacijske tehnologije
ICU	Information Consolidation Unit – Jedinica za konsolidaciju informacija
IR	Information Retrieval – Povrat informacija
KM	Knowledge Management – Upravljanje znanjem
MR	Mixed Reality – Miješana stvarnost
OM	Object-Modeling – Modeliranje objekata
SAR	Spatial Augmented Reality – Prostorna proširena stvarnost
SREnigne	Smart Room Engine – Pametna pokretačka soba

ST	Skills-Training – Vještina-obuka
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics – Znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika
TAT	The Astonishing Tribe – Zapanjujuće pleme
VC	Virtuality Continuum – Virtualni kontinuum
VE	Virtual Environment – Virtualno okruženje
VR	Virtual Reality – Virtualna stvarnost
WoW	Window on World – Pogled kroz prozor
XR	Extended Reality – Produžena stvarnost

## PRILOZI

### Prilog 1. Anketa

### HaubicAR - test - D30

Molimo pritisnite na gumb "Dalje"

Identifikacijski broj (ne mijenjati, pritisnite na gumb "Dalje") \*

Tekst kratkog odgovora

Vrsta testa (ne mijenjati, pritisnite na gumb "Dalje") \*

Pretest

Podtest

Nakon odjeljka 1   Nastavi na sljedeći odjeljak

Percepcija kadeta o primjeni proširene stvarnosti u nastavi

Opis (po izboru)

Koji ste smjer studija? \*

Vojno inženjerstvo

Vojno vođenje i upravljanje

Koja ste godina studija? \*

1.

2.

3.

4.

5.



Kojoj dobnoj skupini pripadate? \*

- 18 - 19 godina
- 20 - 21 godina
- 21 - 22 godina
- 22 - 23 godina
- 23 + godina

Koji ste spol? \*

- Ženski
- Muški

Koji ste spol? \*

- Ženski
- Muški

Koje od navedenih uređaja osobno posjedujete? \*

- Igraća konzola
- Smart phone
- Tablet
- Laptop
- Stolno računalo
- Smart watch
- Smart TV
- Ništa od navedenog



Koje od navedenih uređaja koristite svakodnevno? \*

- Igraća konzola
- Smart phone
- Tablet
- Laptop
- Stolno računalo
- Smart watch
- Smart TV
- Ništa od navedenog

U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom virtualna stvarnost (eng. virtual reality, VR)? (1 = Nikad, 2 = Rijetko, 3 = Povremeno, 4 = Često, 5 = Vrlo često) \*

	1	2	3	4	5	
Nikad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vrlo često

U vašem prethodnom obrazovanju jeste li se susreli s pojmom proširena stvarnost (eng. augmented reality, AR)? (1 = Nikad, 2 = Rijetko, 3 = Povremeno, 4 = Često, 5 = Vrlo često) \*

	1	2	3	4	5	
Nikad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vrlo često

Koje ste uređaje za virtualnu stvarnost imali priliku vidjeti i/ili koristiti u nastavi? \*

- Microsoft Hololens
- Oculus Rift
- Playstation VR
- Samsung Gear VR
- HTC Vive
- Google Cardboard
- Ništa od navedenog

Koliko često koristite tehnologiju virtualne stvarnosti u svakodnevnom životu? (1 = Uopće ne koristim, 2 = Rijetko, 3 = Povremeno, 4 = Često, 5 = Vrlo često) \*

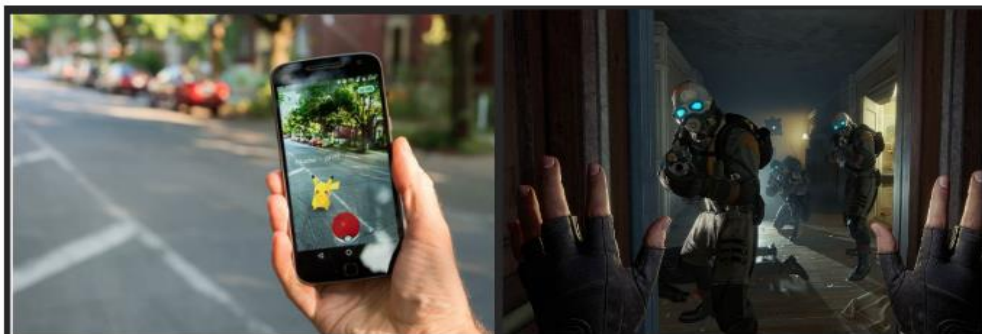
- |                   |                       |                       |                       |                       |                       |            |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
|                   | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |            |
| Uopće ne koristim | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Vrlo često |

