

ALFA BK UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ZA MATEMATIKU I RAČUNARSKE NAUKE



Doktorska disertacija

**PRIMENA UČENJA NA DALJINU POMOĆU
ADAPTIVNE NEURO FAZI METODOLOGIJE**

KANDIDAT:

MSc Jelena Stojanović

IBR:

6902/2018

MENTOR:

Prof. dr Nebojša Denić

KOMENTOR:

Prof. dr Marija Paunović

Beograd, 2022. Godine

ALFA BK UNIVERSITY BELGRADE
FACULTY OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE



**APPLICATION OF DISTANCE LEARNING USING ADAPTIVE
NEURO PHASE METHODOLOGY**

PhD Thesis

CANDIDATE:

MSc Jelena Stojanović

INO:

6902/2018

MENTOR:

Nebojša Denić, Phd

CO-MENTOR:

Marija Paunović, Phd

Belgrade, 2022.

KOMISIJA

za pregled, ocenu i javnu odbranu doktorske disertacije

ČLANOVI KOMISIJE

dr **Aleksandar Zakić**, docent, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za informacione tehnologije, predsednik

dr **Nebojša Denić**, vanredni profesor, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet Kosovska Mitrovica, mentor

dr **Marija Paunović**, docent, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za hotelijerstvo i turizam u Vrnjačkoj Banji, komentor

dr **Marijana Vidas Bujanja**, redovni profesor, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za finansije, bankarstvo i reviziju, član

dr **Ivan Pavkov**, docent, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za matematiku i računarske nauke, član

Datum usmene odbrane:

IZJAVE ZAHVALNOSTI

Ovaj rad teško da bi bio dovršen da nije bilo svesrdne pomoći mojih dragih profesora kojima bih iskazala najdublje poštovanje i zahvalnost na profesionalnoj i stručnoj saradnji tokom mojih doktorskih studija i izrade doktorske disertacije.

Pre svega bih se zahvalila mentoru, prof. dr Nebojši Deniću, i komentoru, prof. dr Mariji Paunović, koji su mi pružali podršku i davali usmerenje svojim pravovremenim, konkretnim i kvalitetnim savetima i uputstvima koja su mi u velikoj meri pomogla da na najbolji način sagledam i realizujem pojedina poglavlja u radu i tako bili moj oslonac tokom izrade rada. .

Takođe bih želela da izrazim zahvalnost mojim roditeljima Violeti i Nebojši i porodici suprugu Lazaru i sinu Viktoru na podršci i razumevanju tokom doktorskih studija, što mi je omogućilo da istrajem u svojim zamislima.

J. S.

U Beogradu,
2022. godine

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	6902/2018
Tip dokumentacije, TD:	Monografska dokumentacija
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija
Autor, AU:	Jelena Stojanović, MA Broj indeksa: 6902/2018
Mentor, MN:	Prof. dr Nebojša M. Denić, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta, Kosovska Mitrovica – Univerzitet u Prištini
Naslov rada, NR:	Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije
Jezik publikacije, JP:	Srpski
Jezik izvoda, JI:	Srpski i engleski
Zemlja publikovanja, ZP:	Republika Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	Grad Beograd
Godina, GO:	2022.
Izdavač, IZ:	Alfa BK Univerzitet u Beogradu Fakultet za matematiku i računarske nauke
Mesto i adresa, MA:	Beograd, ul. Palmira Toljatića br. 3
Fizički opis rada, FO:	Strana: 220 Poglavlja: 3+2 (Uvod i Zaključak) Referenci: 174 Tabela: 51 Slika: 51 Prilog: 3
Obrazovno-naučno polje, ONP:	Prirodno matematičke nauke
Naučna oblast, NO:	Računarske nauke
Uža naučna oblast, UNO:	Računarstvo
Čuva se, ČU:	Biblioteka Alfa BK Univerziteta u Beogradu
Važna napomena, VN:	Autor doktorske disertacije potpisao je sledeće Izjave: <ol style="list-style-type: none"> 1. Izjava o autorstvu; 2. Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije; i 3. Izjava o korišćenju. Ove Izjave se čuvaju na fakultetu u štampanom i elektronskom obliku.
Sažetak (apstrakt ili rezime) na jeziku publikacije, SA:	Strana: iv
Predmetna odrednica/Ključne reči, PO/KR:	Strana: v
Datum prihvatanja teme, DP:	26. novembar 2021. godine, № 2168.-
Datum Odrbane, DO:	
Članovi komisije za ocenu i javnu odbranu doktorske disertacije, KO:	
Predsednik:	dr <i>Aleksandar Zakić</i> , docent, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za informacione tehnologije
Član/ Mentor:	dr <i>Nebojša M. Denić</i> , vanredni profesor, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet Kosovska Mitrovica, mentor
Član/Komentor:	dr <i>Marija Paunović</i> , docent, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za hotelijerstvo i turizam u Vrnjačkoj Banji,
Član:	dr <i>Marijana Vidas Bubanja</i> , redovni profesor, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za finansije, bankarstvo i reviziju,
Član:	dr <i>Ivan Pavkov</i> , docent, Alfa BK Univerzitet u Beogradu, Fakultet za matematiku i računarske nauke

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	6902/2018
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, T3 :	Textual material, printed
Contents code, CC :	PhD thesis
Author, AU :	Jelena Stojanović, MSc Ref. number: 6902/2018
Mentor, MN :	Nebojsa M. Denić, PhD, Associate Professor, Faculty of Natural Sciences in Kosovska Mitrovica, University of Pristina
Title, TI :	Application of distance learning using adaptive neuro phase methodology
Language of text, LT :	Serbian language
Language of Abstract, LA :	Serbian and English
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	City of Belgrade
Publication year, PY :	2022.
Publisher, PB :	Alfa BK University – Belgrade Faculty of mathematics and computer sciences
Publication place and address; PP :	Belgrade, 3 Palmira Toljatija St.
Physical description, PD :	Pages: 220 Chapters: 3+2 References: 174 Tables: 51 Illustrations: 51 Appendices: 3
Scientific field of education, SFE :	Natural and Mathematical Sciences
Scientific field, SF :	Computer Sciences
Narrow scientific field, NSF :	Computer use
Holding data, HD :	Alfa BK University Library
Note, N :	The author of PhD dissertation has signed the following Statements: <ol style="list-style-type: none"> 1. Statement of the Authority; 2. Statement that the printed and electronic version of doctoral dissertation are identical; and 3. Statement on copyright licences. Those Statements in the paper and electronic versions are kept at the Faculty.
Abstract, AB :	Page: vi
Subject/Key words, S/KW :	Page: vi
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	26 November 2021, № 2168.-
Defended on, DE :	
Evaluation and Defending Board, EDB :	
President:	<i>Aleksandar Zakic, PhD</i> – assistant professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of Information Technology
Member/Mentor:	<i>Nebojsa M. Denic, PhD</i> - associate professor, University of Pristina, Faculty of Natural Sciences in Kos. Mitrovica
Member/Co-Mentor:	<i>Marija Paunovic, PhD</i> - assistant professor, University of Kragujevac, Faculty of Hotel Management and Tourism, Vrnjacka Banja
Member:	<i>Marijana Vidas Bubanja, PhD</i> – full professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of finance, banking and revision
Member:	<i>Ivan Pavkov, PhD</i> – assistant professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of mathematics and computer sciences

Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije

Sažetak

Globalnom pojavom pandemije virusa COVID-19, koja je drastično promenila način i organizaciju života i poslovnih aktivnosti, mesto i uloga e-učenja se pokazala izuzetno bitnom komponentom vaspitno-obrazovnog rada. Svakodnevna i funkcionalna upotreba informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) zahteva upotrebu sofisticiranijih funkcija računarskih programa kojima se sprovodi proces učenja i podučavanja.

Ova doktorska disertacije je napisana sa namerom da se analiziraju i razmotre mogući efekti primene IKT u obrazovanju, kroz paradigme primene IKT u nastavi, kao i preko mogućih aspekata primene učenja na daljinu pomoću metoda tehnika i alata veštačke inteligencije, tačnije pomoću ANFIS-a ili adaptivnog neuro-fazi sistema (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems). Kroz stavove učenika i nastavnika o primeni elektronskog učenja, u narednim poglavljima biće istražen uticaj kompetentnosti nastavnika i kontinuiranog stručnog usavršavanja istih na efekte učenja i ciljeve obrazovanja, kao i prednosti i nedostaci platformi za elektronsko učenje. Takođe, u disertaciji je izvršen kritički pregled teorijskih aspekata procesa učenja na daljinu.

Primarna svrha doktorske disertacije je da studiozno istraži značaj, ulogu i mogućnost unapređenja nastave primenom adaptivne neuro-fazi metodologije.

Ovom doktorskom disertacijom pokazaćemo kako primena softvera, metoda, tehnika i alata veštačke inteligencije u velikoj meri olakšava posao svim zaposlenima i donosi značajne rezultate u uštedi vremena i efikasnijem obavljanju posla. Takođe ćemo predstaviti i originalan pristup primene informacionih sistema – neuronskih mreža, odnosno ANFIS metodologije, u funkciji unapređenja efekata elektronske nastave.

Rezultati istraživanja ukazuju da je u procesu učenja na daljinu i primeni veštačke inteligencije ključno dobro poznavanje i razumevanje funkcionalnosti obrazovnog procesa. Upravo potpuno razumevanje obrazovnog procesa moguće je sprovođenjem analize procesa nastave i pribavljanjem informacija potrebnih za procese primene IKT u nastavi. Jedan od najvažnijih činilaca za vaspitno-obrazovne ustanove koje su uspešno implementirale platforme za učenje na daljinu su digitalno pismeni i visoko kvalifikovani prosvetni radnici koji primenjuju metode, tehnike i alate veštačke inteligencije.

Ključne reči: učenje na daljinu, elektronsko učenje, neuro-fazi metodologija

Naučna oblast: Primena IKT u obrazovanju

Uža naučna oblast: Računarske nauke i IKT

Application of distance learning using adaptive neuro phase methodology

Abstract

With the global outbreak of the coronavirus pandemic (COVID-19), which drastically changed the way and organization of life and business activities, the place and role of e-learning has proven to be an extremely important component of educational work. Daily and functional use of ICT requires the use of more sophisticated functions of computer programs that implement the process of learning and teaching.

This doctoral dissertation was written in order to analyze and consider the possible effects of ICT in education, through paradigms of ICT in teaching, as well as through possible aspects of distance learning using techniques and tools of artificial intelligence, more precisely using ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems). Through the stances of students and teachers on the application of e-learning, the impact of teacher competence and continuous professional development on the effects of learning and educational goals will be explored, as well as advantages and disadvantages of e-learning platforms. Additionally, the dissertation critically reviews the theoretical aspects of the distance learning process.

The primary purpose of the doctoral dissertation is to meticulously explore the importance, role and possibility of improving teaching by applying adaptive neuro-phase methodology. Through our research, we will show how the application of software, methods, techniques and tools of artificial intelligence facilitates the work of all employees to a large extent, and delivers significant results in saving time and more efficient work. We will also present an original approach to the application of information systems – neural networks, that is ANFIS methodology, in order to improve the effects of electronic teaching.

The results of the research indicate that in the process of distance learning and the application of artificial intelligence, it is crucial to have accurate knowledge and understanding of the functionality of the educational process. A complete understanding of the educational process is possible by conducting an analysis of the teaching process and obtaining the information needed for the application of ICT in teaching. One of the most important factors for educational institutions that have successfully implemented distance learning platforms are digitally literate and highly qualified educators who apply methods, techniques and tools of artificial intelligence.

Keywords: distance learning, e-learning, neuro-phase methodology

Scientific field: Application of ICT in education

Narrow scientific field: Computer Science and ICT

SADRŽAJ

1	UVOD	- 1 -
2	TEORIJSKE OSNOVE	- 4 -
2.1	IKT u nastavi i analiza alata za e- učenje i e-materijala	- 6 -
2.1.1	Evolucija primene IKT-a u obrazovanju	- 6 -
2.1.2	Razvoj modela prihvatanja tehnologija i e-materijala u obrazovanju	- 10 -
2.1.3	Značaj lične inovativnosti u primeni IKT u obrazovanju	- 11 -
2.2	Paradigme primene IKT u nastavi	- 41 -
2.2.1	Faktori koji utiču na primenu IKT u nastavi	- 46 -
2.2.2	Aspekti primene IKT u obrazovanju	- 48 -
2.2.3	Mobilni uređaji u funkciji obrazovanja	- 63 -
2.3	Kompetencije nastavnika za informaciono-komunikacione tehnologije	- 65 -
2.3.1	IKT kompetencije u oblasti obrazovanja	- 65 -
2.3.2	Digitalne kompetencije u funkciji kvaliteta obrazovanja	- 69 -
2.3.2.1	Digitalna kompetencija kao ljudsko pravo i ključna kompetencija	- 69 -
2.3.3	Izazovi kreiranja digitalne pismenosti	- 78 -
2.4	Stručno usavršavanje prosvetnih radnika	- 82 -
2.4.1	Usvajanje nastavničkih veština potrebnih za 21. vek	- 82 -
2.4.2	Informatička pismenost u funkciji nastave	- 83 -
2.4.3	Veštine komuniciranja i saradnje	- 85 -
2.5	Teoretske osnove ANFIS (eng.Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems)	- 87 -
2.5.1	Teoretske osnove ANFIS (eng.Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems)	- 90 -
2.5.1.1	Neuro-fazi i meko računanje (eng. soft computing)	- 91 -
2.5.2	Teorija fazi skupova	- 91 -
2.5.2.1	Fazi logika i fazi sistemi	- 92 -
2.5.2.1.1	Mamdani FIS (Fuzzy Inference System)	- 93 -
2.5.2.1.2	Sugueno naspram Mamdani	- 96 -
2.5.2.2	Regresija i optimizacija	- 98 -
2.5.2.3	ANFIS-Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems	- 99 -
2.5.3	Metodologija sprovedenog istraživanja primene ANFIS metodologije	- 100 -
2.5.4	Podaci za istraživanje performanse nivo znanja	- 103 -
2.5.5	Podaci za istraživanje performanse <i>motivacija</i>	- 104 -
2.5.6	Podaci za istraživanje performanse <i>trajnost znanja</i>	- 105 -

2.6	GeoGebra u matematici	- 106 -
2.7	Stavovi učenika i nastavnika o primeni učenja na daljinu u matematici kroz adaptivnu neuro-fazi metodu učenja.....	- 108 -
2.8	Stavovi nastavnika prema upotrebi IKT	- 109 -
2.8.1	Okvir za znanje i glavne nastave teorije o upotrebi IKT u nastavi.....	- 116 -
2.8.2	Značaj digitalne tehnologije za učionicu	- 118 -
2.8.2.1	Dizajniranje učionice i integrisanje IKT u nastavu	- 119 -
2.8.2.2	Obrazovanje učenika za upotrebu računara u nastavi	- 120 -
2.8.2.3	Nova uloga i mesto nastavnika u obrazovnom procesu	- 121 -
2.8.3	Predikcija faktora koji utiču na trajnost znanja iz matematike primenom mekog računarstva (<i>soft computing</i>)	- 127 -
2.8.3.1	Teoretska pozadina.....	- 127 -
3	METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	- 129 -
3.1	Predmet i cilj doktorske disertacije.....	- 129 -
3.1.1	Određivanje predmeta istraživanja	- 129 -
3.1.1.1	Operacionalno određenje predmeta istraživanja	- 131 -
3.1.1.2	Vremensko određenje predmeta istraživanja	- 132 -
3.1.1.3	Prostorno određenje predmeta istraživanja	- 132 -
3.1.1.4	Disciplinarno određenje predmeta istraživanja	- 132 -
3.2	Ciljevi istraživanja	- 132 -
3.3	Zadaci istraživanja	- 134 -
3.4	Osnovne hipoteze od kojih će se polaziti u istraživanju	- 135 -
3.5	Metode koje će se u istraživanju primeniti	- 136 -
3.6	Očekivani rezultati i naučni doprinos	- 140 -
4	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	- 142 -
4.1	Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu nivo znanja	- 142 -
4.2	Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu motivacija.....	- 146 -
4.3	Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu trajnost znanja	- 150 -
4.4	Rezultati istraživanja performansi uticaja Geogebre	- 152 -
4.5	Rezultati istraživanja stavova o učenju na daljinu	- 154 -
4.6	Rezultati komparativne analize platformi za e-učenje.....	- 156 -
4.6.1	Swot analiza i diskusija rezultata ankete studenata i nastavnika.....	- 156 -
4.7	Rezultati anketa studenata o elektronskoj nastavi i e-materijalima	- 163 -
4.8	Odgovori nastavnika i rukovodilaca ustanova o primeni IKT u nastavi	- 164 -

5	DISKUSIJA REZULTATA.....	- 167 -
5.1	Procena faktora uticaja na trajnost znanja ANFIS metodologijom	- 167 -
5.2	Uticaj Informatičke-digitalne kompetencije nastavnika na kvalitet obrazovanja..	- 173 -
5.3	Stručno usavršavanje prosvetnih radnika iz oblasti IKT	- 174 -
5.4	Aspekti uticaja obrazovnih tehnologija i platformi i alata e-učenja	- 174 -
5.5	Uticaj Informatičkih-digitalnih kompetencija nastavnika stručne osposobljenosti prosvetnih radnika dostupnosti obrazovnih tehnologija i e-materijala.	- 175 -
6	ZAKLJUČAK.....	- 178 -
6.1	Ograničenje istraživanja.....	- 181 -
6.2	Preporuke za dalja istraživanja	- 182 -
7	LITERATURA	- 183 -
8	PRILOZI.....	- 192 -
8.1	ANKETA ZA STUDENTE	- 192 -
8.2	ANKETA ZA NASTAVNIKE	- 201 -
8.3	Anketa Geogebra u matematici.....	- 209 -
8.4	Spisak slika	- 210 -
8.5	Spisak tabela	- 211 -
	BIOGRAFIJA	- 213 -
	BIBLIOGRAFIJA.....	- 214 -
	Izjava o korišćenju.....	- 219 -

UVOD

Danas su informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) prisutne u svim oblastima čovekove delatnosti, uključujući i obrazovanje. Elektronsko učenje (e-učenje) je predloženo kao jedan od glavnih načina za rešavanje nekih od ključnih izazova u transferu znanja i pristupu obrazovanju, kao što su tradicionalne prepreke u pružanju obrazovanja, vremenska ograničenja, zahtevi za pristup, geografske udaljenosti, socio-ekonomski, kulturni i drugi oblici prepreka. Globalnom pojavom pandemije virusa COVID-19, koja je drastično promenila način i organizaciju života i poslovnih aktivnosti, mesto i uloga e-učenja se pokazala izuzetno bitnom komponentom vaspitno-obrazovnog rada. U toku pandemije, nadležni organi u mnogim državama naložili su vaspitno-obrazovnim ustanovama da prestanu sa klasičnim modelom nastave (lično/u školama) i da gotovo preko noći pređu na model elektronskog učenja, odnosno onlajn nastavu i virtuelno obrazovanje. Međutim, masovna primena IKT i računarskih softvera u nastavi, prouzrokovana aktuelnom krizom sa pandemijom zatekla je mnoge vaspitno-obrazovne ustanove i nastavnike nespemne i nedovoljno osposobljene za efikasnu primenu istih u procesu nastave. Pored toga, za studente je ovo uglavnom značilo više opterećenja, dodatnih aktivnosti i naprezanja. U tom smislu, opterećenje studenata se može znatno povećati ako studenti nisu u stanju da se prilagode učenju na daljinu. Takođe, da bi nastavnici efikasno i efektno koristili IKT u nastavi, potrebna je njihova spremnost da usvoje nove veštine. Svakodnevna i funkcionalna upotreba zahteva upotrebu sofisticiranijih funkcija računarskih programa kojima se sprovodi proces učenja i podučavanja. Integrisanje IKT u proces učenja i podučavanja od presudnog je značaja u informacionom društvu 21. veka. Brzi razvoj IKT neprestano utiče na izazove života i rada, i samim tim učenika i studenata kroz obrazovni sistem kao članove društva u kojem su IKT neizostavni deo. Upravo je razvoj informacionih tehnologija inicirao poboljšanja u različitim oblastima kao što su: finansije, poslovanje, zdravlje, obrazovanje i dr. To se naročito odrazilo na brzi napredak na polju obrazovanja i podstaklo uvođenje e-učenja, koje je direktan rezultat integracije obrazovanja i tehnologije i smatra se moćnim medijem za učenje.

Učenje na daljinu je tema koja se često spominjala u poslednjih nekoliko godina, iako nije nova metoda. E-učenje se već uspešno koristilo tokom epidemije Sarsa 2003. godine u cilju zadržavanja kvaliteta obrazovanja studenata u novonastalim okolnostima (Franchi, 2020). Ova vrsta savladavanja specifičnog nastavnog materijala formirana je relativno davno. Naravno, ne u obliku u kojem se danas prepoznaje i koristi, ali je učenje na daljinu i tada imalo istu ulogu - prevazilaženje fizičke udaljenosti u cilju prenosa znanja. Ubrzo su mnoge zemlje

počele da svojim studentima pružaju nastavu na mreži putem mrežnih alata Zoom sastanci, Skype-a, FaceTime-a, itd., a sve kako bi pokušale da uspostave redovan raspored nastavnih aktivnosti (Chen et al., 2020). Danas u svetu ima više od 240 miliona studenata na mreži, a procenjuje se da godišnja stopa rasta broja učenika iznosi oko 27% (Denić et.al. 2022). Na svetskom nivou, više od 30 milijardi dolara godišnje se utroši na učenje na daljinu. Ovi fascinantni podaci se menjaju svakodnevno, jer se broj e-učenika kontinuirano povećava. E-učenje se prepoznaje kao način sticanja osnovnih ili novih znanja, obuke, specijalizacije, prekvalifikacije, praćenja trendova u oblastima od interesa ili rada putem svetske mreže (www). Zbog toga, kvalitetno obrazovanje zahteva od učenika da budu digitalno pismeni. Podaci koji pokazuju rast i primenu e-učenja, ma koliko iznenađujući, odražavaju stvarne potrebe savremenog čoveka i doba u kojem živi („doba znanja“). E-učenje, najčešći oblik učenja na daljinu, pokazao se kao jedini način učenja koji omogućava uspešno savladavanje različitih obrazovnih sadržaja od strane pojedinaca i grupa, na bilo kom mestu i u bilo koje vreme. Korisnika e-učenja ima širom sveta: u državnim i privatnim ustanovama, među studentima, radnom populacijom i drugim specifičnim grupama, a jedan od najvećih izazova društva danas je kako obrazovanje učiniti dostupnim svakom pojedincu.

Važno je istaći i da se prilikom učenja na daljinu studenti mogu suočiti sa specifičnim izazovima koji se ogledaju u određenim mentalnim i emocionalnim problemima usled promenjenih okolnosti, a koji uključuju stres, anksioznost i strah, što posledično dovodi do većeg psihičkog i fizičkog napora. Na većini fakulteta se nastava na mreži odvijala i pre pandemije i mnogi mrežni izvori su bili dostupnim studentima. Međutim, postoje i primeri fakulteta koji nisu bili spremni za iznenadnu improvizaciju i primenu nastavnog programa na daljinu (Newman & Lattouf 2020). Još veću prepreku predstavljalo je prilagođavanje učenika i studenata, ne samo samostalnom radu školskih zadataka kod kuće, već i samostalnom savladavanju novih nastavnih sadržaja. Uticaj pandemije virusa COVID-19 odrazio se naročito na studente završnih godina, ostavljajući ozbiljne posledice (Sahu 2020). U tom kontekstu, u akademskom svetu se naglašava važnost pristupa nastavi jer će, u suprotnom, kvalitet obrazovanja učenika i studenata verovatno izostati ukoliko nastavnici ne primene hitne mere za pružanje efikasnog i efektivnog obrazovanja tokom pandemije (Moszkovicz et al. 2020).

Stoga ćemo u daljem istraživanju razmotriti mogućnosti i načine uvođenja GeoGebrinog matematičkog softvera na časovima geometrije i ispitati njegov uticaj na nastavu i razumevanje obrađenog materijala od strane učenika tokom pandemije COVID-19 virusa. Glavni cilj obrazovnog softvera jeste poboljšanje nastavnih performansi, što čini nastavu atraktivnom kako za proces podučavanja tako i za samo učenje. Obrazovni softver predstavlja kombinaciju informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) i elektronskog učenja (e-učenje). U tu svrhu, biće izložena studija upitnika primenjena za dobijanje podataka o obuci i testiranju za statističku procenu. Statistička analiza će se zasnivati na adaptivnom sistemu nejasnog zaključivanja (ANFIS). Praktični doprinos istraživanja doktorske disertacije ogleda se u važnosti podržavanja strategije koja usmerava aktivnosti rukovodstva visokoškolskih ustanova ka cilju efikasne i efektivne primene IKT u nastavi tokom pandemije COVID-19 virusa .

Rezultati istraživanja trebaju potvrditi da je obrazovni softver u nastavi veoma važan faktor za poboljšanje nastavnog procesa. Prepoznati su efekti ovog softvera na motivaciju, interesovanje i samopouzdanje svih činilaca obrazovnog procesa. Korišćenje IKT primenom GeoGebre predstavljaće novi izazov i za nastavnike i za učenike. To ćemo pokazati u delu disertacije u kome će biti izvršena procena motivacije i postignuća dve grupe učenika. Kontrolna grupa i eksperimentalna grupa pohađale su časove na tradicionalan način, odnosno koristeći IKT. Rezultati istraživanja dokazali su ogromne prednosti uvođenja IKT u nastavni proces. Na taj način, tehnologija je postala ne samo korisni, već i neophodni instrument za svrsishodno delovanje u društvu.

1 TEORIJSKE OSNOVE

Primena alata u procesu učenja i podučavanja čini nastavu autentičnom i raznorodnom. Upotrebu IKT u obrazovanju karakterišu različite mogućnosti učenja u pogledu pristupa informacijama i razmene informacija. Obrazovni računarski programi, obrazovni proces potpomognuti računarima, obrazovanje na daljinu, video konferencije, obrazovanje podržano Internetom, i slično, predstavljaju mogućnosti koje obogaćuju nastavni proces. Uloga nastavnika u integrisanju upotrebe IKT u obrazovni proces je presudna, jer zavisi od sposobnosti i volje nastavnika da integriše tehnologiju u svakodnevne aktivnosti u učionici. Sa obrazovnog stanovišta, primena IKT takođe pruža nastavniku mogućnost da se pomoću brže komunikacije lakše i brže skoncentriše na rad svakog pojedinačnog studenta. Primena IKT u procesu podučavanja i učenja sprečava stvaranje digitalne podele i predstavlja dodatnu vrednost u procesu obrazovanja.

Pored navedenog, s obzirom na značaj, mesto i ulogu koje veštačka inteligencija, neuronske mreže i informacioni sistemi imaju u svim oblastima života i rada, naročito u procesu učenja, i dalje je primetan veoma mali broj istraživanja iz ove oblasti. U tom smislu, izuzetno su retka i značajna istraživanja analiza znanja učenika pomoću adaptivnog sistema sa nejasnim zaključivanjem (ANFIS) nakon primene aplikacije za učenje na daljinu ili e-učenja. U današnjoj eri digitalizacije, u kojoj postoje razni pametni uređaji koji imaju mogućnost instaliranja brojnih softvera za rešavanje matematičkih problema, postoji samo nekoliko primera koji pokazuju da se takav softver zaista koristi u samom nastavnom procesu.

Kada govorimo o nastavi matematike, istraživanja su pokazala da predavač mora biti u stanju da napravi ravnotežu između mentalnih, klasičnih i digitalnih resursa kako bi objasnio apstraktne matematičke koncepte koji su studentima često nerazumljivi (Prieto 2013). S tim u vezi, postoji nekoliko matematičkih alata koji su našli svoju primenu u nastavi matematike. Najpoznatiji su Mathematica, MATLAB i GeoGebra. Iz gore navedenih razloga, u ovom istraživanju ispitujemo mogućnost uključivanja softvera GeoGebra u kombinaciji sa klasičnom nastavom u kurs Geometrija. GeoGebra je besplatan, dinamičan matematički softver koji se može koristiti za rešavanje geometrijskih, ali i algebarskih problema. Njegova osnovna ideja je objedinjavanje geometrije i algebre u jedinstveni matematički paket koji se može koristiti na svim nivoima obrazovanja, o čemu su već pisali Eugen Ljajko (2014), kao i Slaviša Radović, Aleksandra Stevanović, Marija Radojčić i Miroslav Marić (2013). Moramo, takođe, istaći da primena ovog softvera nije ograničena samo na matematiku, već svoje mesto pronalazi i u

drugim naukama i disciplinama, te su mnogi autori istraživali tehnološki unapređeno matematičko obrazovanje i uočili potencijal digitalnih alata za poboljšanje iskustva učenja (Bray, A. & Tangney, B. 2017). Došlo se do jednog uopštenog zaključka da nastavnici uviđaju percepciju promena na bolje u svojoj nastavnoj praksi, bar kada je reč o upotrebi digitalne tehnologije u srednjoškolskoj matematici (Brown 2017). U studiji koju su sproveli Mek Kuloč et al. (McCulloch et al. 2018), prikupljeni su i analizirani podaci sa intervjuva sa nastavnicima, na kome su bila postavljena sledeća pitanja: 1. zbog čega se nastavnici odlučuju da koriste tehnologiju u nastavi matematike; 2. koje su alate odabrali da koriste, i 3. zbog čega? Takođe, date su informacije o opštim faktorima koji se uzimaju u obzir prilikom odabira određenih tehnoloških alata, a kao jedan od najvažnijih faktora pri odlučivanju da li ćemo koristiti tehnologiju ili ne, nameće se centralno pitanje – koliko je tehnologija usklađena sa ciljevima lekcije.

Kako bi se pokazala efikasnost tehnoloških personalizovanih okruženja za učenje zasnovanih na modelu odnosa koncept-efekat, u studiji koju su sproveli Srisavasdi i Pandžabjuri (Srisawasdi & Panjaburee 2014) predstavljeni su rezultati podrške konceptualnom učenju učenika u nekoliko oblasti kao što su matematika i računarske nauke. Slično, Muniro Bano (Muneera Bano), profesor softverskog inženjerstva sa Univerziteta u Melburnu, donosi visokokvalitetne empirijske dokaze o prednostima mobilnog učenja u srednjoškolskom matematičkom obrazovanju (2018). IKT pruža bolje privlačenje pažnje učenika i studenatai omogućava im da bolje shvate, razumeju i na kraju savladaju matematičke pojmove. Na osnovu brzog razvoja IKT, jedan od naših primarnih ciljeva u ovom istraživanju jeste da prikazemo statističku procenu primene obrazovnog softvera u nastavi matematike, kao i procenu uticaja obrazovnog softvera na časovima matematike. U tu svrhu, u disertaciji, je adaptivni sistem nejasnog zaključivanja (ANFIS) iskorišćen za statističku evaluaciju obrazovnog softvera u nastavi matematike.

1.1 IKT u nastavi i analiza alata za e- učenje i e-materijala

1.1.1 Evolucija primene IKT-a u obrazovanju

Prvi kontakti između tehnologije i obrazovanja uspostavljeni su u vojne svrhe. Nakon toga, instituti su bili impresionirani novom tehnologijom i trošili su sve više pažnje na uključivanje tehnologije u obrazovne procese (Denić et al 2017). Međutim, pojavili su se određeni problemi. Prvo, masovna tehnologija u nastajanju bila je televizija sa odgovarajućim video zapisima, koja, međutim, nije ispunila očekivanja. Kao prvi problem izdvojio se nedostatak znanja o skladištenju korišćenih IT u nastavnom programu, dok je drugi problem bio taj što vaspitači nisu znali kako da uključe tehnologiju u nastavni proces. Primena televizije u obrazovanju nije dala zadovoljavajuće rezultate, iz razloga što su učenici i studenti takvu nastavu smatrali nezanimljivom usled nedostatka interakcije. Tehnologija je u to vreme bila još u početnoj fazi, tako da je pružala samo osnovne funkcije današnjih mogućnosti. Takođe, ona je bila izuzetno skupa, tako da masovna upotreba nije bila dostupna. Vremenom su se cene računara snižavale, poboljšavale su se performanse hardvera, isto kao i softvera prilagođenog korisnicima, što je rezultovalo pojavom e-nastave. Pored toga, nedostatak neophodne elektronske opreme, kao što su računari i tableti za istraživanje informacija na kursu, pripremu domaćeg zadatka ili slušanje lekcije u okviru obrazovanja na daljinu, može smanjiti efikasnost nastavnog procesa (Hayırsever & Orhan 2018).

U različitim istraživanjima, učesnici su isticali nemogućnost pravilne upotrebe elektronske opreme ili softvera, ili kao smetnju navodili nestabilne internet veze tokom časa koje negativno utiču na komunikaciju u učionici i smanjuju efikasnost nastave. Stoga je opšti cilj istraživanja ovog dela disertacije jeste da utvrdimo značaj paradigme e-učenja u okviru obrazovnog sistema i njen doprinos komunikaciji u pružanju obrazovanja. Pored toga, preispitaćemo moguće načine na koje se društvene promene mogu postići planom, kroz stvaranje obrazovnog sistema koji odgovara dinamičnoj i tehnološki pametnoj deci koja odrastaju u informatičkom dobu u 21. veku.

Klasični način studiranja u obrazovnim institucijama i u prisustvu predavača postepeno se zamenjuje novim oblikom studija, odnosno učenjem na daljinu, koje je nastajalo oporedo sa razvojem savremenih IKT. Istraživanja u praksi ukazuju da pristupi koji utiču na konvencionalnu dinamiku obrazovnog procesa (kao što je neusklađena nastava) mogu izazvati anksioznost kod učenika i studenata. Trendovi u primeni IKT u nastavi pojavom pandemije virusa COVID-19 su sve prisutniji, tako da su u skorij primeni nove generacije e-učenja, kao

što je mobilno učenje, poznato i kao m-učenje. Ovde se nastava i učenje odvija putem prenosnih uređaja. Sa gledišta e-materijala, ovo je veoma važna tehnologija, jer je njena glavna svrha isporučivanje e-materijala svakom pojedinom korisniku.

U e-nastavi uglavnom je nastavnik taj koji radi sa obrazovnom tehnologijom. Međutim, kada koristi mobilne uređaje u učionici, svaki učenik ima svoj uređaj koji im omogućava da se istovremeno uključe u nastavu i da na taj način promovišu zajedničko učenje (Denić et al 2017). U savremeno korišćene i podržane tehnologije za m-učenje ubrajaju se: ručni računari, laptop ili tablet računari. Mobilni telefoni ili pametni telefoni još uvek ne podržavaju procese na efikasan edukativni način.

Sve rasprostranjenija upotreba mobilnih uređaja, kao i širok spektar mogućnosti koje IKT nudi, ima vrlo važan uticaj u obrazovanju. Studenti koriste pametne uređaje i računare nekoliko sati dnevno, obično poseduju više od jednog uređaja, a uređaj u proseku zamenjuju novijim i moćnijim za manje od tri godine, što ima smisla ako se pozovemo na istraživanja Stanford Univerziteta koje ukazuje da se danas celokupno ljudsko znanje udvostruči za svega par godina.

Osim toga, bitno je da mobilni uređaji i dostupne informacije budu korisne i zanimljive nastavnicima. Istraživanja pokazuju da studenti u većoj meri koriste mobilne uređaje za opšte aktivnosti, odnosno za praćenje društvenih mreža i traženje najnovijih informacija, sa manje naglaska na upotrebi za učenje i studijski rad. Studenti ističu komunikaciju između različitih zainteresovanih strana kao najvažniji aspekt upotrebe IKT na njihovim studijama, dok, takođe, očekuju da im visokoškolska ustanova pruži pristup odgovarajućim alatima potrebnim za aktivno praćenje studijskih programa.

U polju obrazovanja pojam IKT podrazumeva hardver kao što su stoni računari i prenosni računari, računarske table, mobilni telefoni, interaktivne table sa projektorima, interaktivni ekrani osetljivi na dodir (takozvane „pametne table“) i informacioni sistemi, kao što su Internet i intranet, multimedija resursi, mrežne učionice, e-udžbenici i softver, kao što su specifični didaktički programi za upotrebu u određenoj predmetnoj oblasti. Danas su na mreži dostupni mnogi izvori za učenje u različitim formatima (na primer, slike, zvuk, tekst, video zapisi) koji promovišu samostalno učenje. Samouređenim učenjem proširile su se i mogućnosti za saradnju i interaktivnu komunikaciju poput vikija, ćaskanja i foruma (Al-Fraihat et al. 2020). Takođe, u prikupljanju i distribuciji podataka veoma važnu ulogu imaju i komunikacione tehnologije. Računarski sistemi postali su moćno sredstvo za komunikaciju, pa se pojam informacionih tehnologija u poslednje vreme zamenjuje pojmom IKT i ima široku primenu u skoro svim oblastima, a posebno u obrazovanju. Uspeh e-učenja zavisi od stava i

interaktivnih stilova učenja na fakultetu, kao i od iskustva studenata i njihovih stavova prema tehnologiji (Iier et al. 2020). U 21. veku teško je izbeći promene koje je tehnološki napredak uneo u naš život. Do značajnih promena u društvu i pojedincima došlo je zahvaljujući razvoju IKT-a, njegovom prodiranju u strukture proizvodnje, upravljanju znanjem, komunikaciji i kulturi, potražnji za novim veštinama i kompetencijama. Pored toga, došlo je do promene načina pristupanja i razumevanja sveta i razvoja novih industrija. Noviteti se sreću na svakom koraku, pa i u profesionalnom životu. Nastavnici smatraju da je njihovo znanje o tehnologiji ograničeno u poređenju sa znanjem učenika (Perez & Nagata 2019). Međutim, primetno je da su i kod kuće i u školi učenici okruženi brojnim nastavnim sredstvima i alatima koji im olakšavaju proces učenja, a nastavnicima se pruža širi spektar alata koji može unaprediti njihov rad ili povećati njihovu efikasnost. Stoga IKT možemo definisati kao one tehnologije koje se koriste za pristup, prikupljanje, manipulaciju i predstavljanje ili komunikaciju informacija (Cao, Y. et all 2022). Poslednjih nekoliko godina često se čuje da je jedina stvar koja je konstantna i sigurna to je – *promena*. Oliveira et al sproveli su istraživanje 2018. godine o prednostima i nedostacima učenja na daljinu i istakli osnovne prednosti za studente koje se tiču:

- Fleksibilnosti – izbegavamo krutost klasičnog učenja u učionicama;
- dostupnosti sadržaja – višestruki pristup sadržaju za učenje;
- niske cena – polazi se od pretpostavke da svaki vid nastave može uzeti oblik video konferencije, što znači da ne postoje troškovi putovanja za fakultet, i
- samoorganizacije vremena za učenje kod kuće – mogućnost zakazivanja.

Pored prednosti utvrđene su i identifikovane glavne slabosti. U njih se ubrajaju:

- potreba za dobrom samodisciplinom i organizacijom – ovo je problem za studente koji nisu u stanju da ispune potrebne studijske obaveze bez fizičkog prisustva i nadzora nastavnika, i
- manjka mogućnosti za postavljanje pitanja (nastavnik – student, student – nastavnik).

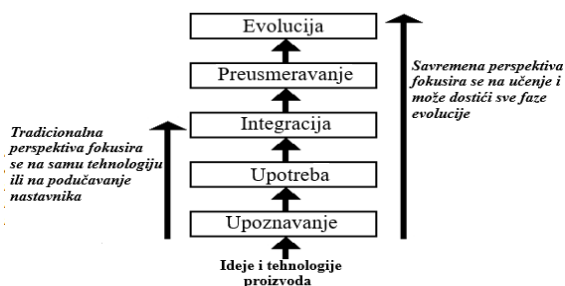
Kako bi se lakše razumeli obrasci projekata implementacije IKT u obrazovanju, Hooper i Rieber su predstavili model u pojednostavljenom obliku (1995: 154–158). Model je prikazan na slici 2.1.1.1 i sastoji se od pet koraka ili faza IT usvajanja:

1. Upoznavanje – inicijalni kontakt i iskustvo sa tehnologijom. Najčešći primer upoznavanja je učitelj koji učestvuje u radionici na kojoj je predstavljeno korišćenje tehnologije. Glavni rezultat ove faze je razmena iskustva i diskusija među

nastavnicima, što dalje pokreće razmenu ideje o viđenim karakteristikama. U ovoj fazi se ne preduzimaju dalje radnje.

2. Upotreba – ova faza počinje kada nastavnik isproba tehnologiju u učionici. U ovoj fazi se pojavljuje mogućnost odustajanja od tehnologije, jer nastavnici testiraju ograničena izdanja, na primer programa, i ne mogu da koriste sve funkcije predstavljene i naučene u radionicama. Zbog toga će nastavnici koji pređu na ovu fazu verovatno odbiti da koriste tehnologije na prvi znak problema, a kao opravdanje će naći da se oni nisu obavezali da će je koristiti.
3. Integracija – predstavlja fazu proboja. Ova faza se odvija kada nastavnik zavisi od tehnologije u obrazovnom procesu. Dakle, u slučaju da informatička tehnologija ne uspe, ili je iznenada nedostupna, nastavnik ne može nastaviti sa lekcijama kako je planirano. Za mnoge je integracija poslednja faza modela usvajanja, ali ova faza zaista ilustruje početak razumevanja obrazovne tehnologije.
4. Preusmeravanje – ova faza je naprednija i zahteva spremnost nastavnika za promene u sistemu učenja. Upravo se od predavača zahteva da preispita cilj i ulogu učionice. Glavna karakteristika ove faze je promena usredsređenosti u učionici. Umesto nastavničkih uputstava, fokus u ovoj fazi usmeren je na učenje učenika. Nastavnici koji su dostigli ovu fazu ne vide dobru nastavu kao predavanje sadržaja, već kao koordinaciju znanja. U ovoj fazi učenik postaje predmet umesto objekat. U skladu sa tim, uloga nastavnika je da izgradi nastavno okruženje koje podržava i olakšava da student stekne svoje znanje. U ovoj fazi modela usvajanja, nastavnici su otvoreni za nove tehnologije koje omogućavaju i podržavaju ovaj proces razvoja znanja i ne plaše se zamenom tehnologije. U ovoj fazi će nastavnici usvojiti tehnologiju čak i ako nisu stručnjaci u njihovoj upotrebi.
5. Evolucija – predstavlja poslednju fazu procesa usvajanja informacionih tehnologija u obrazovanju koja je zamišljena kao podsetnik nastavnicima da budu svesni da se obrazovni sistem mora razvijati i menjati da bi ostao efikasan.

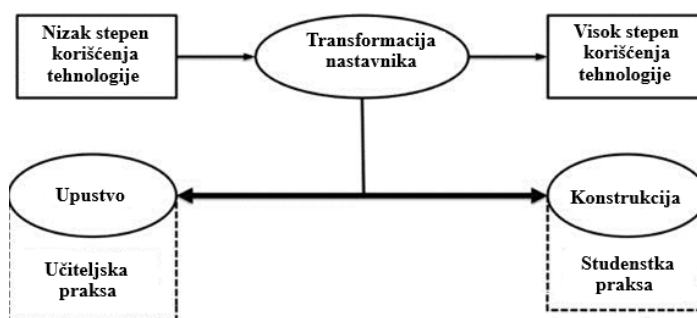
Hooper i Rieber (1995: 155) potvrđuju da se čitav potencijal napretka u IT veštinama, odnosno informatičkog obrazovanja, može ostvariti tek kada nastavnik napreduje kroz svih pet faza. Suprotno tome, tehnologija će se verovatno neadekvatno koristiti ili potpuno odbaciti.



Slika 2.1.1.1 Model usvajanja tehnologije u obrazovanju

Izvor: S. Hooper & L. P. Rieber, Teaching with Technology, 1995, cmp. 156

Ključna faza za uspešan projekat implementacije, uvođenja i primene IKT u obrazovanju jeste promena načina i percepcije pristupa obrazovnom procesu, gde nastavnici menjaju filozofiju učenja i nastave i razvijaju ekspertizu za primenu upotrebe tehnologije na visokom nivou, i u smislu transformacije, dovode do promene ka nastavnoj praksi orijentisanoj na studente (Ifenthaler & Schweinbenz 2013: 532-533).



Slika 2.1.1.2 Veza između filozofije učenja i nivoa upotrebe tehnologije

Izvor: D. Ifenthaler & V. Schweinbenz, The acceptance of Tablet-PCs in classroom instruction: The teachers' perspectives, 2013, cmp. 533.

1.1.2 Razvoj modela prihvatanja tehnologija i e-materijala u obrazovanju

U naučnoj literaturi se mogu naći više različitih pristupa uvođenja obrazovnih tehnologija. Modeli prihvatanja uglavnom su bili primenjeni u velikom broju istraživanja u kojima se pokušalo razjasniti prihvatanje niza različitih obrazovnih tehnologija. U tom smislu, kako bi objasnili ponašanje usvajanja IKT u obrazovanju, mnogi autori u raznim istraživanjima u obrazovnom kontekstu uglavnom koriste bazni model TAM (eng. Technology Acceptance Model) ili UTAUT (eng. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)

kao najefikasnije i najsnažnije modele korišćene u ovom milenijumu (Ling, Downe, Ahmad & Lai 2011: 2). Ovi modeli modifikuju originalni model i proširuju ga dodatnim konstrukcijama iz drugih teorija. Prema evoluiranim teorijama usvajanja i sistematskim istraživanjima u prethodnim studijama, nameće se zaključak da bez obzira na model prihvatanja, dve glavne konstrukcije u svim slučajevima vide se kao korisnost ili očekivana performansa i jednostavnost upotrebe ili očekivana dužina napora. Međutim, neophodno je uraditi poređenje pomenutih modela prihvatanja u obrazovnim okvirima. Ling et al. otkrivaju da je TAM pogodniji za poslovna i komercijalna okruženja, ali za obrazovni kontekst autori ipak predlažu UTAUT (2011: 2). U tom smislu se kao osnovni model može smatrati UTAUT, međutim, neophodno je modifikovati ga u skladu sa istraživačkim potrebama i svrhom istraživanja. U ovaj model integriše se očekivana performansa i očekivano trajanje napora kao ključne odrednice, kao i subjektivne norme.

Bali et al. (2016) otkrili su da integrisanje IKT-a u nastavu u učionicama može biti efikasno sredstvo za poboljšanje ocena učenika u poređenju sa obrazovnim institucijama koje obrazovnu tehnologiju koriste malo ili nimalo. Istraživanja u praksi pokazuju da osobine ličnosti imaju značajan uticaj u pogledu usvajanja IKT u obrazovanju. Zbog toga se smatra da je primereno uvrstiti u ovaj model ličnu inovativnost u domenu IT-a, jer smatramo da je to posebno relevantno u kontekstu e-materijala. IKT sam po sebi omogućava upotrebu e-materijala u učionicama, ali ne omogućava njihovu stvarnu upotrebu (Denić et al 2015). Naime, nastavnikovo prihvatanje e-materijala u velikoj meri zavisi od njihovog stava prema IKT. Iz tog razloga je neophodno evoluirati kako su IKT i obrazovanje vremenom išli ruku pod ruku. Takođe, neophodno je osvrnuti se na približavanje trendova IKT u obrazovanju, istražiti i otkriti koja su nastavnikova opravdanja za upotrebu IKT u nastavi.

1.1.3 Značaj lične inovativnosti u primeni IKT u obrazovanju

Inovativnost igra veoma važnu ulogu u svim oblastima ljudskih delatnosti. U nauci o ponašanju postoji samo nekoliko koncepata sa tako neposrednim uticajem, na primer na ponašanje potrošača, kao što je inovativnost. U tom smislu se može reći da inovativnost igra jednu od najvažnijih uloga u teoriji lojalnosti marki, odlučivanju i komunikaciji. Bez inovativnosti u društvenim aktivnostima, ponašanje ljudi sastojalo bi se od niza rutinskih reakcija. Istraživanja ukazuju da su pojedinci visokog nivoa inovativnosti aktivniji u traženju informacija o novim idejama. U tom smislu su ove osobe u stanju da se nose sa visokim nivoima nesigurnosti, više percipiraju na nove načine i razvijaju jače namere u pogledu

prihvatanja. Poznato je da spremnost za inovacije utiče na ličnost i percepciju okoline, kao i da ograničenja, negativni ishodi i visoki rizici kao percepcije pojedinaca, mogu umanjiti interesovanje za istraživačko ili kreativno ponašanje. Osobe koje se ne plaše promena spremne su da rizikuju i prihvate nove izazove, i verovatnije je da će izraziti spremnost za inovacije u primeni IKT u procesu nastave. S druge strane, licima koja imaju bojazan za upotrebu IKT verovatnije će biti potreban dodatni podsticaj za isprobavanje primene IKT inovacija.

Inovativna upotreba IKT može olakšati učenje usmereno na korisnike. Stoga bi svaki nastavnik u učionici trebalo da koristiti tehnologije učenja kako bi poboljšao svoj nastavni proces, jer može uključiti razmišljanje, donošenje odluka, rešavanje problema i obrazloženje učenika. Način na koji se prenose ove transformativne informacije i znanje čini procenu efikasnosti obrazovnog sistema važnom. IKT bi se trebao koristiti kao sredstvo za podršku obrazovnim ciljevima kao što su veštine za traženje i procenu informacija, saradnja, komunikacija i rešavanje problema koje su važne za pripremu dece za društvo znanja.

U procesu implementacije IKT u obrazovanju, mnogi istraživači su prepoznali značaj, mesto i ulogu uticaja osobina ličnosti (Stojanović et al 2021). S obzirom na to da pojedinci imaju svoje mišljenje i uverenja, oni formiraju različite stavove prema upotrebi IKT u obrazovanju. Iskustva iz praksi ukazuju da neki ljudi bez napora mogu usvajati novu tehnologiju, dok je drugi odbacuju (Denić et al 2018). Stoga se nameće zaključak da je lična inovativnost važan i značajan konstrukt prihvatanja IT inovacija u nastavi. Korišćenje IKT-a u obrazovanju omogućava se postavkama učenja usmerenim na studente. Međutim, kako se svet brzo kreće prema digitalnim medijima i informacijama, uloga IKT-a u obrazovanju postaje sve izraženija i njen značaj će sve više rasti i razvijati se u 21. veku (Gavrilović et al 2016). Efikasna upotreba IKT za obrazovanje, zajedno s upotrebom IKT u nastavnom procesu, može znatno poboljšati sam kvalitet i dostupnost obrazovanja, bilo preko motivacije za učenje, bilo preko okruženja za učenje.

Internet je počeo da se koristi u obrazovnim institucijama već 1980-ih, a uticaj na obrazovne procese, izvan komunikacije putem e-pošte, bio je uočljiv već u prvoj polovini 1990-ih. U drugoj polovini devedesetih godina, na Internetu su se pojavili informacioni sistemi za učenje, upravljačka obrazovna okruženja (posle 2002. godine), personalizovana obrazovna okruženja (od 2004. godine) i poslednjih godina kolaborativna radna okruženja *Veb 2.0* (od 2007. godine). Kako bi bili efikasni, programi za učenje na daljinu, moraju se pažljivo planirati na osnovu jasnog razumevanja potreba učenika i studenata, jer se odgovarajuća IKT za izvođenje takvih kurseva može odabrati tek kada se ovi elementi detaljno razumeju.

Sistem e-učenje igra presudnu ulogu u podizanju standarda i proširivanju učešća ključnih aktera u obrazovnom sistemu, istovremeno poboljšavajući kvalitet i ostvarenja nastavnika i učenika. Organizovana upotreba IKT-a u obrazovne svrhe stalno zaostaje za mogućnostima koje su dostupne u ne-obrazovne svrhe. IKT su prvo prodirale u proces učenja spontano i u generičkom obliku, bez posebne adaptacije. Sa izvesnim zakašnjenjem, pojavili su se i u okviru specijalizovanih rešenja u obrazovne svrhe. Nastavnici i učenici su stoga uvek bili razapeti između tehnološki modernijih sredina poznatih u svakodnevnom životu, ali neprilagođenih obrazovanju i među specijalnim rešenjima samo za obrazovanje. Dostupne su razne vrste IKT proizvoda koji su relevantni za primenu u obrazovanju, kao što su telekonferencije, e-pošta, audio konferencije, televizijske lekcije, radio emisije, interaktivno radio savetovanje, interaktivni sistem glasovnog odgovora, audiokasete i CD ROM-ovi koji se koriste se u različite svrhe u obrazovanju.

IKT igra važnu ulogu u uspostavljanju kvalitetnog studijskog okruženja koje pojedincu pruža koordinisan razvoj kompetencija za funkcionisanje u informacionom društvu. Interaktivnost, motivacija, fleksibilnost, saradnja između ostalih jedinstvenih mogućnosti tehnologije e-učenja, čine učenje aktivnim procesom u kome akteri, odnosno nastavnici i učenici, postaju učesnici ka transformativnim životnim promenama tokom celog života. Stoga je potrebno da nastavnik proceni nivo razumevanja učenika, odnosno studenta, da odluči o pristupima od kojih bi učenici najviše imali koristi, da podstakne samosvest tokom učenja i da prepozna nedostatak znanja. Komunikacija između učenika i nastavnika je presudna. Tako je ne samo u učionici, već i, ili još više, u kontekstu učenja na daljinu. Komplikovano je da nastavnik procenjuje napredak svojih učenika kada nisu svakodnevno licem u lice, ili barem u kontaktu.

Nastava na daljinu otežava da se nastavni proces odvija prema planu, ukoliko je komunikacija između učenika i nastavnika slaba. Greške je potrebno objasniti učenicima, postaviti i odgovoriti na pitanja i razgovarati o značenjima. Pored toga, znanje je potrebno sukcesivno konsolidovati. Često smo u praksi svedoci podučavanja kao pukog nuđenja informacija, „bez razmatranja procesa konstruisanja smislenog i vrednog znanja“, dok bi komunikacija trebalo da pomogne u „konstrukciji i pregovaranju o smislu“. S ovim se slaže i Kolins, koji ističe da uspešno učenje jezika na daljinu zahteva „socijalno orijentisanu vrstu razvoja autonomije, kao i vrstu mrežne aktivnosti kojom posreduju ljudi“, jer autonomija, kao i učenje na daljinu, zavisi od kvaliteta ljudske interakcije (Collins 2008: 548). U tom pravcu se nameće zaključak da svršeni studenti moraju biti spremni da aktivno učestvuju u radnom okruženju koje zahteva od pojedinca da dela u raspoređenim timovima, mobilnom radu,

kreativnoj upotrebi IKT sistema i alata i da se neprestano prilagođava i učestvuje u donošenju odluka u uslovima koji se brzo menjaju. IKT odnosi na sisteme za proizvodnju, čuvanje, slanje i pronalaženje digitalnih datoteka. Integracija IKT u obrazovanju je važna za uspostavljanje studijskog okruženja, oblika i metoda učenja, kao i za sadržaj studija i za područja specifična za nastavni predmet. U mnogim razvijenim zemljama i ekonomijama, primena IT rešenja je poboljšala i promenila tokove procesa.

Kozma (2008) ističe da strategije IKT u mnogim zemljama prelaze iz različitih oblasti:

1. Razvoj infrastrukture je neophodan kako bi se osigurao pristup obrazovnim institucijama, mrežama i resursima za učenje.
2. Obuka nastavnika, kako početna, tako i ona koja je u toku rada, preduslov je za sposobnost obrazovanja da koristi IKT u procesima učenja.
3. Potrebna je tehnička pomoć kako u administrativnom tako i u pedagoškom domenu.
4. Kurikulumi i pedagoški pristupi će možda morati da se promene kako bi se zadovoljile obrazovne razmene sa IKT-om.
5. Razvoj sadržaja je neophodan kako bi se olakšao interaktivni potencijal koji IKT mogu ponuditi u procesu podučavanja i učenja.

Iako obrazovni sistemi u Evropi ulažu značajna sredstva u primeni IKT u obrazovnim institucijama od ranih 1980-ih, još uvek nemamo zajedničke međunarodne merljive pokazatelje koji bi pokazali konkretan doprinos IKT i njene upotrebe u obrazovanju. Poznati autori, Pelgram i Lou (Pelgrum & Law 2003) navode da je upravo pred kraj 1980-ih pojam „računari“ zamenjen izrazom „IT“ (informaciona tehnologija), što znači preusmeravanje fokusa sa računarske tehnologije na sposobnost čuvanja i preuzimanja informacija. Nakon toga usledilo je uvođenje pojma „IKT“ oko 1992. godine, kada je e-pošta postala dostupna široj javnosti (Pelgrum & Law 2003).

Iskustva iz prakse govore da su danas mnogi učenici osnovnih i srednjih škola veoma zadovoljni promenom obrazovne tehnologije u nastavi. Oni su nestrpljivi da nauče nove tehnološke veštine i lako upijaju nove informacije. Rođeni su sa tehnologijom koja ih okružuje i uzbuđeni su što saznaju nove načine kako to prilagoditi. Učenici u osnovnim školama, posebno mlađi učenici, još uvek nemaju potrebno znanje i iskustvo koje bi moglo rezultirati efikasnim i uspešnim individualnim učenjem, zbog čega kvalitet njihovog procesa učenja zavisi od uputstava, odnosno instrukcija koje dobijaju. U tom smislu veoma je važno naglasiti da proces učenja uključuje mnogo više od samog učenja sadržaja ili materijala, već i konkretna pitanja „kako“ i „zašto“. Ove aspekte učenici moraju da steknu pojedinačno, što međutim,

nikako ne isključuje aktivnu ulogu nastavnika. Da bi učenici mogli da razviju samostalnost u učenju, zadaci koji se izvode na času moraju da pokažu principe o upravljanju učenjem koje učenici mogu koristiti kada uče samostalno. Za uspešno učenje uopšte, ali posebno putem učenja na daljinu, učenici moraju donekle da preuzmu odgovornost za svoj proces učenja. Šarlaj i Sabo (Scharle i Szabo 2000:3) ističu da odgovorne učenike ne vide kao primere, uzore, ili učiteljeve ljubimce, koji nužno preferiraju rad u grupi, odnosno rade sve što bi trebalo. Autori definišu autonomne učenike u tri tačke i navode da su oni ti koji:

- prihvataju ideju da su njihovi napori presudni za napredak u učenju i ponašaju se u skladu s tim;
- spremni su da saraduju sa nastavnikom i drugima u grupi za učenje u korist svih, i
- svesno nadgledaju sopstveni napredak i trude se da iskoriste dostupne mogućnosti u svoju korist, uključujući aktivnosti u učionici i domaće zadatke (Scharle i Szabo 2000:).

Istraživanja, međutim, ukazuju na to da mnogi nastavnici danas nemaju pristup obrazovnoj tehnologiji. Mali uređaji poput iPad-a i digitalnih fotoaparata retko se mogu pronaći u školama i učionicama, iako mogu biti odličan alat za učenje. U tom smislu pomoć nastavnicima da dobiju obrazovnu tehnologiju, odnosno softverske alate, treba da bude prioritet direktorima, odnosno rukovodiocima vaspitno-obrazovnih ustanova koji donose odluke o nabavkama i finansiranju.

Pored rukovodilaca, i sami nastavnici imaju značajnu ulogu u tom procesu, jer od njih najviše zavisi koliko će učenici usvojiti znanja. Samim tim, postaje izuzetno važno i aktuelno pitanje konkretnih oblasti stručnog usavršavanja nastavnika u primeni IKT u obrazovanju (Maksimović 2016). Savremene obrazovne tehnologije su danas veoma važne za efikasno učenje, ali nisu od pomoći ako studenti ne uče samostalno, što je „jedan od najvažnijih faktora“ uspešnog učenja.

Džejkobs i Hjuj Šan (Jacobs & Hui Shan 2015: 2–4) sugerišu da, kada je proces učenja usmeren na korisnike, učenici mogu aktivno pomoći u stvaranju sopstvenog „okruženja za učenje“, preuzeti odgovornost za svoje učenje i razviti autonomiju. Nastavnik treba da bude facilitator koji vodi učenika prema znanju. To ne samo da podiže motivaciju i poverenje učenika u nastavni predmet, već pomaže učenicima da postanu svesniji nastavnog predmeta i procesa učenja kao i nezavisniji od nastavnika. Budući da nastava na daljinu podstiče brojna pitanja, uglavnom zbog nedostatka redovnog kontakta, dobar način da im se pristupi bio bi podsticanje određenog nivoa autonomije kod učenika. Za učenike koji su u procesu učenja na

daljinu često se pretpostavlja da uče autonomno, jer kontrolišu brojne aspekte svog učenja, kao što su vreme, tempo, šta da uče i kada da uče, ali ne preuzimaju nužno odgovornost za postavljanje ciljeva, planiranje ili vrednovanje učenja.

Takođe su identifikovani i faktori nastavnika koji utiču na upotrebu IKT u učionici, poput njihove IKT pismenosti i nivoa samopouzdanja, usredsređujući se na uticaje obuke nastavnika i kontinuiranog profesionalnog razvoja, kao i na percepciju nastavnika i kulture poučavanja. Može se zaključiti da je za dalji razvoj upotrebe IKT u obrazovanju neophodno usvojiti i neke predloge, odnosno buduće inicijative za istraživanje i profesionalni razvoj nastavnika.

Na osnovu napred navedenog da se zaključiti da je sposobnost svakog učenika da identifikuje, učestvuje u iskustvima učenja i upravlja njima (koja odgovaraju njihovim individualnim potrebama za učenjem), od suštinske je važnosti da bi se u potpunosti iskoristile mogućnosti dostupne u sistemu učenja na daljinu. Obraćanje pažnje na proces učenja, razumevanje nečijih potencijala i slabosti, šta nedostaje i šta bi bilo korisno dodati nije lak zadatak, posebno za učenike osnovnih škola, a nastavnici bi u tom pravcu trebalo da pomognu u vođenju i podsticanju učenika da razviju pravu strategiju sa ciljem da postanu autonomniji.

Poslednjih godina IKT je imala značajan uticaj na promene u obrazovnom sistemu. Tehnologija igra važnu ulogu ne samo u predmetima koji se u osnovi bave računarskom naukom, već i u drugim nastavnim predmetima i oblastima izučavanja. U tom kontekstu danas je sve izraženija upotreba savremenih tehnologija u svim sferama ljudskih delatnosti. Trenutno imamo situacije da, na primer, roboti zamenjuju ljude, ne samo u rutinskim i niskokvalifikovanim zanimanjima, već i u sofisticiranijim poslovima. Tako je nedavno algoritam mašinskog učenja za pregled ugovora nadmašio 20 iskusnih američkih pravnika u identifikovanju rizika u ugovorima o neotkrivanju podataka. Algoritam je postigao nivo tačnosti od 94%, nasuprot 85% proseka za advokate, a programu je trebalo 26 sekundi da izvrši zadatak za koji je advokatima u proseku trebalo 92 minuta.

U funkciji toga, neophodno je pronaći nove načine učenja u kontekstu novih obrazovnih softverskih aplikacija i alata, dostupnih digitalnih resursa, itd. Ovo još jednom opravdava potrebu za proučavanjem efekata primene IKT u obrazovanju na različitim nivoima i za ispitivanjem implikacija na pojedinca i društvo (Denić et al 2017). Potrebno je više uvida u višeznačne efekte kako bi nam se omogućilo da sprovodimo istraživanje troškova na odgovarajući način i da reagujemo na neophodne promene ažuriranjem nacionalnih programa, dizajniranjem profesionalnih programa stručne obuke nastavnika i revidiranjem adekvatne

primene škole i učionice, imajući na umu da su IKT često katalizator promena, ali koje ipak ne određuju sam tok i pravac promena.

Postoje dve glavne pretpostavke stoje u osnovi uloge IKT-a u obrazovanju. One se odnose na širenje onih tehnologija koje uzrokuju brze transformacije u svim područjima života i funkciji IKT-a kako bi se unificirala i standardizirala kultura. Na osnovu ovih pretpostavki, termin „medijska kultura“, koji uključuje pojave informacija i globalizacije, koristi se u sadašnjoj fazi. Na osnovu navedenog, možemo primetiti da kako pozivi za podučavanje digitalne pismenosti u predmetnim zonama postaju sve glasnjiji i glasnjiji, nastavnici moraju da koriste tehnologiju u svojim vaspitno obrazovnim ustanovama, bilo da rade u školi u odnosu 1:1, gde svi učenici imaju obrazovnu tehnologiju, imaju pristup samo računarskim alatima, ili su ograničeni na projektor i laptop na način koji razvija učenikove sposobnosti čitanja i komunikacije. Kada planiraju ove aktivnosti, neophodno je da nastavnici budu svesni da veštine koje predaju ne moraju biti specifične samo za njihovo područje, već i za prenos veština. Upravo „prenos veština“ nastavnici moraju uzeti u obzir i naglasiti u svojim uputstvima dok rade na pripremi učenika za akademski uspeh i karijeru.

Uslov za uspešnu integraciju IKT u proces nastave i učenja, predstavlja nivo znanja o IKT od strane iskusnih nastavnika i nastavnika početnika i njihovih stavova prema IKT, koji rastu sa IKT obrazovanjem i sve su veći (Denić et al 2017). U tom smislu, pri integraciji obrazovne tehnologije u proces nastave nije dovoljno samo tehničko znanje o alatu, već je važno da nastavnik poseduje i didaktička znanja i veštine koje mu omogućavaju da pravilno koristi obrazovnu tehnologiju u učionici. Takođe je važno da naročito studente učiteljskih, pedagoških i sličnih studijskih programa, odnosno buduće nastavnike osnovnih i srednjih škola, osposobimo za didaktičku upotrebu IKT u nastavnom procesu.

Veoma je važna komunikacija na relaciji nastavnik učenik u smislu ostvarivanja ciljeva obrazovanja. U tom smislu Collins (2008:535) ističe da je razvoj autonomije usko povezan sa mrežnom komunikacijom, koja bi trebalo da bude relevantna i korisna, kao i sa socijalnom interakcijom, koja pomaže u razvoju kognitivne složenosti, i saradnjom, a ne nezavisnim proučavanjem. Nastavnici ne samo da bi trebali često komunicirati sa svojim učenicima o njihovom napretku i materijalima, već bi im trebali pružiti i zadatke koji podstiču timski rad. Pored toga, trebalo bi da osmisle aktivnosti koje zahtevaju autonomno učenje i promovišu učenike u otkrivanju najboljih tehnika i strategija za to. I mada je praćenje napretka učenika zahtevno u nastavi i učenju na daljinu, Collins ističe da je komunikacija, opet, ključna, naglašavajući da je „postizanje autonomije diskursu veoma važno, posebno u obrazovnom

kontekstu na mreži, jer je to uglavnom kroz diskurs učenika da smo u stanju da posmatramo obrasce razvoja autonomije” (Collins 2008: 536).

Mnoge zemlje širom sveta prihvatile su kvantitativne i kvalitativne pokazatelje stepena integracije IKT u vaspitno-obrazovnim ustanovama, a neke od njih su čak uspostavile godišnje ankete za praćenje napretka u ovoj oblasti, izgradnju minimalnog nivoa „okvira za rad“ u školama. Najveći naglasak stavljen je na pokazatelje unosa koji se tiču nacionalnih politika i regulatornih okvira, izdataka, obuke nastavnika, uključivanja IKT u školske programe, IKT infrastrukture u školama i pristupa IKT opreme od strane nastavnika i učenika kod kuće. Kako IKT postepeno postaju sastavni deo škola i drugde, a mnogi nastavnici pohađaju profesionalnu obuku u IKT-u, interesovanje se preusmerilo na pitanja kako nastavnici i učenici zapravo koriste IKT (indikatori korišćenja), kakvi su ishodi od njihove upotrebe (indikatori ishoda) i u poslednje vreme kakav je uticaj, odnosno koristi za školsko učenje (indikatori uticaja na učenje). Indikatori korišćenja često mere koliko učitelji i učenici koriste IKT za školsku nastavu i učenje, šta koriste i u koje svrhe (na primer, kakav softver koriste za predmetnu nastavu i učenje) i kako ga koriste (za ispite, nastavu u celoj učionici, grupni rad, individualni rad itd.). Pokazatelji ishoda često se fokusiraju na stavove nastavnika i učenika prema IKT-u, kao i na njihovu samopouzdanje i veštine u korišćenju IKT-a. Takođe počinju da se fokusiraju na šire „strateške“ ciljeve u praksi andragogije poput upotrebe IKT za celoživotno učenje i profesionalni razvoj, a procena stvarnih IKT veština počinje da se razvija u nekim oblastima. Međutim, mnogo je ređa upotreba indikatora za merenje uticaja upotrebe IKT na postignuća učenika u osnovnim predmetima kurikuluma.

U sistemu učenja na daljinu postoje određene specifičnosti i u tom kontekstu postaje sve kritičnije da škole pomažu učenicima da uče samostalno van učionice. Veoma je važno da učenicima ne treba davati samo informacije i činjenice, već i alate za samostalno nadograđivanje tog znanja. Nastavnici treba da pomognu studentima da se profesionalno razvijaju i unapređuju svoje znanje, kao i u kritičkom razmišljanju, strategijama učenja i metodama za samostalno učenje. Smatra se da se uz pomoć računara nudi široka paleta resursa, načina pristupa tim informacijama i mogućnost višestrukih medija putem kojih se informacije mogu davati (Denić et al 2017). Nadovezujući se na prethodne stavove, mlađim učenicima ne samo da je mnogo zanimljivije učiti kroz različite metode prezentacije, što im povećava motivaciju za učenje, već im pruža i autentičnije, prave, tačne i blagovremene informacije. Mutlu i Eroz-Tuga se slažu sa ovom konstatacijom, izjavivši da “računari i Internet tehnologije podstiču autonomiju učenika omogućavajući studentima da odaberu vreme, mesto i okolnosti koje su pogodne za njihovo učenje” (2013: 110). Pored toga, računari i Internet mogu povisiti

nivo motivacije učenika u obrazovanju nudeći teme koje zanimaju učenike i uvodeći raznolikost metoda učenja u učionici i izvan nje (Mutlu i Eroz-Tuga 2013:110). Može se zaključiti da su očekivanja od integracije IKT u obrazovanje velika, ali u praksi postoji veliki jaz između visoko razvijene tehnologije i slabije razvijene pedagoško-didaktičke upotrebe u učionici.

Zahvaljujući tehnološkom razvoju medija, IKT-a, posebno interneta, učenici i studenti danas imaju pristup mnoštvu izvora informacija i bazama podataka (Denić et al 2018). Prvo, IKT politike pružaju obrazloženje, skup ciljeva i viziju kako obrazovni sistemi funkcionišu ako se IKT uvodi u nastavu i učenje, a mogu imati koristi od učenika, nastavnika, roditelja i opšte populacije date zemlje. Drugo, od IKT politika se očekuje da daju smernice, a ako to ne učine, znači da se pojedinačne inovacije u školama i učionicama ne bi mogle održati. Pored toga, umanjena je mogućnost da će se pojedinačni naponi osjetiti u celoj zemlji, osim ako u IKT politici ne postoji zajednička vizija. Takođe s jedne strane, IKT nam pružaju optimalne uslove za sprovođenje lekcija i razvijaju veštine i kompetencije koje su ključne za uspešno delovanje pojedinca u 21. veku. S druge strane, uvođenje IKT u nastavni proces utiče na ulogu nastavnika i učenika i promenjeni su sadržaji učenja, metode i alati koji se koriste u nastavi i učenju.

Rezultati istraživanja ukazuju da su ograničena ulaganja vaspitno-obrazovnih ustanova u IKT infrastrukturu i profesionalni razvoj osoblja, uključujući i nastavno i nenastavno, nespremnost nastavnika da nauče kako da primenjuju i koriste IKT u obrazovanju kao i zanemarljiva podrška administracije za efikasno korišćenje raspoloživih IKT resursa, bili glavni izazovi za efikasnu integraciju IKT u obrazovanje. Primeri u visokom obrazovanju ukazuju da, iako su se studenti složili da upotreba digitalne tehnologije u obrazovanju može promeniti način učenja u fleksibilnom režimu, retko su koristili Internet sadržaje u svojim svakodnevnim aktivnostima učenja. Većina njih je izrazila mišljenje da poseduju ograničena znanja i veštine za pristup mrežnim resursima i da im je potreban napredniji nivo IKT znanja i obuka da bi razvili svoje IKT veštine. Sve ovo ukazuje na doprinos istraživanja doktorske disertacije u polju primene IKT u obrazovanju nastavnika i u obrazovanje, kao i da je to od suštinske važnosti za efikasan i efektivn nastavni proces. Nastavnici u digitalnom okruženju postaju savetnici i konsultanti učenicima i studentima u savremenim stilovima učenja. Istraživanje identifikuje poteškoće i izazove u pogledu stavova VŠU, u smislu promene uloga nastavnika u informatičkoj eri i uočenog gubitka direktne veze nastavnik-student kao rezultat upotrebe IKT kao razloga za ne korišćenje IKT u procesu nastave. Ovo šalje kontradiktornu poruku nastavnicima koji tek počinju sa radom u obrazovanju, jer nacionalna politika podstiče primenu IKT u nastavi. U tom smislu, IKT postaju neizostavan deo u radu na motivaciji i

aktivnosti kako učenika, tako i nastavnika. U literaturi se ističe da bi ovo, zajedno sa podacima koji se tiču osnovne upotrebe IKT, umesto napredne upotrebe IKT alata za podsticanje novih obrazovnih paradigmi, trebalo da se tiče kreatora politike i podstakne ih da aktivno promovišu IKT u obrazovanju nastavnika (Denić et al 2017). Ovde se pojavljuje dvostruki problem, a to je primena IKT u obrazovanju kao poluga za obrazovne promene i kontinuitet između obuke nastavnika i prakse nastavnika u obrazovnom sistemu (Albion et al 2015).

Danas su retka istraživanja o tome u kojoj meri se nastavnici i studenti osećaju osposobljeno i kvalifikovano da efikasno koriste IKT u nastavi i da li postoje razlike u nastavnicima i studentima u pogledu procene njihove sposobnosti za izradu zadataka pretraživanja na mreži. U funkciji našeg istraživanja, kreiran je anketni upitnik za nastavnike i studente koji je realizovan u vaspitno-obrazovnim ustanovama Republike Srbije. Zanimalo nas je koje IKT alate VŠU nude studentima i mogućnosti tih alata, koliko ih i u kojoj meri poznaju i koliko često ih i u kojim oblicima učenja i fazama procesa učenja koriste. Na ovo se nadovezuju i mišljenja pojedinih autora koji smatraju, na osnovu pregleda po LMS platformi, odnosno povratnih rezultata i uvida u interesovanje učenika za određene prezentacije i načine učenja, da nastavnici imaju priliku da detektuju individualni stil učenja svakog učenika ponaosob, što dalje uslovljava i kreiranje različitih načina prezentacije, i različit karakter materijala za učenje koji se dostavlja učenicima ili postavljaju na platformi (Singh 2015). Zanimalo nas je da li studenti i nastavnici žele više obrazovanja i osposobljavanja za upotrebu IKT, bilo tokom studija ili u karijeri, i postoji li veza između nastavnika i sklonosti učenika prema primeni IKT u nastavi, kao i učestalosti upotreba ovih tehnologija u nastavi i da li postoji veza između procene kompetentnosti za izradu interaktivnih testova, kvizova i / ili upitnika i učestalosti njihove izrade u nastavi. U skladu sa tim, nastavniku je danas omogućeno da na jednostavan način oformi sa svojim virtuelnim razredom privatne, zatvorene, društvene mreže (Bulatović, Bulatović & Arsenijević 2012). U literaturi se ističe da, iako su se nastavnici potrudili da koriste raspoložive IKT alate i projektore u predavanjima u učionici, postoje tehnički nedostaci poput lošeg i nepouzdanog interneta i nedovoljno računara u kabinetima i učionicama koji direktno nastavnicima ograničavaju upotrebu IKT-a u njihovim nastavnim aktivnostima. To dovodi do toga da je dobar deo prosvetnih radnika frustriran u realizaciji svojih aktivnosti. Prema tome, navedena modernizacija direktno utiče na organizaciju i izvođenje nastavnog procesa, na izbor metoda, na oblike rada (frontalni, grupni, individualni), na nastavna sredstva i obrnuto, modernizacija nastavne tehnologije utiče na redefinisanje, redukciju i reorganizaciju postojećih nastavnih sadržaja (Pavlović 2013).

Sa stanovišta savremene pedagogije, nove nastavne tehnologije, tehnike i nastavni sadržaji trebalo bi intenzivnije i sistematično da utiču na razvoj procesa samoobrazovanja, samovaspitanja, odnosno da intenziviraju proces osamostaljenja učenika u kome učenik postaje sve više aktivan učesnik, a nastava i nastavnik postaju manje neophodni u daljem celoživotnom vaspitanju i obrazovanju učenika (Pavlović 2013). Relevantna istraživanja u praksi su otkrila da postoji ograničena upotreba dostupne digitalne tehnologije u aktivnostima nastave i učenja. Istraživanja u praksi i intervjui sa nastavnicima su takođe proučavali neke faktore koji su prouzrokovali ograničenu upotrebu IKT, kao što je činjenica da je većina nastavnika i profesora na pojedinim VŠU, pripadala starijoj grupi koja čak nije imala osnovne računarske veštine i čekala je vreme za penziju.

U svrhu izrade ove disertacije sprovedeno je kvalitativno istraživanje, koje je obuhvatilo predstavnike nastavnika VŠU na teritoriji Kosova i Metohije koji aktivno i napredno koriste tehnologiju u nastavnom procesu. U istraživanju su nas zanimali faktori koji utiču na uspeh integracije IKT u pedagoški proces, kao i primeri dobrih praksi koje koriste predstavnici naprednih korisnika. Svrha istraživanja je takođe bila da definiše doprinos njihovog pristupa znanju i kompetencijama budućih nastavnika i da utvrdi koja znanja i veštine studenti tek treba da steknu. Njihova mišljenja smo dobili kroz polustrukturirane intervjuje. Jedan od rezultata je ukazivao da je ključni kritični faktor uspeha primene IKT u nastavi učitelj, koji mora da poznaje i ovlada modernom informacionom tehnologijom. Važno je naglasiti da primena IKT u nastavi ne isključuje primenu tradicionalne nastave, odnosno da se ovde ne radi o zameni ili uklanjanju klasične nastave, već o dodatnim naprednim mogućnostima i promeni procesa poučavanja i učenja. Rezultati istraživanja pokazuju da su nastavničke veštine i kompetencije suštinski faktor za uspešnu upotrebu IKT u pedagoškom procesu. Takođe, važni su motivacija svih učesnika u procesu obrazovanja, opremljenost vaspitno-obrazovnih ustanova i okruženje za učenje, kao i svest o smislu korišćenja određenih IKT alata sa stanovišta ciljeva učenja.

Neka iskustva u nastavi ukazuju da smo ranijih godina mogli da u nastavi funkcionišemo efikasno ceo radni vek, koristeći samo znanja stečena u prethodnom redovnom školovanju, međutim danas se svakodnevno menjaju načini rada tako da je neophodno u kontinuitetu podizati kompetencije nastavnika. Jedna od aktivnosti na unapređivanju digitalnih kompetencija realizuje se odgovarajućim obukama i putem pravilnika o obaveznom stručnom usavršavanju prosvetnih radnika. Upravo rezultati ankete rađene u 53 zemlje o profesionalnom stručnom usavršavanju nastavnika, govore da je većina njih uložila u razvoj kapaciteta nastavnika da koriste IKT za nastavu i učenje kroz odgovarajuće programe (Farrell & Isaacs

2007). Primetno je da mlađe generacije lakše prate napredak tehnologije, možda zato što sa njom odrastaju u informacionom društvu, većina njih koristi sve novo u polju tehnologije bez otpora i shodno tome prihvataju inovacije kao nešto sasvim obično i prirodno. U tom kontekstu je važno iskoristiti njihov entuzijazam za inovacije u obrazovanju i učiniti nastavni proces efikasnijim i zanimljivijim. Da bi se to postiglo, e-kompetencija je važna za savremeni način nastave, koristeći IKT kompetenciju kojoj bi svaki nastavnik trebalo da teži.

Iz sistemskog pristupa, nastava podržana IKT uključuje četiri glavne komponente: studente, nastavnika, sadržaj predmeta i tehnološke alate (McKeachie 2006: 206). Rezultati reprezentativnih istraživanja u svetu ukazuju da je ulaganje u nadogradnju i opremanje računarskih kabineta i izgradnju IKT kapaciteta u visokoškolskim ustanovama investicija koja veoma brzo donosi povraćaj, imajući u vidu da trošak u obrazovanje nije trošak, već je trošak ono što nije uloženo (Zlatković et al. 2019). Nadovezujući se na ovaj stav, Karadag i Yücel (2020) u svojim istraživanjima predstavljaju da je samo 63% učenika imalo internet konekcije, dok je 66% imalo računare ili tablete 2020. godine. Zbog pojave pandemije izazvane COVID-19 virusom, obrazovanje na daljinu je neočekivano iznenada došlo u centar pažnje. Međutim, opravdan je bojazan u kojoj meri nastavnici i studenti imaju odgovarajuće digitalne kompetencije, a vaspitno-obrazovne ustanove tehnološku opremu i internet infrastrukturu neophodnu za obrazovanje na daljinu. Upravo ova i slična istraživanja ukazuju na važnost razumevanja mesta i uloge nastavnika u sistemu obrazovanja i da je važno ne samo kako koristiti IKT u obrazovanju, već i kako ih didaktički integrisati u učionice i kabinete, tako da utiče i podržava proces učenja i na taj način ga učini efikasnijim. Pojedini autori naglašavaju da u nastavnom procesu takođe treba uzeti u obzir da studenti uče o upotrebi IKT u nastavi sa dva aspekta: IKT kao nastavno sredstvo i IKT kao alat za učenje. U tom pravcu da bi se uticalo na spremnost studenata odnosno nastavnika da koriste IKT u obrazovanju i više pažnje treba posvetiti njihovim iskustvima učenja. Upravo je iz pomenutih razloga od presudnog značaja da budući nastavnici steknu znanje o novim i inovativnim didaktičkim pristupima učenju i poučavanju u okviru akreditovanih studijskih programa. Takođe je važno podstaći ih da postanu inovatori, da kontinuirano rade na unapređenju i osavremenjavanju postojećih metoda. Iskustvo nam govori da nastavnici moraju da znaju kako funkcionišu računari i druge IKT, da bi ih efektivno i efikasno koristili u procesu nastave. U tom smislu same stručne radionice ili konferencije nekada nisu dovoljne da dovedu do stvarne efektne i vidljive promene u didaktičkoj upotrebi IKT u procesu nastave. Najnovije studije ističu da je veoma važno studentima i budućim nastavnicima ponuditi mogućnost tokom studija da se upoznaju sa

efektima didaktičke upotrebe IKT u nastavi sa uvidom u primere dobre prakse i mogućnost aktivnog učešća u časovima koji su podržani IKT.

U nastavku su predstavljeni podaci stanja IKT na fakultetima Univerziteta u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici. U tabeli 2.1.3.1 su prikazani rezultati o broju informatičkih računarskih predmeta na svim nivoima studija Univerziteta.

Tabela 2.1.3.1 Pregled zastupljenosti informatičkih i računarskih predmeta na analiziranim fakultetima

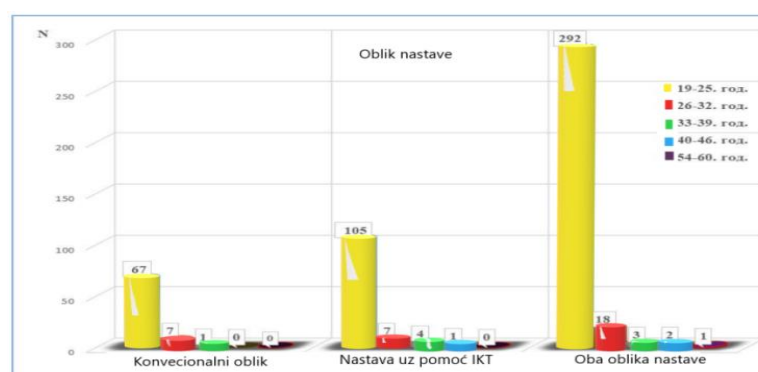
Br.	Fakultet	Broj informatičkih i računarskih predmeta				Ukupno
		Osnovne Akademske	Integrirane akademske	Master	Doktorske	
1	Ekonomski fakultet	4	-	1	1	6
2	Medicinski fakultet	1	2	-	1	4
3	Poljoprivredni fakultet	1	-	-	1	2
4	Pravni fakultet	-	-	-	-	-
5	Prirodno-matemat. fakultet	33	-	5	1	39
6	Fakultet za sport i fizičko obrazovanje	1	-	3	-	4
7	Fakultet tehničkih nauka	58	-	14	7	79
8	Fakultet umetnosti	2	-	-	-	2
9	Učiteljski fakultet	3	-	-	-	3
10	Filozofski fakultet	1	-	-	-	1
	UKUPNO	104	2	23	11	140

U tom pravcu pojedini autori naglašavaju da je neophodno da se budućim nastavnicima pruži prilika i omogući da vide i iskuse didaktičku upotrebu IKT u učionici tokom formalnog obrazovanja, kako kroz uvid u primere dobre prakse, tako i kroz mogućnost učenja kroz rad. Istraživanje o upotrebi IKT u visokom obrazovanju pokazuje da oblast obrazovanja tek polako prati ubrzani tehnološki razvoj IKT (Nikolić et al. 2019). Suštinski se prilikom uvođenja IKT u proces obrazovanja očekuje uticaj u funkciji unapređenja kvaliteta i efikasnosti procesa učenja i poučavanja i pozitivnih rezultata studija. Poznati autori ističu da bi nastavnici na osnovu sadržaja, morali biti u mogućnosti da odaberu odgovarajuću IKT, a zatim da je na odgovarajući način uključe i primene u nastavi (Griffin et al. 2012), a istovremeno da obrazuje učenike u kompetentne IKT korisnike. U tabeli 2.1.3.2 su predstavljeni rezultati o stanju informatičkih i računarskih predmeta na Univerzitetu u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici.

Tabela 2.1.3.2 Pregled zastupljenosti informatičkih i računarskih predmeta na analiziranim visokim školama strukovnih studija

Br.	Visoka škola Strukovnih studija	Broj informatičkih i računarskih predmeta		Ukupno
		Osnovne strukovne studije	Specijalističke strukovne studije	
1	Visoka Ekonomska škola strukovnih studija Leposavić	6	2	8
2	Visoka Tehnička škola strukovnih studija Zvečan	17	4	21
3	Visoka Tehnička škola strukovnih studija Leposavić	9	-	9
	UKUPNO	32	6	38

Očekivano je da će uvođenje IKT u procesu nastave doneti očigledne promene u metodološkim pristupima poučavanju i učenju. Promene bi trebalo da podstaknu nastavu usredsređenu na učenika odnosno studenta, uspostavljanjem okruženja za učenje koje im omogućava da učenje prilagode sopstvenom stilu učenja i učestvuju u kompaktnim grupama. Rezultati u praksi ukazuju da iako se politika razvoja primene IKT u obrazovanju nije još uvek izjednačila sa sprovođenjem i konkretnim rezultatima na terenu, ipak je u određenoj meri uspostavio pozitivne mehanizme za privlačenje investicija i donatora (Denić et al.2019). Uprkos evidentnim pozitivnim efektima primene IKT u nastavi pojedini autori poput Toure (2008) naglašavaju da IKT sama po sebi neće doneti poboljšanja u unapređenju kvaliteta obrazovanja, ali uz adekvatnu upotrebu svakako doprinose pozitivnim rezultatima. Slika 2.1.3.1 prikazuje oblik nastave na fakultetima/visokim školama u funkciji godina starosti studenata.



Slika 2.1.3.1 Oblik nastave na fakultetima/visokim školama u funkciji godina starosti studenata

Rezultati istraživanja ukazuju da iako mnogi nastavnici izjavljuju da nisu prošli odgovarajuću obuku da bi se pripremili za efikasnu i efektivnu upotrebu IKT u nastavi i učenju, ipak je primetno da širom sveta postoji pozitivan stav za obuku nastavnika da koriste

tehnologiju kao alate za poboljšanje nastave i učenja (Milićević et al. 2021). Ono što je indikativno jeste da obuke i stručna osposobljavanja nastavnika za IKT mogu imati više oblika. Stoga pojedini autori naglašavaju da se nastavnici mogu obučiti da nauče kako se koriste IKT ili se učitelji mogu obučiti putem IKT.

U literaturi se može naći veći broj istraživanja na temu promena koje donosi implementacija IKT u nastavi. Griffin i saradnici sugerišu da su tri najznačajnija benefita uvođenja e-učenja: 1. motivacija učenika, 2. poboljšanje postignuća učenika i 3. povećana vrednost obrazovanja u društvu (na primer, Griffin et al. 2012). Ispitivanje svake komponente pokreće skup pitanja koja se moraju razmotriti kako bi integracija IKT bila što uspešnija.

U budućim studijama potrebno je fokusirati se na različite načine uklanjanja barijera sa kojima se susreću nastavnici prilikom upotrebe IKT u procesu učenja. Ukoliko se prevaziđu izazovi vezani za informatičku kompetentnost i motivaciju nastavnog kadra, otvaraju se perspektivnije mogućnosti e-učenja koje neminovno dovode do unapređenja uspeha studenata, što rezultira progresivnijim i ekonomski snažnijim razvojem društva u celini. Pedagoške i socioekonomske snage koje su pokretale institucije visokog obrazovanja da usvoje i uključe IKT u nastavu i učenje već menjaju organizaciju i pružanje visokog obrazovanja. Visoko obrazovanje je stoga veoma važno za nacionalne ekonomije, kako kao značajna industrija sama po sebi, tako i kao izvor obučenog i obrazovanog osoblja za ostatak ekonomije. Elektronsko učenje podrazumeva obezbeđivanje materijala za kurs i podučavanje putem veb tehnologija. Uz to, prema Kaperu (Capper 2001), e-učenje se definiše kao individualna nastava koja se isporučuje putem javnih (Internet) ili privatnih (Intranet) računarskih mreža. Kao rezultat toga, prvo se zvalo „internet obuka“, a zatim „mrežna obuka“. Ovo može biti samostalni kurs zasnovan na mreži ili kombinacija sa tradicionalnim načinom predavanja licem u lice. Samostalni kurs zasnovan na Internetu može se definisati tako da obuhvati dopunski materijal, ali se može u potpunosti završiti i bez direktne interakcije sa predavačem. Umesto tradicionalnih učionica, e-učenje nudi virtuelne učionice jer mogu da grupišu studente koji rade određeni onlajn kurs sa različitih fizičkih lokacija, primenom veb tehnologija. Posuđujući se od reči „Svet vođen znanjem“, kako ga je zamislio Hokins (Hawkins, 2004), to bi zapravo značilo da bi se prakse obrazovne reforme trebale usredsrediti na jednak pristup i kvalitet obrazovanja, što bi trebalo naglasiti važnost promena u obrazovnom sektoru kroz upotrebu IKT i opremanje novih generacija poboljšanim veštinama za rad u 21. veku. E-učenje nudi fleksibilan pristup sadržaju i resursima putem IKT na mestu i vremenu pogodnom za učenika, ono što se nazvalo distribuiranim učenjem. Bez obzira na različite razloge za usvajanje e-učenja na VŠU, e-učenje je pomoglo u transformaciji učenja i to se može protumačiti u različite

kontekste, poput mrežnog učenja, i učenje na daljinu (Wilson 2014). Štaviše, e-učenje se koristi kao podrška procesima učenja u nastavi, obzirom da ima važnu i stalnu ulogu u pružanju obrazovanja i osposobljavanja koristeći digitalne tehnologije.

E-učenje je kompleksan proces i obuhvata više od internetskog učenja, virtualnog učenja, distribuiranog učenja, ili mrežnog učenja. U SAD-u preko tri miliona učenika upisuje kurseve zasnovane na mreži, uz pretpostavku da se skoro 20 odsto kurseva u SAD trenutno korisnicima nudi na daljinu. Aktivno i saradničko učenje dobro su poznate kao alternativne strategije konvencionalnim modelima poučavanja. Konkretno, aktivne i kolaborativne prakse u učionicama IKT-a nova su grana nauka koje se bave ispitivanjem na koji način ljudi mogu učiti uz pomoć računara, kao na primer *Blockchain tehnologija* (Bjelobaba et al. 2022; Paunović & Savić 2022). Mnoge su savremene organizacije unapredile svoje tradicionalne programe obuke inicijativama za e-učenje, što je rezultiralo milionima dolara godišnje uštede troškova. S obzirom na trend prema metodama nastave putem e-učenja, postalo je kritičnije razumeti faktore koji utiču na efikasnost ovih novih nastavnih metoda. Revolucionarna promena koja se događa u IKT ima različite dramatične učinke na način na koji VŠU obavljaju svoje funkcije nastave, učenja i istraživanja, posebno na stvaranje, širenje i primenu znanja. U tom smislu nedovoljan kapacitet državnih univerziteta predstavlja glavni problem. Problem se dodatno komplikuje nedostatkom prostora i resursa koji bi zadovoljio porast studentske populacije, međutim, brzo napredovanje IT-a rezultiralo je da svet postaje globalno selo.

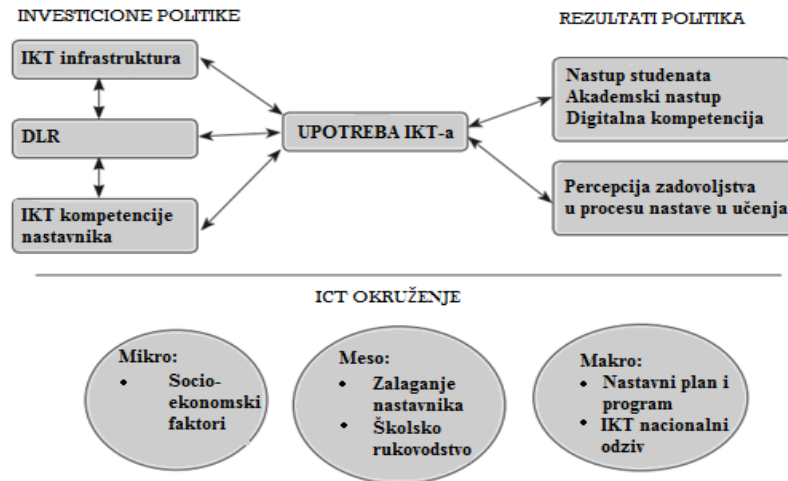
Integracija IKT-a i zajedničko učenje mogu se međusobno isprepletati. IKT ima potencijal ne samo da prenosi informacije i na taj način zamenjuje izvor upakovanih informacija, već i da podržava saradnju, što dovodi do brojnih računarskih aplikacija namerno i eksplicitno razvijenih da olakša zajedničku izgradnju znanja. IKT resursi, bilo hardverski ili softverski, mogu podržati stvaranje i razvoj ideja ako odražavaju pristup otvorenom istraživanju u dizajnu i upotrebi.

Kompjutersko podržano zajedničko učenje uz pomoć modernih IKT ima veliki potencijal za poboljšanje nastave i učenja i taj potencijal moraju iskoristiti nastavnici edukatori. IT u obrazovnom sektoru neprekidno raste kako institucije visokog obrazovanja prepoznaju mogućnosti IT-a da dopuni, obogati, proširi, integriše i podrži postojeći tradicionalni način učenja. Evropska komisija usvojila je dokument o akcionom planu za digitalno obrazovanje 2018. godine. U tom pravcu je 2020 godine pokrenuta komunikacija „Resetovanje obrazovanja i obuke za digitalno doba“ koja odražava učenje na daljinu zbog zaključavanja. U tom smislu su dodate još dve tačke u komunikacioni akcioni plan za digitalno obrazovanje (2021-2027), a koje obuhvata:

1. Podsticanje razvoja ekosistema digitalnog obrazovanja sa visokim performansama, i
2. Unapređenje digitalnih veština i kompetencija za digitalnu transformaciju.