Na kojoj je fotografiji prikazana tehnologija virtualne stvarnosti (VR)? \*



- Lijeva
- Desna

Na kojoj je fotografiji prikazana tehnologija proširene stvarnosti (AR)? \*



Lijeva

Desna

Koristite li AR? \*

DA

NE



## AR u nastavi

Opis (po izboru)

Tehnologiju proširene stvarnosti u učioničkoj nastavi i vojno stručnoj praksi trebalo bi koristiti: \*  
(1 = nikad, 2 = vrlo rijetko, 3 = rijetko, 4 = često, 5 = vrlo često)

	1	2	3	4	5	
nikad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vrlo često

Primjena tehnologije proširene stvarnosti unaprijedila bi provedbu vojno stručne prakse. (1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem)

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

Učestalo korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi mogla bi ugroziti zdravlje kadeta. (1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem)

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

Korištenje tehnologije proširene stvarnosti u nastavi unaprijedilo bi digitalne vještine kadeta. \*  
(1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem)

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi neće znatno unaprijediti moje digitalne vještine. (1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem) \*

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

Primjena tehnologije proširene stvarnosti u nastavi doprinijela bi kvaliteti ishoda učenja kadeta. (1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem) \*

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

Primjena tehnologije proširene stvarnosti u obuci kadeta povećala bi interes za vojni studij. (1 = U potpunosti se ne slažem, 2 = Ne slažem se, 3 = Niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = Slažem se, 5 = U potpunosti se slažem) \*

	1	2	3	4	5	
U potpunosti se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

## Prilog 2. Test

HaubicAR - test - D30 ✕ ⋮ ▶ ☰

Opis (po izboru)

Plinska kočnica nalazi se na vratu cijevi. \*

DA

NE

Daljinar služi za ciljanje po \_\_\_\_\_ pri povratnom gađanju. \*

visini

širini

dubini

Duljina cijevi je: \*

4.17 mm

4.27 mm

4.37 mm

Cijev nije užlijebljena. \*

DA

NE

Panorama je ciljna naprava koja služi za neposredno gađanje pokretnih i nepokretnih ciljeva. \*

DA

NE

Kolika je maksimalna dužina trzaja? \*

- 740 mm
- 930 mm
- 980 mm

Vrijeme prelaska iz hodnog u borbeni položaj kraće je od 2 minute. \*

- DA
- NE

Lijevi i desni pokretni krak nisu simetrični. \*

- DA
- NE

Tko od posade postavlja kolimator? \*

- Ciljač
- Pomoćnik ciljača
- Tempirač

Klinovi su: \*

- Ovalnog presjeka
- Trokutastog presjeka
- Zvezdastog presjeka

Vertikalno polje djelovanja je: \*

- 7' do +70'
- 0' do +70'
- +7' do +70'