Poznato je da stručna literatura sadrži mnoge neutemeljene tvrdnje o revolucionarnom potencijalu IKT-a za poboljšanje kvaliteta obrazovanja. Ovde se primećuje da su neke tvrdnje sada odložene za blisku budućnost kada će hardver po svojoj prilici biti pristupačniji, a softver napokon postati efikasan alat za učenje. Holov i Ikvi (Hollow & Icwe 2009) sugerišu da su tri najznačajnije posledice uvođenja e-učenja: motivacija učenika, poboljšanje postignuća učenika i povećana vrednost obrazovanja u društvu. Iskustva u praksi ukazuju da postoji očigledna potreba za pružanjem fleksibilne pedagogije i personalizovanih materijala studentima za uspešno e-učenje. E-učenje se može definisati kao „obuka ili obrazovne inicijative koje pružaju materijal za učenje u mrežnim spremištima, gde se interakcijom kursa i komunikacijom i izvođenjem kurseva posreduje tehnologija“ (Johnson, Hornik & Salas 2008: 357). Obrazovanje u digitalno doba je složena, kompromitovana i često kontradiktorna stvar, ipak to ne znači da tehnologija ne može delovati kao fokus za poboljšanje (Selvin, 2019: 136). Jednostavno, e-nastava stvara okruženje za učenje koje karakteriše neograničen pristup, upotreba i širenje informacija i znanja koje je katalizator pozitivnih društvenih promena.

Evropska komisija takođe sufinansira razvoj i demonstraciju evropskog sistema učenja i ocenjivanja. Takođe sufinansira mreže kako bi olakšala usavršavanje i prekvalifikaciju evropskih građana. Na inicijativu Evropskog parlamenta, Komisija sufinansira pilot projekat za identifikovanje postojećih rešenja za digitalno učenje koje mogu podržati nastavnike u učionici i roditelje kod kuće sa učenicima sa posebnim potrebama odnosno koji imaju poremećaj hiperaktivnosti i / ili probleme sa koncentracijom. Fenomen globalne komunikacije koji nudi e-učenje predstavlja novu paradigmu otvorenog i celoživotnog učenja, koja nedostaje u radu u standardnoj učionici zasnovanoj na obrazovanju koja se i danas koristi (Ndemo 2015). E-učenje omogućava postizanje univerzalnog cilja obrazovanja za sve, pružajući sredstva za prevazilaženje tradicionalnih prepreka obrazovanju u zemljama u razvoju. Na slici 2.1.3.2 predstavljen je karakterističan analitički okvir za procenu razvoja, upotrebe i uticaja DLR-a



Slika 2.1.3.2 Analitički okvir za procenu razvoja, upotrebe i uticaja DLR-a

IKT, ako su pažljivo integrisane u obrazovanje, mogu da olakšaju sticanje relevantnih životnih veština koje potkrepljuju razvojni proces u preovlađujućem ekonomskom i informacionom poretku. Očekuje se da će uvođenje IKT doneti promene u pristupima podučavanju i učenju. Trebalo bi da podstakne nastavu usredsređenu na učenika uspostavljanjem okruženja za učenje koje omogućava učeniku da uči prilagođen sopstvenom stilu učenja i učestvuje u grupama. Međutim, različiti problemi i dalje narušavaju primenu ovih transformativnih tehnologija. Na primer, neadekvatna regulativa, neadekvatan lokalni digitalni sadržaj, uvek dinamična priroda računarskih tehnologija, visoki troškovi, upravljanje e-otpadom, digitalna podela, računarska nepismenost i tehnofobija među korisnicima, snažno stoje kao neka od pitanja koja ometaju usvajanje e-učenja. Stoga je važno naglasiti svojstvene karakteristike e-učenja kao važnog alata za efikasno obrazovanje.

Iako su projekti različiti, razlozi zbog kojih se očekuje da će primena IKT „otključati vrata obrazovanju“ imaju ista obrazloženja, kao što su, veći pristup obrazovanju, bolji kvalitet obrazovanja i motivacija za studente da studiraju. Da bi se uticalo na spremnost učenika i nastavnika da koriste IKT u obrazovanju, više pažnje treba posvetiti njihovim iskustvima učenja. Danas ne treba da idemo dalje od sopstvenog doma ili čak sobe da bismo videli neki oblik IKT u svom životu. U današnjem društvu, ljudi kao potrošači IKT, svi teže jedinom -snu povezanog života. To IKT čini odabirom načina života za veći deo populacije. Pored toga, ovaj izbor načina života menja način na koji komuniciramo, povećava stopu konzumerizma i menja način na koji komuniciramo i prikupljamo informacije. Veoma je važno istražiti spremnost nastavnika za upotrebu IKT u nastavi i procesu učenja. U tom smislu je neophodno

utvrđivanje nivoa pripremljenosti nastavnika i stavova prema upotrebi IKT u obrazovanju. Iskustva iz prakse ukazuju da većina nastavnika pripravnika nema odgovarajuće veštine. Studenti koji se osposobljavaju za nastavnička zanimanja uglavnom imaju pozitivan stav da integrišu IKT u pedagogiju. U literaturi se preporučuje da se pažnja usmeri na IKT obuku pre stupanja u radni odnos i na usađivanje ispravnog stava za uspešnu integraciju IKT u škole. Farel (Farrell 2007) tvrdi da, iako u VŠU stručna lica održavaju računare, učitelji i nastavnici moraju znati kako da koriste IKT za ono što najbolje čine - otvaranje učenika prema svetu znanja. Takođe da se primetiti da je ulaganje u nadogradnju računarskih kabineta i izgradnju IKT kapaciteta na fakultetima, intervencija koja može brzo doneti visok povratak. Pružajući adekvatan pristup IKT, VŠU ga mogu koristiti za postizanje ciljeva učenja na različitim nivoima. U tom smislu se ukazuje da bi obrazovanje nastavnika trebalo graditi na postojećim strukturama koje podržavaju kvalitetan kontinuirani profesionalni razvoj nastavnika. U literaturi se naglašava da bi se obuka nastavnika trebala usredsrediti na povećanje efikasnosti u opterećenju nastavnika i integrisanje IKT za poboljšanje ciljeva učenja. Obrazovanje se bazira na sticaju moćnih, brzo promenljivih obrazovnih, tehnoloških i političkih snaga koje će oblikovati strukturu obrazovnih sistema širom sveta. Istraživanje ove doktorske disertacije ukazuje da IKT mogu promeniti način na koji nastavnici rade, podučavaju i da je posebno korisno u podršci pristupima koji su više usredsređeni na studente i u razvijanju veština višeg reda i promovisanju zajedničkih aktivnosti. Mnogo različitih vrsta obrazovnih tehnologija može se koristiti za podršku i unapređenje učenja. U učionicama i kabinetima se koristi sve, od video sadržaja i digitalnih filmova do računara i ručnih tehnologija.

Prepoznajući značaj IKT u nastavi i učenju, većina zemalja u svetu je obezbedila obuku nastavnika za IKT u različitim oblicima i stepenima. Iako mnogi nastavnici izjavljuju da nisu prošli odgovarajuću obuku da bi se pripremili za efikasnu upotrebu tehnologije u nastavi i učenju, čini se da postoji prilično dosta napora širom sveta u kojima države efikasno koriste tehnologiju za obuku nastavnika i/ili obuku nastavnika da koriste tehnologiju kao alate za poboljšanje nastave i učenja. Obuka nastavnika za IKT može imati više oblika. To treba koristiti za razvijanje učenikovih veština za saradnju, komunikaciju, rešavanje problema i celoživotno učenje. Međutim u praksi je prepoznato da postoje faktori koji olakšavaju i inhibiraju upotrebu IKT u obrazovanju. Nastavnici se mogu obući da nauče kako se koriste IKT ili se nastavnici mogu obući putem IKT-a. IKT se mogu koristiti kao jezgro ili komplementarno sredstvo za proces obuke nastavnika (Collins 2008). Danas se tragovi krede u učionicama mogu naći samo u okviru likovne nastave. Većina učionica opremljena je bar jednom od IT inovacija – računarom, projektorom, interaktivnom tablom, internet vezom, itd.

Prenski (Prensky 2005) tvrdi da se čak i mobilni telefoni mogu koristiti za učenje. Poznato je da će svaka sofisticirana IKT verovatno igrati različitu ulogu u učenju učenika. Međutim, postoje određena saznanja da puko posedovanje opreme nije dovoljno za promociju obrazovnih promena, a politike ukazuju na želju za nacionalno koordinisanim naporima u stvaranju, širenju i deljenju sadržaja e-učenja za poboljšanje kvaliteta nastave i učenja u školama. Jedna od karakteristika primene IKT u obrazovanju jeste ta da korisnici mogu učiti sa računarima gde se obrazovna tehnologija koristi kao alat koji se može primeniti na različite ciljeve u procesu učenja i može poslužiti kao resurs koji pomaže u razvoju mišljenja višeg reda, kreativnosti i istraživačkih veština. Upravljanje i održavanje IKT infrastrukture, kao i upotreba IKT u upravljanju VŠU takođe moraju biti obuhvaćeni u smernicama. Očekuje se da će nastavnici biti realizatori kurikuluma u učionici, a očekuje se da će njihovo dobro znanje o IKT-u i kako ga koristiti u nastavi i učenju ne samo uveliko doprineti postizanju ovog cilja, već će i poboljšati standarde obrazovanja. Međutim, iako su politike i strategije o primeni IKT zaista sveobuhvatne, ipak izjave o namerama, i primeni takvih ambicioznih projekata predstavljaju razlog za zabrinutost. Dinamični razvoj i aktivnosti na polju IKT i obrazovanja stoga zahtevaju praćenje i vrednovanje pouzdanim i valjanim pokazateljima pomoću kojih ćemo moći da procenimo efekte uticaja IKT na obrazovanje. Merenje efekata IKT na obrazovanje je metodološki zahtevno, jer zahteva mere i procese koji su teško merljivi (na primer, učenje i podučavanje) (Pedro 2012). Merenje efekata IKT na obrazovanje je zahtevniji od merenja uticaja nekih drugih faktora i zato što se uticaj ogleda na nekoliko nivoa koji su međusobno zavisni, a samo je deo uticaja direktan (Erstad 2010). Pojam IKT pojednostavljeno označava svaku tehnologiju koja ima veze sa informacijama i komunikacijom. Informacije mogu biti u mnogim oblicima kao što su zvuk, video, tekst i slike. Tehnologija koja proizvodi ove aspekte informacija, a ponekad i kombinacija svega toga, su mobilni telefoni, digitalne kamere, na primer video kamere i dr. Ove promene imaju uticaj i na obrazovanje od koga se očekuje da odgovori na brojne zahteve, koji između ostalog proizilaze i iz ekonomije zasnovane na stvaranju znanja. Zang (Zhang 2014) napominje da je „ovaj pomak koji je sada vođen mnoštvom novih informacionih i komunikacionih uređaja sve dostupniji učenicima u školi i kod kuće, od kojih svaki nudi nove mogućnosti i nastavnicima i studentima za poboljšanje postignuća učenika i za zadovoljavanje potražnje za veštinama 21. veka“. Što se tiče razvoja ljudskih resursa, politike podvlače potrebu za jačanjem i usmeravanjem IKT obuke na dva načina:

1. Promovisanjem IKT u obrazovanju na osnovnom, srednjoškolskom, tercijarnom i nivou zajednice razvojem programa IKT uz obezbeđenje da nastavnici/treneri poseduju neophodne digitalne veštine;
2. Postavljanjem okvira za vrednovanje i potvrđivanje programa obuke za IKT.

E-učenje koristi interaktivne tehnologije i sisteme masovne komunikacije da bi poboljšao iskustvo učenja. Najt (Knight 2004) ističe šest dimenzija ove tehnologije koje revolucionarno utiče na učenje. Prvo, povezanost podrazumeva neograničen neposredan pristup informacijama koje su dostupne na globalnom nivou. Drugo, motivacijski aspekt kroz multimedijalne resurse, učenje može učiniti snalažljivim, ali i zabavnim. Treće, fleksibilnost omogućava da se učenje odvija bilo kada i na bilo kom mestu. Četvrto, interaktivnost čini procenu učenja neposrednom i autonomnom. Peto, saradnja uvodi participativne angažmane korišćenjem alata za diskusiju koji podržavaju učenje izvan učionice, kao i celoživotno učenje. Na kraju, proširene mogućnosti omogućavaju proširenje učenja u učionici kroz inovacije kao što su prenosni bežični računarski uređaji koji olakšavaju dostupnost digitalnog sadržaja. Uz pomoć IKT-a, studenti sada mogu pregledavati e-knjige, uzorke ispitnih radova, radove iz prethodne godine itd., a mogu imati i lak pristup resursima, mentorima, stručnjacima, istraživačima, profesionalcima i kolegama iz celog sveta. Ova fleksibilnost povećala je dostupnost učenja na vreme i pružila mogućnosti za učenje mnogim učenicima koji su ranije bili ograničeni drugim obavezama. Za uspešan dizajn, primenu i održavanje sistema za e-učenje moraju se jasno identifikovati različiti akteri i njihove uloge. Identifikovali smo pet zainteresovanih strana i uloge koji su uključeni u okruženje za e-učenje. Nastavljamo i dodeljujemo ove zadatke i uloge pojedinačnim zainteresovanim stranama koje su identifikovane na osnovu literature i onoga što se dešava u praksi. Takođe je pokazano da e-učenje nije jednokratni događaj, već kontinuirani proces praćenja i vršenja samoprovera. kao ključni „igrači” identifikovali su: vlada za njenu infrastrukturnu podršku, škola za vodeću ulogu i privatni sektor za inovacije i tehnološku podršku neophodnu za pokretanje sistema e-učenja. Takođe je predstavljena „uticajna“ uloga koju igraju nastavnik i učenik. Stoga sada možemo zaključiti da novi okvir, ako se dobro primeni, može dovesti do uspešnog dizajniranja i primene održivih IS e-učenja.

Procena dugoročnog uticaja IKT inicijativa na proces nastave i ishode zahteva longitudinalni dizajn studije (Farrell et al. 2007) koji često nije moguće postaviti u okvir zbog ograničenja finansiranja.

Stoga smo u ovoj doktorskoj disertaciji predstavili komparativnu analizu najpopularnijih softverskih alata za e-učenje, ali i naveli efekte e-učenja u odnosu na tradicionalno učenje. Osim toga, opisani su i alati za elektronsko učenje sa osvrtom na njihove prednosti i mane sa navedenim predlozima za poboljšanje istih. IKT takođe omogućavaju stvaranje digitalnih izvora poput digitalnih biblioteka u kojima studenti, nastavnici i profesionalci mogu u bilo koje vreme pristupiti istraživačkom materijalu i materijalu s predmeta.

Ljudi moraju pristupiti znanju putem IKT-a kako bi išli u korak s najnovijim dostignućima (Pelgrum & Law, 2007). IKT se mogu koristiti za uklanjanje komunikacionih barijera poput one prostora i vremena. Takvi sadržaji omogućavaju umrežavanje naučnih stručnjaka i istraživača, a time i razmenu naučnog materijala. Kao što Torej (Toure 2008) tvrdi, IKT sama po sebi neće doneti poboljšanja u kvalitetu obrazovanja, ali kada se potrudimo da bismo ih reflektivno i strateški koristili, procesi poučavanja i učenja mogu se produbiti. Inovativna i kontekstualna upotreba novih tehnologija doprinosi aktivnijem i interaktivnijem učenju, povećanoj motivaciji, ažuriranim nastavnim materijalima, otkrivanju sebe i drugih i promenjenim ulogama i odnosima između nastavnika i učenika i sa znanjem. Takođe može poboljšati međunarodnu dimenziju obrazovnih usluga, a može se koristiti i za neformalno obrazovanje poput zdravstvenih kampanja i kampanja opismenjavanja.

Učenje može postati dinamičnije kako nastavnici i učenici postaju partneri u pristupu informacijama, konstruisanju relevantnog znanja i predstavljanju sebe i drugih. Ispitivanje svake komponente pokreće skup pitanja koja moramo razmotriti kako bi integracija tehnologije bila što uspešnija. Na primer, sadržaj se može ispitati u smislu ishoda učenja i discipline koja se predaje. Kao predavači, možemo razmišljati o sopstvenom iskustvu sa tehnologijom, količini vremena koje imamo za planiranje i predavanje i o svojoj ulozi u procesu poučavanja i učenja. Moramo pažljivo razmisliti o našim učenicima, njihovoj izloženosti i pristupu tehnologiji, kao i o njihovim poželjnim stilovima učenja u odnosu na potrebe. Farrell et al. (2007: 17) ističu da je za integrisanu upotrebu IKT potrebno mnogo više vremena inkubacije, bolji pristup pojedinačnim učenicima, veća operativna pouzdanost i mnogo više obuke i podrške pre nego što se ovaj rezultat može postići.

Kada razmatramo bilo koji tehnološki alat za podučavanje, moramo ispitati naše nastavne ciljeve: Šta očekujemo od učenika da nauče iz odeljenja? Koje veštine i znanja želimo da steknu do kraja semestra? Koje nastavne strategije će najbolje pomoći učenicima da postignu ciljeve? Jednom kada dobijemo odgovore na ova pitanja, možemo odabrati „odgovarajuće tehnologije koje podržavaju naše ciljeve i dizajnirati odgovarajuće aktivnosti

učenja kako bi se te tehnologije ugradile u naš kurs“ (McKeachie 2002: 207). Kada su ciljevi učenja na nivou znanja ili razumevanja (Bloom, 1956), možemo koristiti tehnološke alate koji podržavaju pružanje informacija ili programe koji pojačavaju i pomažu u primeni znanja koje su učenici naučili.

Konačno, o profesionalnom usavršavanju nastavnika, nalazi ankete rađene u 53 zemlje otkrivaju da je većina njih uložila u razvoj kapaciteta nastavnika da koriste IKT za nastavu i učenje kroz studijske programe i pre rada u nastavi (Farrell & Isaacs, 2007). Većina studijskih programa naglašava razvoj osnovnih IKT veština, a povremeno uključuje i primenu IKT kao nastavnog sredstva za učenje. Ovo je važan ishod jer je postojanje resursa bez stručnosti o tome kako ih koristiti siguran put ka rasipanju investicija. Uticaji programa početnog i kontinuiranog obrazovanja nastavnika na upotrebu IKT u školama i problemi koji se pojavljuju, uključujući poverenje i verovanje nastavnika o IKT, povezane su sa podrškom učenju na različitim nivoima obrazovnog sistema. Drugo, važno je napomenuti da većina zemalja ima zajedničku karakteristiku u svojim IKT inicijativama u VŠU u vidu promocije računarske nauke ili informacione tehnologije kao predmeta, kao i upotrebe i integracije IKT u okviru predmetnog kurikulumu (Farrell & Isaacs, 2007). Naravno, integracija se sporije postiže, posebno s obzirom na činjenicu da je dominantan model pristupa u školama računarska laboratorija. Ovi računari se koriste kako za administraciju, tako i za pomoć u podučavanju (Farrell & Isaacs, 2007). Cilj je povećanja upotrebe IKT-a u obrazovnim institucijama, kao i provođenje inicijativa usmerenih na povezivanje škola i visokoškolskih ustanova s mrežnim resursima. Stoga IKT pruža mogućnost studentima obrazovanja na daljinu i akademskom i neakademskom osoblju da efikasnije komuniciraju jedni s drugima tokom formalnog i neformalnog podučavanja i učenja.

Uobičajena sredstva za učenje nekada su bili učitelj, udžbenici i kreda s tablom. U tradicionalnim nastavnim metodama usmerenim na nastavnike, knjige, papir, i olovke bili su osnovno sredstvo za pristup, komunikaciju i deljenje informacija. Druga nastava u obrazovanju je progresivno ili moderno nastavno obrazovanje (obrazovni pristupi temelje se na razvoju) ili alternativno obrazovanje. Tehnika poučavanja je nastava usmerena na učenika koja se bavi etičkom praksom olakšavanja učenja i poboljšanja realizacije stvaranjem, korištenjem i upravljanjem odgovarajućim tehnološkim procesima i resursima.

Da bi se IKT koristili u obrazovnim aktivnostima, integrisanje IKT alata u nastavni plan i program i prilagođavanje pedagogije društvenom okruženju neophodni su za postizanje kvalitativnih poboljšanja u učenju. Pedagoška integracija IKT ima pozitivan uticaj na nastavu i učenje, gde su i učenici i nastavnici prijavili da su koristili računare za pristup znanju.

Istraživanje doktorske disertacije ukazuje da uključivanje stilova učenja učenika u nastavni proces olakšava učenicima učenje kako bi poboljšali svoje interesovanje i razumevanje.

Radoznalost, izvođenje više aktivnosti odjednom, brzina, kratkotrajna pažnja, želja za informacijama su potrebe učenika koje računar kao vid i način rada može da zadovolji. U kontekstu savremenih kolaborativnih veb radnih okruženja 2.0, gde uvođenje novih IKT sistema i alata ne zavisi od centralnih univerzitetskih sistema, očekuju se brže promene. Ovome prethodi razvoj i primena IKT infrastrukture koje su se odvijale na institucionalnim nivoima i bile su orijentisane na institucije. Uvod je bio uslovljen sistemskim promenama, pa je išao sporo. Trenutna faza razvoja IKT omogućila je fokus na pojedinačnog korisnika, koji nezavisno od institucije/organizacije uspostavlja sopstveno informaciono okruženje u kome može stvarati i saradivati sa drugim korisnicima. U pružanju kvaliteta obrazovanja, upotreba IKT u obrazovanju više nije neobavezna. U tom kontekstu se može reći da je tehnologija tu da ostane.

Trenutni tehnološki razvoj ima izuzetan potencijal za transformisanje obrazovanja kako bi se udovoljilo rastućoj potrebi za prilagođenim učenjem na zahtev. U svakom slučaju, tehnologija igra presudnu ulogu u negovanju ove filozofije i održavanju kvaliteta i relevantnosti u visokom obrazovanju. Kao zaključak ovog dela disertacije u kome su analizirani teoreski aspekti primene e-učenje u školama fokusirajući se na efikasno usvajanje IKT u načinima pružanja obrazovanja, može se reći da to podrazumeva novu paradigmu u procesu komunikacije u učionici standardnog tipa, koji je opterećen tendencijama ubeđivanja odozgo nadole i nedostatkom povratnih informacija u transformativnu i participativnu komunikaciju koja je usmerena ka postizanju održivih društvenih promena putem obrazovanja.

2.1.1 Savremena nastava i izazovi primene IKT u obrazovanju

Savremene tehnologije su u obrazovanju predstavljene kao one koje će doprineti boljem učenju, sa posebnim naglaskom na interakciji između učesnika u nastavnom procesu i učenje. Prema istraživanju Miresa (Miresse 2007) o upotrebi IKT u visokoškolskom obrazovanju, česta je situacija da većina korisnika ima svest i pristup IKT. Međutim, on naglašava da njegovi nalazi dolaze sa izvesnom sumnjom, jer svest korisnika ne garantuje integraciju IKT u sistem učenja i podučavanja. Integrisanje IKT u nastavne planove i programe s namerom da pozitivno utiču na nastavu i učenje bilo je u stanju evolucije tokom poslednjih 20 godina. Obrazovna tehnologija mora da bude pristupačna školama ako VŠU želi da se one usvoje. Na nacionalnom nivou, pristupačnost bi mogla biti ograničena visokim troškovima uspostavljanja infrastrukture

i povezana je sa siromaštvom. Na individualnom ili organizacionom nivou, skupi hardver i softver, kao i visoki troškovi komunikacije i usluga, ograničavaju pristup IKT.

Abdullahi (2014: 127) takođe smatra da IKT imaju potencijal da revolucionarno utiču na pedagoške metode ili način izvođenja nastave tj. predavanja, otvore put ka kvalitetnom obrazovanju i prošire upravljanje obrazovanjem u razvijenim, ali i manje razvijenim zemljama. Abdullahi upotrebu IKT u obrazovanju shvata kao neku vrstu discipline, koja kroz suštinsko razumevanje alata za učenje i različitih nastavnih koncepata, podstiče učenike da rešavaju probleme i poboljšavaju svoje komunikacione veštine, što je velika prednost (2014: 130). Međutim, iskustva u praksi upozoravaju da se ne implementira tehnologija za koju na lokalnu nema osposobljenih korisnika, jer bi to rezultiralo visokim troškovima održavanja. E-učenje pruža okruženje za učenje koje obuhvata efikasne načine za osiguravanje pristupa, pravičnosti i pružanja kvalitetnog obrazovanja. Vizija obrazovanja do 2030. godine predviđa globalno konkurentno kvalitetno obrazovanje kao jednog od nosilaca ka postizanju održivog razvoja.

Problem upotrebe IKT u obrazovanju, je taj što se konvencionalne obrazovne institucije menjaju sporije od različitih načina učenja i podučavanja koje nude savremene sofisticirane IKT, Internet i mobilne tehnologije. Istraživanja ukazuju da škole trenutno koriste digitalne resurse uglavnom za pokrivanje administrativnih poslova, gde su elektronski dnevници i spiskovi odeljenja zamenili papirne obrasce, elektronska obaveštenja zamenila usmenu i pisanu komunikaciju između uprave škole i nastavnika i između predavača i nastavnika.

Mogućnosti primene IKT u obrazovanju čvrsto stavljaju akcenat na učenike, u ovom slučaju i na nastavnike i na studente. Time se otvaraju potencijalne mogućnosti širokih masa u stvaranju lokalnog rešenja konkretnih problema koji se mogu testirati i deliti na globalnom nivou. Na primer, proizvodnja lokalnog sadržaja za plasman u svetskim okvirima. U tom smislu neophodno je posvetiti pažnju formulisanju politike i strategiji održivog sprovođenja ka realizaciji efikasnih škola za e-učenje s ciljem pripreme ljudskog kapitala koji se može globalno takmičiti u razvoju inovacija i nuđenju rešenja za izazove koji koče društvene promene na bolje. Podstaknuta prvenstveno razvojem hardvera i softvera, dostupnošću računara u obrazovnim postavkama i savremenim tehnološkim trendovima u nastavi, IKT integracija pokriva kontinuitet od pouka o veštinama programiranja, samostalne vežbe, softvera za interaktivno učenje, mrežne obuke, testiranja, podučavanja povećanje isporuke i pristup informacijama, komunikaciji i objavljivanju putem Interneta.

Poslednjih godina postoji velika razlika između primene IKT u lične svrhe, odnosno upotrebe van učionice, i upotrebe u svrhe učenja i poučavanja. Zbog toga je važno studentima, budućim nastavnicima različitih predmetnih oblasti, tokom studija ponuditi mogućnosti da se

upoznaju sa didaktičkom upotrebom IKT u učionici sa uvidom u primere dobre prakse i mogućnost aktivnog učešća u časovima koji podržavaju IKT.

Brojna istraživanja pokazala su promenljive karakteristike učenika u obrazovnom procesu, sugerišući potrebu da se pređe sa tradicionalne nastave koja je usredsređena na nastavnike, koja je često previše apstraktna, nepovezana i van konteksta, na aktivnije oblike učenja usmerenog na učenika. Veoma je važno podstaći i promovisati inovacije mlade generacije, jer će u prvi plan staviti ogromne mogućnosti koje e-učenje može ponuditi etabliranim i budućim programerima, programerima sadržaja, autorima, nastavnicima i samim studentima. Tradicionalnim pristupima učenju studenti stiču znanje na nižim taksonomskim nivoima i pamte činjenice i podatke bez razumevanja osnovnih pojmova. Kao rezultat, kod učenika se može razviti nerazumevanje sadržaja. Da bi poboljšali situaciju, istraživači u oblasti pedagogije počeli su da proučavaju uticaj inovativnih didaktičkih pristupa na učenje i nastavu (Zydney, 2010). Novi pristupi zasnovani na novijim teorijama učenja i poučavanja (na primer, konstruktivizam) doveli su i do aktivnosti koje zahtevaju aktivno učešće. Za razliku od standardnih materijala zasnovanim na učionicama, koji su statični, e-učenje predstavlja eru dinamičnog digitalnog sadržaja koji se lako može kritikovati, ispraviti i ažurirati u realnom vremenu i virtuelnim interakcijama. Takođe, ono stvara pogodno okruženje za participativnu komunikaciju u obrazovnim sistemima. Pored toga, e- učenje predstavlja fenomen u razvojnoj komunikaciji koji karakteriše razmena ličnog iskustva. Ovo stvara osnovu za tumačenje ponašanja, obrasce i izvođenje osnovnih vrednosti idealnih za društvene promene u društvu. Ti pristupi su zajedničko učenje, učenje bazirano na istraživanju, učenje bazirano na projektima, učenje zasnovano na problemima, iskustveno učenje, itd. (Kaushik, 2016).

Upotreba IKT kao medija fokusira se na upotrebu IKT za unapređenje procesa poučavanja i učenja. Abdullahi preciznije definiše IKT kao pomoćnu tehnologiju koja uključuje hardver i softver potreban za prikaz glasa, zvuka, podataka i slika i pruža pristup Internet uslugama (Abdullahi 2014: 127).

Postoji percepcija da obrazovanje na daljinu nije prikladna metoda za pružanje obrazovnih veština. Međutim, za mnoga zanimanja u nastajućim ekonomijama znanja domeni kognitivnog i afektivnog učenja postaju značajniji u odnosu na psihomotorne veštine. Pružanje obrazovanja na daljinu u ova dva domena mnogo je manje izazovno od poučavanja ručnih veština na daljinu. Efikasnost učenja na daljinu u obrazovanju nastaviće se poboljšavati nadogradnjom i poboljšanjem same tehnologije učenja, dizajnom nastave, prilagodljivim modelima učenja, simulacijom radnog okruženja, sistemima podrške učenicima, pristupom e-

učenju i razvojem inteligentnog podučavanja. Veći naglasak na samo-usmerenom stilu učenja i povećanje računarske pismenosti među korisnicima dodatno će poboljšati efikasnost učenja na daljinu.

Budući da su deca u sadašnjoj informatičkoj eri češće izložena medijskim sadržajima putem Interneta i popularnih društvenih medija kao što je Facebook (Prensky, 2005), nastavnici možda imaju pogrešnu pretpostavku da njihovi učenici imaju isti nivo medijske pismenosti kao i oni, i da konvencionalni nastavni plan i program za medijsko obrazovanje koji se svojevremeno kreirao za nastavnike u njihovom školskom uzrastu još uvek odgovara njihovim učenicima. Realno razumevanje nastavnika stoga igra uticajnu ulogu u budućem razvoju učenika i ishodima učenja. Međutim, istraživanje sprovedeno 2010. godine radi procene i ispitivanja razumevanja i očekivanja hongkonških nastavnika prema medijskoj pismenosti svojih učenika, pokazalo je da nastavnikovo razumevanje navika upotrebe medija od strane učenika odstupa od stvarnosti i da imaju tendenciju da precenjuju sklonost učenika prema onlajn igrama (Chu, Tavares, Siu, Chov & Ho 2010). Kako tumači Burnett (2002), nesklad između pretpostavki nastavnika i učenika o navikama primene medija ukazuje na činjenicu da nastavnici nemaju veštine potrebne za razumevanje celokupne slike korišćenja medija od strane svojih učenika, što je implicirano na sposobnost da osmisle kurikulum za medijsko obrazovanje sa pravim resursima i metodama procene za njih. Štaviše, medijska pismenost uključuje vešto korišćenje medijskih alata i razmenu odgovarajućih i relevantnih informacija sa drugima. Da bi bili kompetentni za medijsku pismenost, nastavnici ne samo da moraju da steknu osnovni nivo razumevanja u savladavanju medijskih alata, već i da budu u toku sa novim tehnologijama i veštinama potrebnim za održavanje i unapređenje kvaliteta i mogućnosti pristupa informacijama putem različitih medija. Svrha upotrebe medija u učionici često je ograničena na jednosmerno predstavljanje informacija od nastavnika do učenika (Keengwe & Kang, 2013).

Razlog pasivne uloge učenika u korišćenju medija na času posledica je nedovoljnog poznavanja softvera od strane nastavnika, a koji je izabran za učenike i nedostatka veština da učenicima olakšaju upotrebu medija. Iskustva u praksi pokazuju da znanje medijske pismenosti nastavnika u velikoj meri utiče na upotrebu medija učenika, a time i na njihovu medijsku pismenost.

Činjenica je da se na polju obrazovanja, kako kod nas, tako i širom sveta, ulažu velika sredstva u IKT, kako bi nastava bila modernija i pogodna za generacije koje odrastaju uz tehnologiju. Nalazi istraživanja (na primer, Bingimlas 2009) pokazuju da neki nastavnici prepoznaju značaj i silno žele da integrišu IKT u obrazovni proces, ali u tome nailaze na niz prepreka. Pored nedostatka kompetencija i znanja, ukazuje se i na nedostatak samopouzdanja

i nedostupnosti resursa (Bingimlas, 2009). Rukovodioci vaspitno-obrazovnih ustanova nisu, zapravo, koristili računare za napredniji rad sa decom i zbog toga im nedostaje neophodna akademska vizija i iskustvo da upravljaju projektima uvođenja IKT u obrazovanju. Nažalost, planiranje uvođenja IKT je prečesto bilo ograničeno na cilj nabavke hardvera i softvera. Škole su se usredsredile na kupovinu opreme, postavljanje laboratorija i umrežavanje zgrada, ne uzimajući u obzir značajne organizacione i kulturne promene koje su neophodne da bi se podržala odgovarajuća upotreba IKT za unapređenje učenja učenika. Kao rezultat toga, mnoge škole imaju skupe računarske laboratorije koje se koriste za kucanje, igre i vežbe, ako se i uopšte koriste. Istraživanja pokazuju, a iskustva u praksi to potvrđuju da prelazak na učenje bazirano na IKT može doesti do promene uloge nastavnika.

Jedan od najpopularnijih sistema e-učenja koji se godinama koristi u Republici Srbiji je nesumnjivo Moodle LMS. Dizajniran je da ne bude zamena za tradicionalni neposredni način nastave, već da bude dodatak standardnom nastavnom sistemu koji otvara čitav niz novih mogućnosti. Ako to pokušamo da definišemo u jednoj rečenici, Moodle bi predstavljao objedinjeni skup alata koji omogućava pristup zajedničkim izvorima znanja, razmenu obrazovnih materijala i upotrebu dodatnih modula. Moodle je u suštini platforma za učenje da pruži korisnicima, jedinstveni robusni, sigurni i integrisani sistem koji može stvoriti personalizovana okruženja za učenje.

Međutim, upravljanje projektima uvođenja IKT u obrazovanje često ima prilične poteškoće. Projekti implementacije IKT u obrazovanju nužno iziskuju troškove u koje spadaju: Troškovi opreme i pristup tehnologiji, motivacija, nedostatak neposrednih povratnih informacija od strane instruktora, nedostatak odgovarajuće podrške i usluga, otuđenje i izolacija, nedostatak IKT pismenosti, nedostatak veština u upravljanju podacima i vremenom. U tabeli 2.1.4.1 predstavljen je karakterističan proces uticajnih faktora za e-učenje kod studenata i nastavnika.

Tabela 2.1.4.1 Inhibiranje i olakšavajući faktora za e-učenje

Studenti	Nastavnik
Motivacija	Tehnološko samopouzdanje
Sukobljeni prioriteti (vreme)	Novi stil učenja i samopouzdanje
Akademsko samopouzdanje	Motivacija i posvećenost
Tehnološko samopouzdanje	Kvalifikacija i kompetentnost
Stil učenja	Vreme
Pol	
Starost	Obuka
	Dizajn nastavnog plana i programa
Tehnologija	Pedagoški model
Pristup	Sadržaj predmeta
Dizajn softvera i interfejsa	Aktivnosti nastave i učenja
Troškovi	Fleksibilnost obrazovnih resursa
Lokalizacija	Lokalizacija
Institucija	
Upravljanje znanjem	Podrška
Obuka nastavnika i osoblja	Podrška od fakulteta
	Socijalna podrška studenata
Troškovi	Podrška od poslodavca
Tehnologija	Podrška za fakultet
Stope pristupa	
Školarina, naknade za kurs	Društvo
Knjige	Uloga nastavnika i studenta
Nastavna ekonomija i finansiranje	Stav o e-učenju i IT-u
	Pravila i propisi

Izvor: Anderson (2008: 46)

Primetno je da sve veći broj nastavnika i istraživača u oblasti obrazovanja smatra da se nova generacija učenika značajno razlikuje od prethodnih generacija. Uglavnom su opažali promene u obrascima upotrebe medijskih usluga. Mladi odrastaju uz mrežu, društvene mreže i računarske igre, stičući tako specifične tehničke veštine, razvijajući nove načine razmišljanja i različite preferencije učenja koje zahtevaju nove pristupe učenju (Prensky, 2005). IKT u sprezi sa inovativnim didaktičkim pristupima učenju i poučavanju nude mogućnosti integrisanja IKT u koncepte koje nastavnici predstavljaju studentima, budući da tehnologija omogućava pristup ogromnoj količini informacija, nudi mogućnosti za različitu interaktivnu prezentaciju sadržaja, između ostalog u obliku računarskih igara, simulacija i slično. Da bi uspešno radili u izabranoj oblasti, studenti moraju biti digitalno i informaciono pismeni kako bi mogli da pristupe potrebnim informacijama i znanju sa svime što nove tehnologije nude. Zahtevi od škola da integrišu IKT u procese nastave i učenja trebalo bi da se sastoje od zahteva koji će voditi razvoju. Prilikom uvođenja nove strategije, takođe treba razmotriti poboljšanje kapaciteta

školskih rukovodilaca da vode promenu. Direktori vaspitno obrazovnih ustanova su ključni u vođenju integracije IKT u školski program. Ako školski rukovodioci ne shvate značaj primene IKT u nastavi, sigurno neće moći da vode integraciju IKT u učionici. Stoga obrazovanje u informatičkom dobu zahteva od školskih rukovodilaca da ne samo ažuriraju svoje veštine i znanja, već i rade na transformaciji svoje uloge kao obrazovnih lidera.

U visokom obrazovanju, posebno u primeni IKT-a, oblik e-učenja već menja nastavne procese učenja. U praksi postoje mnogi pedagoški i socio-ekonomski faktori koji su nagnali institucije visokog obrazovanja da usvoje e-učenje. To uključuje veći pristup informacijama, veću komunikaciju putem elektroničkih uređaja, sinhrono učenje, povećanu saradnju, isplativost i pedagoška poboljšanja kroz simulacije, virtualna iskustva i grafičke prikaze. U skladu s tim, i predavači i polaznici mogu odabrati prikladnije aplikacije koje su vremenski fleksibilne, personalizirane, ponovno upotrebljive i prilagođene određenim domenama te isplativije.

Pitanja prenošenja teorije u praksu i primene kompetencija u autentičnom okruženju mogu se uspešno rešiti učenjem kroz simulacije i igre. U učenju, razumevanje isprepletenih aspekata simulacija u stvarnom životu, omogućava transparentniju prezentaciju i analizu parametara u objašnjavanju procesa, odnosa i sistema. Suštinska karakteristika simulacije u obrazovanju je uspostavljanje pojednostavljenog modela stvarnosti koji omogućava dinamički tretman, s tim što učenik sam kontroliše i usmerava parametre. Simulacione igre uspostavljaju učenje u okruženju koje omogućava osećaj „stvarnog sveta“. Igra podstiče razvoj veština potrebnih za razvijanje u stručnjaka kroz inovativno i kreativno rešavanje problema, što nije dovoljno prisutno u tradicionalnoj univerzitetskoj nastavi. Omogućava učenje vlastitim radom i iskustvom i učenje u sigurnom okruženju (Prensky, 2005).

Brzi razvoj mobilnih uređaja podstiče sve veću upotrebu IKT. Na primer, mobilni telefoni su brzo proširili svoje funkcije deljenja sa modernim komunikacionim uređajima. I danas je veoma važno koliko studenti koriste mobilne uređaje za rad i preferencije nakon toga. Korišćenje elektronskih izvora je najstariji i najjednostavniji način upotrebe IKT u obrazovanju. Novi načini objavljivanja i pristupa resursima povećavaju dostupnost studijske literature, knjiga, članaka i multimedijalnih izvora.

Nameće se zaključak da je efikasan menadžment vaspitno-obrazovnih ustanova ključni element uspeha u bilo kojoj inovaciji u obrazovanju. Vođstvo je presudno za uspešnu integraciju IKT u škole, a što dalje uključuje donošenje odluka, uticaj na druge, podršku nastavnicima i predstavljanje uzora u upotrebi IKT. Stoga bi bilo zanimljivo istražiti

tehnološko vođstvo školskih rukovodilaca u okruženju i načine na koje se školski rukovodioci mogu posebno pripremiti za integraciju IKT u obrazovanje.

2.2 Paradigme primene IKT u nastavi

Nove metode poučavanja u IKT obrazovanju zagovaraju aktivnu ulogu učenika u sopstvenom obrazovanju, a nastavnike postavljaju u položaj stručnog savetnika i koordinatora procesa učenja. Model reprodukcije znanja prelazi u model razumevanja, nadogradnje i istraživanja novih znanja. Sam proces zahteva individualno angažovanje svakog učenika. Ovo sticanje znanja moguće je samo trenutnim savladavanjem nastavnih sadržaja neophodnih za nastavak nastave i sticanje novih znanja.

Kombinovano učenje i mešavina alata za isporuku sadržaja pravo su rešenje za privlačenje pažnje učenika i praćenje napredovanja učenika. U savremenom nastavnom procesu, IKT predstavljaju u užem smislu nezaobilazno nastavno sredstvo u podršci nastavnicima u tradicionalnom načinu učenja, a u širem smislu predstavljaju novi metodički pristup na različite načine realizacije učenja i poučavanja (Denić et al. 2017). Učenje je put od onoga što znamo do onoga što ne znamo, od onoga što razumemo do onoga što ne razumemo, od pitanja do odgovora. U tom smislu nam je potreban sistem realizacije nastave koji nam daje mogućnost da sa lakoćom efektno predajemo tj. sačuvamo svoju snagu, a dosegamo što bolje rezultate. Odnos učenika, nastavnika i nastavnih sadržaja obogaćen je komponentom znanja. Čuveni didaktički trougao dobija svoju četvrtu komponentu i može biti predstavljen didaktičkim četvorouglo. U pedagoškom procesu takođe treba uzeti u obzir da studenti uče o tehnologiji sa oba aspekta: IKT kao nastavno sredstvo i IKT kao alat za učenje. Poznati autor Abdulah primećuje da upotreba IKT u obrazovanju:

- uklanja vremenske i prostorne barijere, jer učenici mogu stupiti u kontakt sa nastavnikom i međusobno komunicirati i razmenjivati informacije bilo kada i bilo gde,
- pruža pristup globalnom znanju,
- olakšava razmenu znanja, jer učenici mogu da prave prezentacije i beleške pojedinačno ili u grupama i nadgledaju njihov napredak,
- omogućava trenutnu razmenu iskustava i bolju praksu, a takvo učenje postaje interaktivnije i zabavnije kroz razne multimedijalne alate i podstiče iskustveno učenje, otvara prozore za novo razmišljanje, inovacije, donosi radost i motivaciju novom (2014:127).

Obrazovanje je socijalno orijentisana aktivnost i kvalitet obrazovanja tradicionalno se povezuje sa stručnim i osposobljenim nastavnicima koji imaju visok stepen ličnog kontakta sa učenicima odnosno studentima. Kvalifikovani nastavnici se često vide kao katalizator uvođenja i efikasne upotrebe tehnologije u školama.

E-nastava je jedna od nove paradigme pristupa obrazovanju. Njeno poreklo može se pratiti u razvoju tema e-revolucije u svetu računarstva, povezanih sa e-poštom, e-trgovinom, između ostalog. Razvoj IKT ne bi trebao upasti u zamku „e“ za elektronsku eru, već ga redefinisati tako da znači efikasan i efektivan, što jednostavno označava dodavanje vrednosti već postojećim sistemima, kao što su načini pružanja obrazovanja u školama. Nažalost, u mnogim zemljama nedostatak obučениh nastavnika i nizak nivo IKT znanja i veština nastavnika identifikovani su kao glavne prepreke za efikasno uvođenje tehnologije u škole. Pojava računara i Internet tehnologija naterala je stručnjake da vremenom predvide brojne efekte upotrebe računara. Inače, svet će biti društvo bez papira, uspon izvora elektronskog učenja (e-books) i efekat masovne komunikacije (www) između ostalog doprinose povećanju digitalnog jaza, negativno utičući na zemlje u razvoju.

Klark i Feldon (Clark & Feldon 2005) analizirali su istraživanje uticaja IKT na nastavu i učenje i sumirali pet mišljenja koja su se najčešće isticala:

1. učenje putem e-materijala uspešnije je od klasične nastave;
2. video simulacije i demonstracija putem kombinacije slike sa zvukom olakšava učenje;
3. učenje pomoću e-materijala motiviše učenike više od ostalih metoda učenja;
4. nastavnik može da prilagodi IKT učenicima sa različitim stilovima učenja, i
5. IKT omogućava konstruktivistički pristup učenju.

U nastavku je evoluirana primena tehnoloških alata u nastavi matematike. Matematika je složena nauka i zahteva kontinuitet u učenju. Učitelji matematike pred sobom imaju važan i veliki zadatak i obavezu. Učenicima je neophodno preneti najkvalitetnije znanje koje je daleko iznad puke reprodukcije. To zahteva posebnu brigu o nastavniku da nijedan učenik nije lišen bilo kog lanca sveobuhvatnog matematičkog znanja. Nebojša Denić i saradnici (2016) pozivaju se na stavove učenika prema učenju predmeta se razlikuju u zavisnosti od karakteristika nastave u učionici, kao što su vrste ocenjivanja, teme i isporuka materijala i alata. U doba informacionih tehnologija tradicionalne obrazovne metode nisu dovoljno efikasne. Sadašnji sistem obrazovanja zahteva uvođenje brzih i netradicionalnih obrazovnih metoda i oblika u obrazovni proces, i motivisati učenike za samoobrazovanje (Cunska & Savicka 2012). Neophodno je uvesti IKT u nastavni proces što je pre moguće zbog brzog razvoja informacionih sistema i

tehnologija (Nikolić, et al. 2018). Predmet istraživanja ovog dela doktorske disertacije je nastavni proces matematike realizovan na tradicionalan i moderan način uz upotrebu IKT-a. U tom kontekstu, iskustva mnogih nastavnika matematike pokazala su da učenici imaju najviše problema sa usvajanjem sadržaja ovog školskog predmeta. Motiv je vrlo jak faktor koji može uticati na prevazilaženje ovog problema. Odatle je potekla ideja da se utvrdi na koji način realizacija nastave može uticati na podizanje nivoa motivacije za učenje matematike. Domingo (Domingo 2010: 171) takođe ističe da upotreba tehnoloških alata u učionici povećava motivaciju učenika, jer danas pripadaju generaciji koja je odrasla u digitalno doba i koju karakterišu visoke sposobnosti i znanje upotreba tehnoloških alata. Slično tome, Domingo i Marques (Domingo & Marques 2011: 174) na osnovu studija 21 osnovne i srednje škole u Španiji zaključili su da su najvažnije blagodati upotrebe IKT u učionici, prema mišljenju anketiranih nastavnika:

1. veća motivacija, veća pažnja i veće učešće učenika;
2. lakše razumevanje tema učenja i postizanje ciljeva učenja u učionici, i
3. veće zadovoljstvo, motivacija i slika o sebi kao učitelju.

Cilj istraživanja ovog dela disertacije je da pruži neku vrstu doprinosa uspostavljanju pozitivnog odnosa učenika prema matematici podsticanjem motivacije za sticanje novih znanja, kao i doprinosom metodologiji nastave matematike. Na osnovu prethodnih istraživanja i pregleda literature mogu se pretpostaviti sledeći rezultati istraživanja:

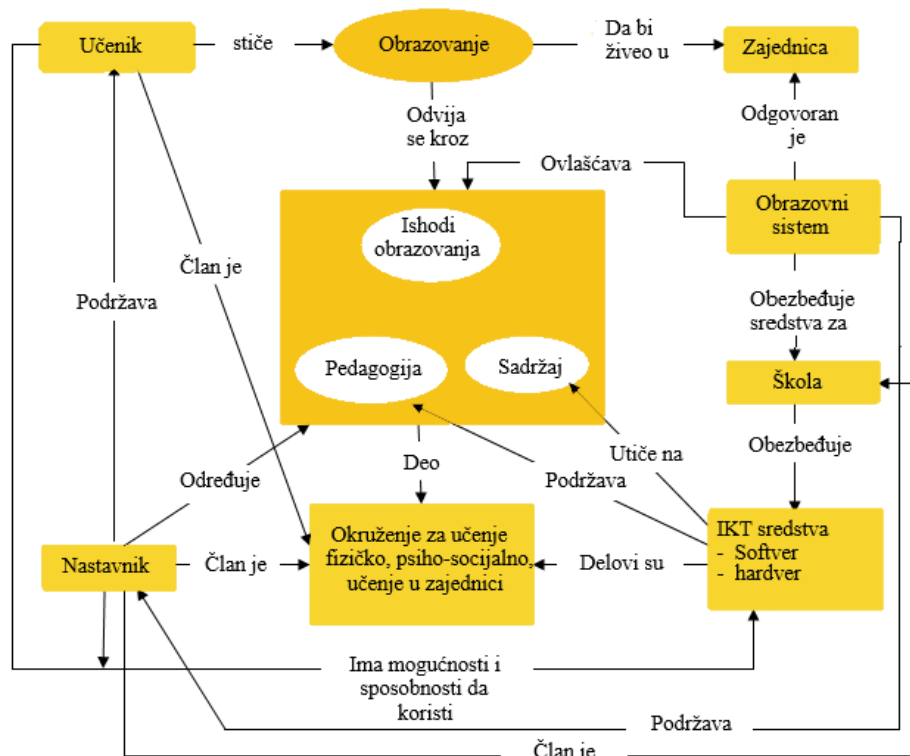
- Ako se IKT koriste u nastavi, učenici su motivisaniji za učenje matematike;
- Ako su studenti zainteresovani za nastavu, tada će biti motivisani da usvoje nova znanja;
- Ako učenici imaju motiv za učenje i rezultati su bolji.

Integrisanje IKT alata u kurikulum i prilagođavanje pedagogije prema društvenom okruženju neophodni su za postizanje kvalitativnih poboljšanja u učenju. U tom smislu Abdulahi dodaje sledeće prednosti upotrebe IKT u obrazovanju:

- promovisanje intelektualnih sposobnosti učenika kroz razmišljanje na višem kognitivnom nivou, rešavanje problema, unapređenje veština komunikacije i dublje razumevanje alata i koncepata za učenje u nastavi;
- promovisanje okruženja za učenje stvaranjem šireg niza alata, posebno za učenike sa posebnim potrebama;
- korišćenje računarskih animacija za ilustraciju dinamičkih procesa koje pojedinačne slike ne mogu;

- poboljšanje pohađanja nastave i omogućavanje efikasnijeg okruženja za učenje kroz nastavu/učenje usmereno na student;
- promovisanje dubljeg razumevanja prikupljanja podataka;
- poboljšanje kvaliteta samih časova;
- osnaživanje učenika u IKT veštinama;
- promovisanje zajedničkog učenja, i
- povećanje kvaliteta učenja pristupom sadržaju putem IKT aplikacija (2014: 129).

Učenje uz pomoć tehnologije ili standardizovane lekcije mogu ublažiti slabosti u nastavi i značajno poboljšati rezultate testova. Ljajić smatra da se IKT definiše kao kombinacija informatičke tehnologije s drugim tehnologijama, posebno komunikacionom tehnologijom. Na slici 2.2.1 dat je prikaz položaja IKT u nastavi, odnos sa drugim uticajnim faktorima procesa nastave kao i uzajamne uticaje (Ljajić, 2014:2).



Slika 2.2.1 Položaj IKT u nastavi (Ljajić, 2014)

U praksi se primenjuju više vrsta analiza efekata uticaja IKT na proces učenja, a jedna od njih je i SWOT analiza. U tom smislu se prednosti učenja uz pomoć obrazovne tehnologije opisuju u čemu se vaspitno-obrazovna ustanova ističe i šta je odvajava od konkurencije. Slabosti sprečavaju vaspitno-obrazovnu ustanovu da radi na svom optimalnom nivou. To su područja u kojima se proces nastave treba poboljšati da bi ostao konkurentan. Mogućnosti se odnose na

povoljne spoljne faktore koji mogu dati ustanovi konkurentsku prednost. Na samom kraju se nalaze pretnje koje se odnose na faktore koji mogu da naštetite.

Primena SWOT analiza je veoma zastupljena i u obrazovanju. Korišćenjem ove analize, pruža nam se mogućnost da odredimo prednosti i nedostatke u samom sistemu obrazovanja, kao i da poboljšamo kvalitet samog obrazovanja. Pomoću SWOT analize, na primer, možemo svaku platformu posebno definisati i odrediti koja je platforma najbolja i najzastupljenija za osnovno, srednje i visoko obrazovanje. Sve platforme koje se primenjuju u nastavi su važne i samim tim su srazmerno i zastupljene u obrazovanju. Najčešće korišćeni alati za učenje na daljinu bili su sastanci Zoom, Google meet, Email, online učionica Moodle i Cisco Webex, za koje su studenti smatrali da ih je lako koristiti. Internet učionica Moodle, komunikacija putem e-pošte i predavanja na mreži izabrani su kao najprikladniji načini prezentacije studijskog materijala. Poznati autori Negoescu i Boskina-Bratu (Negoescu & Boskina-Bratu 2016: 26) takođe primećuju da je zbog snažnog uključivanja tehnologije u većinu aspekata našeg života, zadatak vaspitača da pronađu ravnotežu između upotrebe tehnologije i socijalizacije među vršnjacima i razvijanje interpersonalnih veština u učionici. Negoescu i Boskina-Bratu se pozivaju na Romanoa, koji je inače snažni pristalica integracije IKT u učionici, i koji navodi sledeće prepreke uspešnoj integraciji IKT u učionici:

- činjenica da ne postoji opšta, koherentna vizija ovoga, kako upotreba tehnologije treba da bude ugrađena u nastavu;
- neki nastavnici vide tehnologiju kao pretnju njihovoj profesionalnoj bezbednosti, a ne kao sredstvo za promociju procesa učenja;
- izazov integracije IKT u kurikulum, i
- neprimerena upotreba savremene tehnologije i odsustvo samorefleksije i analize pogrešaka (Negoescu & Bostina-Bratu 2016: 27).

Korišćenje Interneta i virtuelnog učenja, uprkos mnogim prednostima, takođe predstavlja potencijalno gubljenje vremena u potrazi za informacijama i pristup potencijalno nepouzdanim informacijama. Takođe, upotrebom Interneta u učionici rizikujemo da pobudimo interesovanje učenika za sadržaje koje nastavnik nije planirao na času i time gubi motivaciju za integraciju u učionicu. Međutim, dobar deo nastavnika, naročito nakon iskustva sa pandemijom COVID-19 virusa, smatra da je upotreba Interneta i IKT u nastavi nezaobilazno sredstvo u savremenom nastavnom procesu. Pored već pomenutog nedostatka direktnog kontakta sa nastavnikom, Selvin (Selvin 2019) skreće pažnju na suptilne efekte IKT kao što su

povećana izolacija i individualizam, uprkos činjenici da je pre svega namenjena za bolje povezivanje različitih učesnika u procesu učenja.

Računarske tehnologije danas ne samo da menjaju dinamiku, način i tok obrazovnog istraživanja, već transformišu obrazovnu komunikaciju u celini. Očekuje se da će ova transformacija u oblasti obrazovanja pozitivno uticati na razvojnu agendu

Korišćenje IKT u školi omogućava učenicima pristup učenju, materijali su prilagođeni njihovoj starosti i interesovanjima, promovišu socijalno ponašanje (na primer, timski rad) i olakšavaju diskusije među vršnjacima (OECD 2017: 220). Poznati autori Balkin i Sonnevend (2016) ističu kao prednost što jedan nastavnik u digitalnom svetu ima priliku da svoje znanje prenese na neograničen broj učenika, ali nije neophodno da su učenici i nastavnici u istom prostoru i učesnici mogu pristupiti sadržaju 24 sata dnevno. U teoriji, učenici se tako mogu obrazovati bilo gde, bilo kada i bilo kojim redosledom. Ove promene dovele su do preispitivanja načina na koji učimo i podučavamo.

Pored računarske/digitalne pismenosti, nastavnici IKT vide kao podsticanje interesa učenika za predmet i učenje i odnos prema informacionoj tehnologiji kao alatu za učenje kao ključnom delu celoživotnog interesovanja za učenje. Nadovezujući se na ovo, postaje jasno da IKT moraju biti povezane sa specifičnim potrebama pojedinih zemalja dok se IKT koristi kao sredstvo usmereno na učenika, za razliku od tradicione pedagogije.

2.2.1 Faktori koji utiču na primenu IKT u nastavi

U naučnoj literaturi postoji značajan broj radova koji ističu stratešku važnost savremenih IKT u vaspitno-obrazovnim ustanovama koji obrađuju problematiku informatičke i digitalne pismenosti u funkciji kvaliteta obrazovanja (Petković et al. 2018). Međutim, uprkos brojnosti radova koji se zasebno bave ovim temama, nisu pronađeni radovi koji daju celovit uvid u navedenu problematiku pružajući odgovor na pitanje u kojoj meri informatička pismenost prosvetnih radnika utiče na unapređenje kvaliteta u vaspitno-obrazovnim ustanovama i u kakvom su međusobnom odnosu te promenjive. Savremena IKT igra važnu ulogu u uspostavljanju kvalitetnog okruženja za učenje, koje pojedincu pruža koordinisan razvoj neophodnih veština za funkcionisanje u informacionom društvu. U sistemu e-učenja nastavnici i studenti postaju aktivni akteri kroz interaktivnost između učesnika.

Na tržištu postoji niz komparativnih metodologija tako da svaka ustanova može prema svojim potrebama odabrati efikasnu platformu za e-učenje. U nastavku prikazujemo rezultate istraživanja sprovedenog u VŠU na teritoriji Kosova i Metohije (KM) (Tabela 2.2.1.1). Na

anketno pitanje o faktorima koji utiču na stepen primene IKT na VŠU, može se zapaziti da je 50,85% muških ispitanika na prvo mesto stavilo IKT opremljenost njihovih VŠU, na drugo mesto (36,61%) aktivnost i stručnost nastavnog osoblja, a na treće mesto (12,54%) aktivnost dekana/direktora i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (MPNTR) R. Srbije. Kod ispitanika ženskog pola, redosled je bio isti: 58,69% izjasnilo se za opremljenost VŠU savremenim IKT, 29,58% za aktivnost i stručnost nastavnog osoblja, a 11,74% za aktivnost dekana/direktora i MPNTR R. Srbije (Milićević et al. 2021).

Tabela 2.2.1.1 Faktori koji utiču na stepen primene IKT na VŠU u funkciji pola studenta (Milićević et al. 2021)

Br.	Faktori koji utiču na stepen primene IKT na fakultetima/visokim školama	Pol studenata		Ukupno
		Muški	Ženski	
1	Aktivnost i stručnost nastavnog osoblja	108	63	171
2	Opremljenost fakulteta/visoke škole IKT	150	125	275
3	Aktivnosti dekana fakulteta/direktora škole i MPNTR	37	25	62
	<i>Ukupno</i>	295	213	508

U narednoj Tabeli prikazani su Faktori koji utiču na stepen primene IKT na VŠU u funkciji godina starosti studenata. Rezultati pokazuju da je opremljenost fakulteta, odnosno viših škola i akademija najuticajniji faktor na stepen primene IKT u nastavi. Takođe rezultati sprovedenih istraživanja u VŠU na prostoru KM pokazuju da su nastavničke veštine ključni faktor za uspešnu upotrebu IKT u pedagoškom procesu, kao i opremljenost VŠU, okruženje i svest o smislu korišćenja određenih IKT alata.

Tabela 2.2.1.2 Faktori koji utiču na stepen primene IKT na VŠU u funkciji godina starosti studenata (Milićević et al. 2021)

Br.	Faktori koji utiču na stepen primene IKT na fakultetima/ visokim školama	Godine starosti studenata					Ukupno
		19-25	26-32	33-39	40-46	54-60	
1	Aktivnost i stručnost nastavnog osoblja	152	13	3	2	1	171
2	Opremljenost fakulteta/ visoke škole IKT	256	14	4	1	0	275
3	Aktivnosti dekana/direktora i MPNTR	56	5	1	0	0	62
	<i>Ukupno</i>	464	32	8	3	1	508

Iako obrazovni sistemi u Evropi od ranih 1980-ih ulažu znatne resurse u informacionu tehnologiju, kada je reč o obrazovnim institucijama još uvek ne postoje međunarodni

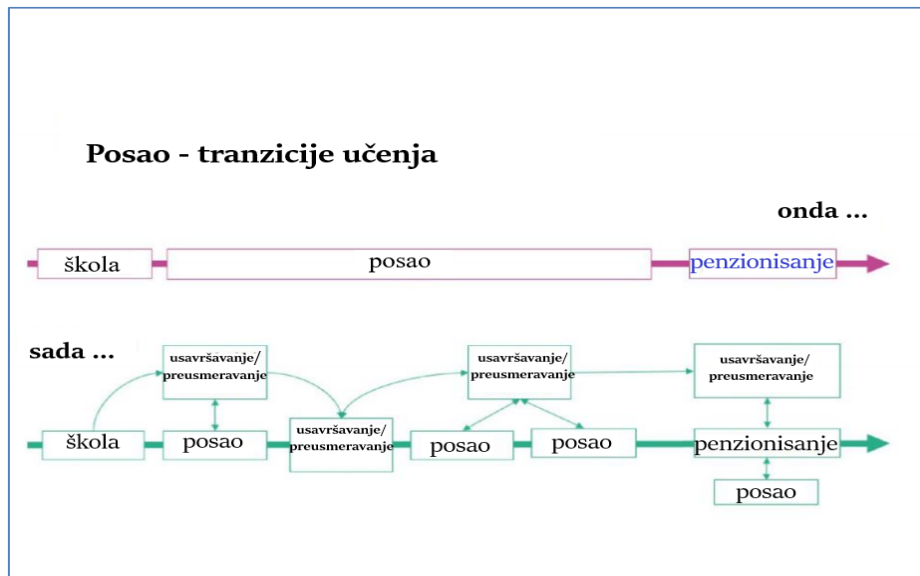
standardizovani pokazatelji koji bi pokazali doprinos tehnologije i efektivnost njene upotrebe u obrazovanju (Pedro 2012). U nedostatku relevantnih istraživanja o primeni e-nastave u funkciji unapređenja kvaliteta obrazovanja u VŠU u Republici Srbiji, posebno na teritoriji AP Kosovo i Metohija, svrha i opravdanost istraživanja disertacije u uslovima aktuelne pandemije je višestruka.

2.2.2 Aspekti primene IKT u obrazovanju

Od pojave internet tehnologija 1990-tih, e-učenje se izdvaja kao postepeni trend ka demokratizaciji obrazovnog sistema (Mensah 2018). Pri integraciji tehnologije u pedagoški proces važno je da nastavnik poseduje veštine koje mu omogućavaju da pravilno koristi tehnologiju u učionici (Denić et al. 2019). Didaktički dizajn lekcija zasnovan je na ciljevima učenja, pa je važno prilagoditi upotrebu IKT alata potrebama učenika za sadržajem, a ne obrnuto. Suštinski element uspeha uvođenja IKT je izbor pristupa koji mora biti usmeren na aktivno učešće učenika. Upotreba IKT može da omogući kvalitetniji obrazovni rad i lakši pristup obrazovanju. Istraživanja ukazuju da je za integrisanu upotrebu IKT potrebno više vremena za pripremu i veća operativna pouzdanost. Istraživanje na studentima pokazalo je da je njihov odgovor na upotrebu npr. mobilnih uređaja u studijskom radu pozitivan, mada većina ne veruje da su se njihovi učinci učenja poboljšali (Kinash, Brand, Mathev & Kordiban 2011). Iako se ishodi učenja ne poboljšavaju, percipirani komfor i fleksibilnost studijskog rada takođe se mogu značajno povećati. Ključni problem su razlike između mišljenja učenika o njihovom znanju o korišćenju IKT i stvarnih znanja ili dostignuća (Hatlevik, Throndsen, Loi & Gudmundsdottir 2018), kao i trajanje i intenzitet upotrebe pametnih uređaja. Felisoni i Godoi (Felisoni & Godoi 2018), na primer, otkrivaju da svakodnevna dugoročna upotreba pametnih telefona ima izrazito negativan uticaj na akademske performanse. U tom kontekstu, važnu ulogu imaju nastavnici, koji izborom IKT i odgovarajućom didaktičkom upotrebom daju važan doprinos načinu rada u okviru studijskog procesa, kao i prilagođavanju učenja novim situacijama koristeći novu modernu tehnologiju.

Svaka od navedenih oblasti predstavlja integralnu komponentu u sveobuhvatnom sistemu primene IKT na nivou osnovnih i srednjih škola u Republici Srbiji. Istraživanja u svetu pokazuju da u većini razvijenih zemalja visok udeo stanovništva (do 50%) upisuje visoko obrazovanje u nekom dobu svog života. U poslednje vreme naročito je primetan porast učesnika u celoživotnom učenju i obrazovanju. Visoko obrazovanje je stoga veoma važno za razvoj i napredak nacionalnih ekonomija, kao izvora stvaranja stručnih i osposobljenih kadrova

neophodnih za razvoj svakog društva. Slika 2.2.2.1 prikazuje karakterističan proces rada i učenja tokom života, iz studije M. Horgana, e-IRG radionica, Helsinki 2019.



Slika 2.2.2.1 Rad i učenje tokom života, iz prezentacije M. Horgana, e-IRG radionica, Helsinki 2019.

Pojedini autori poput Jamamotoa (Yamamoto & Altun 2020), zagovaraju humanističku svrhu obrazovanja koja promoviše našu kreativnost, kognitivne sposobnosti i etičke vrednosti, kažu da kada tehnologija nije pravilno integrisana u obrazovni proces, ona čak može inhibirati naša sposobnost istraživanja i opažanja. U jednom od istraživanja, od 10 000 američkih škola ukazano je da prekomerna upotreba računara smanjuje kreativne sposobnosti dece za 50%.



Slika 2.2.2.2 Glavna područja inicijative za otvoreno obrazovanje

Izvor: Evropska komisija (2013)

Prethodna slika 2.2.2.2 predstavlja neke od glavnih područja inicijative za otvoreno obrazovanje. Evropska komisija (2013) Niz studija proučavao je zašto se nastavnici odlučuju za upotrebu IKT. One obično uključuju izvođenje studija slučaja upotrebe učionice u određenom okruženju. Svrha ovih analiza bila je da se utvrdi stanje na polju upotrebe IKT u nastavi na VŠU, gde se odvijaju studijski programi. Na osnovu nalaza, moguće je pronaći rešenja i identifikovati poboljšanja u polju inovativnih didaktičkih pristupa koristeći IKT. Rezultati istraživanja su pokazali da većina nastavnika doživljava IKT kao vrlo korisnu i kao olakšavanje nastave i učenja. Još uvek postoji mnogo intuitivne upotrebe IKT u učenju i podučavanju, što samo povećava kognitivno opterećenje, smanjuje efikasnost učenja i ne pomaže povećanju kreativnosti među učenicima. Pitanje adekvatnosti znanja svršenih studenata u oblasti upotrebe IKT važno je za sve oblasti univerzitetskog obrazovanja, a posebno je važno u oblasti obrazovanja budućih nastavnika, koji će to znanje razvijati i graditi sa budućim generacijama učenika. U Tabeli 2.2.2.1 predstavljeni su na osnovu relevantne literature stavovi o ciljevima i razlozima uvođenja IKT u proces obrazovanja.

Tabela 2.2.2.1 Obrazloženja „obrazovnih“ IKT sintetizovanih iz literature

Obrazloženje	Izvor
1. U cilju učenja IT veština	Harris (1999); Twining (2001; 2002;)
2. Kao alat za postizanje tradicionalnih ciljeva nastave i učenja kroz kurikulum	Harris (1999); Pelgrum and Plomp (1991); Twining (2001; 2002;)
3. Kako bi se učenje proširilo i obogatilo kroz kurikulum	Cuban (1993); Harris (1999); Hexel, De Marcellus and Bernoulli (1998); Twining (2001; 2002)
4. Kako bi motivisali učenike	Hexel et al. (1998); Twining (2001; 2002)
5. Kao katalizator obrazovnih promena	Moseley, et al. (1999); Pelgrum and Plomp (1991); Twining (2001; 2002)
6. Zbog uticaja IKT na prirodu znanja	Cloke (2000); Twining (2001b)
7. U cilju suštinske promene nastave i učenja	Dwyer, Ringstaff and Sandholtz (1990); Cuban (2001); Twining (2001; 2002)
8. Kao alat za podršku učenicima u razmišljanju o sopstvenom učenju	Twining (2001; 2002)
9. Kako bi se omogućio pristup nastavnom programu onima koji bi inače mogli biti iz njega isključeni	Twining (2001; 2002)
10. U cilju povećanja produktivnosti u obrazovanju	Cuban (1993)
11. U cilju smanjenja troškova obrazovanja	Pelgrum and Plomp (1991)
12. Kako bi obrazovanje bilo efikasnije	Moseley, et al. (1999); Cuban (2001); Twining (2002)
13. Kao zamena za nastavnike	Harris (1999)
14. Kako bi nagradili nastavnike	Harris (1999); Twining (2002)
15. Kao priprema za odlazak u društvo koje je prožeto tehnologijom	Pelgrum and Plomp (1991); Cuban (1993)
16. Kao priprema za rad (zaposlenje)	Pelgrum and Plomp (1991); Cuban (2001)
17. U cilju podrške i podsticanja ekonomskog razvoja zemlje	Pelgrum and Plomp (1991)
18. Kako bi impresionirali zainteresovane strane (npr. Inspektore, finansijere, buduće roditelje/studente)	Pelgrum and Plomp (1991); Twining (2002)
19. Kako bi se smanjile nejednakosti između studenata/učenika sa različitim pristupom IKT izvan formalnog obrazovanja	Twining (2002)

Za nastavnike ova promena znači da bi morali da redefinišu svoju ulogu u procesu učenja stimulisanjem učenika da rade i uče na samoodržive, odgovorne i autonomne načine. U svim obrazovnim reformama nastavnik je presudan element. Kada razmatramo inovacije u obrazovanju koje se odnose na IKT, nastavnike ne možemo videti kao izolovane aktere bez prošlosti. Nastavnici slede rutinu i primenjuju strategije koje su naučili tokom obuke pre rada u nastavi i u svojim školama, od njih se zahteva da primenjuju nastavne planove i programe i sadržaje koji su često formalno uspostavljeni i rade u okviru ograničenja školske organizacije. Sve inovacije koje zahtevaju od nastavnika da promene mnoge aspekte svojih svakodnevni rutina su veoma zahtevne. Kompleksne inovacije mogu biti uspešne samo ako su ispunjeni

brojni uslovi koji se međusobno nadopunjuju. Zbog toga se treba pozabaviti sledećim pitanjima:

1. Koje vrste IKT veština trebaju nastavnicima?
2. Koje politike i programi su efikasni u pripremi i motivisanju nastavnika za njihovu ulogu u obrazovanju za informaciono društvo?
3. Kakav je uticaj IKT na uslove rada nastavnika?

U prošlosti se nastavnik doživljavao kao autoritet i nosioc informacija koji je prenosio svoje znanje, ali danas je promenio ulogu pomoćnika i vodiča u pristupu informacijama, zadržavajući ulogu prenosnika informacija, jer su one ušle u svakodnevni život putem IKT i postale svima dostupne. Pored toga, studenti su preuzeli aktivnu ulogu u dobijanju informacija iz različitih izvora koje mogu deliti u svom okruženju za učenje putem IKT. Učenici konstruišu znanje i napuštaju ulogu pasivnog primaoca znanja i informacija. Ova vrsta transformacije primorala je nastavnike da pored znanja iz svoje specijalnosti vladaju i znanjima i veštinama za upotrebu i integraciju IKT u nastavnom procesu.

Selvin (2019), koji je istraživao upotrebu digitalne tehnologije u srednjim školama, primećuje da je digitalno doba značajno promenilo rad nastavnika, ali im nije olakšalo rad, jer su tehnologije intenzivirale da nastavnici rade u različitim oblastima, u bilo kom vremenskom periodu i, drugim rečima, na neki način ograničavaju njihov privatni prostor. Ova i slične studije pokazuju važnost razumevanja nastavnika, važno je ne samo kako koristiti IKT, već i kako ih didaktički integrisati u učionicu tako da će uticati i podržati proces učenja i učiniti ga efikasnijim. Zbog toga je ključno da budući nastavnici steknu znanje o novim i inovativnim didaktičkim pristupima učenju i poučavanju naročito u okviru pedagoških studijskih programa. Takođe je važno podstaći ih da postanu inovatori, reflektivni učenici i istraživači. U tom smislu činjenica je da nastavnici moraju znati kako rade računari i druge IKT da bi ih koristili. Radionice ili konferencije nisu dovoljne da dovedu do stvarne promene u didaktičkoj upotrebi IKT u svrhe poučavanja i učenja. Budućim nastavnicima treba pružiti priliku da vide i iskuse didaktičku upotrebu IKT u učionici tokom obrazovanja, kako kroz uvid u primere dobre prakse, tako i kroz mogućnost učenja kroz rad.

U literaturi se opisuju vrsta veština koje će nastavnicima biti neophodne kada integrišu IKT u nove pristupe učenju. Međutim, koje kompetencije svaki nastavnik treba da stekne u velikoj meri zavisi od specifičnih okolnosti svake škole ponaosob. Sami nastavnici moraju da postanu doživotni učenici, a tradicionalni modeli „obuke“ učitelja možda se zamenjuju modelima koji omogućavaju učiteljima da uče samostalno, svojim ritmom i uz podršku IKT-a. Alati za podršku korisnicima bili bi alati za samoprocenu koji nastavnike usmeravaju ka

relevantnim izvorima znanja. Takođe se može prepoznati da se značajno učenje može odvijati tokom predavanja, pa čak i uz učenje učenika.

Analiza efikasnosti upotrebe IKT u nastavi i učenju postavlja pitanja o efektima na učenje, koje pristupe učenici koriste u učenju sa IKT i šta očekuju od nastavnika upotrebom IKT u nastavi. Pitanju efekata uvođenja novih tehnologija na promenljive pristupe učenju posvećuje se velika pažnja. U ovom delu disertacije akcenat je na: upotrebu IKT za podršku tradicionalnom pristupu učenju, na orijentaciju i želju za učenjem uz podršku veb 2.0 tehnologija koje omogućavaju učenje putem umrežavanja, učenje kroz igre i uz podršku mobilnih tehnologija. Ovaj pristup nazvali smo orijentacijom ka „digitalnom“ pristupu. Treće, pojavio se pristup učenju sa veb 2.0 tehnologijama, koji su uticali na pojedinca da promeni načine učenja. Učenje prema ovom pristupu odvija se intenzivnim učešćem u društvenim mrežama, računarskim igrama i upotrebom mobilnih tehnologija. Ovaj pristup nazvali smo ustaljenim „digitalnim“ pristupom. Karakteristično je da se ovi pristupi smatraju delom razvojnog kontinuuma i svaki pristup ima različite implikacije na reformu i unapređenje obrazovanja; svaki od njih ima različite implikacije na promene u komponentama obrazovnog sistema: pedagogija, nastavnička praksa i profesionalni razvoj, kurikulum i ocenjivanje, i školska organizacija i administracija. IKT igra različitu, ali komplementarnu ulogu u svakom od ovih pristupa, s tim što nove tehnologije zahtevaju novu ulogu nastavnika, novu pedagogiju i nove pristupe obrazovanju nastavnika.

Profesionalni razvoj nastavnika smatra se ključnom komponentom takvih obrazovnih poboljšanja. Međutim, upozorava se da profesionalni razvoj nastavnika ima uticaja samo ako je usredsređen na određene promene u ponašanju učitelja, a posebno ako je profesionalni razvoj u toku i usklađen sa drugim promenama u obrazovnom sistemu. Očekivanja i potrebe mladih ljudi koji stupaju na univerzitet uslovljeni su njihovim iskustvom u virtuelnom svetu i novim načinima komunikacije. Prenski je uveo termin *digitalni urođenici* (Prensky, 2005). Iako se očekuje da će mladi imati po ulasku na univerzitetu već visoko razvijeno znanje IKT, digitalna podela je i dalje prisutna. U skladu sa tim, potrebno je preduzeti mere koje će doprineti da oni vrše svoju obrazovnu i vaspitnu funkciju na pravi način. Evolucija teorijskog mišljenja o procesima učenja uticala je na izbor i primenu obrazovnih tehnologija i komplementarnih metoda nastave u školskim ustanovama. Implikacije na promene u profesionalnom razvoju nastavnika i ostalim elementima obrazovnog sistema razlikuju se u tome kako pojedini sistemi prelaze sa tradicionalnog obrazovanja na (1) tehnološku pismenost, (2) produbljivanje znanja i (3) stvaranje znanja. Od tri pristupa, pristup tehnološkoj pismenosti uključuje najosnovnije promene politike. Cilj ovog pristupa je da pripremi studente, građane i radnu snagu koja je

sposobna za prihvatanje novih tehnologija čime bi se podržao društveni razvoj i poboljšala ekonomsku produktivnost. Programi profesionalnog razvoja imaju za cilj razvoj tehnološke pismenosti nastavnika kako bi se integrisala upotreba osnovnih IKT alata u standardnom školskom programu, pedagogiji i strukturi učionice. Od predavača se očekuje da znaju kako, gde i kada (kao i kada ne) da koriste tehnologiju za časovne aktivnosti, za menadžerske zadatke i dobijanje dodatnih predmeta i pedagoško znanje u podršci sopstvenog profesionalnog razvoja. Prema izveštaju UNESCO-a (2009: 8), obrazovne promene povezane sa pristupom produbljivanju znanja imaju veći uticaj na učenje jer imaju za cilj da dodaju vrednost društvu i ekonomiji tako što će učenici primeniti znanje školskih predmeta za rešavanje složenih problema sa kojima se susreću u realnom svetu. Koordinirani profesionalni razvoj nastavnika pružio bi nastavnicima veštine za upotrebu sofisticiranih metodologija i tehnologija sa promenama u nastavnom planu i programu koji suštinski razumeju i primenjuju znanja na probleme iz realnog sveta i pedagogije gde nastavnik služi kao vodič i menadžer okruženja za učenje, a studenti su uključeni u proširene, često zajedničke projektne aktivnosti učenja koje mogu ići dalje od učionice.

Kao što je već rečeno, da bi nastavnici mogli smisleno da integrišu tehnologiju u pedagoški proces, prvo moraju da poznaju raznolikost IKT i da budu u stanju da je koriste. Nije dovoljno samo znanje o upotrebi tehnologije, već i sadržaj i didaktičko znanje nastavnika. Na osnovu sadržaja, nastavnik mora biti u mogućnosti da odabere odgovarajuću IKT, a zatim da je na odgovarajući način uključi u časove, a istovremeno da obrazuje učenike u kompetentne IKT korisnike. Istraživanja pokazuju da se naročito studenti pedagoških studijskih programa često ne osećaju adekvatno pripremljeni za uvođenje tehnologije (Tondeur et al. 2018), posebno zbog jaza između stečenog tehničkog znanja i poznavanje kvalitetnih didaktičkih pristupa i pedagoške prakse. Primena savremene IKT u nastavi može se odvijati u dva pravca:

- Uloga savremene tehnologije je da prenese informacije preko softvera koji komunicira sa učenicom i daje mu instrukcije;
- Drugi način je poimanje učenja kao sposobnosti rešavanja problema korišćenjem sopstvenog uma (učenik do rešenja dolazi samostalno, posmatranjem, analizom, izvođenjem zaključka).

Vaspitači koriste digitalne tehnologije kao alate za podršku i poboljšanje nastave, a manje pažnje posvećuju razumevanju tehnologije i razvijanju pozitivnog identiteta ili stava budućeg nastavnika prema tehnologiji u digitalnom okruženju (Nikvist & Mukharjee 2016). Nevhaus (Nevhouse 2002) ističe da je stvarni uticaj IKT-a i naknadne promene u pedagogiji, razvoju i

obuci na nastavnike različit i idiosinkratičan, mada se neka opšta područja uticaja mogu identifikovati kao:

- ravnoteža uloga koje igraju sa uočenim rizikom smanjenog uticaja;
- pružanje većeg pristupa informacijama, što dovodi do povećanog interesovanja za nastavu i eksperimentiranje;
- zahteva veću saradnju i više komunikacije sa nastavnicima, administratorima i roditeljima;
- zahteva više planiranja i energije;
- zahtevaju razvoj veština i znanja o IKT, i
- pružajući više vremena za interakciju sa učenicima, što dovodi do veće produktivnosti.

Nema sumnje da nastavnici koji koriste IKT u učionicama moraju da pokažu visok nivo entuzijazma, napornog rada i istrajnosti. Ako su oni ti koji brzo usvajaju, od njih se zahteva da budu domišljati i prevaziđu brojne prepreke da bi učinili da stvari funkcionišu. Planiranje lekcija koje uključuju računare može iziskivati više vremena i zahteva složeno planiranje i resurse. Prema tome, nastavnici koji koriste računare u učionici ne bi trebalo da se međusobno izoluju. Moraju da imaju pristup resursima koji će pružiti ideje i materijale za različite primene u učionicama, uključujući vršnjake koji takođe razvijaju sopstvene nastavne planove. Iako se može videti da računari imaju veliki potencijal za edukaciju, oni takođe predstavljaju nastavnicima neke dodatne prepreke koje treba prevazići. Većina potencijalnih koristi usmerena je na učenika i poboljšanje učenja i podučavanja. Veoma mali broj pogodnosti usmeren je ka nastavniku. Sve češće se studenti koji se edukuju za nastavnike susreću se sa odgovarajućom didaktičkom upotrebom IKT tokom obrazovanja, intenzivnije uočavaju značaj kompetencije za upotrebu IKT u učenju i podučavanju (Tondeur, Aesaert, Prestridge & Consuegra, 2018). Istovremeno je primetan i značajan efekat pozitivnog odnosa prema IKT u obrazovanju i percepcija složenosti upotrebe IKT u nastavi na didaktičkim kompetencijama. Studenti moraju prepoznati potrebu i značaj IKT-a kao alata za zajednički rad i učenje, jer im omogućava kontrolu učenja, kritičko i konstruktivno razmišljanje o obavljenom poslu i formiranje stavova i znanja relevantnih za odabir najprikladnijeg pristupa učenju sa nove tehnologije i u novim situacijama (Duta i Martinez-Rivera 2015). Holandski projekat praćenja IKT (Pelgrum 2003), koji na godišnjem nivou prikuplja podataka iz svih sektora osnovnog i srednjeg obrazovanja, kao i institucija za obuku nastavnika, ističe da će obrazovanje vođeno studentima biti mnogo važnije za budućnost i da će dovesti do poboljšanih ishoda i za učenike i za nastavnike kroz:

- Samopouzdanje / samopoštovanje kroz prepoznavanje vršnjaka;
- IKT veštine;
- Pedagoške veštine i / ili drugi pogled na pedagogiju;
- Saradnja sa kolegama.

Manje uobičajeni, ali ipak zapaženi su sledeći ishodi nastavnika:

- Manje disciplinskih i upravljačkih problema;
- Poboľjšali su se odnosi između učenika i nastavnika;
- Nastavnici su učili od učenika;
- Nastavnici su poboljšali svoje prezentacione veštine.

Praksa obrazovanja na daljinu, kao i mnogi obrazovni pristupi, ima pozitivne i negativne efekte na obrazovne procese. Pozitivni aspekti aplikacija za obrazovanje na daljinu mogu se navesti kao globalna razmena informacija bez vremenskog ograničenja, brze evaluacije i povratne informacije o studentskim projektima i omogućavanje pristupa kursevima za veliki broj učenika istovremeno, dok mogući problemi u komunikaciji između nastavnika i studenta, problemi studenta sa ograničenim iskustvom individualnih radnih veština i visoki troškovi infrastrukture koji se mogu navesti kao negativne osobine (Dincer 2018). Za primenu IKT u nastavi nastavniku je omogućeno:

- Dizajniranje učionice,
- Integrisanje IKT u nastavni proces,
- Obrazovanje učenika za upotrebu računara u nastavi,
- Informatička pismenost nastavnika,
- Ergonomija prostora za nastavu,
- Upotreba računara u nastavi.

Potrebno je da škole imaju infrastrukturu za e-učenje koja je uključena u finansijske planove kako bi se obezbedilo održavanje i proširenje IKT infrastrukture i sticanje i održavanje i obuka nastavnika i tehničkog osoblja. Nastavni planovi i programi za e-učenje trebali bi biti dizajnirani na način koji je relevantan za kvalitet informacija van učionice, jer će studenti osim svojih predavanja koristiti i druge resurse. Kako bi se iskoristile mogućnosti IKT, neophodno je voditi računa o mnogim faktorima uspešne primene IKT-a u process nastave, što je predstavljeno u tabeli 2.2.2.2 (Miljković & Ljujić 2012: 26):

Tabela 2.2.2.2 Indikatori uspješne primene IKT-a u obrazovnoj instituciji

Indikatori uspješne primene IKT u obrazovnoj instituciji	Opis indikatora
Tehnološka sredstva	optimalizacija tipova i karakteristika opreme u skladu sa potrebama i zahtevima obrazovne institucije
Instalirane tehnologije	planiranje, usklađivanje i provera zahteva, komunikacionih medija, nameštaja, osvetljenja, bezbednosti i osiguranja, obrazovne institucije
Tehnologije dostupne učenicima i nastavnicima	obežbeđivanje osoblja koje može da podrži adekvatan rad i učenje za korisnike IKT-a
Tehnološka služba	Održavanje i nadogradnja hardvera i softvera
Profesionalni razvoj	razvoj ljudskih kapaciteta zaposlenih u obrazovnoj instituciji– INSET za nastavnike, bibliotekare, stručne saradnike i ostale zaposlene
Planirane tehnologije	dokumentacija planova implementacije IKT-a i njegovoplasiranje u obrazovnu javnost
Korišćena tehnologija	praćenje vremena koje se provodi za računarom sa ciljem dase izvršave različiti obrazovni zadaci učesnika u obrazovnom procesu
Ostvareni obrazovni ishodi	nivo IKT kompetentnosti korisnika IKT resursa
Efektivnost u savladavanju pojedinih nastavnih predmeta	ostvarivanje obrazovnih ciljeva, uključujući i samostalnost u učenju
Finansijska sredstva	ukupan novac utrošen na implementiranje IKT-a

U naučnoj literaturi postoji više naučnih istraživanja koja su se bavila upotrebom IKT na VŠU u svetu. Većina vaspitno-obrazovnih ustanova naročito u slabo razvijenim i zemljama u razvoju ima mala ulaganja u IKT infrastrukturu zbog visokih troškova računarskog hardvera, softvera i prateće opreme, zajedno sa visokim troškovima povezivanja i propusnog opsega, nedostatkom električne energije, nedostatkom finansiranja, malim sadržajem, nedovoljnim prostorom u zgradi, nedostatkom raspoloživih i obučenih osoblja i loše obezbeđenje. Postoje škole koje su osmislile školski program e-učenja koji je stvorio nove mogućnosti učenja i poučavanja koje generišu bolje rezultate. Usvajanje implementacija e-učenja rezultiralo je potrebom za razvojem novih veština i kompetencija među nastavnicima, jer većina nastavnika koji predaju na tradicionalan način nisu tehnološki pismeni i ponekad dolazi do odupiranja u usvajanju novih tehnologija. Stoga su za uspješno usvajanje e-učenja neophodne nove vrste veština, stavovi sposobnosti i osnaživanje. Evropska univerzitetska asocijacija je 2014. godine objavila rezultate opsežnog istraživanja o učenju podržanom IKT u 250 evropskih visokoškolskih ustanova. Rezultati su pokazali da su gotovo sve ove visokoškolske ustanove još 2013. godine promovisale upotrebu različitih digitalnih tehnologija (Gaebel, Kupriianova, Morais & Colucci 2014). Više od 90% institucija je pomenulo primenu mešovitog učenja, a veliki procenat institucija (82%) već je uveo kurseve učenja na mreži. Institucije su takođe uspostavile internet konekcije i saradnička okruženja za objavljivanje i razmenu pedagoškog

materijala i omogućile su nastavnicima u visokom obrazovanju pristup učionicama na mreži. Rezultati istraživanja na VŠU pokazali su da su gotovo sve institucije takođe omogućile studentima da koriste širok spektar različitih usluga na mreži i pristup odgovarajućoj infrastrukturi. U tabeli 2.2.2.3 predstavljeni su stavovi nastavnika o efektima primene IKT u nastavi.

Tabela 2.2.2.3 Implikacije za nastavnike u korišćenju računara u učionicama

Potencijal	Implikacije za nastavnika
Dinamičko učenje	Studenti mogu učiti izvan nastavnikovog područja stručnosti. Teže je usmeriti i upravljati učenjem učenika.
Motivacija učenika	Učenicima je lakše upravljati i usmeravati ih prema zadacima. Računar može odvratiti učenike od zadataka koje je nastavnik nameravao.
Uklanjanje dosadnih zadataka	Zadovoljnije za nastavnika da režira manje zamorne zadatke. Neki nastavnici možda više vole da učenici obavljaju dosadne, rutinske zadatke kao "zauzet" posao.
Upustvo za prilagođavanje učeniku	Oslobađa nastavnika od potrebe da provodi puno vremena sa studentima kojima je potrebna dodatna praksa, nadoknada ili produženje posla.
Samostalno učenje	Učenje se možda neće usmeriti prema nastavnikovim ciljevima. Potrebna je dodatna koordinacija učionice, učenika i materijala.
Proširivanje razmišljanja učenika	Učeničko razmišljanje može prevazići učiteljevo iskustvo ili mogućnosti što može smanjiti samopouzdanje učitelja.

Danas dostupne tehnologije u učionicama se kreću od jednostavnih aplikacija zasnovanih na alatima (poput procesora za obradu teksta), do mrežnih spremišta naučnih podataka i uključuju druge oblike kao što su elektronske verzije primarnih dokumenata, zatvoreni televizijski kanali i dvosmerne učionice za učenje na daljinu. Svaka tehnologija ima verovatno drugačiju ulogu u učenju učenika. Ipak, umesto da pokušavamo da opišemo uticaj svih tehnologija kao da su iste, jasno je da moramo da razmislimo o tome kakve se tehnologije koriste u učionici i u koje svrhe. Primarna tačka razvoja ka modernizaciji pedagoških pristupa koji koriste IKT na univerzitetskom nivou nesumnjivo je razvoj smernica koje su pripremljene u saradnji sa državnim institucijama nadležnim za obrazovanje. Već 2010. godine, Evropska komisija je usvojila Evropsku digitalnu agendu (European Commission, 2010), koja je identifikovala IKT izazove i kao jedan od svojih ključnih ciljeva postavila povećanje društvene i ekonomskog značaja IKT. Ovo značenje zavisi od nivoa znanja i veština definisanih kao digitalna pismenost. Istraživanja sprovedena među nastavnim krugovima u okviru Evropske unije (na primer u u Nemačkoj) pokazala su da preovladava misljenje da su tehnologije 2.0 u

visokom obrazovanju još uvek samo marginalne i uvode se na inicijativu pojedinaca. Visok nivo upotrebe IKT ne znači nužno da su preferencije za upotrebu IKT u studijama takođe visoke.

Konačno, IKT inicijative treba pokretati pružanjem odgovarajućih tehnoloških rešenja za izazove sa kojima se suočavaju zajednice, a ne interesom samo za ove fizičke tehnološke tehnologije, posebno u zemljama u kojima su resursi ograničeni. Oni koji primenjuju tehnološka rešenja moraju osigurati da budu održiva, specifična za kontekst i prilagođena lokalnim potrebama i uslovima, jer stvarne tehnologije same po sebi imaju malo uticaja na razvoj. Tek kada potencijalni korisnici dobro razumeju kako mogu efikasno da koriste nove IKT, oni imaju stvaran uticaj.

U 2016. godini broj globalnih korisnika koji su koristili mobilne uređaje za pristup Internetu premašio je broj onih koji su prvi put koristili lične računare za pristup Internetu, sa tendencijom da taj broj i dalje raste. Mobilni uređaji se najčešće koriste u Aziji i Africi, gde ih već ima 60% korisnika, a ostatak sveta se i dalje koristi ličnim računarima. Prema podacima iz prve polovine (2018), godine uređaji za pristup mobilnom Internetu čine oko 40% u Evropi, Americi i Australiji, a blizu 80% u Indiji i Kini. Kada su u pitanju elektronski uređaji poput pametnih telefona, tableta i konzola za video igre, srednjoškolci i studenti ih obično koriste ranije od ostalih demografskih grupa (Lee 2014).

Takođe postoji opšta neadekvatnost resursa za učenje, kurikuluma i drugih materijala za učenje koji uključuju upotrebu IKT. Shodno tome, stručnost i nedostatak znanja nastavnika za procenu upotrebe i uloge IKT-a u nastavi (ili tehnofobija kod nastavnika i predavača) su istaknuti faktori koji ometaju spremnost i poverenje nastavnika u korišćenje IKT-podrške. Štaviše, nedostaje kvalifikovanih IT stručnjaka koji bi mogli raditi sa nastavnicima na pitanjima vezanim za IKT, a to pogoršava problem „odliva mozgova“, što dovodi stručnjake da se odluče za bolje plaćene poslove van rada u prosveti. Iako neki ovo tumače tako da osoblje nije imalo vremena da stekne potrebne veštine u korišćenju IKT u nastavi, to takođe odražava osećaj prioriteta koji je prenela institucija i želja da se vremenom vidi povratak ulaganja. Najveće prepreke za upotrebu računara koje su identifikovali nastavnici koji su učestvovali u istraživanju u periodu od 1998. do 1999. godine, kojim se ocenjuje program škola World World, bili su nedostatak vremena u nastavi i svakodnevne školske aktivnosti, a ne fizički resursi (hardver, softver) i nedostatak nacionalne politike o korišćenju računara u školama. Kako su se manje tehnološki napredne zemlje pridružile programu u periodu od 1999. do 2000. godine, glavne prepreke za upotrebu IKT na časovima postale su nedostatak računarskog hardvera (60%), softvera (56%) i pouzdanih internet veza (52%).

Sveobuhvatan izveštaj iz 2013 ECAR istraživanja (Dahlstrom, Valker i Dziuban, 2013), u kojem je učestvovalo preko 250 visokoškolskih ustanova, pokazuje da je 2012. godine 89% studenata koristilo prenosne računare u studijske svrhe, dobre tri četvrtine (76%) pametne telefone, 43% je spomenulo upotrebu stonih računara, a u nešto manje od trećine slučajeva (31%) upotrebu tableta. Više od polovine (58%) učenika imalo je tri ili više uređaja sa pristupom Internetu. Aktivnosti koje su se najčešće obavljale sa pametnim telefonima bile su čitanje vesti, traženje informacija, traženje fotografija, pristup različitim digitalnim izvorima, snimanje predavanja (tekst, video, zvuk) i učestvovanje u studijskim zadacima i obavezama.