### Prilog 3. Foto-zapis provedbe eksperimenta

#### Grupa 1 *Smješteno*









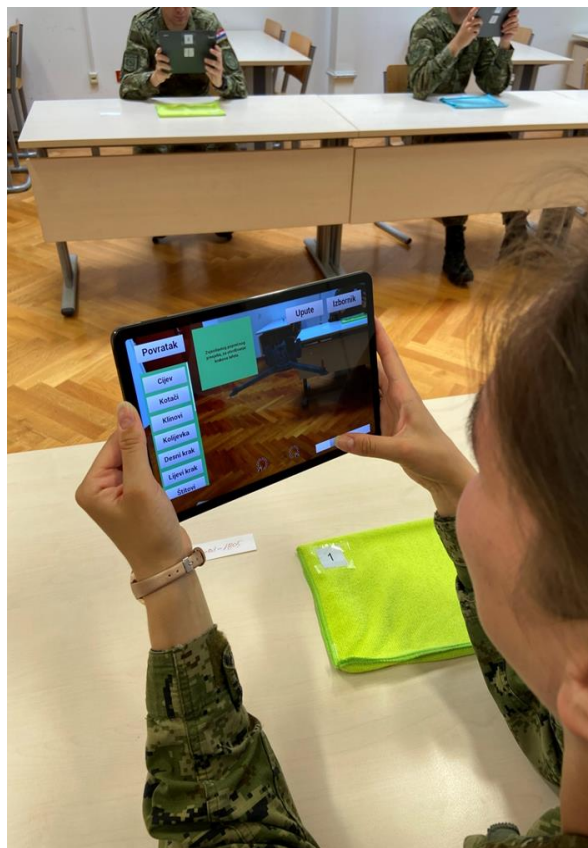
**Grupa 2 Smješteno + Igre**







### Grupa 3 *Smješteno + Igre + Istraživanje*







## Prilog 4. Suglasnosti za provedbu istraživanja



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO OBRANE  
ORUŽANE SNAGE RH  
HRVATSKO VOJNO UČILIŠTE  
„Dr. Franjo Tuđman“

NEKLASIFICIRANO

KLASA: 023-03/21-09/6  
URBROJ: 3352-10-0901-21-30

Zagreb, 3. ožujka 2021.

GLAVNI STOŽER OS RH  
PERSONALNA UPRAVA  
n/r gbr Ivan Zelić

**PREDMET:** Provedba istraživanja vezano uz izradu doktorskog rada  
- zamolba, dostavlja se.

Poštovani,

u prilogu dostavljamo zamolbu za provedbu istraživanja u Kadetskoj bojni, potrebnog za izradu doktorskog rada pukovnika Jadranka Tute, nastavnika u Katedri vojne logistike HVU „Dr. Franjo Tuđman“.

U skladu s Vašim nadležnostima potrebno je ishoditi relevantno odobrenje nadležnih UJ MORH-a i OSRH.


Prilog: Ukupno 3

- Zamolba pk Jadranka Tute, 1(jedan) list u ispisu.
- Podaci o predloženom istraživanju, 5 (pet) listova u ispisu
- Anketni upitnik, 6 (šest) listova u ispisu.

JT/JT

S poštovanjem,

**ZAPOVJEDNIK**

  
general-pukovnik  
Mate Pađen

Dostaviti:

- Naslovu,
- Pismohrani, ovdje.





3

REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO OBRANE  
ORUŽANE SNAGE RH  
HRVATSKO VOJNO UČILIŠTE  
„Dr. Franjo Tuđman“

KLASA: 023-03/21-09/6  
URBROJ: 3352-10-0901-21-15

Zagreb, 30. ožujka 2021.

1

408927

GLAVNI STOŽER OS RH  
PERSONALNA UPRAVA  
n/r gbr Ivan Zelić

Priloge:	02-04-2021	Čl. jed.
Klasifikacija:	642-04/19-01/2	Pril. Vrij.
Unutarnji broj:	3352-10-0901-21-15	

NEKLASIFICIRANO

- pk Frangon  
4

GLAVNI STOŽER OS RH  
PERSONALNA UPRAVA  
n/r gbr Ivan Zelić

**PREDMET:** Provedba istraživanja vezano uz izradu doktorskog rada  
- zamolba i suglasnost, dostavlja se.

**VEZA:** Dopis M-2 MORH-a  
KLASA: 642-04/19-01/2  
VEZA: 512M2-0102-21-8  
od 24. ožujka 2021.

Poštovani,

aktom HVU KLASA: 023-03/21-09/6, URBROJ: 3352-10-0901-21-30 od 3. ožujka 2021. tražena je suglasnost nadležnih UJ MORH i OSRH za provedbu istraživanja u Kadetskoj bojni, potrebnog za izradu doktorskog rada pk Jadranka Tute.

HVU „Dr. Franjo Tuđman“ je suglasno s provedbom predmetnog istraživanja, te u skladu s vašim nadležnostima navedenu informaciju potrebno je proslijediti u M-2 MORH-a.

JT/JT

S poštovanjem,

**ZAPOVJEDNIK**

general-pukovnik  
Mate Paden

Dostaviti:  
- Naslovu,  
- Pismohrani, ovdje.