IKT pomažu da časovi budu zanimljiviji, lakši, raznovrsniji, motivisaniji za učenike i ugodniji. Dalje studije su otkrile da je upotreba računara predviđena namerama da se koristi i da je percepcija korisnosti takođe snažno povezana sa tim namerama. Generalno, ako su IKT dostupne, ovo će motivisati nastavnike da im pristupaju više, ali ne u dovoljnoj količini i kvalitetu. Na osnovu navedenog nameće se zaključak da znanja i veštine koje su nastavnici stekli ukazuju na potrebu da se mnogo veći naglasak stavi na pedagogiju u osnovi upotrebe IKT. Ovo potvrđuju istraživanja nastavnika osnovnih škola za koje se zna da postižu ili prosečne ili natprosečne rezultate na merama relativnog postignuća učenika, takođe usredsređene na pedagogiju za korišćenje IKT.

Studija o pristupima proučavanju, upotrebi tehnologija i uticaju na studijske navike među studentima (Poscia et al. 2015) otkrila je da više od 60% učenika ima i koristi barem jedan lični pametni uređaj za pristup Internetu (31,7% starosti od 25 do 30 godina u poređenju sa 21,3% starosti od 18 do 21 godine). Posmatrajući studente i njihov socijalno-ekonomski status, 87,8% naspram 54,2% onih sa najnižim statusom navode upotrebu tehnologije tokom njihovog studiranja. Iako su istraživanja pokazala da studenti i dalje radije koriste uobičajeni štampani materijal, to ne odgovara vremenu koje provode na Internetu, prema njihovom sopstvenom svedočenju.

Pregled različitih publikacija usmerenih na obrazovanje budućih nastavnika o upotrebi IKT pokazao je da se može identifikovati nekoliko načina za uvođenje upotrebe tehnologije. Brojni radovi daju sažetak o primeni IKT na nastavu i učenje (Cok et al. 2014), a koji dele ključne nalaze:

- da određene primene IKT zavise od toga da li ih nastavnik uspešno prilagođava specifičnim kontekstima podučavanja i učenja;
- da je profesionalni razvoj nastavnika usredsređen na učionice i kurikulum osnovni element u realizaciji bilo kog ulaganja u IKT.

Obrazovanje na nivou visokog obrazovanja može se obezbediti u obliku posebnog predmeta. Moguća je difuzna integracija u sve predmete i da se izvodi se u obliku mini radionica. Povećanje pristupa različitim tehnologijama takođe povećava potrebu za modernizacijom obrazovanja. Pojedine istraživačke studije i inicijative, naglašavaju da upotreba IKT poboljšava profesionalno znanje i sposobnosti nastavnika na vrlo specifične načine (Zepke & Leach 2018: 77) tako što:

1. proširuje predmetno znanje;
2. omogućava efikasnije planiranje i pripremu za nastavu, i
3. razvija niz postojećih pedagoških praksi nastavnika.

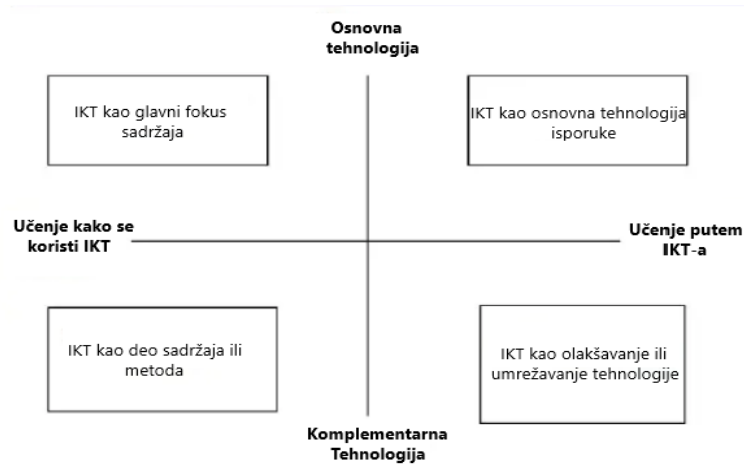
U ovim studijama svi nastavnici su uveli IKT u realizaciji nastave, a postojali su i dokazi o pozitivnom uticaju IKT-a na postignuća i motivaciju učenika, npr, studenti su brzo razvili osnovne računarske veštine, naučili da koriste razne softverske programe. Pokazali su visok nivo motivacije za korišćenje IKT kako unutar nastave, tako i van nje (Zepke & Leach 2018: 78). Pokazalo se da je većina nastavnika visoko motivisana da uspe da koristi IKT za svoj razvoj i za učenje svojih učenika uprkos brojnim izazovima. Na osnovu navedenog nameće se zaključak da je efikasna primena IKT bila snažno zasnovana na obrazovnim i pedagoškim principima (nastavnika, škole, obrazovnog sistema), zaposlila je kvalitetne resurse i osigurano je da škola i sistem imaju na raspolaganju odgovarajuću stručnu podršku. Dobro opisana prevalencija ličnih mobilnih pametnih uređaja pokrenula je niz studija o učestalosti i načinu upotrebe, a pojavila su se i istraživanja u oblasti obrazovanja (Crompton, 2013) koja ističu razlike između e-učenja, što ističe upotrebu bilo koje IKT, obično u formalnom obrazovanju, tradicionalnoj nastavi, i mobilno ili m-učenje, koje se fokusira na upotrebu mobilnih uređaja u učenju i poučavanju, okruženje takođe može biti neformalno (društvene mreže) i situaciono učenje (Al-Emran, Mežujev & Kamaludin 2018). Takve tehnologije utiču na način učenja i omogućavaju razvoj i uvođenje različitih pristupa nastavi.

Istraživanja u praksi ukazuju da je profesionalni razvoj jedan od najvažnijih oslonaca u većini škola za integraciju IKT u nastavu. Najefikasniji programi koristili su stručnost svojih nastavnika, odnosno nastavnika koji poseduju odgovarajuće IKT veštine. Ovo stvara sigurno okruženje.

Odnos između upotrebe IKT s jedne strane i učešća u procesu studija, samoreglativnog učenja i opštih akademskih postignuća među studentima s druge strane pokazuje da način na koji se IKT koristi predviđa inicijativu za učenje, ali je i statistički zanemarljiv (Asghar 2016). Iznenađujuće je da je ovo istraživanje takođe pokazalo da je upotreba društvenih mreža i

razmena sadržaja pozitivna, dok je telefoniranje i gledanje televizije negativni prediktor akademskog učinka. Veza između vremena korišćenja Interneta itd. i gubitka kontrole nad upotrebom, presudno utiče na svakodnevni ritam učenika. Prekomerna upotreba može imati negativne posledice na akademski i društveni razvoj (Garcia-Umana & Tirado-Morueta 2018), jer je poznato da deca koja previse koriste mobilne telefone do 50% zaostaju u razvoju inteligencije.

Kao što je već istaknuto, IKT mogu koristiti kao osnovno ili komplementarno sredstvo u procesu obuke nastavnika. Nadovezujući se na to, Jung predlaže četiri kategorije za IKT u obuci nastavnika, koristeći prikazan okvir.



Slika 2.2.2.3 Kategorije za IKT u obuci nastavnika (adaptirano od Collis & Jung, 2003, str. 176)

U više istraživanja se ukazuje da studenti u većoj meri percipiraju upotrebu pametnih telefona za ličnu upotrebu, posebno za društvene mreže i pretragu vesti, a u manjoj meri za studijski rad (Henderson, Selvin & Aston, 2017). Studenti ističu važnost komunikacije, i povezuju se putem društvenih mreža, e-mailovima i SMS porukama.

Većina država ima ograničene resurse za obuku nastavnika i mora donositi odluke na osnovu isplativosti. Iskustva za obuku nastavnika pružaju nekoliko strategija za smanjenje troškova (Collis & Jung, 2003), uključujući profesionalni razvoj, te ukazuju da je korisno:

- Koristiti razne metode obuke nastavnika, u rasponu od radionica licem u lice do programa samostalnog učenja na mreži, u zavisnosti od ciljeva obuke i okruženja;
- Integrisati neformalnu podršku u formalni sistem obuke za nastavnike, tako da manje iskusni učitelji mogu blagovremeno dobiti pomoć, i
- Planirati višestruke podsticaje kao što su smanjenje radnog opterećenja, priznanje i nagrade na fakultetima, povećana izdvajanja za istraživanje radi podsticanja upotrebe

IKT u nastavi i nadoknade onima koji pružaju obrazovnu ili tehnološku pomoć drugima.

Zadatak obrazovanja nastavnika ne završava se sertifikacijom nastavnika. Profesionalni razvoj je veoma važan deo obrazovanja nastavnika, ali kako ga efikasno sprovesti postao je centralni izazov. Štaviše, trenutne promene u tehnologiji, novi napredak u učenju i inherentni izazovi koji proizlaze iz obnavljanja i reforme nastavnog plana i programa zahtevaju da postoje potrebe za radikalnim promenama u metodologijama nastave i učenja kako bi se uskladile sa trenutnim tehnološkim trendovima. Pored toga, jednom kada se prepozna poželjnost usvajanja bogatih i fleksibilnih okvira kurikuluma, tada alternativni načini zahtevaju promovisanje metodologija podučavanja i učenja. To će neizbežno podrazumevati udaljavanje od rigidnog, preskriptivnog pristupa u radu u učionici.

IKT u obrazovanju postaje jedno od pedagoških sredstava. Keper (Capper 2001) predlaže niz ključnih principa koji određuju kako kvalitet primene IKT u nastavi tako i edukaciju i stručno osposobljavanje nastavnika. Ovi principi u suštini uključuju:

- lični pristup nastavnika IKT-u;
- IKT u skladu sa lokalnim i opštim uslovima;
- nastavnicima se pruža prilika da integrišu IKT aktivnosti u svakodnevne rutine i prakse;
- nastavnici koriste vršnjačko i timsko učenje uz podršku IKT;
- fokus je na IKT u nastavne planove i programe, a ne na veštine;
- relevantni sadržaj na odgovarajućem jezičkom medijumu mora biti dostupan;
- treba obezbediti lokalne, nacionalne i međunarodne profesionalne e-mreže;
- prakse školskog ocenjivanja moraju biti relevantne za učenje poboljšano IKT-om;
- mora postojati jaka vizija potencijala IKT za učenje od nacionalnih ministarstava i kreatora obrazovne politike.

2.2.3 Mobilni uređaji u funkciji obrazovanja

U prošlosti su ograničenja mobilnih uređaja u poređenju sa radnim računarima (Trakler & Vishart, 2011) sprečavala široku upotrebu, uglavnom zbog nedostatka funkcionalnosti, veličine ekrana, brzine procesora, a značajan problem je bio vek trajanja baterija. Savremena tehnologija i česta upotreba pametnih uređaja među učenicima, kao i razvoj inovativnih i izuzetno popularnih mogućnosti ovih uređaja, odlike su koje su otvorile razne mogućnosti i u oblasti obrazovanja. Istraživanja ukazuju da je još 2012. godine preko 60% učenika u SAD koristilo je mobilnu tehnologiju (Cassidi et al. 2014), a sa trendom da taj broj eksponencijalno

raste. Napredak tehnologije i povećanje pristupačnosti danas imaju ključni uticaj na transformisanje načina na koji živimo i radimo.

Dostupnost pametnih mobilnih uređaja podstakla je istraživanje mogućnosti njihove upotrebe u kontekstu učenja fokusirajući se na interakciju između korisnika i sadržaja u okruženju društvene saradnje. Istraživanja odgovora učenika pokazuje da se osećaju kvalifikovanim za upotrebu IKT-a i da imaju relativno dobro mišljenje o svojoj obuci za rad sa različitim alatima i uslugama. Oni navode da koriste Internet kako bi bolje pratili inovacije u svojim studijama i veruju da upotreba IKT utiče pozitivno na njihove ocene i da upotreba IKT povećava mogućnosti saradnje i interdisciplinarnih veza. Koristeći društvene mreže, oni komuniciraju sa raznim grupama, razmenjuju podatke i materijale, a takođe dobijaju pomoć u vezi sa studijskim obavezama ili upotrebom IKT.

Očekuje se da će tehnologije koje omogućavaju aktivno učenje, zajednički rad i inovativne pristupe učenju i poučavanju imati značajan uticaj na razvoj i upotrebu IKT na nivou visokog obrazovanja u budućnosti (Grajek 2017). Dok studenti koriste lične pametne uređaje u kontekstu različitih studijskih obaveza, najvažniji aspekt je logistički ili organizacioni aspekt studije. Prema mišljenju studenata, ovaj aspekt je odgovornost obrazovne institucije koja mora da obezbedi infrastrukturu i odgovarajući sadržaj studija, povezan sa sprovođenjem aktivnosti i upotrebom IKT. Rezultati skorašnjih istraživanja pokazuju da se način na koji univerzitetski nastavnici integrišu tehnologiju u programe menja, uzimajući u obzir potrebe većine studenata (Sweeney, 2017). Tehnologija takođe utiče na odnos prema učenju, pa studenti koji brzo usvajaju tehnološke inovacije moraju biti uključeni u planiranje i vrednovanje učenja i poučavanja. U tom smislu Čun, Kern i Smit (Chun, Kern & Smith 2016: 70) predlažu da nastavnik postavi sebi četiri heuristička pitanja:

- Koje ciljeve učenja imam za svoje učenike?
- Koji jezik, kulturu i nastavna sredstva imam na raspolaganju?
- Kako se ovi resursi mogu najefikasnije koristiti i kombinovati da bi služili utvrđenim ciljevima učenja?
- Kako ću proceniti koliko je efikasna upotreba ovih resursa kod učenika u postizanju utvrđenih ciljeva učenja?

Istraživanja o različitoj upotrebi ličnih mobilnih uređaja (telefona i tableta) i stonih ili prenosnih računara u kontekstu studija su takođe od vitalnog značaja. Pored toga, obrazovanje ima blago pozitivan efekat na posedovanje mobilnih uređaja, verovatno zato što su obrazovaniji ljudi svesniji mobilne tehnologije, načina rukovanja telefonom i njegovih potencijalnih koristi.

Pretpostavlja se da je starost, odnosno godine korisnika u negativnoj korelaciji sa posedovanjem mobilnih uređaja, jer bi se očekivalo da su mlađe generacije upoznatiije sa novim tehnologijama poput mobilnih telefona. Međutim, treba uzeti u obzir da su upravo stariji članovi oni koji su u finansijskoj mogućnosti da ih priušte. Ovo, prema tome, ima dvosmislene implikacije uticaja mobilnih telefona posebno u ruralnim oblastima. Malo je verovatno da će stariji članovi u ruralnim područjima da ulože sredstava u kupovinu mobilnog telefona. Nasuprot njima, mlađe generacije iako imaju manje sredstava uložiće sredstva kupovinu mobilnog telefona, ali prema istražianjima, verovatno kao u potrošačku robu koja se koristi za „časkanje“ i „održavanje kontakta“.

2.3 Kompetencije nastavnika za informaciono-komunikacione tehnologije

Kompetencije za rad sa novim tehnologijama postaju sve važnije. Obrazovanje u savremenom društvu jedan je od ključnih faktora u obezbeđivanju konkurentnosti privrede. Brze promene u nauci i tehnologiji zahtevaju prilagođavanje obrazovnih sistema i politika, što pojedincu pruža kvalitetno početno obrazovanje i profesionalni razvoj nakon ulaska na tržište rada (Kuzman et all 2021).

Kompetencija je sposobnost uspešnog odgovora na složene potrebe u datom kontekstu mobilizacijom psihosocijalnih preduslova (uključujući i kognitivne i nekognitivne aspekte). To je funkcionalan pristup ili pristup usmeren na potrebe definisanja kompetencije. Glavni fokus je na rezultatu koji je pojedinac postigao svojom akcijom, izborom ili postupkom, uzimajući u obzir potrebe koje su, na primer, povezane sa određenim radnim mestom, socijalnom ulogom ili ličnim projektom.

2.3.1 IKT kompetencije u oblasti obrazovanja

Proces implementacije novih nastavnih materijala od strane nastavnika podrazumeva postojanje odgovarajućih znanja kompetencija i veština nastavnika. Ostvarivanje kompetencija preciziranih ishodima obrazovanja zahteva odgovarajuću profesionalnu spremnost nastavnika. Informatičku pismenost zajedno sa novim oblicima pismenosti potrebno je da poseduju svi nastavnici, dok posebne kompetencije za upotrebu IKT treba da budu u skladu sa predmetom koji nastavnik predaje (Carević et all.2020). Nacionalni prosvetni savet je 2011. godine usvojio Standarde kompetencija za profesiju nastavnika i njihovog profesionalnog razvoja. Usvojeni

dokument određuje nastavničke kompetencije u odnosu na ciljeve i ishode učenja. Nastavničke kompetencije se formulišu u obliku profesionalnih standarda koji ukazuju na to kakvo se poučavanje smatra uspešnim, odnosno koje kompetencije nastavnici treba da imaju da bi uspešno obavljali svoju profesiju.

UNESCO okvir za IKT kompetencije nastavnika je široko usvojen međunarodni dokument koji definiše ove kompetencije u saglasnosti sa drugim kompetencijama nastavnika, naglašavajući kontekst primene u nastavi i širu sliku informacionog društva i ulogu nastavnika koji učenicima treba da bude uzor kao kompetentan radnik i građanin modernog društva, i spreman na celoživotno učenje. Kompetencije nastavnika predstavljene su u tabeli 2.3.1.1 (Denić & Petković 2018:49).

Tabela 2.3.1.1 Okvir kompetencija nastavnika

Izvor: (Denić & Petković, 2018:49)

Uneso okvir IKT kompetencije nastavnika	Tehnološka pismenost	Produblјivanje znanja	Kreiranje znanja
Razumevanje i značaj IKTa u obrazovanju	Savest o postojanju politike, strategije i dokumenta iz ove oblasti	Razumevanje politike, strategije i dokumenta iz ove oblasti	Doprinos u inovacijama politike, strategije i dokumenta iz ove oblasti
Kurikulum i Procena znanja	Osnovno znanje	Primena znanja	Veštine društva znanja
Pedagogija	Integrisanje tehnologije	Rešavanje kompleksnih Problema	Upravljanje sopstvenim napretkom
IKT	Osnovni alati	Kompleksni alati	Alati koji suštinski angažuju učenika
Organizacija i administracija	Klasična učionica	Saradničke grupe	Organizacija učenja
Profesionalni razvoj nastavnika	Digitalna pismenost	Vođenje i mentorisanje	Nastavnik kao model za celoživotno učenje

Informaciona pismenost je takođe definisana kao jedan od četiri nivoa pismenosti koji su danas potrebni za učenje, što je bila inicijativa da Evropska komisija - Generalni direktorat za obrazovanje i kulturu - naruči studiju u pod kojom je razvijen Evropski okvir digitalnih kompetencija (Ferrari 2013).

Kompetencije vezano uz ulogu nastavnika u online okruženju prikazane su u tabeli 2.3.1.2

Tabela 2.3.1.2 Kompetencije vezano uz ulogu nastavnika u online okruženju (Munoz Carril et al., 2013)

Glavne uloge	Sporedne uloge	Kompetencije
(1) Pedagoški	Dizajner i programer	- Dizajnira predlog nastave na opštem međunarodnom nivou i u svakoj od njegovih faza ili elemenata - Izrađuje i razvija digitalne materijale - Izrađuje i razvija aktivnosti učenja - Izrađuje i razvija aktivnosti ocenjivanja
	Stručnjak za sadržaj	- Izrađuje i razvija sadržaj kursa - Povezuje predmet sa naučnim, društvenim i kulturnim fenomenima
	Tutor	- Organizuje i promovise različite nastavne modalitete
	Organizator i voditelj	- Organizuje i olakšava učešće učenika
	Profesionalac	- Organizuje i promovise samoosposobljavanje i profesionalni razvoj nastavnika
(2) Socijalni		- Održava srdačno okruženje za učenike - Rešava sukobe na prijateljski način - Uzdržava se od nepoželjnih ponašanja - Deluje kao posrednik u informacijama - Poboljšava okruženje za učenje - Šalje poruke za podršku studentima - Daje povratne informacije o interakciji i komunikaciji učenika - Dinamizuje i unapređuje interakciju sa studentima - Obaveštava koordinatora učionice / kursa / univerzitetske diplome o napretku i mogućim problemima koji mogu nastati
(3) Ocenjivač		- Pristup studentima sa kojima rade prema utvrđenim kriterijumima - Prati individualni i grupni napredak - Pristup pojedinačnim i grupnim performansama - Ocenjuje kurs/program
(4) Administrator/ menadžer		- Upravlja vremenom i kursom - Demonstrira liderske osobine - Uspostavlja pravila i propise - Efikasno sledi upravljačke i administrativne procedure (npr. zahtev za stvaranjem onlajn učionica, zahtev za integrisanje tehnološke podrške za izvođenje aktivnosti učenja, upravljanje upisom, upis učenika i onlajn okruženje itd.) - Održava kontakt sa ostatkom nastavnog i administrativnog tima
(5) Tehnolog		- Odabira odgovarajući resurs za učenje - Svest o tehničkim postupcima za razvoj multimedijalnih sadržaja i njihovo prilagođavanje okruženjima za e-učenje - Predlaže resurse studentima (dobavljač resursa) - Ostaje u toku i upoznajete se sa novim softverom potrebnim za nastavni proces - Svest o karakteristikama i upotrebi glavnih platformi, resursa i virtuelnih alata - Svest o proceduri potrebnoj za upravljanje kao nastavnikom i sinhronim i asinhronim alatima za komunikaciju
(6) Savetnik		- Predlažu mere za poboljšanje performansi - Pružaju smernice na osnovu potreba učenika - Nude predloge, sugestije i raznjašnjavaju nedoumice - Motivisu studente
(7) Lični		- Poštuju etičke i pravne standarde - Usvajaju pozitivan stav i posvećenost e-učenju - Pokazuju osetljivost tokom procesa komunikacije i u kontaktima na mreži

(8) Istraživač	<ul style="list-style-type: none"> - Sprovodi istraživanje u nastavi u učionici - Tumači i integriše nalaze istraživanja u nastavu - Razvija refleksivne procese o, u nastavnoj praksi i za nju
-----------------------	--

U postizanju izvrsnosti u školama, važno je osigurati da nastavnici budu sposobni da integrišu tehnologiju u nastavni plan i program. Kao takvi, osnova mora biti postavljena na nivou pripravnika ili nastavnika pre početka rada u nastavi. Učiniti drugačije, znači stvoriti buduće nastavnike sa nerazvijenim veštinama u korišćenju tehnologije.

Poslednja grupa kompetencija odnosi se na interaktivnu upotrebu alata, fizičku i sociokulturnu, koja uključuje interaktivnu upotrebu jezika, simbola i tekstova, interaktivnu upotrebu znanja i informacija i interaktivnu upotrebu tehnologije. Tokom svoje obuke nastavnici pripravnici treba da se obezbede alati i iskustva koja će biti korisna za redovne aktivnosti na budućem poslu: podučavanje u učionici, istraživanje i rešavanje problema. Korišćenje tehnologije omogućava nastavnicima pripravnici da uredi okruženje i prilagode svoje strategije podučavanja. Od strane nastavnika edukatora, postoji potreba da se razumeju dimenzije koje utiču na odnos nastavnika pripravnika prema računaru kao sredstvu za efikasan razvoj nastavnog plana i programa koji će pripremiti nastavnike za suočavanje sa izazovima u informatičkom dobu. Standardi IKT kompetencija za nastavnike prema UNESCO (2008) opisuju tri pristupa:

- tehnološka pismenost;
- produblјivanje znanja, i
- stvaranje znanja.

Oblasti su dalje podeljene na ukupno šest elemenata (strateške orijentacije, kurikulum, pedagogija, IKT, sistemska organizacija i administracija, profesionalno usavršavanje i razvoj nastavnika). U tri oblasti standard prvo definiše strateške orijentacije i viziju područja, definišući tako i ciljeve područja. Stoga je cilj tehnološke pismenosti da pripremi učenike (i sve ostale) za zapošljavanje i da doprinese ekonomskim performansama upotrebom novih tehnologija i stečenih kompetencija. Cilj produblјivanja znanja je povezivanje školskih predmeta sa stvarnim životnim situacijama i na taj način povećati kapacitet radne snage da doprinese zajednici i ekonomiji. Treći cilj je stvaranje znanja kroz inovacije i na taj način povećanje produktivnosti. U sva tri područja elementi su definisani i opisani, a standardi definišu veštine koje nastavnik treba da ima za svaki od elemenata. Marija i Palmira (Maria & Palmira 2007) klasifikovale su IKT kompetencije na dve: osnovna i obrazovna IKT kompetencija. Ove kompetencije su dalje razrađene u standardima IKT kompetencija za

nastavnike koje je razvila Organizacija Ujedinjenih nacija za obrazovanje, nauku i kulturu (UNESCO, 2008a, 2008b) i prikazane su u tabeli 2.3.1.3.

Tabela 2.3.1.3 IKT okvir za kompetencije nastavnika (UNESCO, 2011)

Unesco-v ICT okvir kompetencija za nastavnike			
	Tehnološka pismenost	Produblјivanje znanja	Stvaranje Znanja
RAZUMEVANJE IKT-a U OBRAZOVANJU	Svest o politici	Razumevanje politike	Inovacija politike
KURIKULUM I OCENJIVANJE	Osnovno znanje	Primena znanja	Veštine društva znanja
PEDAGOGIJA	Integrisanje tehnologije	Složeno rešavanje problema	Samoupravljanje
ICT	Osnovni alati	Složeni alati	Prožimajući alati
ORGANIZACIJA I ADMINISTRACIJA	Standardne učionice	Saradničke grupe	Organizacije koje uče
NASTAVNIČKO STRUČNO UČENJE	Digitalna pismenost	Upravlјati i voditi	Nastavnik kao model Učenika

Ispustva u praksi su pokazala da se kompetentnost u IKT može posmatrati kao pitanje od interesa za IKT, gde su muškarci više zainteresovani za IKT nego žene. Ženska populacija ima manje samopouzdanja od muške populacije u pogledu svojih računarskih veština. Sprovedeni testovi su pokazali da je muška populacija postigla bolji rezultat u znanju i veštinama povezanim sa računarima u većini zemalja. Pored toga, tri zanimanja povezana sa računarom (računarski stručnjaci, računarski inženjeri i sistemski analitičari i računarska nauka i softversko inženjerstvo) su glavni izbor karijere za mušku populaciju. Primetno je da žene takođe imaju negativniji stav prema računarima pa su često računarski manje pismene od muškaraca, što može rezultirati različitim načinima korišćenja računara.

2.3.2 Digitalne kompetencije u funkciji kvaliteta obrazovanja

2.3.2.1 Digitalna kompetencija kao ljudsko pravo i ključna kompetencija

Digitalna kompetencija je i zahtev i pravo građana ako žele da budu funkcionalni u današnjem društvu. Međutim, pokazalo se da građani ne prate nužno evolutivne potrebe proistekle iz brzih tehnoloških promena i usvajanja (Kuzman et al. 2021). Koncept digitalne kompetencije je višestrana pokretna meta, koja pokriva mnoga područja i pismenosti i brzo se razvija kako se pojavljuju nove tehnologije. Digitalna kompetencija je konvergencija više

polja. Biti digitalno kompetentan danas podrazumeva sposobnost razumevanja medija (kao što je većina medija digitalizovana/ digitalizovana), traženja informacija i kritičnosti u vezi sa onim što se preuzima (s obzirom na široko rasprostranjenost Interneta) i sposobnosti komuniciranja sa drugima korišćenje različitih digitalnih alata i aplikacija (mobilni, internet). Sve ove sposobnosti pripadaju različitim disciplinama: medijskim studijama, informacionim naukama i teorijama komunikacije. Analiza grupe kompetencija povezanih sa digitalnom pismenošću zahteva razumevanje svih ovih osnovnih konceptualizacija. Štaviše, pojavili su se i drugi dodatni aspekti kao novi preduslovi za funkcionisanje u digitalnom okruženju, kao što je na primer sposobnost pregledavanja hiperpovezanih tekstova.

Preporuka Evropske komisije iz 2006. godine već je ukazivala na digitalnu kompetenciju kao osnovnu veštinu. Digitalna kompetencija je definisana na sledeći način: „Digitalna kompetencija uključuje pouzdanu i kritičnu upotrebu tehnologije informacionog društva (IST) za rad, razonodu i komunikaciju. Podržana je osnovnim veštinama u IKT: upotreba računara za preuzimanje, procenu, čuvanje, proizvodnju, predstavljanje i razmenu informacija, i da komuniciraju i učestvuju u kolaborativnim mrežama putem Interneta (Evropski parlament i Savet 2006).

Preporuka daje objašnjenje osnovnih znanja, veština i stavova potrebnih za digitalno osposobljavanje. Definicija i objašnjenje komponenata kompetencija date u preporuci pružaju iscrpnu viziju digitalne kompetencije, gde je očigledno da su operativne veštine mali deo znanja potrebnog danas kada se koriste digitalni alati. Upravljanje informacijama i sposobnost korišćenja interneta smatraju vrlo relevantnim poljima. Štaviše, kritičko razmišljanje, kreativnost i inovacije se više puta pominju kao suštinski aspekti digitalne kompetencije (Carević et al 2017).

Tokom poslednjih godina, digitalna kompetencija postala je ključni koncept u raspravi o tome kakve bi veštine i razumevanje ljudi trebalo da imaju u društvu znanja. Zbog novine koncepta, preporuka je da se digitalna kompetencija razmotri sa dve tačke gledišta: prvo, zasnovano na dokazima iz istraživanja i, drugo, na osnovu teoretskih radova. Takođe je bilo potrebno razmotriti sinonime i srodne koncepte koji pokrivaju entitet digitalne kompetencije, jer se tehnologije menjaju brzo. U tom smislu su Dženkis i saradnici (Jenkins et al. 2006) istraživali neophodne digitalne veštine kroz participativne kulture, a govorili su i o pismenosti 21. veka, ističući socijalne veštine umesto individualnih veština. OECD predlaže da vlade treba da se potrude da identifikuju i konceptualizuju potreban skup veština i kompetencija, a zatim da ih uvrste u obrazovne standarde (OECD 2010). Kao odgovor na ovaj predlog, postoji više nacionalnih projekata koji rade na definisanju nacionalnih standarda.

Poslednjih godina digitalna kompetencija postala je ključni koncept u diskusijama o vrstama veština i razumevanju koji su učenicima potrebni u društvu znanja. Međutim, interpretirano je na različite načine (na primer, digitalna pismenost, digitalna kompetencija, e-pismenost, e-veštine, e-kompetencije, računarska pismenost i medijska pismenost) u dokumentima o politikama, u akademskoj literaturi i u praksi podučavanja, učenja i sertifikacije. Svi ovi izrazi ističu potrebu za rukovanjem tehnologijom u digitalno doba (Ferrari 2013).

U ovom delu doktorske disertacije analizira se niz koncepata i pristupa povezanih sa digitalnom kompetencijom i srodnim terminima. U tom smislu, digitalna kompetencija je analizirana iz više jezičkih, kulturnih i disciplinskih pozadina. Disertacija nema za cilj postizanje jedne definicije u redukcionističkom pogledu, već daje sistematski pregled različitih definicija i identifikovanje tačaka povezivanja iz široke i raznolike vizije. To će nam omogućiti ne samo da dalje napredujemo u stvaranju znanja, već i da identifikujemo fundamentalne aspekte ove ključne kompetencije za obrazovanje u 21. veku. Osnovna institucionalna definicija potiče upravo od Evropske komisije. Digitalna kompetencija, kako je to definisano u Evropskom parlamentu i po Preporuci o ključnim kompetencijama za celoživotno učenje Saveta Evropske unije (2006: 13), „uključuje pouzdanu i kritičnu upotrebu tehnologije informacionog društva (IST) za rad, razonoda i komunikacija”.

Drugi način definisanja koncepta, koji pružaju Kalvani, Fini i Ranieri (Calvani, Fini & Ranieri 2010), sugeriše da digitalna kompetencija podrazumeva „sposobnost da se istraže i suoče sa novim tehnološkim situacijama na fleksibilan način, da se analiziraju, selektuju i kritički posmatraju”. U ovom procesu važno je proceniti podatke i informacije, iskoristiti tehnološke potencijale kako bi predstavljali i rešavali probleme i izgrađivali zajedničko znanje, istovremeno negujući svest o sopstvenim ličnim odgovornostima i poštovanju uzajamnih prava/obaveza”. Takođe, definicija koju su predložili Kalvani, Fini i Ranieri naglašava koegzistenciju dimenzija koje su karakteristične kako na tehnološkom, kognitivnom i etičkom nivou, tako i njihovom integracijom. Koncept digitalne pismenosti mora se razumeti u kontekst „pismenosti“ koji podrazumeva sveobuhvatnost. Savremeno razumevanje shvatanja pismenosti proširilo je tradicionalnu definiciju, pa uključuje čitanje i pisanje (ali i računanje i usmeni govor), kako bi se obuhvatile interpretativne i kreativne sposobnosti ili kompetencije iz tekstova, u pisanim i drugim oblicima. Tekst, i njegov savremeni smisao, uključivao bi i napisanu reč, bilo da je prikazana na papiru ili digitalno kao film i multimedija. Prema tome, kompetencija za stvaranje značenja za ekonomski privilegovanu omladinu u zapadnom urbanom svetu će se znatno razlikovati od stvaranja značenja za omladinu odraslu u

tradicionalnom rurarnom okruženju širom sveta sa malim pristupom umreženim komunikacijama.

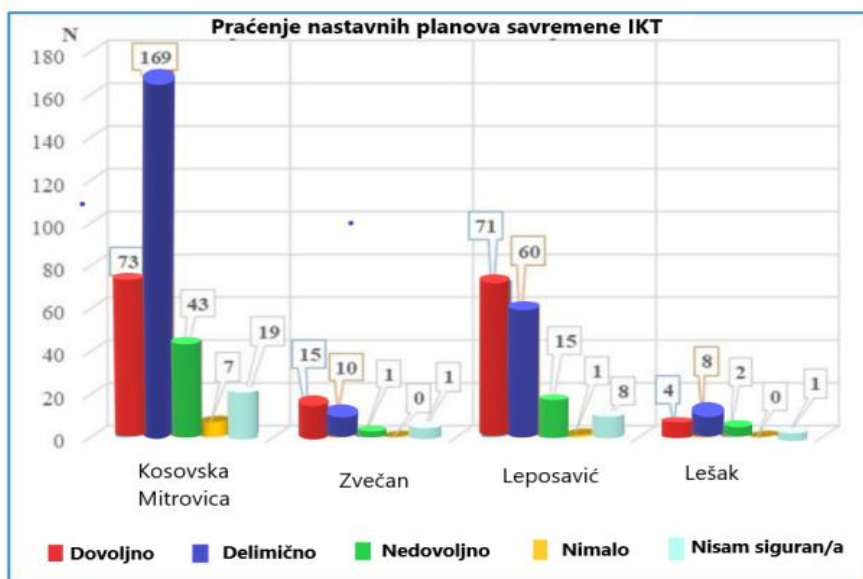
Bavden (Bavden 2008: 26) primećuje da „Digitalna pismenost obuhvata predstavljanje informacija, bez suzbijanja kreativnog pisanja i vizualizacije. Zatim obuhvata procenu informacija, ne zahtevajući sistematično preispitivanje i metaanalizu. Uključuje organizaciju informacija, ali ne i rad terminologija, taksonomija i tezaurusa”. Pojedini autori poput Karpatija (Karpati 2011: 1), podržavajući UNESCO-vu perspektivu, navode da digitalna pismenost uključuje „upotrebu i proizvodnju digitalnih medija, obradu i pronalaženje informacija, učešće u društvenim mrežama za stvaranje i razmenu znanja i širok spektar profesionalnih računarske veštine”. Ovim autor proširuje obim koncepta tako što uključuje tehnološku kompetenciju visokog nivoa. Poznato je da je UNESCO posebno usredsređen na značaj digitalne pismenosti za poboljšanje zapošljivosti i celoživotnog učenja, sa očiglednim ciljem ka ekonomskom i socijalnom razvoju čoveka. Postoji još poznatih autora, poput Hobbsa (Hobbs 2010: 17), koji takođe koristi sličan termin „digitalna i medijska pismenost”. Ovaj pojam je definisan vrlo široko i uključuje „čitav spektar kognitivnih, emocionalnih i socijalnih kompetencija koji uključuje upotrebu tekstova, alata i tehnologija; veštine kritičkog mišljenja i analize; vežbanje sastavljanja i kreativnosti poruka; sposobnost uključivanja u razmišljanje i etičko razmišljanje; kao i aktivno učešće kroz timski rad i saradnju”. Za Hobbsa je posebno važna sposobnost digitalne i medijske pismenosti da osnaži ljude da kritički analiziraju agende svojstvene izvorima informacija i da zastupaju manjinska ili marginalizovana gledišta. Jasno zauzima kompetencijski pogled na digitalnu i medijsku pismenost, napominjući da koncept uključuje sledeće veštine: sposobnost pristupa i deljenja informacija pomoću medija i tehnologije, sposobnost kritičke analize i procene informacija, sposobnost kreiranja informacija na sofisticirani način, sposobnost razmišljanja o informacijama i komunikaciji iz etičke perspektive i sposobnost individualnog rada ili sa drugima radi razmene informacija u svim kontekstima (Hobbs, 2010: 19).

Obzirom da bi jedan od glavnih ciljeva VŠU morao biti osposobljavanje studenata za tehnološki podržan proces učenja i identifikovanje mogućnosti koje nudi upotreba IKT učenici i studenti na prostoru Kosova i Metohije, u specifičnom okruženju bezbednosti, više su nego njihovi vršnjaci u drugim krajevima Republike Srbije primorani na upotrebu i prilagođavanje IKT svakodnevnim aktivnostima, za šta su im, između ostalog, neophodne odgovarajuće digitalne kompetencije. Relevantna istraživanja pokazuju da u tom smislu mnogim nastavnicima za potrebe efektne e-nastave nedostaje digitalne kompetencije i metodološki pristup tehnologiji.

S tim u vezi, Evropski okvir digitalnih kompetencija (Ferrari 2013) ne samo da omogućava tehnološku pismenost, već uključuje i procenu, stvaranje, reprodukciju, rešavanje problema, saradnju i dr, a efekti upotrebe IKT u obrazovanju takođe treba da se odraze u sticanju ovih kompetencija (Ferrari et al. 2013). U 2013. godini, Evropski okvir digitalnih kompetencija za građane (DigComp) istakao je 5 oblasti koje opisuju veštine „digitalno kvalifikovanog građanina“:

1. obrada podataka;
2. komunikacija;
3. stvaranje sadržaja;
4. sigurnost, i
5. rešavanje problema (Carretero, Vuorikari i Punie 2017).

Pravilnicima o stalnom stručnom usavršavanju prosvetnih radnika predviđena je obaveza podizanja kompetencija nastavnika i iz oblasti IKT. Pored računarske pismenosti, nastavnici IKT vide kao podsticanje interesa učenika za predmet i učenje (Zlatković & Denić 2020).

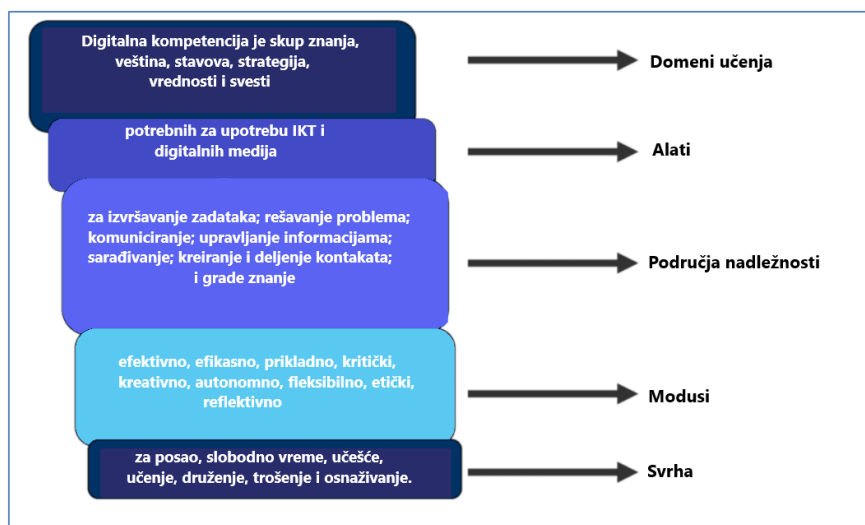


Grafikon 2.3.2.1.1 Praćenje nastavnih planova savremene IKT na VŠU u funkciji mesta u kome studenti studiraju. (Milićević et al. 2021)

Koliko nastavni planovi prate IKT na VŠU u funkciji mesta u kome studenti studiraju, prikazano je na grafikonu 2.3.2.1.1., iz koga je očigledno da je najveći broj anketiranih studenata dao odgovor „delimično“. Ukupno ih je bilo 247, od kojih je 68,42% (169 ispitanika) iz Kosovske Mitrovice, 24,29% (60 ispitanika) iz Leposavića, 4,05% (10 ispitanika) iz Zvečana

i 3,24% (8 ispitanika) iz Leška (Milićević et al. 2021). U tom kontekstu mnogi autori naglašavaju da je neophodno odrediti ključne faktore kod nastavnika koji utiču na upotrebu IKT u učionici: njihove digitalne pismenosti, nivoa samopouzdanja, obuke, kontinuiranog stručnog usavršavanja, stavove nastavnika i kulture podučavanja.

Nacionalne politike moraju više da se zalažu za pomoć nastavnicima da efikasno integrišu računare i internet tehnologije u učionicu usklađivanjem nastavnih programa, ispita i podsticaja sa obrazovnim ishodom za koje se nadaju da će ih steći. Računari sami po sebi donose vrlo malo u proces učenja - oni su samo alati za podučavanje i učenje (Hennessi et.al, 2010). Značaj digitalne kompetencije nastavnika može se pratiti i u dokumentu Cervantes-Soon (2012: 27), gde se među ključnim kompetencijama nastavnika stranih jezika pominje i kompetencija upotrebe IKT u nastavi. Navedeno je da nastavnik treba da razvije sopstvenu digitalnu kompetenciju i da koristi didaktički potencijal koji IKT nude za učenje stranog jezika u učionici, a uz pomoć digitalnih alata podstiče učenike da samostalno koriste IKT u sopstvenom učenju. Neke od najkorišćenijih definicija digitalne pismenosti predstavljene su na sledećoj slici 2.3.2.1.1.



Slika 2.3.2.1.1 Delovi definicije digitalne kompetencije.

Izvor: Ferrari, 2013

Neki autori veruju da je digitalna kompetencija deo medijske pismenosti, dok drugi pak veruju da je medijska pismenost deo digitalne kompetencije (Livingstone & Helsper 2007). Drugi, pak, govore o digitalnoj kompetenciji (Krumsvick 2008), dok je za pojedine reč o digitalnoj pismenosti e-veštinama i računarskoj pismenosti. Tabela 2.3.2.1.1 prikazuje odnos

digitalnih kompetencija u relaciji sa osnovnim znanjem, nadogradnjom odnosno produblјivanjem znanja i procesu stvaranja znanja.

Tabela 2.3.2.1.1 Digitalne kompetencije nastavnika u vezi s upravljanjem istraživanjem poučavanjem, i socijalno odgovornim funkcijama (Pozos Perez & Torello 2012)

Digitalne kompetencije (DC)	Osnovno Znanje	Produblјivanje Znanja	Stvaranje Znanja	
	78 Jedinica Kompetencija (<i>instrumentalne, metodološke, lične i participativne kompetencije ...</i>)			
1. <i>Planiranje i dizajniranje iskustava učenja licem u lice, kombinovano i virtuelno okruženje.</i>	<p>Osnovne digitalne kompetencije u znanju i upotrebi IKT za:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rešavanje problema u osnovnim situacijama učenja u lice uz upotrebu IKT, ✓ Upravljanje osnovnim profesionalnim aktivnostima u razvoju nastavnika uz podršku IKT. ✓ Društveno učešće u neposrednom kontekstu, ...omogućavajući učiteljima da budu integrisani u Društvo znanja kao građani i nastavnici. 	<p>Digitalne kompetencije za produblјivanje znanja i integraciju IKT u sve profesionalne aktivnosti nastavnika za:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rešavanje problema u složenim situacijama učenja, u licem u lice, kombinovanom i virtuelnom okruženju. ✓ Upravljanje, komunikacija i saradnja putem mreža za poboljšanje profesionalnog razvoja. 	<p>Napredne digitalne kompetencije u integraciji i upotrebi IKT za:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Izgradnja širih kapaciteta i sposobnosti za izgradnju novih znanja, upravljanje znanjem i inovacije, ✓ Razvijanje jakog zalaganje za primenu novih znanja u kontinuitetu unapređenje nastave profesije i društva, ... omogućavajući nastavnicima 	
2. <i>Razvijanje i sprovođenje kolaborativnih iskustava učenja u licem u lice, pomešanim i virtuelnim okruženjima.</i>			<p>/ Učestvovanje i demonstriranje socijalnog zalaganja kroz stvaranje poboljšanja predloga za zajednicu i razvoj društva, ... omogućavajući nastavnicima da se adekvatno RAZVIJU i društveno DOPRINOSE kao nastavnici u Društvu znanja na refleksivan i kritičan način.</p>	<p>GENERISANJE. PRIMENJIVANJE I PODELU novog znanje na kritičan i odgovoran način u više konteksta u Društvu znanja.</p>
3. <i>Predavanje i procena procesa izgradnje znanja u licem u lice, kombinovanom i virtuelnom okruženju.</i>				
4. <i>Upravljanje rastom i profesionalnim razvojem uz podršku IKT.</i>				
5. <i>Pedagoška istraživanja, razvoj i inovacije sa / za IKT u obrazovanju.</i>				

Evropski okvir digitalnih kompetencija pruža sveobuhvatne konceptualne deskriptore digitalne kompetencije na tri nivoa (osnovni, srednji, napredni), koji se mogu primeniti na sva područja našeg rada (npr. obrazovanje, zdravstvo, rad, slobodno vreme). Predstavljen je u

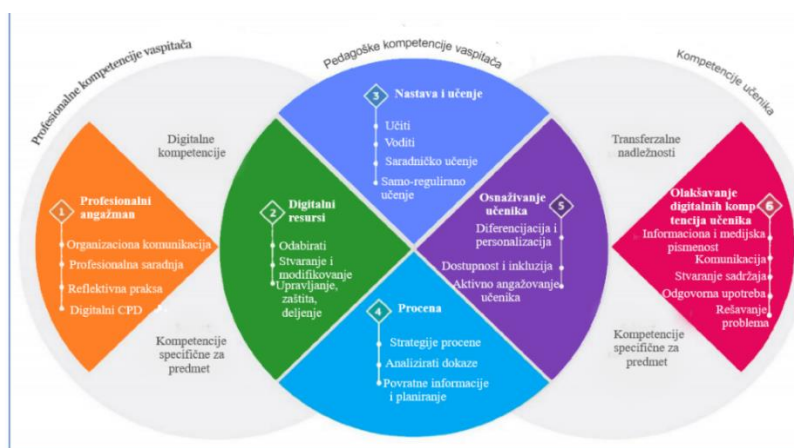
obliku matrice. Sastoji se od pet oblasti digitalnih kompetencija (informacije, komunikacija, stvaranje sadržaja, bezbednost i rešavanje problema) i 21 srodne kompetencije (videti tabelu 2.3.2.1.2).

Tabela 2.3.2.1.2 Pet oblasti digitalne kompetencije i srodnih kompetencija

Dimenzija 1	Dimenzija 2
Oblasti nadležnosti (5)	Nadležnosti (21)
1. Informacije	1.1 Pretražite, pretražite i filtrirajte informacije 1.2 Procena / procena informacija 1.3 Skladištenje i preuzimanje informacija
2. Komunikacija	2.1 Interakcija pomoću tehnologije 2.2 Razmena informacija i sadržaja 2.3 Digitalno učešće 2.4 Saradnja koristeći tehnologiju 2.5 Netiketa 2.6 Upravljanje digitalnim identitetom
3. Kreiranje sadržaja	3.1 Razvoj sadržaja 3.2 Integracija i ponovno stvaranje 3.3 Autorska prava i licence 3.4 Programiranje
4. Bezbednost	4.1 Zaštita uređaja 4.2 Zaštita podataka i digitalni identitet 4.3 Zdravstvena zaštita 4.4 Zaštita životne sredine
5. Rešavanje problema	5.1 Rešavanje tehničkih problema 5.2 Utvrđivanje potreba i tehničkih mogućnosti 5.3 Inovacije i kreativna upotreba tehnologije 5.4 Utvrđivanje razlike u digitalnoj kompetenciji

Izvor: Ferrari et al. 2013

Na međunarodnom i nacionalnom nivou razvijeno je nekoliko okvira i alata za samoprocenu i procenu digitalne kompetencije nastavnika. Jedan od izvora koji pravilno definiše nastavničke kompetencije je okvir profesionalne kompetencije za nastavnike DigCompEdu (Redecker 2017), prikazan na narednoj slici 2.3.2.1.2.



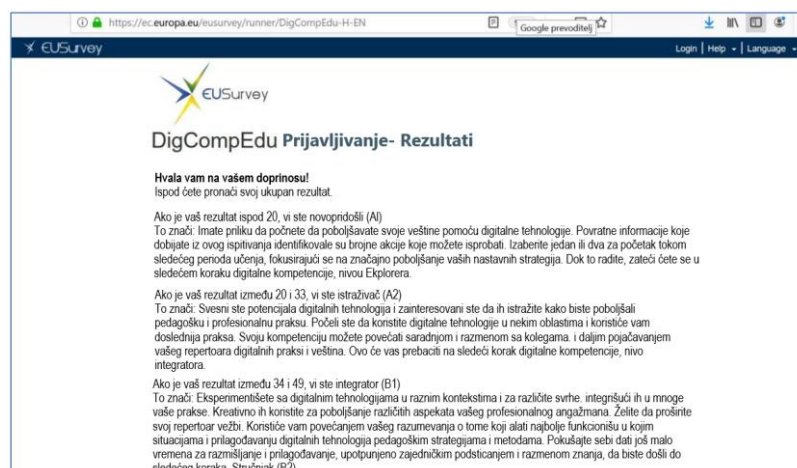
Slika 2.3.2.1.2 Okvir za digitalne kompetencije nastavnika - DigiCompEdu

Izvor: Redecker, 2017

Digitalna kompetencija je jedna od osam ključnih kompetencija i učenici bi te kompetencije takođe trebalo da steknu tokom školovanja. Digitalna kompetencija uključuje više od puke tehnološke pismenosti, mada je sticanje tehnološke pismenosti tokom obrazovanja takođe važno i očekuje se (očekuje se da će učenici moći da koriste osnovne računarske alate, poput kreiranja dokumenata, prezentacije, tabelle, tekst, itd.).

U reprezentativnoj literaturi se često primenjuje definicija digitalne kompetencije kao:

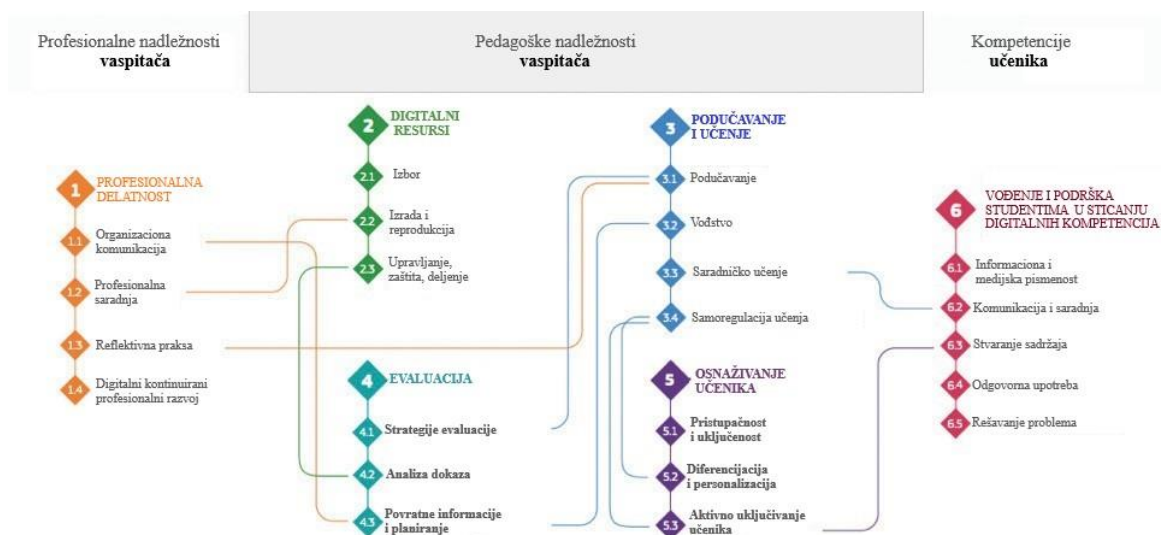
1. tehnička kompetencija;
2. sposobnost upotrebe digitalne tehnologije za rad, učenje i u svakodnevnom životu;
3. sposobnost kritičke upotrebe IKT, i
4. motivacija za učešće i integraciju u digitalno društvo. (Ilomaki, Paavola, Lakkala & Kantosalo, 2014).



Slika 2.3.2.1.3 Rezultat dobijen samoprocenom digitalnih kompetencija pomoću alata DigiCompEdu Check-in (testna faza)

Na slici 2.3.2.1.3 su predstavljeni rezultati jednog od alata za samoprocenu digitalnih kompetencija koje se kreću od nivoa početnika, eksplorera, integratora do nivoa stručnjaka iz ove oblasti.

U nastavku je predstavljen jedan od najpoznatijih i najprimerenijih prikaza digitalnih kompetencija nastavnika i vaspitača u funkciji profesionalne nadležnosti vaspitača, pedagoških nadležnosti vaspitača i kompetencija učenika.



Slika 2.3.2.1.4 Okvir digitalnih kompetencija po DigCompEdu (Redecker, 2017).

2.3.3 Izazovi kreiranja digitalne pismenosti

U definisanju digitalne pismenosti neophodno je otkloniti tenzije između fiksnih digitalnih veština za današnje potrebe i promenljive prirode digitalne pismenosti koja se brzo menja kao odgovor na novi društveni i tehnološki razvoj. Zatim je potrebno otkloniti nesporazume između koncepcije univerzalnih digitalnih veština i visoko kontekstualizovane prirode digitalne pismenosti u složenom kulturnom i institucionalnom kontekstu. I na kraju otkloniti napetost između razvijanja funkcionalnih digitalnih veština za život, rad i šire društveno učešće, za razliku od transformativnog cilja promocije kritičnog digitalnog načina razmišljanja sposobnog za remiziranje i preoblikovanje neprijatne stvarnosti naših socijalno nepravednih i neodrživih društava. U tom pogledu, potrebno je razviti diskusiju koja zagovara vrstu dvostruke vizije: s jedne strane prepoznaje vrednost određenih veština za život, učenje i rad u digitalnoj eri; ali s druge strane, podstiče da se ne gubi iz vida daleki cilj, kao i transformišuću misiju digitalnih pismenosti za građane da pomognu u stvaranju i preoblikovanju društava ka boljoj budućnosti – za sve. Cilj ove transformativne perspektive je podići veću kritičku svest o problematičnoj prirodi digitalne pismenosti i podržati dublje razumevanje moćnih sila makro nivoa koje imaju glavnu ulogu u stvaranju digitalno osposobljenih učenika, radnika i građana. Digitalna pismenost prepoznata je zdravstvenoj oblasti (od posebne važnosti kada se toliko informacija o zdravlju sada dobije putem Interneta), razvoju radne snage i participativnog upravljanja (jer participativno građanstvo zavisi od relativno sofisticiranih veština pronalazjenja informacija). Digitalna pismenost nadilazi društveno umrežavanje, a vlade sve više pružaju informacije i usluge na mreži (na primer, E-

Uprava), što zahteva da građani budu digitalno pismeni kako bi mogli da pristupe tim informacijama. Pored toga, učešće u „zajedničkom dobru” i u „civilnom društvu” zavisi od sposobnosti građana da pronadu i procene informacije. Digitalna pismenost je takođe prepoznata kao suštinska kompetencija za obavljanje posla, jer su prikupljanje informacija, manipulacija i primena ključni radni zadaci. Oni koji nemaju dobre veštine digitalne pismenosti biće marginalizovani u privatnom i javnom životu, uključujući zaposlenje. Međutim, zabrinjavajuće je sve veća spoznaja da se veštine digitalne pismenosti ne razvijaju samo iskustvom. Za učenje efikasnih veština pronalaženja informacija potrebno je i vreme i napor obzirom da su informacije organizovane na složeni način i može ih biti teško proceniti. Mnogi ljudi ne razumeju kontekst informacija - kako ili zašto se proizvode, niti svrhu zbog koje su dostupne različite vrste informacija. Stoga je stvarna kritička procena veoma teška i kompleksna. Istraživanja pokazuju da su učenici koji stupaju u srednjoškolsko obrazovanje obično „pametni u surfovanju”, ali ne i „pametni u pretrazi”, a mnogi učenici, odnosno studenti i ljudi uopšte, ne razumeju kako da procene informacije koje pronadu. Brzina veb pretraživanja ukazuje na to da se malo vremena troši na procenu informacija na osnovu relevantnosti, tačnosti ili autoriteta. Pored toga, mnogi ljudi ne razumeju (ili poštuju) etičke granice korišćenja tuđih ideja i pisanja, oslanjajući se na tehnike isecanja i lepljenja kako bi se objedinile različite informacije. Kompetentnost u korišćenju društvenih medija ili brza pretraga na Google-u ne mora nužno da preraste u sofisticirane veštine procene informacija.

U ovom delu disertacije predstavljen je model za evaluaciju nastave i planiranje nastave u programiranju, digitalnom dizajnu i digitalnoj pismenosti. Poznato je da je tehničko i didaktičko-tehnološko obrazovanje nastavnika presudno je za uvođenje IKT učenja i poučavanja (Pareja Roblin et al. 2018). Uvođenje novih praksi postalo je osnovni uzrok vođene integracije IKT u obrazovni sistem. Konceptualni model se može koristiti za istraživanje svih relevantnih aspekata u fazama dizajniranja nastave i njegovog daljeg razvoja. Dalje, model može pomoći u sistematskoj evaluaciji postojećih kurseva. Generalno, upotreba IKT u učionici zavisi od veština, uverenja i iskustava i prakse svakog nastavnika ponaosob (Gunes & Bahcivan 2018). U tom smislu podučavanje računarske i digitalne pismenosti često je vođeno novom uzbudljivom tehnologijom; ovo se naziva „nastavom vođenom tehnologijom” (Majgaard 2015). Svakako je dobro razumeti razloge koji podstiču nastavnike da uče i savladavaju upotrebu IKT u procesu učenja i poučavanja kako bi mogli da pripreme učenike za zahteve koje će imati u 21. veku. Međutim nastavnici i istraživači često pominju da bi ova vrsta nastave trebala biti više od istraživanja novog digitalnog uređaja. Za razliku od pristupa zasnovanog na tehnologiji, postoji nastava vođena obrazovnim ciljevima i ciljevima učenja. Uverenja se

sastoje od kognitivnih, afektivnih i bihevioralnih komponenti. Pojedini autori naglašavaju da u redovnoj i efikasnoj upotrebi IKT postoji složen odnos između uzroka i posledica na osećanja nastavnika, njegovo ponašanje i verovanja (Castro, 2016). U ovom kontekstu postoje dva karakteristična pristupa. Snaga pristupa usmerenog na ciljeve je u tome što nastavnici tačno znaju na šta ciljaju i kada treba prestati i nastavljaju dok se ciljevi ne postignu. Nedostatak ovog pristupa je što se nastavnici previše fokusiraju na ciljeve učenja, pa može izostati prilagođavanje ciljeve prema napretku učenika i potencijalima otkrivenim u tehnologiji. Nedostatak je, s druge strane, što proizvod može biti beskoristan. Integracija IKT u školsko okruženje mora uzeti u obzir verovanja nastavnika, inače projekat može dovesti do razočaranja kao i do ne ispunjenja očekivanja. Zbog toga je dobro razlikovati opšta i specifična pedagoška uverenja nastavnika o redovnoj i naprednoj upotrebi tehnologije u nastavi i učenju. Naime, nastavnik mora verovati da će redovnom i naprednom upotrebom IKT u procesu učenja i poučavanja postići ciljeve učenja na višem nivou nego što bi to učinio bez upotrebe IKT. Razvijanje novog načina predavanja zahteva da nastavnici uravnoteže suprotstavljene prioritete. Pri primeni nastavnih tehnologija, ciljevi učenja očigledno imaju visok prioritet, ali učenje se dešava samo ako učenici pravilno komuniciraju sa tehnologijom i ako je tehnologija odgovarajuća (i dovoljno jeftina da je škole mogu priuštiti) (Majgaard, 2015).

Drugi istraživači su takođe otkrili da uverenja nastavnika utiču na upotrebu tehnologije u procesu učenja i podučavanja (Ertmer, 2012; Ottenbreit-Leftvich, Glazevski, Nevbi & Ertmer 2010). U tom kontekstu su Ottenbreit-Leftvich et al. (2010) proučavali vrednosna uverenja osam nastavnika koji redovno i detaljno koriste IKT u procesu učenja i podučavanja. Oni su otkrili da ovi nastavnici uočavaju vrednost upotrebe IKT u učionici u promovisanju učenja i podučavanja učenika, jer to motiviše učenike da rade sa IKT, pomaže im da razumeju gradivo i podstiče razmišljanje na višem taksonomskom nivou, istovremeno razvijajući tehnološke, odnosno digitalne veštine učenika.

Većina inicijativa za digitalnu pismenost izvedena je iz centralizovanih politika na nacionalnom ili regionalnom nivou i strateški su povezane sa ciljevima vlada pojedinih zemalja kao što su razvoj informacionog društva i premošćavanje digitalne podele. Čak i kada su se ovi nastavnici susreli sa najčešće pominjanim preprekama, poput nedostatka vremena i pristupa tehnologiji, potrudili su se da ih na adekvatan način prevladaju. Stoga su Ottenbreit-Leftvich et al. (2010) zaključili da pozitivna uverenja o upotrebi IKT u procesu učenja i poučavanja pomažu u prevazilaženju prepreka sa kojima se pre ili kasnije susreću svi nastavnici. Inicijative za stručne obuke u funkciji podizanja digitalne pismenosti širom sveta svode se na: osnovne inicijative, koje su najčešće, usredsređene na razvijanje osnovnih računarskih veština

primenjenih na svakodnevne jednostavne zadatke. Drugi nivo, koji se ređe sreće, usredsređen je na korišćenje osnovnih funkcionalnosti ključnih aplikacija (ECDL moduli: obrada teksta, tabelle, alati za prezentacije, e-pošta, veb pretraga). Na trećem nivou, koji se retko sreće, fokus je na razvijanju sigurne upotrebe digitalnih alata i objekata za identifikovanje, pristup, upravljanje, integraciju, procenu, analizu i sintezu digitalnih resursa; konstruisati nova znanja; kreirati medijske izraze; koristiti mrežu za transakcije; i razvijati svest o bezbednosnim pitanjima. Nastavnik mora shvatiti da je vrednost učenja i poučavanja sa IKT takođe odgovarajuća sa stanovišta pedagoške orijentacije (Ertmer et al. 2012), jer je upotreba IKT u obrazovanju u velikoj meri zasnovana na dobrovoljnim odlukama o upotrebi IKT. Uspešna integracija IKT stoga uzima u obzir pedagošku orijentaciju, što znači da je nastavnicima potrebna pomoć u učenju kako da koriste IKT na takav način da učenici lakše i bolje ostvaruju ciljeve učenja. Odnos prema redovnoj i naprednoj upotrebi IKT i nivo znanja i veština u ovom procesu takođe imaju važan uticaj na upotrebu IKT u procesu učenja i poučavanja (Ertmer et al. 2012). Dakle, važan faktor koji utiče na efikasnost redovne i napredne upotrebe IKT u procesu učenja i obrazovanja povezan je sa veštinama nastavnika koji zajedno kreiraju promene u obrazovnom procesu

Druge inicijative za digitalnu pismenost usredsređene su na srodne strateške ciljeve, poput socijalne kohezije, integracije imigranata, podrške celoživotnom učenju i podrške optimalnom korišćenju državnih vladinih resursa i usluga e-vlade. U kvalitativnoj studiji, u kojoj je učestvovalo devet američkih osnovnih i srednjih škola, Žao i Ciko (Zhao & Cziko 2001) utvrdili su ne samo da su veštine i znanje IKT važne za uvođenje inovacija u proces učenja i poučavanja, već i da je širi kontekst u kome tehnologija funkcioniše od izuzetne važnosti. U ovom istraživanju je otkriveno da nastavnik u rešavanju tehničkih problema u uvođenju IKT u proces učenja i poučavanja ne sme biti prepušten sam sebi, već treba uspostaviti komunikaciju između nastavnika i stručnih lica iz IKT. U ovom procesu svoj doprinos u širenju digitalne pismenosti pružaju kako vlade tako i različite nevladine organizacije. Tako, na primer, nevladina tela koja se uključuju u takve inicijative obično su motivisana željom da pomognu ugroženim grupama, dok privatne kompanije mogu biti motivisane opaženim mogućnostima da povećaju svoj tržišni udeo kroz širokopojasne mreže u ruralnim oblastima, kupovine hardvera ili softvera za starije osobe ili osobe sa invaliditetom i poboljšanje kompetencija radne snage.

2.4 Stručno usavršavanje prosvetnih radnika

Svet je doživeo velike promene u potražnji za talentima i stvaranju budućih lidera kao i edukaciji potrebne radne snage. U tom kontekstu se navodi da će profesionalni razvoj nastavnika, odnosno obrazovanje i obuka za unapređivanje znanja i veština nastavnika, stoga postati glavni prioritet (Zlatković et al. 2019). Da bi omogućili i efikasno podstakli razvoj veština učenika u 21. veku, sami nastavnici moraju korektno i dobro ovladati tim veštinama i da budu dobro stručno pripremljeni da učenicima prenose takve veštine. Pretraga postojeće literature pokazuje nezadovoljavajuće rezultate u profesionalnom razvoju nastavnika za nastavu veština 21. veka. Ovo je ozbiljno pitanje, jer nastavnici koji su svoje obrazovanje stekli po starom nastavnom modelu u proteklim decenijama nisu dovoljno upoznati ni osposobljeni digitalnim veštinama da stvore nastavno okruženje 21. veka za učenje svojih učenika. U literaturi i praksi nisu identifikovana tačna područja nedovoljne stručnosti i obučenosti, naročito nastavnika u visokom obrazovanju, niti su ova područja dobila dovoljnu pažnju nadležnih službi. Sa ciljem da pruži snažniju obrazovnu podršku nastavnicima koji rade u njihovom usvajanju i razvoju novih veština u nastavi 21. veka, ovaj deo doktorske disertacije prvo ističe veštine i kapacitete koji nastavnicima nedostaju, a zatim sugerise metode za referenciranje nastavnika u njihovom sticanju ili jačanju takvih veština da bi se održali u skladu sa savremenim trendovima razvoja obrazovanja.

2.4.1 Usvajanje nastavničkih veština potrebnih za 21. vek

Svestrani razvoj učenika više se ne odnosi samo na intelektualni razvoj, već uključuje savladavanje različitih veština kao što su kritičko razmišljanje, rešavanje problema, veštine komunikacije i saradnje (Partnerstvo za veštine 21. veka, 2009), nastavnici moraju da ispune nova očekivanja da bi im olakšali razvoj veština 21. veka u učenju usmerenom na studente, a jedan od primera je ISTE standard za nastavnike (Međunarodno društvo za tehnologiju u obrazovanju, 2008). Pripremiti nastavnike za uvođenje novog stila nastave orijentisanog na veštine 21. veka nije lak zadatak. Predlaže se da se većina ciljeva učenja veština 21. veka može podučavati u kontekstu projektne nastave odnosno naučnog istraživanja ili učenja zasnovanog na projektima (Windschitl 2009). Ovaj stil nastave poziva nastavnike da budu osposobljeni da učenike uključe u samo-usmerene strategije o sopstvenom učenju, da organizuju aktivnosti koje delegiraju odluke o učenju i prate njihov napredak, da olakšaju aktivnosti učenja kroz kolektivno rešavanje problema i da ih vode studenti dajući im povratne informacije nakon

procene. Ublažavajući „dvosmislenost” takvog novog nastavnog modela, ovaj deo disertacije ima za cilj da istraži područja koja su nastavnicima potrebna u cilju unapređenja veština, kako bi efikasno podržali nastavu i pomogli učenicima da razviju veštine 21. veka, odnosno da utvrdi stavove nastavnika prema usvajanju veština 21. veka, njihovu pedagošku orijentaciju i profesionalni identitet.

Oni koji obraćaju pažnju na obrazovanje nastavnika tokom godina, možda su primetili promenu paradigme sa nastavnog plana i programa usmerenog na znanje u onaj koji više naglašava aktivnosti i prakse koje dovode do sticanja znanja. Međutim, istraživanja i praksa ukazuju da je još uvek znatan deo aktivnih nastavnika obučavan na tradicionalan konvencionalni način. Uspešno usvajanje veština 21. veka od strane nastavnika, kako za njihovu ličnu upotrebu, tako i za njihovo prenošenje na učenike, zavisi od njihovog odnosa prema njima, svesti i volje da ih uče i koriste. Naša diskusija u nastavku disertacije pokazuje da, među komponentama veština 21. veka, mnogim nastavnicima posebno nedostaje informatička pismenost, medijska pismenost, kao i veštine digitalne saradnje. Ova ograničenja mogu uticati na njihov nastavni učinak u vođenju, modeliranju i ispitivanju učenika.

2.4.2 Informatička pismenost u funkciji nastave

Informatička (IT) pismenost je najosnovnija među skupom digitalnih pismenosti. Nastavnici napreduju kroz različite faze usvajanja tehnologije, počev od ukazivanja na mogućnosti primene tehnologije u lične svrhe i omogućavanja učenicima da steknu IT pismenost u svakodnevnom učenju. Ova svest na kraju dovodi do rutinske upotrebe tehnologije, a uz odgovarajuću obuku i podršku oni napreduju ka kreativnijoj, naprednoj upotrebi tehnologije za podučavanje i učenje. Pristup hardveru i softveru je osnovni kriterijum za korišćenje tehnologije u školi. Tehnološka infrastruktura dostupna nastavnicima mora biti pouzdana i korisna da bi služila njihovim ciljevima. Ako upotreba tehnologije oduzima puno vremena ili se smatra da ne doprinosi procesu učenja učenika, nastavnici će biti skloni da je ne koriste (Kopcha 2012). Pored toga, ako je hardver ili softver za nastavu i učenje nedovoljan, teško je ispuniti potrebu za olakšavanjem učenja usmerenog na studente. U stvarnosti, u poređenju sa prošlošću kada su nastavnici morali, na primer, da traže da se računari instaliraju direktno u učionice tehnologija je sada lakše dostupna za podučavanje i učenje. Definicija pristupa može se proširiti i izvan školskog prostora na računar i pristup Internetu od kuće. Dokazano je da nastavnici pokazuju viši nivo kompetencija za informatičke veštine ako imaju pristup računarima i na fakultetu i kod kuće. Dostupnost tehnološke infrastrukture

nastavnicima takođe povećava njihovo samopouzdanje u profesionalnoj upotrebi IT-a, na primer, u korišćenju softvera za obradu teksta i čuvanju i pristupu deljenim datotekama (Ismail, Azizan & Akman, 2011). Ovo nas dovodi do sledeće tačke koja se tiče stavova nastavnika prema IT-u. Posebna zabrinutost koju nastavnici imaju uključuje brigu da se nastavni plan ne može sprovesti na vreme ukoliko se računari koriste u nastavi i učenju i strah da računari mogu biti uništeni, izgubljeni ili oštećeni tokom upotrebe. Ova dva problema su imala najviši rang u istraživačkoj studiji koju je sprovela Bala (Bhalla 2012). Kapacitet nastavnika za primenu istraživanja i veština rešavanja problema potreban je kako bi se učenicima olakšao razvoj u učenju zasnovanom na istraživanju. U procesu osposobljavanja znanjem o širokom spektru tema koje su učenici potencijalno izabrali, nastavnici moraju da organizuju obilne informacije i integrišu različite kontekstualne materijale u nastavni plan i program. Tako, na primer, nakon što su studenti predaju svoje radove ili projekte, nastavnici često moraju da pregledaju i potvrde resurse koje su studenti naveli.

U istraživanju koje je sproveo Probert (Probert 2009), utvrđeno je da su dve trećine novozelandskih učitelja koji su učestvovali u anketi pokazali ograničeno ili nikakvo razumevanje IP (informacione pismenosti), sudeći prema načinu na koji su definisali informaciono pismenu osobu. Ovi nastavnici su mogli da daju samo opšte i nejasne opise koji neodređeno definišu IP. Takođe je postojalo pogrešno mišljenje da su veštine IP-a iste kao veštine IKT-a. Ovo otkriće podseća na sličnu studiju u kojoj je učestvovalo 500 srednjoškolskih nastavnika u Grčkoj (Korobili 2011), u kojoj je primećeno da je pojam IP slabo razumljiv i često pomešan sa računarskom pismošću. Nastavnici su čak lažno konceptualizovali obuku za računarsku pismenost koju su pohađali kao obuku za IP. Malo poboljšanja se primećuje u novijoj studiji, u kojoj ispitanici još uvek nisu bili upoznati sa tim pojmom (Smith, 2013). U Smitovoj studiji ispitanici su davali nedosledne definicije IP, krećući se od nečega tako širokog poput sveobuhvatnog niza pismenosti i relevantnih informatičkih veština, do uske definicije, odnosno sposobnost pronalaženja informacija. Neki nastavnici su možda prošli obuku o modelima obrade informacija-modelima koji postupak traženja informacija dele na upravljačke faze, počev od identifikovanja pitanja do pronalaženja izvora informacija, kao i faze procene i upravljanja informacijama. Međutim, ovi modeli su se retko koristili, a u slučajevima kada su nastavnici tvrdili da takve modele primenjuju u nastavi, nisu bili upoznati sa svim fazama modela ili su tehnike predstavili kao modele obrade informacija (Probert, 2009).

2.4.3 Veštine komuniciranja i saradnje

Kako bi se razvile i formirale veštine saradnje sa vršnjacima, predlaže se efikasan način učenja kroz “iskustvo-saradnja” sa kolegama iz razreda u aktivnostima koje podstiču socijalnu interakciju. Tokom kolaborativnog učenja tradicionalna uloga nastavnika kao predavača, zamenjuje se ulogom facilitatora. Razne vrste softvera i platformi, poput blogova, foruma (Cook et al. 2014) i vikija (Chu, Lee, & King 2012) pomažu u saradnji između nastavnika, grupa učenika, kao i između nastavnika i učenika. Konkretno, prepoznat je kolaborativni potencijal vikija u različitim disciplinama (Chu 2010).

Nakon što su preduzeli prvi korak ka usvajanju kolaborativnih alata u nastavi i učenju, neophodno je da nastavnici preduzmu potrebne mere kako bi osigurali dovoljnu i efikasnu komunikaciju među učenicima na izabranoj platformi za saradnju. Bez učiteljeve blagovremene podrške i posredovanja, saradnja zahteva mnogo više napora i postaje dugotrajan proces, što dovodi do neuspeha u izvršenju zadatka. Ali kako studenti napreduju u svojim veštinama saradnje, postepeno im je potrebno manje smernica da bi završili dodeljeni grupni rad.

Da bi se veštine 21. veka integrisale u trenutni nastavni sadržaj, nastavnici moraju biti otvoreni za kontinuirani profesionalni razvoj. Nastavnici bi se trebali mentalno pripremiti za usvajanje nastavnih veština 21. veka, kako bi se profesionalno uključili u odgovarajuće tokove uz upotrebu tehnologije i kolaborativnih mreža. Na spremnost nastavnika da međusobno saraduju takođe prilično utiče školska kultura. Pokazalo se da postoji pozitivna korelacija između saradnje nastavnika i podrške koju dobijaju od škole. U slučajevima u kojima resursi, u smislu vremena i obuke, nisu dovoljni za razvoj odnosa u saradnji, nastavnici su skloniji da svoju pažnju usredsrede na svoj individualni rad i manje su spremni da povećaju svoje radno opterećenje da bi unapredili saradnju. Pretpostavka je da inovativna pedagogija uključuje osnove otvorenog obrazovanja koje omogućava učenicima da razviju kompetencije 21. veka, kao što su rešavanje problema, pronalaženje informacija, saradnja itd. Praksa učenja je fleksibilna i dizajnirana da udovolji individualnim potrebama i očekivanjima učenika (Bocconi et al. 2012). U tom smislu Bocconi (Bocconi) ističe:

- Sadržaj i nastavni plan i program. Kurikulum može omogućiti razvoj veština i kompetencija 21. veka (na primer, rešavanje problema, istraživanje, umrežavanje), ako je otvoren, fleksibilan, povezan sa stvarnim životnim situacijama, redovno ažuriran i podržava nalaze istraživanja;

- Ocenjivanje. Paradigme procene treba da prevaziđu tradicionalne obrasce i evoluiraju; autentična, holistička ocena koja odražava situacije iz stvarnog života;
- *Prakse učenja*. Praksa učenja treba da bude fleksibilna i da zadovoljava učenike individualne potrebe i očekivanja, omogućavaju samoregulaciju učenja i uzajamno učenje;
- *Pedagoške prakse*. Nastavnik bi trebalo da bude u ulozi mentora, vodiča učenja, deluje kao model kreativnosti i inovativnosti, koji koristi profesionalno znanje i iskustvo stečeno profesionalnim razvojem;
- *Organizacija*. Članovi treba da dele organizacionu praksu i omoguće zadovoljenje potreba lokalne zajednice;
- *Liderstvo i vrednosti*. Menadžment je otvoren i sa ključnom ulogom u vođenju inovacija, sprovođenju u praksu vrednosti kao što su jednakost i inkluzija i podrška obrazovanju nastavnika;
- *Povezivanje*. Savremeni pristupi treba da omoguće i nastavnicima i učenicima povezivanje ideja, interesovanja, a ostalim zainteresovanim stranama (npr. roditeljima, vršnjacima) učiniti dostupnim iskustva povezana sa učenjem;
- *Infrastruktura*. Potrebno je održavati dinamičnu infrastrukturu (kako tehnološku tako i fizički) da olakša komunikaciju i širenje inovativnih praksi i da proširi granice za učenje.

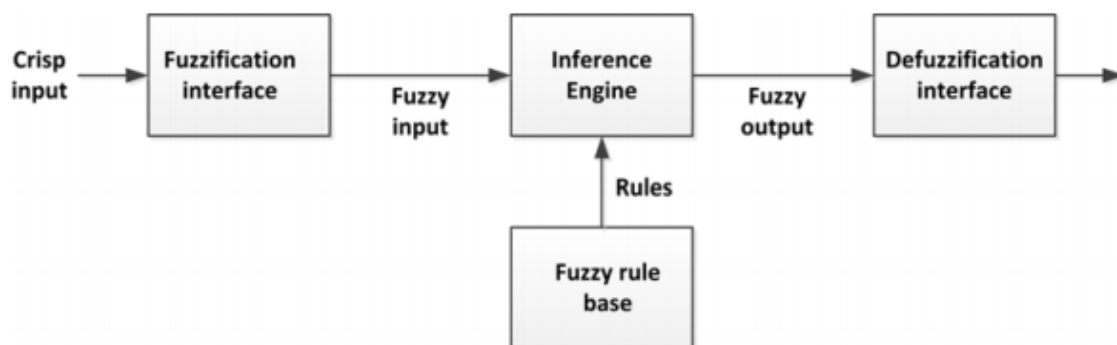
Najkritičnija i najspornija je veza između postignuća učenika i upotrebe IKT, jer ne postoji jasna korelacija između postignuća i IKT. Neke studije pokazuju pozitivnu vezu između upotrebe računara i postignuća dok neke druge studije ne pokazuju ili čak ne uočavaju negativne efekte. Generalno, može se reći da različite studije koje istražuju uticaj IKT na obrazovanje nejasno potvrđuju ili negiraju (pozitivan) direktan efekat IKT na postignuća. Stoga neki autori dovode u pitanje ispravnost hipoteze da bi IKT trebalo da utiču na obrazovna postignuća učenika i misle da rezultate možda tražimo na pogrešan način (McFarlane 2001). Mišljenje Andervuda i Dilon (Underwood & Dillon), koji su u studiji o efektima IKT na učenje na nacionalnim testovima obrazovanja u Velikoj Britaniji rekli: „Pogrešno smo merili stvar. Možda nove tehnologije donose nove oblike učenja za koje još uvek trebamo razviti prave tehnike ocenjivanja” (2004: 216). Pored direktnih efekata na obrazovno postignuće, autori navode sledeće efekte upotrebe IKT u nastavi i učenju: IKT pruža učenicima efikasniji pristup informacijama, a samim tim i alate za efikasnije rešavanje problema u procesu učenja.

Redker (Redecker 2017) i mnogi drugi ističu da IKT omogućavaju studentima da komuniciraju, dele i saraduju bilo gde i bilo kada. Timski rad im omogućava da zajedno analiziraju probleme, istražuju ideje i razvijaju koncepte. Studenti ne samo da zajedno stiču znanje, već i dele iskustva. Prateći konstruktivistički pristup, IKT pomaže studentima da se usredsrede na složenije misaone koncepte. MekMahon (McMahon 2009) je pokazao da postoje statistički značajne veze između upotrebe IKT za učenje i sticanja veština kritičkog mišljenja i naravno, mnoga istraživanja pokazuju da tehnologija ima pozitivan efekat na motivaciju učenika, na primer, poboljšavajući stav prema tehnologiji, nastavi ili nastavnom predmetu.

Istraživanja su pokazala da, naročito u zemljama u razvoju, upotreba IKT utiče na razvoj tehnoloških kompetencija. Što se tiče razvoja digitalnih kompetencija u širem smislu ili kompetencija 21. veka, među istraživačima postoji konsenzus da upotreba IKT utiče na razvoj veština višeg reda (McMahon 2009), međutim, još uvek ne postoji konsenzus oko tačne definicije (Anderson 2008). S druge strane, podaci sugerišu da informacionu pismenost treba uključiti u složenije veštine kao što su upravljanje informacijama, komunikacija i saradnja.

2.5 Teoretske osnove ANFIS (eng. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems)

U ovom delu disertacije urađena je analiza znanja učenika iz matematike pomoću adaptivnog sistema sa nejasnim (engl. *fuzzy*) zaključivanjem (ANFIS) nakon primene aplikacije za učenje na daljinu ili e-učenja. Koncept fazi logike uveo je Zadeh, kao metodu za predstavljanje ljudskog znanja koje je neprecizno po prirodi. Interfejs fuzzyfication transformiše oštru ulaznu vrednost u fazi lingvističku vrednost. Fuzifikacija je uvek neophodna u fazi logičkom sistemu, jer su ulazne vrednosti postojećih senzora uvek oštro numeričke vrednosti. Mehanizam zaključivanja uzima fazi ulaz i fazi osnovu pravila i generiše fazi izlaze. Fazi osnova pravila je u obliku pravila „AKO-ONDA“ koja uključuje lingvističke promenljive. Poslednji obrađujući element fazi logičkog sistema je defuzifikacija koja ima zadatak da proizvodi oštre izlazne radnje (Ibrahim, 2016). Sledeća slika (*Slika 2.5.1.*) prikazuje osnovnu konfiguraciju fazi logičkog sistema.



Slika 2.5.1 Arhitektura fazi logičkog sistema

Izvor: (Ibrahim, 2016)

Budući da veliki broj fakulteta i drugih institucija sve više koristi e-učenje, može se reći da se u tu svrhu uglavnom koristi Modularno objektno orijentisano dinamičko okruženje za učenje (Moodle) sistem upravljanja učenjem (LMS) (Gavrilović et al. 2018). U ovom delu se bavimo analizom učenja na daljinu i primenom Moodle LMS-a u visokoškolskim ustanovama, uzimajući u obzir uticaj takvog obrazovanja na kvalitet nastave i sticanje znanja od strane učenika, kao i metode koje nastavnici koriste u Srbiji. ANFIS se koristi za određivanje najvažnijih faktora za uspeh učenika u matematici. Znanje je efikasnije kada se kombinuje sa obrazovnim softverom na predavanjima iz matematike u osnovnoj školi. U srednjoj školi znanje je efikasnije ako se kombinuje sa motivacijom za učenje matematike. Do sada nije urađeno mnogo istraživanja u svrhu analize veza između uspeha učenika u matematici i faktora koji utiču na to. Na kvalitet rada učenika može uticati više različitih faktora: obrazovna tehnologija, kompetencije nastavnika, motivisanost nastavnika i dr. Sveobuhvatnije istraživanje je neophodno kako bi se utvrdilo koji faktor ima najjači uticaj na uspeh učenika. Do sada postoji nekoliko istraživanja koja analiziraju kvalitet nastave i učinak učenika.

Učenje na daljinu je tema koja se često spominjala u poslednjih nekoliko godina, iako nije nova metoda. Ova vrsta učenja datira još od 1728. godine. Podrazumeva se, ne u ovom obliku koji se danas koristi, ali je igralo istu ulogu - da bi se prevazišla fizička udaljenost za prenos znanja. Poznato je da u svetu ima više od 140 miliona studenata na mreži, a procenjuje se da stopa rasta broja učenika iznosi oko 20%. Globalno, više od 23 milijarde dolara godišnje se troši na učenje na daljinu (Denić & Zlatković 2017). Ovi fascinantni podaci se menjaju svakodnevno, jer se broj e-učenika kontinuirano povećava. Zbog toga je danas neophodno da učenici i studenati budu digitalno pismeni. Prioritet obrazovnih institucija mora biti uvođenje IKT u obrazovni sistem, jer smo svi svesni da je Internet promenio obrazovni proces. U

vremenima koja dolaze, nove tehnologije će povećati kvalitet učenja na daljinu i učiniti ga popularnijim (Gavrilović et al. 2016). Najpopularniji sistem e-učenja koji se godinama koristi u Republici Srbiji je nesumnjivo Moodle LMS. Danas se povećava broj obrazovnih institucija koje koriste ovaj softverski paket. Koriste ga kako bi poboljšali nastavni proces i poboljšali njegov razvoj.

U nastavku su predstavljeni rezultati ranijih istraživanja iz ove oblasti. Primena istraživačkog projekta o nastavi i učenju matematike korišćenjem pre i posle testova ispitali su u članku Atorps i Kelner (Attorps & Kellner 2017). U radu MekNejra i Klarka (McNaira & Clarke 2007), razmatraju se efikasnosti tri važne oblasti. Prvi kontinuitet pokazuje da nastavnicima treba individualnije znanje o prethodnim iskustvima učenika, drugi daje niz strategija za upravljanje učeničkom saradnjom u učenju, a treći sugerise da učenike treba uključiti u složene zadatke na načine koji podržavaju progresivno rastući nivo nezavisnog razmišljanja. Članak Vilsona izvestio je o naporima da se promeni kvalitet nastave u lokalnoj urbanoj osnovnoj školi na severu Engleske, pod pritiskom lokalnih vlasti u cilju podizanja standarda (Wilson 2014). Međutim, rezultati istraživanja pokazuju da zvanične verzije „kvaliteta nastave” nisu dovoljne za poboljšanje ishoda učenja učenika. Rad Glendinga istražuje izazove sa kojima se prosvetni radnici suočavaju u vremenu kada moderna tehnologija, posebno moderna socijalna tehnologija, ima sve snažniji uticaj na naše živote (Glendinning 2017). Odnos između školskih reformi, posebno onih koje uključuju uvođenje novih vrsta škola, i uspeha učenika proučavan je u članaku koji je sastavio Ajles i saradnici (Eyles et al. 2016). Funkcionalne i organizacione karakteristike nastavnog modela usmerenog na stvaranje istraživačke kompetencije učenika u kontekstu predmetno orijentisanih odeljenja opšteobrazovnih škola uzete su u obzir u članku Kazarine i dr. (Kazarina et al. 2015). U ovom članku istraživačka aktivnost imala je za cilj povećanje kvaliteta obrazovnog procesa u opšteobrazovnoj školi kao jedan od produktivnih načina za formiranje istraživačkih kompetencija učenika. U radu Mulera et al. tehnike modeliranja na više nivoa i geografski informacioni sistemi (GIS) korišćeni su za identifikovanje faktora koji utiču na uspeh učenika u osnovnom obrazovanju Malavija (Muler et al. 2017). Istraživanje imalo je za cilj poboljšanje kvaliteta odgovora učenika u nastavi pomoću Easi Erase Response Board (EERB). Primetno je da i u svetu (Salleh & Aiman 2015) i kod nas, studenti nisu voljni da odgovoraju na pitanja o nastavi putem anketa (npr. u procesu samovrednovanja).

Glavni cilj istraživanja ovog dela doktorske disertacije je da se analiziraju performanse učenika u matematici neuro-fazi pristupom nakon primene tehnika e-učenja. Prilagodljivi sistem neuro-fazi zaključivanja (ANFIS) koristi se za određivanje koji su faktori najvažniji za

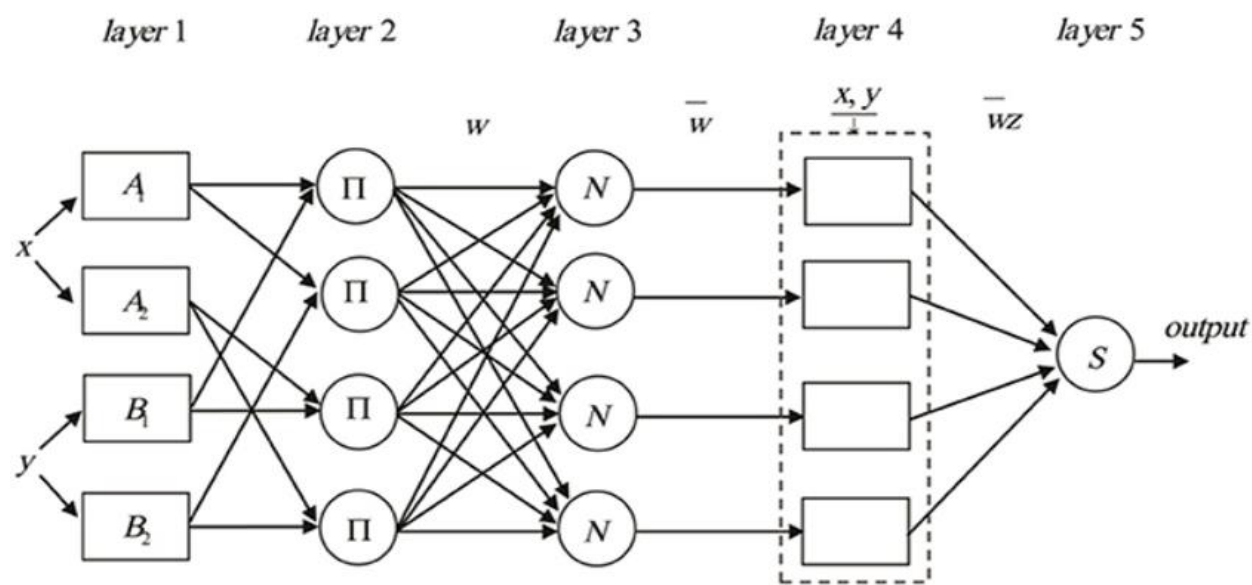
uspeh učenika u matematici u osnovnim i srednjim školama. Na osnovu napred navedenog u nastavku će biti istražena pretpostavka:

- Ako se za predavanja iz matematike koristi obrazovni softver, mogu se postići bolje performanse po pitanju nivoa znanja, motivacije i trajnosti znanja

Primenom neuro-fazi pristupa, gore pomenuta pretpostavka bi mogla biti potvrđena. Ovde se koncentrišemo na moguću primenu obrazovnih tehnologija za poboljšanje predavanja i poboljšanje dostignuća u matematici. U nastavku biće prikazani: opis podataka korišćenih u istraživanju, opis tehnike ANFIS, glavni rezultati studije, glavne zaključne napomene i mogući pravci daljih istraživanja.

2.5.1 Teoretske osnove ANFIS (eng. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems)

Neuro-fazi arhitektura je kreirana sa ciljem prevazilaženja složenih i kompleksnih problema, i situacija koji su uglavnom nemogući za analitičko opisivanje. Upravo ovakvi sistemi predstavljaju sinergiju neuralnih mreža i fazi sistema zaključivanja (Denić et al. 2018). Glavno jezgro ANFIS-a je fazi logički sistem koji se koristi za čuvanje naučenog znanja o predstavljenim uzorcima podataka. Na sledećoj slici 2.5.1 dat je jedan šematski prikaz ANFIS modela, na kome je za svaki model je određen najbolje rezultirani izlaz sa minimalnom greškom procene na osnovu koeficijenta utvrđenosti (R²), korenske srednje kvadratne greške (RMSE) i srednje greške pristranosti (MBE).



Slika 2.5.1.1 Šematski dijagram ANFIS modela

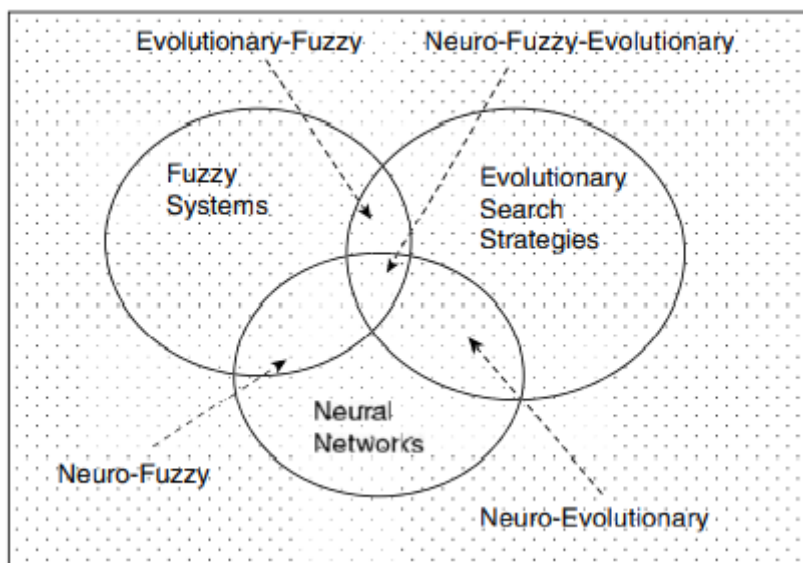
Izvor: (Hesami, 2019)

2.5.1.1 Neuro-fazi i meko računanje (eng. soft computing)

Meko računanje, odnosno *soft computing* (SC) predstavlja inovativan pristup konstrukcije računski inteligentnih sistema koji danas sve više dolazi u centar interesovanja. Inteligentni sistemi trebalo bi da poseduju ljudsku stručnost u određenom domenu, da se prilagode i nauče da rade bolje u promenljivom okruženju i da objasne kako donose odluke ili preduzimaju akcije. Suočavajući se sa problemima iz stvarnog sveta, često je korisno koristiti nekoliko računarskih tehnika sinergijski, a ne isključivo, što rezultira izgradnjom komplementarnih hibridnih inteligentnih sistema. Suština dizajniranja inteligentnih sistema ove vrste je *neuro-fazi računanje*. Neuronske mreže prepoznaju obrasce i prilagođavaju se promenljivim okruženjima; nejasni sistemi zaključivanja koji uključuju ljudsko znanje i vrše zaključivanje i donošenje odluka. Integracija ova dva komplementarna pristupa, zajedno sa određenim tehnikama optimizacije bez derivata, rezultira novom disciplinom koja se naziva neuro-fuzzi i soft computing.