Dokument je digitalno potpisao Načelnik uprave brigadni general IVAN ZELIĆ



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO OBRANE

NEKLASIFICIRANO

GLAVNI STOŽER OS RH  
PERSONALNA UPRAVA

KLASA: 642-04/21-01/1  
URBROJ: 512-06J1-03-21-5

Zagreb, 6. travnja 2021.

MINISTARSTVO OBRANE

07-04-2021

025-03/29-09/6

1	1	1
---	---	---

512-06J1-03-21-5

SEKTOR ZA RAZVOJ I UPRAVLJANJE LJUDSKIM  
POTENCIJALIMA

PREDMET: Provedba istraživanja u potpori izrade doktorskog rada  
pukovnika Jadranka Tute u HVU „Dr. Franjo Tuđman“  
- suglasnost, dostavlja se

Veza: vaš akt KLASA: 642-04/19-01/2  
URBROJ: 512M2-0102-21-8  
od 24. ožujka 2021.

Poštovani,

temeljem dopisa iz veze, u privitku dopisa dostavljamo suglasnost HVU-a "Dr. Franjo Tuđman" vezano za provedbu istraživanja među studentima - kadetima vojno studijskih programa "Vojno vođenje i upravljanje" i "Vojno inženjerstvo". Predmetno istraživanje je sastavni dio izrade doktorskog rada na temu "Procjena utjecaja aktivnosti učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta" pukovnika Jadranka Tute.

Prilog: Ukupno 1  
- Suglasnost HVU-a za provedbom istraživanja - jedan (1)  
list

J-1, SP/SF

S poštovanjem,

NAČELNIK

brigadni general  
Ivan Zelić

*2*  
*Resurse odjela*  
*Doktorat*  
*R*

*Letno*  
*- Eder*  
*- Predsjednik*  
*- brd Kadrovan*  
*- pu Tute*  
*- ODP*  
*ph*  
*08.04.2021*

Dokument je digitalno potpisao brigadir Ivo Martinić



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO OBRANE  
ZAGREB

NEKLASIFICIRANO  
ŽURNO

UPRAVA ZA LJUDSKE POTENCIJALE

KLASA: 642-04/19-01/2  
URBROJ: 512M2-0102-21-10

Zagreb, 07. travnja 2021.

07-04-2021

OB-03/21-09/6 10

512M2-0102-21-49 1

PERSONALNA UPRAVA - J1

**PREDMET:** Provedba istraživanja u potpori izrade doktorskog rada  
pk Jadranka Tute na HVU "Dr. Franjo Tuđman"  
- suglasnost, dostavlja se

**Veza:** vaš akt KLASA: 642-04/21-01/1  
URBROJ: 512-06J1-03-21-5  
od 6. travnja 2021.

Temeljem dopisa iz veze te dostavljenoj prethodnoj suglasnosti HVU "Dr. Franjo Tuđman" za provedbu istraživanja među kadetima vojnih studijskih programa u sklopu izrade doktorskog rada naslova "Procjena utjecaja aktivnosti učenja korištenjem proširene stvarnosti na znanje kadeta" pk Jadranka Tute, raspoređenog na dužnost nastavnika na Katedri logistike u Dekanatu, ovim putem vas obavještavamo da smo suglasni s provedbom predmetnog istraživanja na HVU "Dr. Franjo Tuđman".

SK

S poštovanjem,

ZA UPRAVU ZA LJUDSKE POTENCIJALE

brigadir Anto Zelić

Dostaviti:

- naslovu
- HRVATSKO VOJNO UČILIŠTE "DR. FRANJO TUĐMAN", n/p
- pismohrani, ovdje

3  
Povremeni odjel  
Dokumenti  
R

LOTU19  
- Ddsr  
- Predloženi - m  
- s-8 kod 50 mm  
- na Tute  
- 02 P1  
- 1/10  
08.04.20