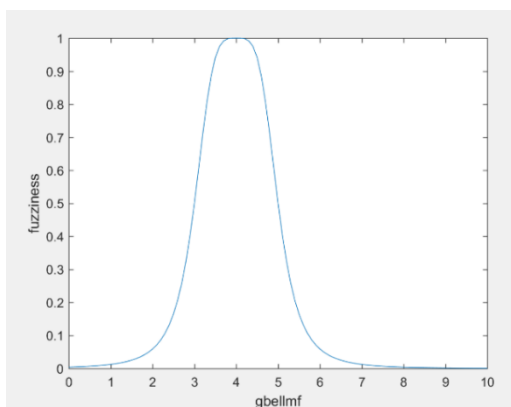
2.5.2 Teorija fazi skupova

Jedan od problema tradicionalnih sistema upravljanja je taj što se složeni ne mogu precizno opisati matematičkim modelima, i zbog toga ih je teško kontrolisati pomoću postojećih metoda. Soft computing s druge strane se bavi delimičnom istinom, neizvesnošću i približavanjem da bi rešila složene probleme. Zadeh koji je pionir fazi logike izjavio je da je „vodeći princip mekog računanja iskorišćavanje tolerancije za nepreciznost, nesigurnost i delimična istina za postizanje provodljivosti, robusnost, niska cena rešenja, bolji odnos sa stvarnošću”. Zbog svojih karakteristika kao što su inteligentna kontrola, nelinearno programiranje, optimizacija i podrška procesu odlučivanja, soft computing postaje aktuelan i predmet interesovanja mnogih naučnika. Na sledećoj slici 2.5.2.1 predstavljena je povezanost fazi sistema



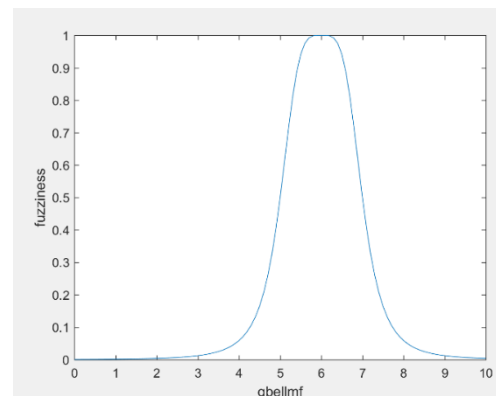
Slika 2.5.2.1 Sinergija među glavnim komponentama soft computing-a
 Izvor: (Roy & Chakraborty, 2013)

Na sledećoj slici su prikazani primeri zvonastih fazi brojeva koje ćemo koristiti u našem



sistemu.

$$y = \text{gbellmf}(x, [1 \ 2 \ 4]);$$



$$y = \text{gbellmf}(x, [1 \ 2 \ 6]);$$

2.5.2.1 Fazi logika i fazi sistemi

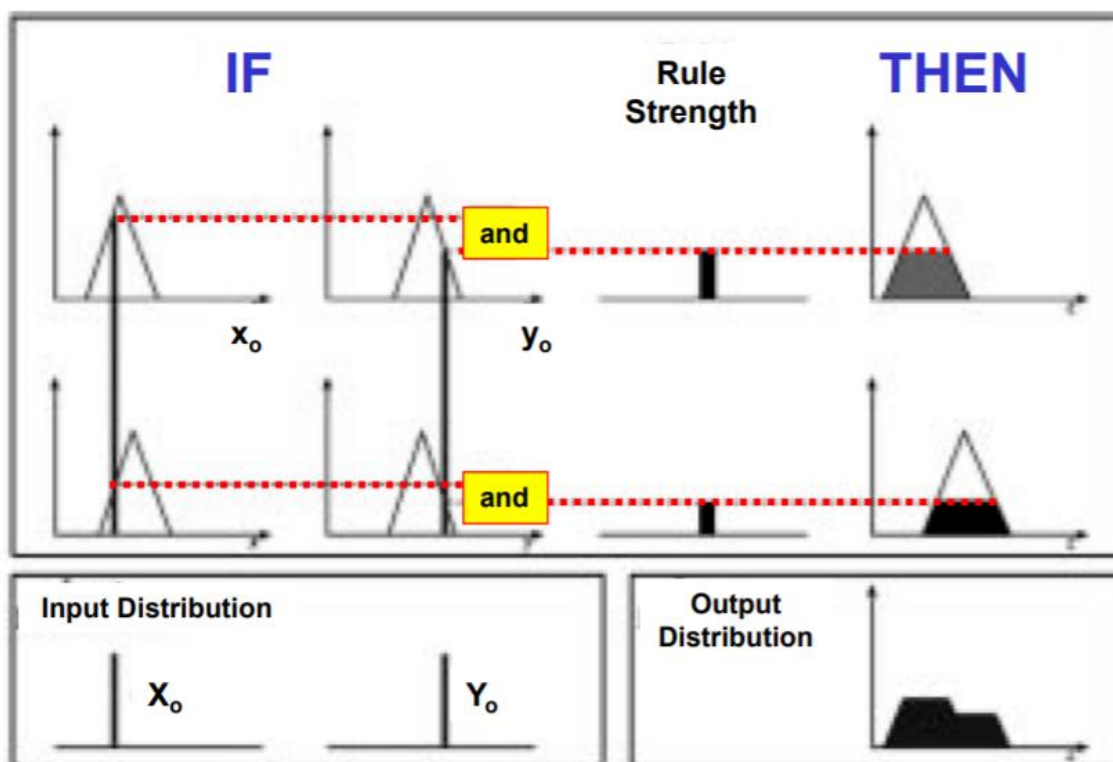
Fazi sisitem zaključivanja je postupak formulisanja mapiranja od datog ulaza do izlaza koji koristi fazi logiku. Mapiranje tada daje osnovu iz koje se mogu donositi odluke ili uočavati obrasci. Proces fazi zaključivanja uključuje sve delove fazi logike (Mendel, 2001).

Svako složeno pravilo se pomoću osobina i različitih operacija fazi skupova može razložiti na konjunktiju ili disjunktiju određenog broja ovako definisanih pravila (Paunović et al. 2019).

U ovom delu disertacije, opisaćemo dva najvažnija i najviše korišćena fazi kontrolera (fazi sistema), *Mamdani* i *Sugeno* kontroleri.

2.5.2.1.1 Mamdani FIS (Fuzzy Inference System)

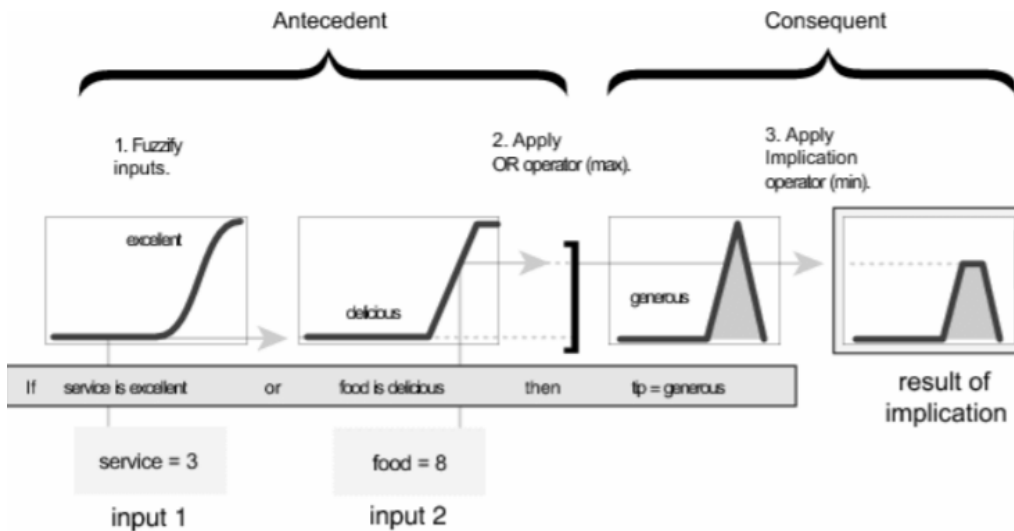
Mamdani tip sistema zaključivanja sledi na sledećoj slici (*Slika 2.5.2.1.1*). Prikaz sadrži dva ulaza, dva pravila Mamdani FIS (Fuzzy Inference System) zaključivanja sa oštrim ulazima.



Slika 2.5.2.1.1 Mamdani tip zaključivanja

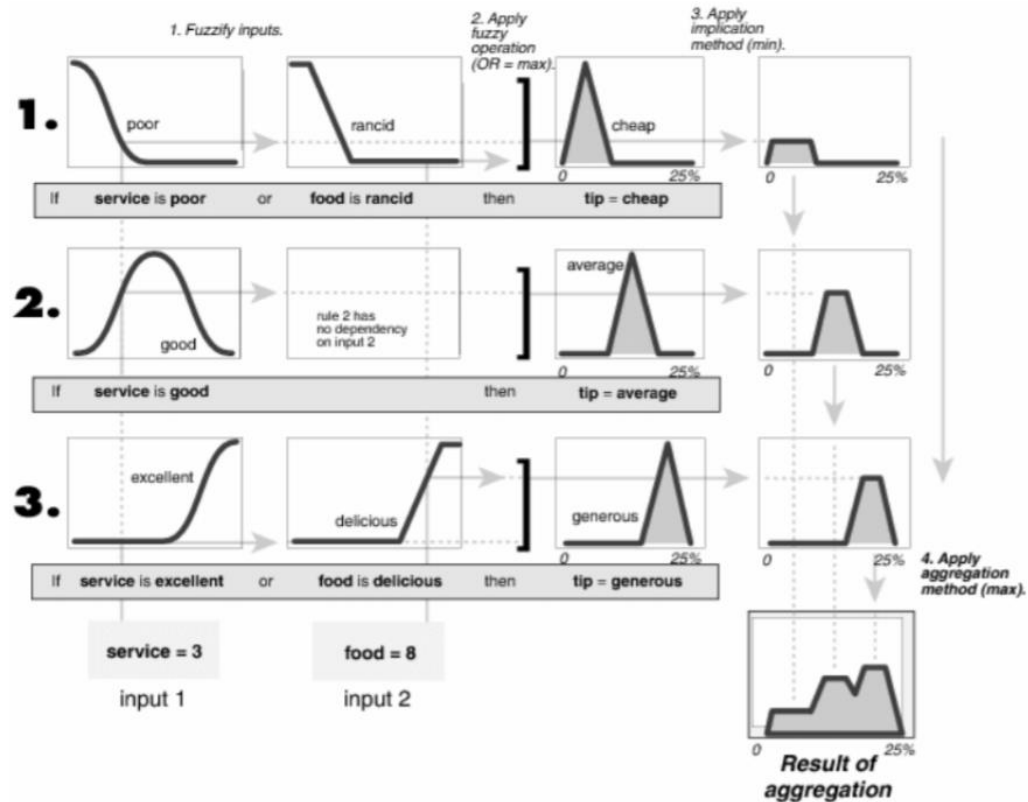
Izvor: (Mendel, 2001)

Fazi pravila su zbirka lingvističkih iskaza koji opisuju kako FIS treba da donese odluku u vezi sa klasifikacijom ulaza ili kontrolom izlaza (Zimmermann, 2010). Zaključak tipa Mamdani očekuje da funkcije izlaznog članstva budu fazi setovi. Nakon procesa agregacije, postoji fazi skup za svaku izlaznu promenljivu kojoj treba defuzifikaciju. Šematski prikaz sledi na sledećim slikama (*Slika 2.5.2.1.2* ; *Slika 2.5.2.1.3* ; *Slika 2.5.2.1.4*).



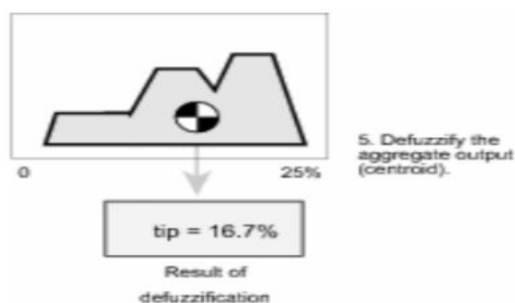
Slika 2.5.2.1.2 Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (uži)

Izvor: (Zimmermann, 2010)



Slika 2.5.2.1.3 Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (širi)

Izvor: (Zimmermann, 2010)



Slika 2.5.2.1.4 Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (finalni rezultat defuzifikacije)

Izvor: (Zimmermann, 2010)

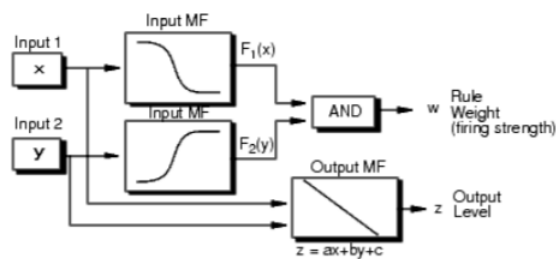
Funkcija izlaza (Mendel, 2001):

- Moguće je, i u mnogim slučajevima mnogo efikasnije, koristiti za jedan skok kao funkciju izlaza umesto distribuiran fazi skup.
- Ova vrsta izlaza je ponekad poznata kao jednostruki izlaz tj. funkcija i može se smatrati unapred defuzifikovanim fazi setom.
- Povećava efikasnost procesa defuzifikacije jer on u velikoj meri pojednostavljuje proračun koji zahteva opštiju Mamdanijevu metodu koja pronalazi težište 2-D funkcije.

Umesto da se integriše u dvodimenzionalnu funkciju za pronalaženje centra, koristi se prosek nekoliko tačaka podataka.

2.5.2.1.2 Sugeno FIS (Fuzzy Inference System) Sugeno FIS je u mnogim pogledima sličan Mamdanijevoj

metodi. Prva dva dela postupka fazi zaključivanja, fuzifikovanje ulaza i primena fazi operatora, jesu potpuno isti. Glavna razlika između Mamdanija i Sugenoa je u tome što su funkcije na izlazu Sugeno linearne ili konstantne (Jang, Sun, & Mizutani, 1997). Šematski prikaz sledi na sledećim slikama (*Slika 2.5.2.1.5. ; Slika 2.5.2.1.6.*).



Slika 2.5.2.1.5 Šematski prikaz Sugeno tipa zaključivanja (uži)

Izvor: (Zimmermann, 2010)

Tipično pravilo u fazi modelu Sugeno ima oblik:

If Input 1 = x

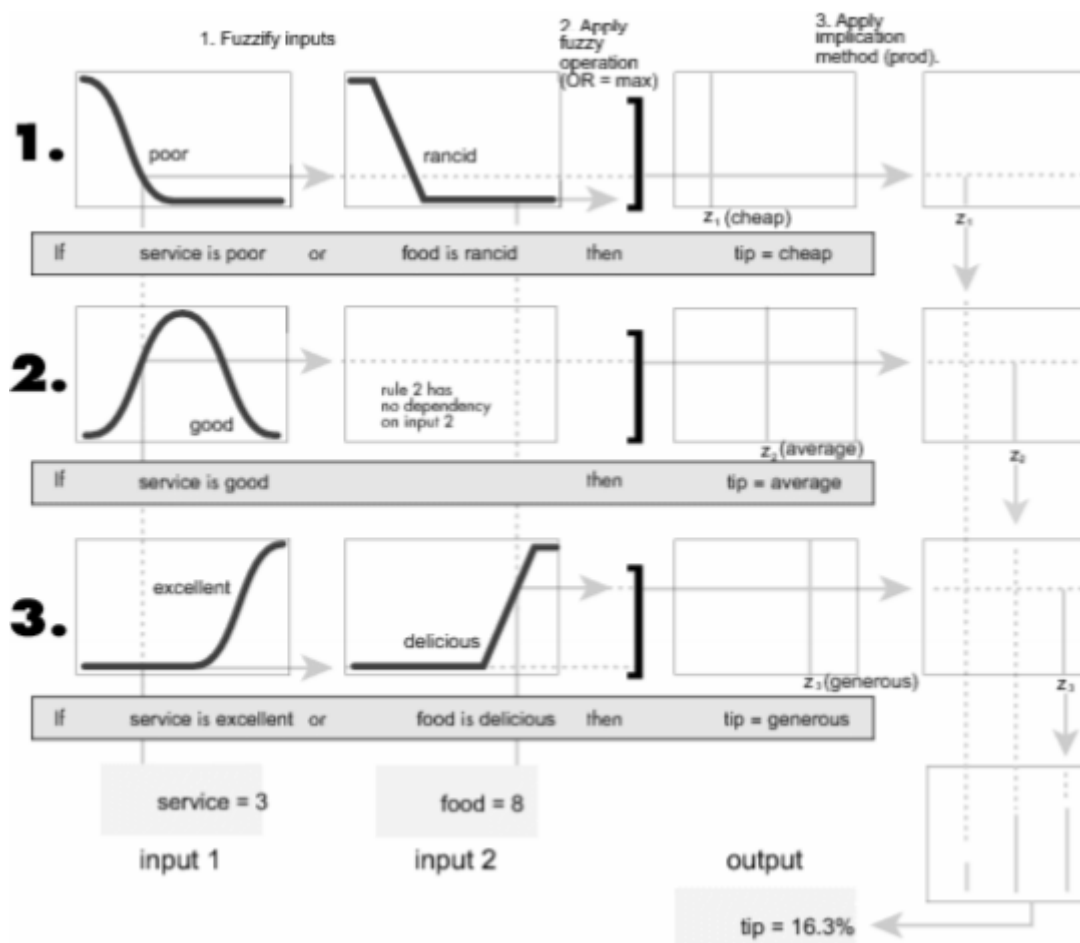
and

Input 2 = y,

then

Output is $z = ax + by + c$

Za model Sugeno nultog reda, izlazni nivo z je konstanta ($a = b = 0$).



Slika 2.5.2.1.6 Šematski prikaz Sugeno tipa zaključivanja (širi)

Izvor: (Zimmermann, 2010)

2.5.2.1.3 Sugeno naspram Mamdani

Prednosti Sugeno metode:

- Računarski je efikasan.

- Može se koristiti za modeliranje bilo kog sistema zaključivanja u kome su funkcije izlaza linearne ili konstantne.
- Dobro funkcioniše sa linearnim tehnikama (npr. PID kontrola).
- Dobro funkcioniše sa optimizacionim i adaptivnim tehnikama.
- Garantuje kontinuitet izlazne površine.
- Pogodan je za matematičku analizu.

Prednosti Mamdani metode:

- Intuitivna je.
- Široko je prihvaćena.
- Dobro odgovara ljudskom ulaganju.

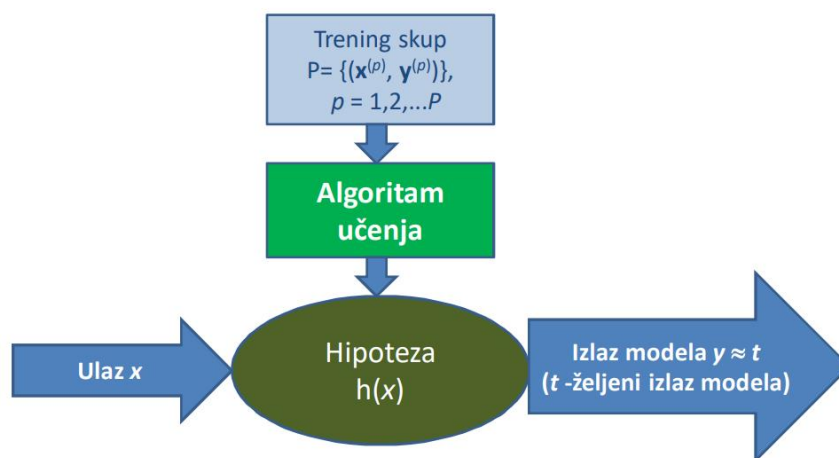
Tumačeći nejasna pravila kao odgovarajuće nejasne relacije, istražujemo različite šeme nejasnih zaključaka, gde se postupci zaključivanja zasnovani na konceptu kompozicionog pravila zaključivanja koriste za izvođenje zaključaka iz skupa nejasnih pravila i poznatih činjenica. Nejasno pravilo predstavljeno je sekvencom oblika AKO-ONDA (IF-THEN), što dovodi do algoritama koji opisuju koju akciju ili izlaz treba preduzeti u pogledu trenutno posmatranih informacija, što uključuje i ulazne i povratne informacije ako se primenjuje zatvoreni sistem upravljanja nejasna pravila i nejasno rezonovanje su okosnica sistema nejasnih zaključaka, koji su najvažniji alat za modeliranje zasnovan na teoriji nejasnih skupova. Zakon o dizajniranju ili izradi skupa nejasnih pravila zasniva se na znanju ili iskustvu čoveka, što je zavisno od svake različite stvarne primene. Fazi pravilo IF-THEN povezuje uslov opisan pomoću jezičkih promenljivih i fazi skupova sa izlazom ili zaključkom. IF deo se uglavnom koristi za hvatanje znanja korišćenjem elastičnih uslova, a THEN deo se može koristiti za davanje zaključaka ili rezultata u jezičkom promenljivom obliku. Ovo pravilo IF-THEN široko koristi sistem fazi zaključivanja za izračunavanje stepena do kojeg se ulazni podaci podudaraju sa uslovom pravila. Uspešno su primenjeni u širokom spektru područja, kao što su različite metode veštačke inteligencije, simulacije (Gajović et al. 2018), ekspertski sistemi (Paunović et al. 2018), prepoznavanje oblika, predviđanje vremenskih serija i klasifikaciji podataka.

2.5.2.2 Regresija i optimizacija

Problem određivanja matematičkog modela za nepoznati sistem (koji se takođe naziva i *ciljni sistem*) posmatranjem njegovih parova ulazno-izlaznih podataka obično se naziva *identifikacija sistema*. Svrhe identifikacije sistema su višestruke:

- Predviđanje ponašanja sistema, kao u predviđanju vremenskih serija i prognoziranju vremena;
- Objasniti interakcije i odnose između ulaza i izlaza sistema. Na primer, matematički model se može koristiti za ispitivanje da li potražnja zaista varira proporcionalno ponudi u ekonomskom sistemu;
- Dizajnirati kontroler zasnovan na modelu sistema, kao u upravljanju avionom i brodom.

Regresija se veoma često koristi u statistici za modelovanje uticaja ulaznih podataka na izlazne promenljive, odnosno za pronalaženje funkcije zavisnosti izlaznih promenljivih od ulaznih (Cao et al. 2022). Opšti problem nalaženja funkcije $h(x)$ koja dobro aproksimira pomenutu zavisnost (hipoteze), često se naziva fitovanje podataka, ili određivanje regresione linije.



Slika 2.5.2.2.1 Regresioni model

Kada je regresioni model obučen, hipoteza $h(x)$ vrši predikciju vrednosti y koja pripada izlaznom prostoru Y , za vrednost x (ulazni podatak, uzorak) koja pripada ulaznom prostoru X .

Kada je vrednost izlaza y koja se predviđa kontinualna onda se model koji je obučen naziva klasični regresioni model a problem koji se modeluje regresioni problem.

Najčešće korišćen klasični regresioni model je linearna regresija. Pored toga često se koristi i polinomna regresija. Kada je vrednost izlaza y koja se predviđa diskretna onda se model koji je obučen naziva klasifikacioni model, a problem koji se modeluje problem

klasifikacije. Jedan od načina da se realizuje klasifikacioni model jeste primena logističke regresije.

2.5.3 ANFIS-Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems

ANFIS je vrsta veštačke neuronske mreže koja se zasniva na Takagi – Sugeno fazi sistemu zaključivanja. Tehnika je razvijena početkom 1990-ih, a budući da integriše i neuronske mreže i principe fazi logike, ima potencijal da obuhvati obe tehnike u jednom okviru. Njegov sistem zaključivanja odgovara skupu nejasnih IF–THEN pravila koja imaju sposobnost učenja da aproksimiraju nelinearne funkcije. Stoga se ANFIS smatra univerzalnim proceniteljem. Za efikasniju i optimalniju upotrebu ANFIS-a mogu se koristiti najbolji parametri dobijeni genetskim algoritmom. Funkcionalno, gotovo da nema ograničenja na funkcije čvorova adaptivne mreže, osim zahteva za komadnom diferencijabilnošću. Strukturno, jedino ograničenje mrežne konfiguracije je da bi trebalo da bude povratnog tipa (u nekim slučajevima nakon odvijanja) ako ne želimo da koristimo složeniji asinhrono upravljani model. Zbog ovih minimalnih ograničenja, adaptivne mreže mogu se direktno koristiti u širokom spektru aplikacija za modeliranje, donošenje odluka, obradu signala i kontrolu. Predložena arhitektura naziva se ANFIS, što znači adaptivni mrežni sistem baznog zaključivanja ili semantički ekvivalentno, adaptivni sistem nejasnog (fazi) zaključivanja.

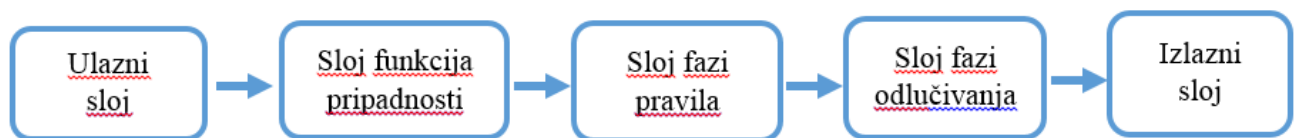
ANFIS je vrsta veštačke neuronske mreže spojene sa Fuzzy logičkim sistemom. Glavno jezgro ANFIS-a je fuzzy logički sistem koji se koristi za čuvanje naučenog znanja o predstavljenim uzorcima podataka. Slika 2.5.2.3.1 pokazuje da ANFIS ima pet slojeva. Svaki od slojeva ima specifičan zadatak tokom postupka obuke i testiranja mreže. Fazi logički sistem ugrađen je u sloj 3 i sloj 4. U tim slojevima se izvode glavne operacije. Sloj 1 pruža ulazne podatke, a sloj 5 daje konačni izlaz. Glavna karakteristika ANFIS mreže je funkcija pripadnosti koju definiše korisnik. Prema pregledu literature i na osnovu predstavljenih podataka u ovoj studiji se koristi zvonasta funkcija pripadnosti, jer je ova funkcija pogodna za nelinearne uzorke podataka. Funkcija pripadnosti služi za normalizaciju predstavljenih unosa za dalje operacije. Konačno, sloj 5 pruža realne izlaze.



Slika 2.5.2.3.1 ANFIS slojevi

2.5.4 Metodologija sprovedenog istraživanja primene ANFIS metodologije

ANFIS je hibridni neuro-fazi sistem koji se nalazi u mnogim primenama. Na sledećoj slici predstavljena je struktura adaptivne neuronske mreže ANFIS formirana od pet slojeva i koja odgovara takozvanom Sugeno modelu.



Slika 2.5.3.1 Slojevi ANFIS mreže

Baza pravila ANFIS strukture sastoji se od fazi **IF-THEN** pravila. U tom smislu se za opis navedenih pravila primenjuje sistem sa dva ulaza i jednim izlazom:

Pravilo 1: *IF* ((x is A_1) *and* (y is B_1)) *THEN* (z is f_1)

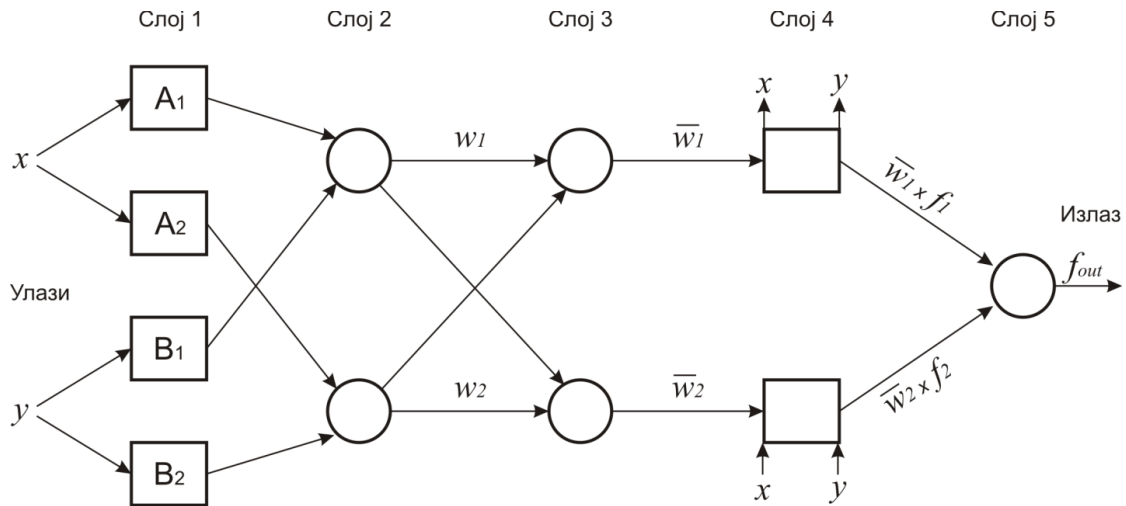
Pravilo 2: *IF* ((x is A_2) *and* (y is B_2)) *THEN* (z is f_2)

...

Gde su:

- x, y – ulazne veličine,
- z – izlazana veličina
- A_i, B_i ($i=1,2$) – fazi skupovi (lingvističke promenljive)
- f_i ($i=1,2$) – izlazi sistema.

Karakteristična arhitektura ANFIS-a je predstavljena na sledećoj na slici 2.5.3.2 na kojoj su adaptivni čvorovi označeni kvadratima i predstavljaju skupove parametara koji su adaptivni u ovim čvorovima, dok su fiksni čvorovi, označeni krugovima, i predstavljaju skupove parametara koji su fiksirani u sistemu.



Slika 2.5.3.2 ANFIS struktura

Prvi sloj prima ulazne veličine i pretvara ih u fazi vrednost, odnosno funkcije pripadnosti. U ovom sloju su čvorovi opisani sa:

$$Q_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \quad i = 1,2$$

$$Q_{1,i} = \mu_{B_i}(y) \quad i = 1,2$$

- gde su: x, y – ulazne veličine; A_i, B_i ($i=1,2$) – fazi skupovi (lingvističke promenljive); μ_{A_i}, μ_{B_i} – funkcije pripadnosti

U istraživanju ove doktorske disertacije primenjena je zvonasta funkcija pripadnosti upravo zato što ova funkcija ima najveću sposobnost regresiranja nelinearnih podataka. U tom kontekstu je funkcija pripadnosti u obliku zvona definisana na sledeći način:

$$\mu(x) = bell(x; a_i, b_i, c_i) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x-c_i}{a_i} \right)^2 \right]^{b_i}}$$

gde je x ulazna veličina, a a_i, b_i, c_i zadati parametri.

U ovom sloju se izračunava stepen pripadnosti.

Drugi sloj umnožava fazi signale iz prvog sloja i po pravilu daje snagu (intenzitet) aktivacije– w_i .

$$Q_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) * \mu_{B_i}(y) \quad i = 1,2$$

Treći sloj su slojevi pravila gde su svi signali iz drugog sloja normalizovani:

$$Q_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum w_i} \quad i = 1,2$$

Četvrti sloj je adaptivan i daje zaključak pravila i svi signali se pretvaraju u realne vrednosti.

$$Q_{4,i} = \bar{w}_i * f_i \quad i = 1,2$$

Funkcije f_1 i f_2 su funkcije iz baze pravila **IF – THEN**:

Pravilo 1: IF ((x is A_1) and (y is B_1)) THEN ($f_1=p_1x+q_1y+r_1$)

Pravilo 2: IF ((x is A_2) and (y is B_2)) THEN ($f_2=p_2x+q_2y+r_2$),

gde su $p_i, q_i, r_i (i=1,2)$ – parametri zaključka pravila (konsekventni parametri).

Peti sloj je izlazbi sloj, i u njemu su sumirani svi izlazni intenziteti:

$$Q_{5,i} = f_{out} = \sum \bar{w}_i * f_i \quad i = 1,2$$

Krajnji izlaz se može predstaviti i na sledeći način:

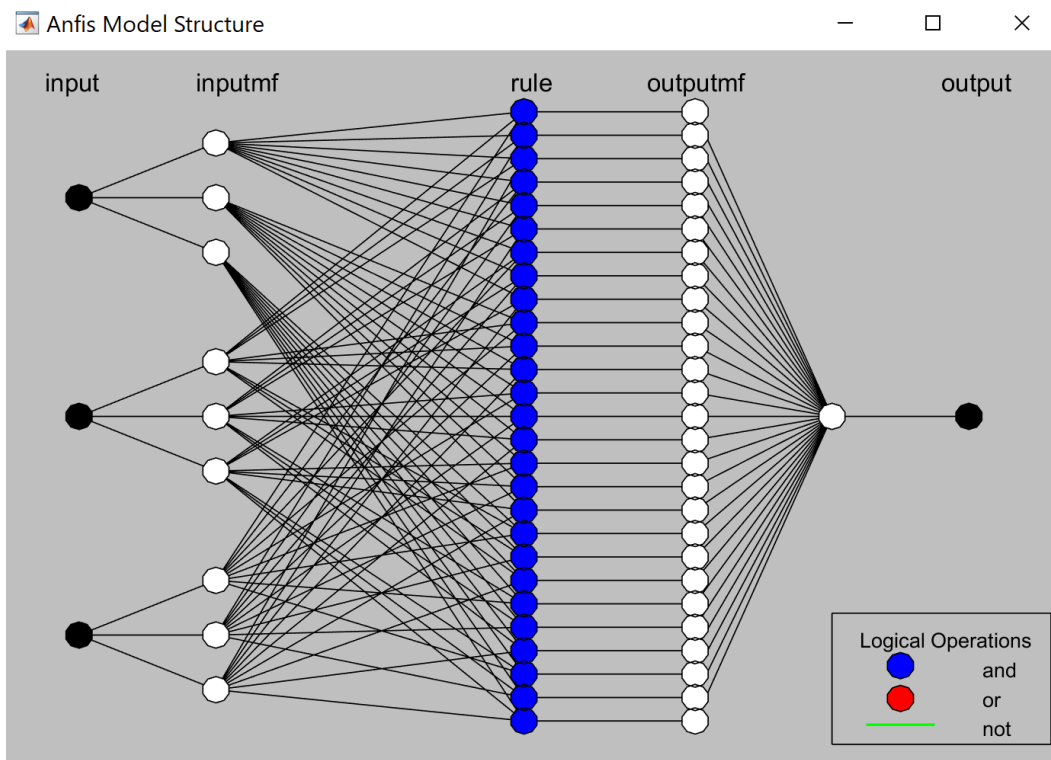
$$\begin{aligned} f_{out} &= \bar{w}_1 * f_1 + \bar{w}_2 * f_2 = \frac{w_1}{w_1 + w_2} * f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} * f_2 = \\ &= (\bar{w}_1 * x) * p_1 + (\bar{w}_1 * y) * q_1 + (\bar{w}_1)r_1 + (\bar{w}_2 * x) * p_2 + (\bar{w}_2 * y) * q_2 + (\bar{w}_2)r_2 \end{aligned}$$

Poznato je da se mogućnost formiranja modela sistema fazi zaključivanja pomoću neuronskih mreža upotrebljava za izračunavanje parametara funkcije pripadnosti na bazi dostupnih ulazno-izlaznih podataka. U tom smislu se model definiše na osnovu dostupnog znanja o procesu koji se razmatra. Ovde imamo da u prvom prolazu kroz algoritam ANFIS mreže, signali idu unapred sve do četvrtog sloja gde se, pomoću metode najmanjih kvadrata utvrđuju konsekventni parametri. Tako da kod povratnog prolaza, stope greške se šire unazad, a parametri premise se ažuriraju padom gradijenta. Potrebno je napomenuti da se treniranja i testiranja ANFIS mreže obavljaju u programskom paketu *MATLAB*. U ovom koraku prema sakupljenim ulazno-izlaznim parovima podataka na bazi eksperimentalnih testova, data ANFIS mreža bi mogla da odredi najuticajnije parametre za određeni izlazni parametar preko greške predikcije. U tom smislu, a kako bi se ustanovila preciznost predikcije, koristi se greška najmanjih kvadrata koja se može predstaviti sledećom jednačinom:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2}{n}}$$

ovde su P_i i Q_i eksperimentalni i proračunati podaci, respektivno, dok je n broj podataka.

U ovom koraku, izuzev što se može utvrditi uticaj pojedinačnih ulaza na izlaz, može se na isti način utvrditi i zajednički uticaj više ulaza na izlaznu vrednost. U ovom delu disertacije formiran je ANFIS model i predstavljeni su rezultati uticaja jedne, dve i tri ulazne veličine na izlaznu. Na sledećoj slici 2.5.3.3 predstavljen je primer ANFIS strukture u *MATLAB*-u.



Slika 2.5.3.3 ANFIS struktura

2.5.5 Podaci za istraživanje performanse nivo znanja

Prosečna ocena iz matematike koristi se kao pokazatelj uspeha učenika tokom jedne školske godine. U tom kontekstu prosečna ocena zavisi od mnogih različitih promenljivih koje su predstavljene u nastavku disertacije. Ove promenljive su predstavljene u tabelama 2.5.4.1 i 2.5.4.2 i prikazuju ulazne i izlazne promenljive korišćene u ovom istraživanju.

Tabela 2.5.4.1 Parametri za osnovnu školu

Opis parametara		min - max	
Ulaz 1	Broj nedolaska učenika u Osnovnu školu (izostanci)	2630	7156
Ulaz 2	Prosečna ocena na završnom ispitu	2.95	3.43
Ulaz 3	Broj učenika motivisanih za učenje matematike (%)	0.27	0.46
Ulaz 4	Broj učenika koji uče zbog boljih ocena (%)	0.50	0.81
Ulaz 5	Broj učenika koji uče individualno koristeći tradicionalni pristup (%)	0.73	0.86
Ulaz 6	Broj učenika koji uče individualno koristeći obrazovni softver (%)	0.08	0.24
Ulaz 7	Broj učenika koji redovno pohađaju dodatna predavanja (%)	0.18	0.41
Ulaz 8	Prosečna ocena na početnom ispitu	2.34	2.98
Izlaz	Prosečna ocena u tekućoj godini	2.39	3.14

Tabela 2.5.4.2 Parametri za srednju školu

Opis parametara		min - max	
Ulaz 1	Broj nedolaska učenika u Srednju školu (izostanci)	2618	21898
Ulaz 2	Broj učenika motivisanih za učenje matematike (%)	0.27	0.46
Ulaz 3	Broj učenika koji uče zbog boljih ocena (%)	0.50	0.81
Ulaz 4	Broj učenika koji uče individualno koristeći tradicionalni pristup (%)	0.73	0.86
Ulaz 5	Broj učenika koji uče individualno koristeći obrazovni softver (%)	0.08	0.24
Ulaz 6	Broj učenika koji redovno pohađaju dodatna predavanja (%)	0.18	0.41
Ulaz 7	Prosečna ocena na početnom ispitu	2.14	3.28
Izlaz	Prosečna ocena u tekućoj godini	2.23	3.14

Podaci dobijeni u istraživanju, koji se koriste za tehniku računarske inteligencije, prikupljaju se iz statističkih podataka i sprovedenih upitnika u istraživanim školama. Statistički podaci predstavljaju zvanične statističke podatke iz škola. To su statistički podaci svakog odeljenja koje odeljenske starešine prezentuju na kraju svakog tromesečnja u toku jedne školske godine. Ovi podaci se arhiviraju i čuvaju kao zvanična dokumenta škole. Ankete su vršene na slučajnom uzorku, datom u procentima, tokom poslednje tri godine. U ovoj istraživanju postoji 20 osnovnih škola i 7 srednjih škola sa teritorije Kosovskog i Kosovsko-mitrovačkog okruga u Republici Srbiji. Uzorci podataka su prikupljeni i pripremljeni za dalju statističku analizu. Nema potrebe za normalizacijom podataka, jer ANFIS mreža koristi funkcije pripadnosti za proces fazifikacije podataka. Drugim rečima, skup podataka je spreman i primenljiv kada je predstavljen statistički. Prikupljeni podaci su predstavljeni u MS Excel platformi. U sledećem koraku skup podataka je učitani u softver MATLAB za dalju analizu od strane mreže ANFIS.

2.5.6 Podaci za istraživanje performanse *motivacija*

Motivacija učenja matematike smatra se izlaznim faktorom u studiji. Tabela 2.5.5.1 prikazuje ulazne i izlaznu promenljivu u studiji.

Tabela 2.5.5.1 Ulazne i izlazne promenljive za ANFIS regresiju

Opis promenljivih		min - max	
Ulaz 1	Prosečna ocena na početnom testu iz matematike	2.35	2.95
Ulaz 2	Procenat učenika koji kažu da su predavanja zanimljiva	0.28	0.48
Ulaz 3	Procenat učenika koji mogu da uče bez predavanja	0.21	0.37
Ulaz 4	Procenat učenika koji su motivisani za upotrebu obrazovnih tehnologija u predavanjima	0.45	0.84
Ulaz 5	Procenat učenika koji uče koristeći se obrazovnim softverom	0.15	0.25
Ulaz 6	Prosečna ocena na godišnjem testu iz matematike	2.45	3.35
Ulaz 7	Procenat učenika koji uče za ocenu	0.70	0.86
Ulaz 8	Procenat učenika koji vole matematiku	0.35	0.43
Ulaz 9	Procenat učenika koji uče matematiku za završni ispit	0.73	0.91
Ulaz 10	Procenat nastavnika koji koriste obrazovni softver na predavanjima	0.10	0.26
Izlaz	Prosečni faktor motivacije samovrednovanjem učenika	2.28	3.42

2.5.7 Podaci za istraživanje performanse *trajnost znanja*

U ovom delu disertacije cilj je da se istraži predikcija faktora koji utiču na trajnost usvojenih matematičkih sadržaja. Korišćenjem metode veštačke inteligencije, neuronskih mreža t.j Adaptivnog neuro-fazi interferencijskog sistema (ANFIS), dolazi se do predikcije faktora koji utiču na trajnost znanja iz matematike. Izvršiće se predikcija najvećeg uticaja jedne, dve i tri ulazne nezavisne promenljive na izlaznu veličinu, po odluci samog istraživača. U tom pravcu, zadatak ovog dela istraživanja je ustanoviti primenom ANFIS metode koji su to faktori koji obezbeđuju trajnost usvojenih znanja iz nastavnog predmeta matematika.

U tabeli 2.5.6.1 su prikazani ulazni parametri, sa svojom minimalnom i maksimalnom vrednošću.

Tabela 2.5.6.1 Parametri za trajnost znanja

Opis promenljivih		min - max	
Ulaz 1	Stepen primenljivosti matematike	1,70	5.00
Ulaz 2	Bodovi na ulaznom ispitu u tekućoj godini	33	89
Ulaz 3	Stepen korišćenja obrazovnog softvera pri učenju	0.26	0.99
Ulaz 4	Učenje na tradicionalan način	0.75	0.87
Ulaz 5	Bodovi na završnom godišnjem testu	40	93
Ulaz 6	Neophodnost matematike	1.65	5.00
Izlaz	Količnik prosečne ocene u prošloj i tekućoj godini	0.89	1.18

2.6 GeoGebra u matematici

Cilj istraživanja predstavljenog u ovom delu disertacije je da ispita efekte primene GeoGebre na savladavanje lekcija iz geometrije sa ciljem motivisanja i podsticaja učenika da koriste ovaj softver u procesu učenja. Nastavna jedinica je prvo predstavljena korišćenjem klasičnih nastavnih metoda karakterističnih za ovu vrstu predmeta, a zatim su isti problemi rešeni korišćenjem GeoGebre. Nakon toga, učenici su popunili upitnik koji je obuhvatio sedam pitanja (Prilog 7.3).

U ovom istraživanju u eksperimentalnoj grupi učestvovala su tri odeljenja drugog razreda srednjih tehničkih škola i gimnazija, sa teritorijalno udaljenih destinacija. Ostali učenici pripadali su kontrolnoj grupi. Naime, učešće su uzeli učenici Tehničke škole „Mihajlo Petrović Alas“ iz Kosovske Mitrovice, Elektortehničke škole Priština-Gračanica i učenici Gimnazije iz Prištine, privremeno izmeštene u Lapljem selu. Učenici Tehničke škole „Mihajlo Petrović Alas“, na principu aktivne nastave „od stanice do stanice“, u dva školska sata obradili su nastavnu jedinicu: „Merenje ugla, trigonometrijski krug“, iz nastavne teme: *Trigonometrija*. Studenti su nova znanja usvojili u tri „stanice“. Na prvoj „stanici“ slušali su predavanja na tradicionalan način, PPT prezentacije su korišćene na drugoj „stanici“, a simulacije matematičkog softvera na trećoj „stanici“. Nakon toga, učenici su samostalno osmislili školske časove sa istom nastavnom jedinicom i putem skajpa održali predavanje učenicima druge dve škole. Kontrolna nastava istog razreda u sve tri škole pohađala je nastavu na tradicionalan način. Nakon toga, nastavnici su testirali i upoređivali znanje i kontrolne i eksperimentalne grupe i sproveli anketu među učenicima.

U istraživanju je učestvovalo 86 učenika eksperimentalne grupe i 85 učenika kontrolne grupe. Takođe je važno napomenuti da su svi časovi bili javni za nastavnike i pohađala su ih ukupno 24 nastavnika. Tri nastavnika su realizovala časove.

U istraživanju su korišćene metode analize i sinteze, kao i uporedna metoda za teorijske zaključke. Za prikupljanje podataka korišćene su ankete i testiranja. Prikupljeni podaci su statistički obrađeni u MS Excel-u.

Tokom dva školska časa učenici prve eksperimentalne grupe obrađivali su istu temu na različite (tradicionalne i savremene) načine.

Budući da su stečeno znanje učenicima druge škole predstavili putem video veze, učenici su bili prinuđeni da predavanje pripreme za nepoznatu publiku, što je otežalo zadatak,

ali je bilo još izazovnije. Pored toga, jedan od web alata koji se svakodnevno koristi (Skype) takođe je dobio obrazovnu dimenziju.

Provera znanja, sprovedena u narednom školskom času kroz petnaestominutnu proveru, u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi, pokazala je tabelu 2.6.1.

Tabela 2.6.1 Rezultati provere znanja

	Nedovoljan	Dovoljan	Dobar	Vrlo dobar	Odličan
kontrolna grupa	18%	40%	23%	10%	9%
Eksperimentalna grupa	3%	20%	40%	22%	15%

Rezultati testa ukazuju da je 97% učenika eksperimentalnih grupa ispunilo kriterijume osnovnog nivoa znanja, srednji nivo 40%, a viši 15%. Posebno je vredno pažnje pomenuti da čak 18% učenika iz kontrolne grupe nije uspeo da zadovolji osnovni nivo znanja. Takođe, važno je naglasiti da je, kao procenat, isti broj učenika u kontrolnoj grupi savladao osnovni nivo kao što je broj učenika u eksperimentalnoj grupi savladao srednji nivo. Najviši nivo znanja postiglo je 6% učenika više u eksperimentalnoj grupi.

Obrada materijala zasniva se na istraživačkom radu učenika koji menja klasičnu ulogu nastavnika – umesto da „prenosi“ znanje, nastavnik pruža podršku, podstiče, pojašnjava, dajući uputstva učenicima da samostalno grade sopstveno znanje. Učenici su tvorci sopstvenog obrazovanja, uloga nastavnika je da pruže početne izvore informacija i podsticajno okruženje.