## ŽIVOTOPIS MENTORA

**Ljerka Luić** državljanka je Republike Hrvatske, rođena 6. listopada 1965. godine u Karlovcu u kojemu i danas živi. **Sveučilišno obrazovanje** stekla je na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu i Pedagoškom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Magisterij znanosti iz područja društvenih znanosti, polje informacijskih znanosti, smjer informacijsko i programsko inženjerstvo, stekla je 2000. godine na Fakultetu organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu. Doktorat znanosti stekla je 2009. godine iz znanstvenog područja društvenih znanosti, polje informacijske i komunikacijske znanosti, grana informacijski sustavi i informatologija na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. **Profesionalnu karijeru** započela je 1986. godine u Institutu za istraživanje i razvoj u Karlovcu, gdje je radila kao programer, sistem inženjer i administrator baze podataka do 1991. godine, kada je nastavlja u tvrtki ABB PPL kao inženjer informacijskog sustava u kojoj radi sve do 1997. godine, kada karijeru nastavlja u Zagrebu u tvrtki SAP Hrvatska, u kojoj je do ožujka 2001. godine zaposlena kao član uprave zadužena za resor edukacije i ljudskih resursa. Od travnja iste godine pa sve do listopada 2018. godine, na istoj poziciji, u konzultantskoj tvrtki B4B, partneru SAP AG Walldorf/Njemačka, kao direktorica razvoja poslovanja za javni sektor pokrenula je i realizirala niz velikih projekata izgradnje i implementacije integriranih poslovno-informacijskih sustava, u Hrvatskoj i regiji. Godine 2018. odlazi iz gospodarstva u javni sektor na Sveučilište Sjever, na kojemu je zaposlena i danas na radnom mjestu redoviti profesor. **Znanstveno-nastavnu karijeru** započela je kao magistrica informacijskih znanosti 2001. godine i do danas izvela ukupno više od 7.000 norma sati nastave na svim studijskim razinama. Od 2013. godine do danas kao vanjski suradnik sudjeluje u nastavi *Poslijediplomskog doktorskog studija informacijskih i komunikacijskih znanosti na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu* u izvedbi kolegija 'Tehnologija, ljudska komunikacija i prijenos informacija' i 'Metodološki pristupi u istraživanju digitalne inteligencije u području medija i komunikacije', rezultat kojih je razvidan u obrani 1 doktorskog rada pod njenim mentorstvom i objavi 4 znanstvena rada u koautorstvu s doktorandima. Od 2017. godine kao gost predavač izvodi nastavu na *Sveučilišnom poslijediplomskom doktorskome studiju Biomedicina i zdravstvo na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu* u okviru kolegija 'Telemedicina'. Od 2018. godine u svojstvu zaposlenika sudjeluje u izvođenju *Poslijediplomskog doktorskog studija Mediji i komunikacija Sveučilišta Sjever* u okviru kojega izvodi kolegije 'Analitički alati za ICT potporu komunikacije i medija' i 'Metodološki pristupi u istraživanju digitalne inteligencije u području medija i komunikacije', te kao studijski savjetnik i mentor intenzivno radi s doktorandima na istraživačkim projektima i publikacijama. Njen **znanstveno-istraživački interes** fokusiran je na informacije koje se koncentrično šire kroz teme digitalnih komunikacija i kompetencija, digitalne pismenosti, digitalne inteligencije, poslovne inteligencije, informacijskih sustava i telemedicine. Objavila je 82 znanstvena rada, 3 poglavlja u knjigama, 3 obrazovna materijala. Sudjelovala je u provedbi 12 znanstveno-istraživačkih projekata od kojih je 7 projekata vodila, a 3 su realizirana kao znanstveno-istraživačke potpore mentori i doktorandi. Mentorirala je 140 obranjenih radova. **Dobitnica je nacionalne nagrade** SREBRNA ZNAČKA za doprinos razvoju informatičke struke koju dodjeljuje Hrvatski informatički zbor i **međunarodne nagrade** 'International Teaching Excellence Award 2021/2022' za izvrsnost u nastavi ostvarenu u okviru projekta „eL-DCforIC, e-Learning: Digital Competencies for Innovation Culture“. Nagradu dodjeljuje Tempus Public Foundation Erasmus+ PROFFORMANCE EU. <https://www.bib.irb.hr/profile/22964>

## ŽIVOTOPIS AUTORA

Jadranko Tuta (Zadar 1966) završio je osnovnu školu i srednju školu u Zadru. Diplomirao je na Prometnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od prvog dana osnivanja hrvatskih vojnih postrojbi kao dragovoljac Domovinskog rata aktivno sudjeluje u sastavu 4. Gardijske brigade završno s operacijom Oluja. Od 1998. godine prelazi kao djelatna vojna osoba časnik-nastavnik raditi na Hrvatsko vojno učilište „Petar Zrinski”, koje je od 2014. godine preimenovano u Hrvatsko vojno učilište „Dr. Franjo Tuđman” gdje i danas predaje na vojno-studijskim programima Vojno vođenje i upravljanje i Vojno inženjerstvo. Nadalje, predaje na vojnim specijalističkim programima Temeljnoj časničkoj izobrazbi, Naprednoj časničkoj izobrazbi, Visoko dočasničkoj školi i Integralno zapovjedno stožernoj školi. Poslan je 2008. godine na specijalističko usavršavanje ADAMS – Allied Deployment and Movement System, (program za logističke procese u VR, virtualnoj stvarnosti) NCISS NATO Communications and Information Systems School), NATO škola, Latina, Italija. Zatim, 2009. godine E-learning, Tutoring E-learning akademija – ELA/CARNet, virtualni pristup u edukaciji, Zagreb. Nadalje, 2010. godine Movement Operational Planning Course (MOPC), program za transportne procese operativnog kretanja kroz simulaciju virtualne stvarnosti, NATO Škola u Oberammergau, Njemačka. Na vojnim studijima bio je šest puta komentor završnih/diplomskih radova tematski vezanih za logističke procese korištenjem virtualne i proširene stvarnosti. Objavio je sedam znanstvenih radova, od kojih je jedan indeksiran u bazi WoSCC, a dva u bazi Scopus.

<https://www.bib.irb.hr/profile/36885>

## POPIS PUBLICIRANIH RADOVA AUTORA

1. **Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka;** Boras, Damir; Radovac, Danijel. Active learning: Experiences and educational perspectives of the application of augmented reality in education and training of cadets // INTED2022 Proceedings / Gómez Chova, L. ; López Martínez, A. ; Candel Torres, I. (ur.). Online Conference: IATED Academy, 2022. str. 7734–7741 doi:10.21125/inted.2022.1959 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
2. **Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka.** The Potential of Information and Communication Technology to Transform Education into Smart Education // EDULEARN21 Proceedings / Gómez Chova, L. ; López Martínez, A. ; Candel Torres, I. (ur.). Online: IATED, 2021. str. 5558–5566 doi:10.21125/edulearn.2021.1133 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
3. **Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka.** Seirous Games – Communication Aspects of VR Cadet Training Information Model // WSEAS Transactions on Business and Economics, 17 (2020), 560-569 doi:10.37394/23207.2020.17.55 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni) / *Časopis indeksira: Scopus*
4. **Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka.** Information-communication significance of digital teaching materials in e-education // ICERI2020 Proceedings / Gómez Chova, L. ; López Martínez, A. ; Candel Torres, I. (ur.). Online: IATED Academy, 2020. str. 6291–6297 doi:10.21125/iceri.2020.1354 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
5. **Tuta, Jadranko; Luić, Ljerka;** Car, Željka. A conceptual model of agumented virtual and reality in cadet training // Proceedings 2019 3rd European Conference on Electrical Engineering & Computer Science (EECS) / Mastorakis, Nikos (ur.). Atena, Grčka: Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE, 2019. str. 128–133 doi:10.1109/eecs49779.2019.00035 (predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni) / *Časopis indeksira: Web of Science Core Collection (WoSCC) Conference Proceedings Citation Indeks – Science (CPCI-S) i Scopus*
6. **Tuta, Jadranko.** Primjena virtualne stvarnosti u vojnom okruženju // Zbornik radova s Međunarodne doktorske konferencije za doktorande poslijediplomskih doktorskih studija u području medija i komunikacije održane u Koprivnici 27. i 28. rujna 2019. / Rosanda Žigo, Iva; Luić, Ljerka; Bagarić, Željka (ur.). Koprivnica: Sveučilište Sjever, 2020. str. 264–277 (predavanje, domaća recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
7. **Tuta, Jadranko.** Predviđanje logističkih zahtjeva za kretanjem transportnih sredstava u području operacija // Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa, 37 (2017), 3–4; 150–156 (recenziran, pregledni članak, znanstveni)