Tokom realizacije ovog istraživanja, u neposrednom nastavnom procesu, postignuti su sledeći ciljevi:

Kognitivni ciljevi:

- Razumevanje koncepta radijana
- Razumevanje pojma trigonometrijski krug
- Razumevanje veze između trigonometrijske kružnice i radijana

Obrazovni ciljevi:

- Podsticanje individualnog tempa učenja
- Razvijanje sposobnosti samostalnog učenja
- Razvijanje timskog rada

- Razvijanje istraživačkog duha
- Razvijanje sposobnosti učenja iz različitih izvora
- Razvijanje veština za pronalaženje, odabir, transformisanje i korišćenje informacija
- Podsticanje kritičkog mišljenja i kritičkog odnosa prema primeni znanja
- Razvijanje prezentacionih veština
- Razvijanje veština komunikacije sa nepoznatim osobama

Praktični ciljevi:

- Podsticanje učenika da uspostave korelaciju između različitih predmeta
- Razvijanje sposobnosti definisanja problema
- Razvijanje sposobnosti procenjivanja i sposobnosti samoprocene
- Razvijanje veština korišćenja Interneta kao izvora informacija
- Razvijanje veština za korišćenje savremenih tehnologija za učenje i saradnju
- Razvijanje sistematskog toka posla
- Sposobnost vežbanja primenjenog znanja
- Poštovanje različitosti

2.7 Stavovi učenika i nastavnika o primeni učenja na daljinu u matematici kroz adaptivnu neuro-fazi metodu učenja

Motivacija učenja matematike smatra se izlaznim faktorom u studiji. Faktor je podeljen na dva odvojena pod faktora na osnovu odvojenog ocenjivanja učenika i nastavnika. Tabela 2.7.1 prikazuje ulazne i izlazne promenljive u studiji.

Tabela 2.7.1 Ulazne i izlazne promenljive za ANFIS regresiju

Ulaz	Prosečna ocena na početnom testu iz matematike
	Procenat učenika koji kažu da su predavanja zanimljiva
	Procenat učenika koji mogu da uče bez predavanja
	Procenat učenika koji su motivisani za upotrebu obrazovnih tehnologija u predavanjima
	Procenat učenika koji uče koristeći se obrazovnim softverom
	Prosečna ocena na godišnjem testu iz matematike
	Procenat učenika koji uče za ocenu
	Procenat učenika koji vole matematiku
	Procenat učenika koji uče matematiku za završni ispit
	Procenat nastavnika koji koriste obrazovni softver na predavanjima
Izlaz	Prosečni faktor motivacije samovrednovanjem učenika
	Prosečni faktor motivacije vrednovanjem nastavnika

Rezultati istraživanja stavova učenika i nastavnika o primeni učenja na daljinu u matematici kroz adaptivnu neuro-fazi metodu učenja predstavljeni su u poglavlju 4.1. Rezultati.

2.8 Stavovi nastavnika prema upotrebi IKT

Poslednje dve decenije, integracija uzrokuje sve veću zabrinutost kako u razvijenim, tako i u zemljama u razvoju. Na primer, u okviru strategije obrazovanja i obuke 2020, Evropska komisija je snažno naglasila inovativnu upotrebu IKT i identifikovala je kao prioritet i katalizator za postizanje transformacije u obrazovanju. U novije vreme, najavom širokog uvođenja IKT, ne samo obrazovni ciljevi zemlje, već i mnogi međusobno povezani politički, socijalni i ekonomski ishodi dobili su na značaju (Denić N., et al: 2019). U skladu s tim, efikasna upotreba IKT u obrazovnom kontekstu usko je povezana sa postizanjem međusobno povezanih strateških ciljeva razvoja obrazovanja. U tom smislu, mnoge države izdvajaju ogromne budžete za poboljšanje IKT infrastrukture u školama. Uprkos sve većoj javnoj potrošnji na IKT alate i IKT infrastrukturu, pojedini autori poput Afšarija i saradnika (Afshari 2009: 77) ističu da „većina nastavnika niti koristi tehnologiju kao sistem za izvođenje nastave niti pak integriše tehnologiju u svoj kurikulum”. Slično tome, Jildirim je primetio da „većina nastavnika ne koristi IKT da bi promovisala postignuća učenika u oblastima kroz nastavni plan i program, već često koriste računare za pripremu materijala i testova” (Yildirim 2007: 171). Na sličan način, značajan broj istraživačkih studija ilustruje da nastavnici ne koriste IKT u nastavi i procesu učenja kao posrednik u postizanju obrazovnih rezultata. To dovodi do jaza između trenutne upotrebe IKT u nastavi i njenog potencijala koji signalizira centralnu ulogu nastavnika u efikasnoj upotrebi IKT u nastavi i učenju. U ovom delu disertacije jedan od ciljeva je da utvrdimo odnos nastavnika prema korišćenju IKT u nastavi i procesu učenja. Na odnos nastavnika prema upotrebi tehnologije u školi utiču: dostupni i laki za upotrebu digitalni resursi, podsticaji za promene i podrška kolega i uprave škola, jasna i razumljiva školska i nacionalna politika i pozadina u formalnoj obuci za rad na računaru. Pelgram (Pelgrum 2003) je procenio integraciju IKT u nastavi i rangirao tri faktora kao najznačajnije prepreke: 1) računari nedovoljno dostupni, 2) nedostatak nastavnika koji poseduju IKT znanja i veštine i 3) poteškoće u integraciji IKT u nastavu na relevantan način.

Dalja istraživanja ukazuju da pojedini nastavnici imaju tendenciju da ignorišu puni potencijal IKT koji može da osnaži okruženje za učenje. U visokoškolskim ustanovama, 51%

nastavnika smatra da se kvalitet učenja studenata u njihovom kursu nije poboljšao korišćenjem Interneta; i 27% smatra da okruženja za e-učenje nemaju dodatnu vrednost za kurs (Mahdizadeh, Biemans & Mulder 2008: 148). Na osnovu navedenog nameće se zaključak da obrazovanje nastavnika pre početka rada u nastavi treba da se usredsredi na:

- potrebu da nastavnici-studenti poseduju IKT veštine za sopstvenu upotrebu u pripremi materijala za nastavne aktivnosti;
- potrebu da se olakša direktna upotreba IKT u aktivnostima učenja učenika u učionici, i
- potrebu da nastavnici kod svojih učenika razviju kritičku svest o primeni IKT i socijalnim implikacijama.

Pojedina istraživanja pokazuju da su nastavnici koji ulažu više truda i vremena u svoje stručno usavršavanje u upotrebi IKT, sigurniji u njihovu upotrebu u učionici. Fernandez-Kruz i Fernandez Diaz (Fernandez-Cruz & Fernandez-Diaz 2016: 98) tako skreću pažnju na generacijski jaz između nastavnika koji pripadaju generacijama I (1977-1994), generaciji Ks (1966-1976) i generaciji „baby boom” (1945- 1965) u vezi sa potrebom za razvojem digitalne kompetencije svih generacija i skretanjem pažnje na nove potrebe za učenjem u društvu koje se menja i odgovarajućom pripremom nastavnika za integraciju nastave i učenja sa IKT akcentom na generaciju Z (Fernandez Cruz i Fernandez-Diaz 2016: 98). U tom kontekstu Bratina (Bratina 2017: 115) primećuje da generacije budućih nastavnika pripadaju generaciji Z (rođenoj između 1995. i 2012. godine) ili takozvanoj digitalnoj generaciji, pa se očekuje da imaju više iskustva sa upotrebom IKT, veće interesovanje za sadržaje učenja IKT i veću motivaciju za korišćenje IKT u svom radu.

Da bi nastavnici usvojili konstruktivističku perspektivu, potrebno je da pre svega steknu šire i dublje razumevanje onoga što se očekuje od integracije IKT-a u nastavi. Takođe, moraju steći veće samopouzdanje poboljšanjem svoje IKT samoeфикаsnosti i svesti o IKT potencijalu. Dalje, podsticanje eksperimentalnog ponašanja nastavnika i njihovo osposobljavanje pedagoškim orijentisanim IKT veštinama mogu biti snažne odrednice primene IKT u nastavi. U stvari, znanje i veštine koje nastavnici treba da steknu će se razlikovati u zavisnosti od sadržaja koji se predaje i pedagoškog cilja. Standardi UNESCO-a namenjeni su poboljšanju prakse nastavnika u korišćenju IKT-a na inovativan način za nastavu, saradnju sa kolegama i za školsku organizaciju.

Prema Lisabonskoj strategiji može se videti da je među 13 strateških ciljeva u oblasti obrazovanja prvi prioritet poboljšanje obuke nastavnika i vaspitača, da govori o dobrom obrazovanju nastavnika kada su teorija i praksa sistematski povezane, kada nastavnici

proučavaju sopstveni pedagoški rad, kada pratimo i analiziramo postojeće znanje i na osnovu nalaza u saradnji sa svim učesnicima u procesa planiraju neophodne promene. Oslanjajući se na to, smatra se da je važan faktor uspešne integracije IKT u nastavu uvid u postojeću pedagošku praksu, teorijski pregled prednosti i nedostataka savremene tehnologije i stavovi svih učesnika u obrazovanju. Iskustva iz prakse pokazuju da uspešna primena obrazovnih tehnologija u velikoj meri zavisi od stava nastavnika koji određuju kako će se one koristiti u učionici. Ukoliko želimo uspešnu integraciju IKT u proces nastave i učenja su izuzetno važni nivo znanja i znanja o IKT od strane nastavnika i nastavnika početnika i njihovi stavovi prema primeni IKT koji moraju biti sve pozitivniji.

U Velikoj Britaniji, su Kok i saradnici (Cok et al, 2014) proučavali faktore koji utiču na upotrebu IKT-a od strane nastavnika u njihovoj nastavi i otkrili su da su i nastavnici koji redovno koriste IKT u učionici osećali veće samopouzdanje u korišćenju, smatraju se IKT korisnim u samostalnom radu i u samoj nastavi, kao i da imaju želju i nameru da ga koriste u budućnosti. Nadovezujući se na to, Kok dodaje da su rezultati pokazali da je najvažnije za nastavnike da primenom IKT učine časove zanimljivijim, da povećaju motivaciju za njih učenje i doprineti ugodnijim i inatresantnijim časovima za učenike. U ovom pravcu se organizuju odgovarajuće obuke, gde se kao jedan od uspešnijih modela pokazao kao „organski” pristup koji pruža školsku obuku osmišljenu da podrži razvoj učionice, škole i regiona svakog nastavnika, kao i obuku IKT predavača. Obuka je pružana uglavnom licem u lice za nastavnike u nizu od tri modula:

1. nastavnikova vlastita profesionalna upotreba IKT;
2. upravljačke veštine koje se odnose na upotrebu IKT direktno sa učenicima tokom nastave, i
3. procena uticaja IKT na učenje.

Postojao je dodatni modul (4) koji je preporučenim nastavnicima omogućio da postanu treneri.

U literaturi su prepoznata i misljenja koja IKT tumače kao instrument koji donosi promene i inovacije u škole, koji Panagiotis i Nikolarea (Panagiotis & Nikolarea 2012) nadograđuju se modelom „kreativne učionice”, gde je IKT važan element za inovativne pristupe kako u upravljanju školom, tako i u samoj pedagogiji. U tom kontekstu, Panagiotis i Nikolarea predlažu model „kreativnih učionica”, koja promovise inovativnu pedagogiju, identifikujući osam oblasti (liderstvo i vrednosti, organizacija, pedagoške prakse, nastavne prakse, ispitivanje i ocenjivanje, sadržaj i kurikulum, infrastruktura, povezanost) i 28 elemenata koji uključuju potencijal IKT za inovativni i savremeni pedagoški pristup.

Stavovi nastavnika prema računarima, bilo pozitivni ili negativni, utiču na to kako nastavnici reaguju na tehnologije. To zauzvrat utiče na način na koji učenici gledaju na značaj računara u školama i utiče na sadašnju i buduću upotrebu računara u nastavi. Bez obzira koliko je stanje IKT sofisticirano i moćno, u kojoj meri se ona primenjuje, u mnogome sve zavisi od toga da nastavnici imaju pozitivan stav prema IKT. U mnogim studijama naglašen je snažan odnos stavova vezanih za računar i upotrebu računara u obrazovanju. Stav prema računaru utiče na to da nastavnici prihvate korisnost koju donosi tehnologija, a takođe utiče na to da li nastavnici integrišu IKT u svoju učionicu. Glavni razlog za istraživanje i analizu stavova nastavnika je da je to glavni prediktor buduće upotrebe računara u učionici. Rezultati dobrog dela anketa pokazuju da se velika većina nastavnika slaže sa tvrdnjom da IKT imaju pozitivne efekte na motivaciju i postignuća učenika, kao i na razvoj misaonih procesa. Štaviše, nalazi pokazuju da nastavnici žele radikalne promene u upotrebi IKT u nastavi. Kod nastavnika možemo pronaći pozitivnu korelaciju između (više) pozitivnog stava prema upotrebi IKT i niza različitih karakteristika i pod ovim se smatraju nastavnici koji:

- koriste IKT tokom dužeg vremenskog perioda;
- su pohađali IKT obuku nekoliko puta;
- su više puta koriste IKT opremu u nastavnim časovima;
- češće koriste IKT u aktivnostima učenja;
- imaju veće poverenje u svoju digitalnu kompetenciju;
- podučavaju duži vremenski period;
- predaju u školi u kojoj je naglašena upotreba IKT.

Uspeh bilo koje inicijative za primenu tehnologije u obrazovnom programu snažno zavisi od podrške i stavova uključenih nastavnika. Sugerisano je da ako nastavnici koji ne veruju ili smatraju da računari ne ispunjavaju njihove potrebe ili potrebe učenika, verovatno će se odupreti bilo kakvim pokušajima uvođenja tehnologije u njihovo predavanja i aktivnosti. Kajni (Khine 2001) je proučavao 184 nastavnika pre početka rada u nastavi i otkrio značajnu vezu između stavova o računaru i njegove upotrebe u ustanovi. Nastava stoga zavisi od pozitivnih / negativnih stavova nastavnika (početnika) o (upotrebi) IKT-a u učionici i procene sopstvene sposobnosti za savladavanje IKT-a u učionici. Iskustva u praksi o pogledima stavova nastavnika o primeni IKT u nastavi pokazuju da je čak i kada su resursi ograničeni spoljne promenljive i pristup računarskim paketima stav pojedinačnih nastavnika bio je vitalni faktor u određivanju upotrebe IKT, i pored toga što se nedostatak opreme smatrao važnim faktorom, bilo je jasno da stavovi nastavnika igraju presudnu ulogu.

U mnogim razvijenim zemljama gotovo sve škole su opremljene infrastrukturom za izvođenje nastave i učenja posredstvom IKT-a. Pozitivni stavovi nastavnika prema računarstvu su presudni ako se računari žele efikasno integrisati u školski program. Glavni razlog za proučavanje odnosa nastavnika prema upotrebi računara je taj što je to glavni prediktor buduće upotrebe računara u učionici. Ovo otkriće potvrđeno u istraživanju oko 216 srednjoškolskih nastavnika u Hong Kongu. Većina nastavnika veruje da veće iskustvo u radu sa računarima pozitivnije utiče na odnos prema računaru. Ovo potvrđuju i istraživanja Jildrima (2007) koji je otkrio da su nastavnici koji više koriste računare skloni da razvijaju pozitivne stavove koji promovišu dalju upotrebu računara u svakodnevnim nastavnim zadacima i sprovode aktivnosti koje zahtevaju da računari igraju glavnu ulogu, na primer, na forumima posredstvom računara. U literaturi se mogu pronaći tumačenja koja se tiču stavova o efektima primene računara utiču različite promenljive. Primeri nedavnih istraživanja uključuju uočenu korisnost, računarsko poverenje, obuku, pol, znanje o računarima, anksioznost i naklonost prema upotrebi računara i računarsko iskustvo. U većini slučajeva mnogi od ovih faktora međusobno deluju jedni sa drugima i tako utiču na kompletan stav o primeni računara u nastavi. Važnost IKT-orijentisanog obrazovnog sistema u SSA (Olakulehin 2007) može se definisati na sledeći način:

- U onom što je već postalo poznato kao informatičko doba, ekonomska prednost će pripasti zemljama u kojima stanovništvo stiče kompetenciju za obradu informacija u znanje i njihovu primenu u radu i svakodnevnom životu. Stoga oni moraju biti vešti u korišćenju uređaja i postupaka koji omogućavaju pristup informacijama i naučiti procese traženja i manipulisanja informacijama. Vešto pretvaranje informacija u znanje je profesija vaspitača.
- Podučavanje je profesija koja u prirodi može biti prilično izolovana. Istraživanja koja su bila fokusirana na profesionalni razvoj nastavnika i integraciju informaciono komunikacionih tehnologija istakla su važnost institucionalnih i grupnih okruženja za profesionalno učenje kao osnovu za prevazilaženje ovog problema.
- Integracija IKT-a trebalo bi da bude više od upotrebe tehnologije za zajedničke zadatke. Treba se usredsrediti na poboljšanje učenja i nastave kroz efikasno korišćenje IKT-a. Ako nastavnici žele da u svom radu koriste tehnološke inovacije, prvo moraju da budu opremljeni znanjem koje nadilazi osnovne procese u učionici.

Redker primenjuje okvir sa usmerenošću na četiri oblasti koje uključuju promociju razvoja didaktičkih kompetencija nastavnika (Redecker 2017):

- Područje digitalnih resursa predstavlja kompetencije neophodne za odabir, stvaranje, obradu i nadogradnju digitalnih resursa. Takođe pokriva kompetencije potrebne za organizovanje, zaštitu i razmenu digitalnih resursa.
- Oblast podučavanja i učenja namenjena je kompetencijama potrebnim za podučavanje i vođenje pedagoškog i studijskog procesa i različitim oblicima učenja, uključujući saradničko i samoregulatorno učenje.
- Područje procene znanja uključuje kompetencije koje omogućavaju različite načine i oblike ocenjivanja znanja, analizu efikasnosti učenja i povratne informacije i planiranje budućeg učenja i podučavanja.
- Osnaživanje studenata je oblast koja predstavlja kompetencije neophodne za upotrebu IKT-a radi postizanja veće dostupnosti i inkluzije, diferencijacije i personalizacije i aktivnog uključivanja studenata u proces studiranja uz podršku aktivnostima putem IKT-a.

Jedan od modela koji ilustruju način na koji su IKT integrisane u pedagoški proces je i model Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR), koji je razvio dr. Ruben Puentura. Ovo je model pomoću kojeg nastavnici mogu da procenjuju i ocenjuju tehnološki podržane nastavne aktivnosti (Romrell, Kidder & Vood, 2014). U tom smislu se naglašava da je jedna od najvažnijih veština koja omogućava pojedincu da uspešno funkcioniše u današnjem društvu je napredna, kreativna i efikasna upotreba IKT. Koliko dobro i efikasno nastavnici visokog obrazovanja koriste IKT na predavanjima, tutorijalima i radionicama za studente, između ostalog, zavisi od kvaliteta obučenosti i znanja koju su nastavnici visokog obrazovanja stekli.

Stoga ćemo u ovom delu disertacije istražiti spremnost i odnos nastavnika pre početka rada u nastavi i prema IKT. Prvi cilj ovog dela disertacije bio je utvrditi stepen pripremljenosti učenika-nastavnika za upotrebu IKT-a. Rezultati su pokazali da većini nastavnika učenika nedostaju odgovarajuće veštine u raznim IKT aplikacijama koje su važne za podršku i unapređenje njihovog iskustva u učenju i integraciju IKT u nastavu. Većina učenika/nastavnika ima osnovne IKT veštine koje možda neće biti dovoljne ako moraju u potpunosti da integrišu IKT u vaspitno-obrazovne ustanove. Dalje istraživanje kako su studenti-nastavnici stekli svoju kompetenciju u korišćenju IKT otkrilo je da je većina učenika stekla svoju IKT kompetenciju kroz obuku van fakulteta. Ovo otkriće implicira da IKT obuka koju pružaju osnovne obuke možda neće biti dovoljna da pomogne studentima-nastavnicima da integrišu IKT u svoju

nastavu, jer dobijaju samo osnovne veštine koje je većina njih već imala pre pridruživanja osnovnim obukama. Ovi nalazi su slični istraživanjima iz literature koji su otkrili da većini studenata-nastavnika na Univerzitetima nedostaju veštine u raznim IKT aplikacijama i operacijama kao i adekvatna oprema koja je značajna za podršku i unapređenje njihovog iskustva učenja i integracije IKT u nastavi. Kompetencija IKT je sveobuhvatnija od pukog usredsređivanja na IKT veštine. Rezultati istraživanja su dalje ukazali da većina učenika-nastavnika ima pozitivan stav. Ovaj pozitivan stav važan je pokazatelj spremnosti i prvi korak u efikasnoj integraciji IKT u kurikulum.

Istraživanja pokazuju da je veća verovatnoća da će se studenti koji su edukovani za nastavnike susresti sa odgovarajućom didaktičkom upotrebom IKT, njihova percepcija važnosti IKT veština za rad u učionici je čvršća, primena IKT aktivnosti je češća i značaj potrebe da se uvedu i testirati nove didaktičke pristupe. Drugim rečima, studenti, budući nastavnici koji dolaze na tržište rada, a zatim u učionice, nisu adekvatno pripremljeni da koriste IKT kao sredstvo efikasne nastave i učenja (Swig 2015; Gonzalo 2011). Kao rezultat samoprocene, nastavnici visokog obrazovanja navode da im nedostaju potrebne veštine i znanja da bi efikasno koristili IKT u nastavi (Gonzalo 2011). To naravno ne znači da oni sami snose svu odgovornost. Za pozitivne promene i pristupe treba razviti nove strategije obuke, metode i ideje i primere dobre prakse kako bi pomogli i usmerili nastavnike visokog obrazovanja (Swig 2015). Na osnovu opsežnog pregleda relevantne literature i iskustava u praksi mogu se izvući sledeći zaključci o osobinama uspešnih programa obrazovanja nastavnika:

- pedagoški, a ne tehnički usmeren za integrisanje upotrebe IKT u predmetnu nastavu, a ne kao zaseban predmet u školi; na isti način tehnologija mora biti uvrštena u čitav program obrazovanja učitelja, a ne u kurs.
- prilagođen koliko je to moguće stavovima pojedinih nastavnika, nivoima znanja, predmetnim disciplinama i pedagoškim pristupima, razvijanje svesti o potencijalu IKT kroz pristup radionicama koji pruža praktično iskustvo;
- modeliranje interaktivne i participativne pedagogije, a ne transmisije zasnovane na samim programima obrazovanja nastavnika, i pružanje trajnih, zajedničkih i aktivnih mogućnosti učenja nastavnicima koji rade u profesionalnoj praksi;
- povećanje održivosti kroz agende i učešće zajednica;
- zasnovan na lokalno razvijenom sadržaju kursa od kulturnog, jezičkog i kurikularnog značaja; usklađenost sa nacionalnom i školskom politikom za upotrebu IKT i sa

standardima; profesionalni razvoj je u toku i usklađen sa drugim obrazovnim reformama; vezano za ovo, strateško vođstvo i uključivanje relevantnih aktera i potencijalnih partnera u ranoj fazi, posebno ministarstva obrazovanja;

- podrška organizacionim promenama i razvoju neophodne infrastrukture, dok se radi u okviru priznatih ograničenja; počevši od obrazovanja pre stupanja na posao u postojećem okviru učiteljskih škola, ali obraćajući se razvoju u službi koristeći mešana rešenja.

Nakon analize prethodnih nalaza, preporučuje se da:

- Programe obuke za nastavnike treba prestrukturirati na takav način da se nastavnici usmere na napredne kurseve iz IKT-a koji imaju za cilj pružanje pomoći nastavnicima u integraciji IKT-a u pedagogiju.
- Trebalo bi predvideti odredbe da predavači mogu da integrišu metodologiju zasnovanu na IKT u svoja predavanja, a takođe i sve učionice treba da budu opremljene potrebnom infrastrukturom kako bi se poboljšale veštine i pozitivan stav koji studenti nastavnici već imaju.

Iako se svi slažu da upotrebe IKT-a kao obrazovne tehnologije ima svoje prednosti, u praksi postoje različite prepreke. Iskustva iz prakse ukazuju da postoje IKT programi koji su instalirani na računarima u računarskom kabinetima, ali zbog računarskih virusa, svi računari su morali biti ponovo formatirani, a to pokazuje koliko bi pravila o sigurnosti i bezbednosti trebalo poštovati pre preduzimanja bilo kakvih projekata uvođenja IKT-a u vaspitno-obrazovnim ustanovama. Pravilna dostupnost i prilagođavanje zaštitnih sistema i pribora neizbežni su, jer su oni neke od IKT komponentata koje imaju veliku ulogu u podučavanju u procesa učenja. Loš status ili nedoslednosti tehnologije poput kvara računara i loše internetske veze neki su od problema koji trebaju biti hitno rešeni. Praksa pokazuje da je u mnogim školama i dalje loša internetska konekcija, zatim primetan je nedostatak dodatne opreme poput štampača i skenera što takođe ograničuje efektne primene IKT-a u nastavi.

2.8.1 Okvir za znanje i glavne nastave teorije o upotrebi IKT u nastavi

Okvir za tehnologiju, pedagogiju i znanje o sadržaju (eng. Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK) predstavlja predlog za razvoj znanja nastavnika u eri obrazovanja zasnovanom na IKT-u (Harris et al. 2009). Namera mu je da pomogne nastavnicima da uspešno integrišu tehnologiju u svoju nastavnu praksu. Zasnovan je na

zapažanju da: „različite discipline imaju različite organizacione okvire, ustaljenu praksu, načine priznavanja dokaza i pristupe za razvijanje znanja” (Harris et al. 2009: 395). Postoje složeni odnosi između sadržaja, pedagogije, tehnologije i konteksta koje nastavnici moraju da razumeju i konceptualizuju kako bi primenili ove tehnološke resurse u praksi. Okvir TPACK naglašava veze između tehnologija, sadržaja kurikuluma i specifičnih pedagoških pristupa.

Druge dobro poznate pedagoške tehnike, poput „voditi raspravu”, „razmisliti o nekom pitanju“ ili „napraviti eksperiment”, mogu se dalje usavršavati kako bi se formirali tipovi aktivnosti. Međutim, zbog međuzavisnosti između pedagogije i sadržaja, vrsta aktivnosti mora biti definisana u kontekstu određenog nastavnog domena. „Izvođenje eksperimenta”, na primer, bilo bi različito definisano u zavisnosti od sadržaja: na kursu hemije to bi značilo odlazak u laboratoriju i manipulisanje materijalom i mernim alatima; na kursu stranog jezika to bi značilo sastavljanje jezičkih konstrukata i njihovo vrednovanje.

Poslednjih decenija se govori o tri glavne nastavne teorije: bihaviorizam, kognitivizam i konstruktivizam (Rajović et al. 2020). Naravno, odabrani pristup zavisi od konteksta i prepušten je nastavniku. Nijedna od gore navedenih teorija učenja ne isključuje upotrebu IKT-a, ali upotreba se prilagođava karakteristikama i specifičnostima svake teorije. Generalno, upotreba IKT-a kao medija za podučavanje i učenje fokusira se na unapređenje procesa poučavanja i učenja. Činjenica je da su nastavnici u središtu promene kurikuluma i oni kontrolišu proces poučavanja i učenja. Stoga, pored poboljšanje kvaliteta obrazovanja nastavnici moraju biti sposobni da pripreme mlade za društvo u kojem je kompetencija korišćenja IKT-a za sticanje i obradu informacija vrlo važna. Na osnovu podataka dobijenih iz sprovedenih anketa, rezultati ukazuju da u pojedinim ustanovama nastavnici nisu koristili IKT alate, osim računara za proces učenja u nastavi. Nastavnici su koristili računare za ocenjivanje rezultata učenika i u svrhu pedagoške dokumentacije. Prema UNESCO-u, postoje tri glavna pristupa korišćenju IKT-a od strane nastavnika u učionici:

1. *Integrisani pristup*: planiranje upotrebe IKT u okviru predmeta za unapređenje određenih koncepata i veština i poboljšanje postignuća učenika.
2. *Pristup poboljšanju*: planiranje upotrebe IKT resursa koji će poboljšati postojeću temu kroz neki aspekt lekcija i zadataka.
3. *Komplementarni pristup*: korišćenje IKT resursa za osnaživanje učenika

Prema biheviorizmu, ciljevi učenja podjeljeni su u manje jedinice koje učenici postepeno usvajaju, sa naglaskom na pamćenje. U ovom slučaju, IKT se može smatrati alatom za obnavljanje i konsolidaciju materijala za učenje. Međutim, prema principima biheviorizma, IKT nudi neposredne povratne informacije o performansama (kazna i nagrada), gde sam proces usmerava i pokreće računar. Prema kognitivnoj teoriji, IKT može biti ona koja vodi učenika kroz zadatke umesto nastavnika prilagođavanjem same težine zadataka trenutnom znanju učenika. Takođe može učeniku pružiti zadatke i predstaviti zadatke u skladu sa njegovim željama (stilovima) učenja. Sa konstruktivističkog stanovišta, učenje je subjektivno stvaranje znanja, i sa takvog stanovišta IKT nudi mnoštvo raznolikosti i mogućnosti za istraživanje i otkrivanje. Konstruktivistički pristupi usredotočeni su na primere iz stvarnog života. Za razliku od prethodna dva, ovaj pristup poništava i ulogu računara i ulogu učenika. Sada su studenti ti koji donose odluke, a sadržaj se prilagođava njihovom izboru.

2.8.2 Značaj digitalne tehnologije za učionicu

Dugogodišnje iskustvo u mnogim kontekstima primene IKT ukazuje na to da kada vlada ili neko drugo telo ili institucija obezbedi novu tehnološku opremu u školama, verovatno će ona ostati u praznom hodu ili će se loše koristiti, osim ako nastavnici nisu potpuno svesni šta sa njom mogu da urade. Ova lekcija još uvek nije naučena i nadamo se da će uskoro doći do potpunije svesti o potrebama nastavnika koji se susreću sa novim digitalnim alatima; posebno nove inicijative treba da vode računa o onome što je ranijim istraživanjima i praksama dokazano, uključujući i kontekst iskustava drugih zemalja. Ipak, efikasnost integrisanja IKT-a u obrazovanje delimično je dovedena u pitanje, a različiti su naučnici ukazivali na izazove. Proces integrisanja IKT-a u obrazovanje nije lak, jer je školama još uvek teško osigurati dovoljno resursa da udovolje zahtevima. Ključno je pitanje da li su nastavnici zaista integrisali IKT u učenje kako bi poboljšali kvalitet obrazovanja ili ne, i ako jesu, u kojoj su meri to učinili; ili, ako ne, koja je suština problema ako se to ne učini? Očigledno je da se IKT koristi u mnogim delovima sveta za poboljšanje kvaliteta i povećanje pristupa obrazovanju, ali većina zemalja još uvek se suočava s izazovom da povećani izdaci za obrazovanje ne moraju nužno postići očekivane koristi. Istraživanja u praksi ukazuju da postoji razlika između nastavnika koji predaju filozofiju učenja i obrazovanja zasnovanog na nastavnoj tehnologiji. Većina učenika i nastavnika verovala je da se bolje znanje stiče iz neposrednih interakcija i izvora na tabli, a ne iz tehnologije. Među studentima učesnicima u anketi, dobar deo njih je odgovorio da nisu imali pristup računarima i da nisu znali kako da upravljaju računarima iz razloga što ne koriste računare, kao i da dobrom delu ustanova nedostaje IKT oprema, tako da studenti imaju problem

pristupa IKT alatima. Tamo gde ti uslovi nisu bili ispunjeni, nastavnici bi možda bolje poštovali prastare instrukcije „kreda i razgovor“.

2.8.2.1 Dizajniranje učionice i integrisanje IKT u nastavu

Jedna od važnijih aktivnosti u efikasnoj primeni IKT u nastavi je adekvatna organizacija računarske tehnologije u učionicama. Kako bi se nastavnici i učenici koristili najsavremenijim nastavnim sredstvima i pomagalicama (LAN umreženi računari s ISDN priključkom na Internet, prenosivi računar sa simulatorskim programskim paketima, džepni računari (Pocket PC) s pripadajućim programskim paketima, projektori, DVD player, videorekorder, digitalni fotoaparat, digitalna kamera, diktafoni, bežična oprema za konferencije (mikrofoni, razglas), printeri, skeneri, fotokopir uređaji i multimedijalni sadržaji u digitalnom obliku) – potrebno je pre svega osmisliti raspored stolova s računarima.

Istraživanja ukazuju da većina razvijenih zemalja primenjuje IKT u nastavi još od 1980-ih na svim nivoima obrazovanja. Uglavnom iz sledećih razloga koji su i danas validni (Pedro et.al 2019) navodi se da:

1. *Novo društvo zahteva nove veštine:* IKT sve više prožimaju svaki aspekt života (posao, učenje, slobodno vreme i zdravlje). Budući da su IKT izvrsni alati za obradu informacija, nova generacija treba da postane kompetentna za njihovu upotrebu, treba da stekne neophodne veštine i zato mora da ima pristup računarima i mrežama dok je u školi.
2. *Potruga za kvalitetnim učenjem je stalna:* Škole bi trebale temeljito revidirati postojeće nastavne prakse i resurse kako bi stvorile efikasno okruženje za učenje i poboljšale veštine i navike celoživotnog učenja kod svojih učenika. IKT su svestrani i moćni alati koji mogu da pomognu u tu svrhu i zato bi trebali biti prisutni u svakoj učionici, biblioteci i učionici. Ipak, do sada IKT nisu pružile značajan proboj u poboljšanju učenja iako još uvek postoje obećanja sa velikim potencijalom.

U skladu sa tehnološkim razvojem računara, ali i u zavisnosti od inventivnosti i kreativnosti tvoraca softvera, izdvojivi su sledeći modeli i nivoi primene računara u nastavi:

- programi - vežbe;
- računarom organizovana dijaloška interaktivna nastava;
- simulacija pomoću računara;
- eksperimentalni programi - model virtuelnih učionica;
- on-line nastava (Ljajić, 2014:4).

2.8.2.2 *Obrazovanje učenika za upotrebu računara u nastavi*

Poslednjih godina, IKT je značajno modifikovala svet u kojem studenti žive i rade. Sve više porodica poseduje sve veći broj računara, od kojih je većina sada povezana na Internet. Novi uređaji, poput tablet računara i pametnih telefona, nude mogućnost pristupa Internetu bilo kada i bilo gde. To zauzvrat znači da deca rano pristupaju i koriste IKT nego ikada pre, a sve više i sama, bez nadzora odraslih. Među mnogim sektorima u kojima se koriste IKT, obrazovanje se može smatrati jednim od najvažnijih. Upotreba IKT pravi velike razlike u učenju učenika i nastavnim pristupima. Smatra se da je program učenja predmeta Informatika i računarstvo zamišljen i kreiran na način da učenike postepeno uvodi u svet računara i pruži im osnovna znanja. Trenutna situacija u Srbiji je takva da se nastavni sadržaji informacionih tehnologija u osnovnim školama realizuju kroz nastavne predmete Tehničko i informatičko obrazovanje kao obavezan i Informatika i računarstvo kao izborni nastavni predmet. Škole u razvijenim zemljama su mnogo investirale u IKT infrastrukturu tokom poslednjih 20 godina, a učenici češće koriste računare i za mnogo širi spektar primena. Nekoliko studija otkriva da studenti koji koriste IKT uglavnom pokazuju veće uspehe u učenju od onih koji ih ne koriste. Na primer, Kulikov nalaz (1994) u 75 studija u Sjedinjenim Državama pokazao je da studenti koji su koristili računarske tutorijale iz matematike, prirodnih nauka i društvenih nauka postižu znatno veći rezultat na testovima iz ovih predmeta. Studenti koji su u nauci koristili simulacioni softver takođe su postigli više. Štaviše, upotreba IKT u obrazovanju takođe pomera pristupe učenju.

Korišćenje računara u ranom uzrastu pomaže učenicima da nauče IKT veštine koje pomažu kao alati u procesu obrazovanja. Na primer, 77% učenika u Švajcarskoj prijavilo je da nekoliko puta nedeljno koristi računar za pripremu kurseva i zadataka. Samo 3% je izjavilo da nikada nije koristilo računarsku pripremu kursa (Pedro et.al 2019). Kao što je navedeno u izveštaju OECD (2002), procenat učenika sa pristupom računaru je tada varirao od 25% u Italiji do 90% ili više u Kanadi, Finskoj i Novom Zelandu. Korišćenje računara takođe varira među učenicima osnovnih i srednjih škola, gde drugi uglavnom imaju veći pristup (OECD,). Razvijene zemlje široko i intenzivno koriste IKT u svojim obrazovnim sistemima. Na primer, u Ujedinjenom Kraljevstvu, „porast standarda” nastave i učenja postao je isprepleten upotrebom IKT. Upotreba obrazovne tehnologije za poboljšanje pružanja obrazovanja ima ogroman potencijal za podizanje standarda i povećanje zapošljivosti. Prema korisnicima, problem koji se mora hitno rešiti je nedosledna upotreba tehnologije (računarski virus, loše internetske veze). Ipak, administratori su ukazali da je nedostatak

poverenja u upotrebu dostupne tehnologije od strane nastavnika još jedan problem upotrebe IKT alata u obrazovanju. S druge strane, nastavnici i stručna lica za IKT su izjavili da je nedostatak pažnje na fakultetu prema IKT glavni problem u efikasnoj upotrebi IKT za poboljšanje kvaliteta obrazovanja (Stojanović et.al. 2021). Nova uloga i mesto nastavnika u obrazovnom procesu

U literaturi postoji više komparativnih analiza tradicionalnog i novog okruženja za učenje. U tom smislu se ove aktivnosti nazivaju novim praksama ili pedagogijom u nastajanju 21. veka, Bokoni i saradnici (Bocconi et al. 2012) nazivaju ih inovativnim praksama ili inovativnom pedagogijom.

U tabeli 2.8.2.3.1 dat je uporedni pregled tradicionalnog i novog okruženja za učenje.

Tabela 2.8.2.3.1 Poređenje tradicionalnog i novog okruženja za učenje *Izvor: Shelly et al. (2012)*

Tradicionalna okruženja za učenje	Nova okruženja za učenje
Nastava usmerena na nastavnika	Nastava usredsređena na učenika
Jednosmerni napredak	Višestrani napredak
Jedan medij	Više medija
Izolovani rad	Saradnički rad
Pružanje informacija	Razmena informacija
Pasivno učenje	Aktivno / istraživačko učenje
Učenje zasnovano na činjenicama, zasnovano na znanju	Kritičko razmišljanje i donošenje odluka
Odgovor reakcije	informacije
Izolovani, veštački konteksti	Proaktivni odgovor
	Autentični, životni konteksti

Pomenute prakse, bez obzira na različita imena, govore o istim konceptima: isticanje kontinuiranog učenja, povezanost, otvaranje, fleksibilnost. Jednakost i kvalitet obrazovanja važni su za skladne razvojne rezultate u zemlji. E-učenje je ukorenjeno kao jedan od glavnih načina postizanja efikasnog učenja. E-učenje predstavlja moguće načine za prevazilaženje nekih od ključnih izazova i pristupa obrazovanju. Na primer, primena IKT u obrazovanju prevazilazi tradicionalne prepreke učenju kao što su vremenska ograničenja, uslovi za pristup, geografske udaljenosti, socio-ekonomska, kulturna i rodna pitanja. Stoga je idealno obrazovanje ono koje obuhvata dijaloški proces koji uključuje učenike i nastavnike da učestvuju u interaktivnom učenju, razvoju sadržaja i povratnim informacijama u stvarnom vremenu koje su korisne u procesu obrazovanja. U ovom trenutku, međutim, treba naglasiti da čak i kada govorimo o tradicionalnim praksama, to nisu loše ili pogrešne prakse (Law 2008), jer i dalje imaju pozitivan uticaj na učenje učenika i elementi tradicionalnih praksi će sigurno i u budućnosti opstati i imati svoju primenu. To, takođe, ne znači da sve savremene pedagoške

prakse uvek koriste IKT. U osnovi primene IKT su uključene tri ključne komponente: sadržaj, pedagogija i tehnologija, i između njih se odvija interakcija.

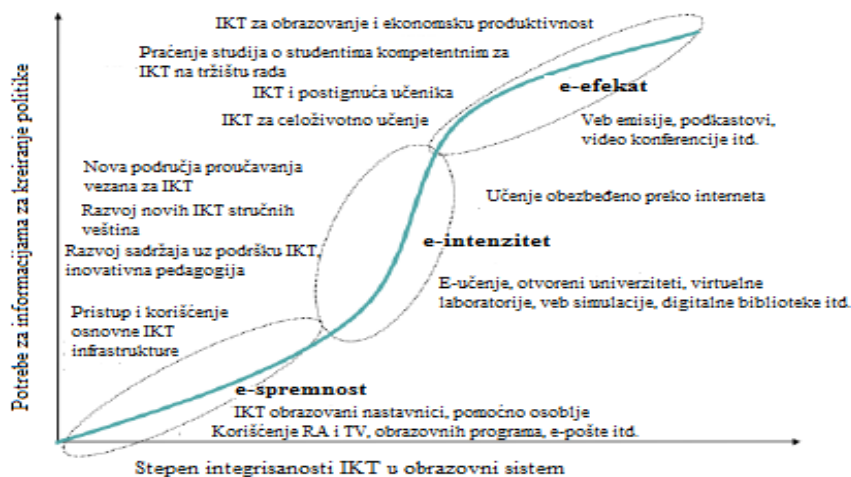
U tabeli 2.8.2.3.2 dat je pregled uloge nastavnika u obrazovnom procesu podržanom tehnologijom.

Tabela 2.8.2.3.2 Uloge nastavnika u obrazovnom procesu podržanom tehnologijom (Hennig Manzuoli & Segovia Cifuentes, 2013)

ULOGJE NASTAVNIKA U TEHNOLOŠKOM OKRUŽENJU	
Dizajn nastavnih programa	Planiranje aktivnosti, odabir sadržaja i resursa, definisanje nivoa učenja, komplementarne situacije itd.
Informacije	Prenošenje kurikularnog sadržaja, odgovor na interesovanje učenika, odabir podataka za pristup studentima itd.
Obrazovanje	Podsticanje stavova, veština sposobnosti, komunikacije, interakcije, povratnih informacija itd.
Sadržaj i razrada materijala	Izrada didaktičkog i tehnološkog materijala prema potrebama i karakteristikama učenika; redizajnirajući ga prema predlozima učenika itd.
Orijentacija	Podsticanje ka proučavanju, pružanje smernica za upotrebu podrazumevanih tehnologija, moderiranje interakcija itd.
Procena	Stalno praćenje obrazovnog procesa svakog učenika, njegovog ocenjivanja itd.

Većinu obrazovnih radnika usredsređuje se na nove tehnologije kako bi poboljšali izvođenje nastave i pomogli prevladavanju brojnih izazova dostupnosti kvalitetnih materijala za učenje. Međutim, promatranja da li se e-učenje odnosi na tehnologije, a ne na učenje samo po sebi, i danas zbunjuje zainteresovane strane. Zbog toga su potrebne dodatne istraživačke studije kojima je cilj da raščiste nedoumice u razumevanju šta je tačno e-učenje, kako bi se obezbedila njegova nesmetana funkcionalna primena. U tom smislu, primena obrazovne tehnologije pomaže u smanjenju jaza u digitalnoj pismenosti stvorenom sve većom digitalnom razlikom i stalnim protokom tehnologije i znanja razvijenih zemalja. Primena IKT u obrazovanju donosi očigledne prednosti za društvo u celini. Predmetni nastavnik pruža studentu blagovremene i tačne informacije o njegovom napretku, definiše ishode učenja u kursu, metode ocenjivanja i ocenjuje postignute rezultate.

Na sledećoj slici 2.8.2.3.1 predstavljene su neke od potreba uvođenja IKT u obrazovni sistem.



Slika 2.8.2.3.1 Potrebe podataka za prodiranjem IKT u obrazovni sistem

Izvor: UNESCO (2009)

Kao što je predstavljeno, UNESCO (2009) predviđa da se podaci prve faze primene (resursi i dostupnost) mere prvenstveno na nivou vaspitno-obrazovnih ustanova. Pristupačnost IKT-a i s njima povezana infrastruktura mora se usmeriti na podelu, koja se iz dana u dan proširuje zbog brzih tehnoloških inovacija koje se globalno dešavaju. Ovo će olakšati efikasnu upotrebu stečenih i zadržanih znanja koja su ključni faktor ekonomske održivosti i poboljšanja socijalnih uslova. Na primer, potpuno podržana tehnološka čvorišta za mobilne/računarske aplikacije i razvoj digitalnog sadržaja dovešće do dostupnosti tehnološki pametnoj mladoj generaciji koja ima relevantne veštine i kompetencije. Ova generacija biće u stanju da stvori relevantna tehnološki zasnovana rešenja za poboljšanje pružanja usluga u socijalno-ekonomskim oblastima kao što su zdravstvo, obrazovanje, poljoprivreda i finansije, i otuda podstaknuti nacionalni razvoj. U tabeli 2.8.2.3.3 predstavljeni su neki od karakterističnih metodoloških kriterijuma za izradu aktivnosti u virtualnom okruženju.

Tabela 2.8.2.3.3 Metodološki kriterijumi za izradu aktivnosti u virtualnom okruženju
(Guasch et al. 2010)

Kriterijumi i ciljevi formativnih akcija	
	<ul style="list-style-type: none"> • Učenje novih funkcija i s njima povezanih kompetencija treba da uključuje integraciju i međusobni odnos između funkcija i zadataka potrebnih za uspešan razvoj procesa nastave/učenja u virtuelnom okruženju • Praksa obuke mora sadržavati ciljeve učenja koji omogućavaju razvoj kompetencija povezanih sa funkcijama novog nastavnika, uključujući razvoj sposobnosti koje odgovaraju potrebnom tehnološkom profilu
Kriterijumi Aktivnosti učenja: dizajn obuke nastavnika za nastavu na mreži	
	<ul style="list-style-type: none"> • Da budu svesni posebnosti različitih modaliteta predavanja i učenja koji uključuju IKT aplikacije (potpuno virtuelne, pomešane ili licem u lice). • Da bi se osiguralo učenje u situacijama, koje zahteva od učesnika da efikasno deluju sa stečenim znanjem (učenje kroz rad). To podrazumeva da učenje zahteva interakciju i saradnju, tako da učesnici mogu da se suoče sa obrazovnim situacijama u stvarnom životu • Osmisliti aktivnosti zasnovane na razvoju autentičnih zadataka, na primer, rešavanje problema, studija slučaja, dizajn i razvoj projekata • Promovisati zajedničko učenje i razmenu profesionalnih iskustava, podstičući stvaranje mogućnosti za podizanje nivoa interakcije među učesnicima • Koristiti resurse koji promovišu „socijalni dijalog“ i posredovanje. Na primer, razmene, partnerstvo i personalizovana pomoć • Provesti proces učenja započinjući od stvaranja vodiča za učenje, jasno i eksplicitno postaviti ciljeve, predvideti podršku potrebnu za obradu sadržaja studijskog materijala i olakšati smisleno i zajedničko učenje u virtuelnom okruženju • Predstaviti primere dobre prakse i podstaći razvoj autonomnih aktivnosti koje zahtevaju potrebna znanja i sposobnosti
	Procena kriterijuma procesa i rezultata prakse
	<ul style="list-style-type: none"> • Da poštuju individualne razlike među učesnicima, kao što su prethodno znanje, zanimanja, kulturni ili drugi profili, i da posmatraju karakteristike institucionalnog okruženja učesnika • Sprovesti autentične postupke interaktivne procene. npr .. suocenjivanje, ocenjivanje u parovima, samoprocenjivanje; procena portfelja • Sprovesti sistematsko, informativno i formativno ocenjivanje u cilju regulisanja procesa učenja • Postaviti i podeliti kriterijume kvaliteta za očekivani ishod učenja, istovremeno naglašavajući mogućnost kontekstualizacije i primene postignutih rezultata • Planirati procenu same formativne akcije na kratak, srednji i duži rok (povratne informacije u odnosu na potrebe učenika)

Proces obrazovanja se u 21. veku usmeren je na kontinuirano učenje, zbog čega je upotreba IKT u nastavi presudna. Studenti razvijaju veštine samoučenja, za rešavanje problema, za pronalaženje i analiza informacija, razvijanje kritičkog mišljenja i sposobnost

komunikacije, saradnje i učenja putem IKT. Uloga IKT se i danas prepoznaje kao ključni element koji omogućava kreativnost i inovativnost u obrazovanju, edukaciji i učenju uopšte. U evropskim zemljama postoje različite nacionalne politike za upotrebu IKT u obrazovanju, kao i za promociju upotrebe IKT u aktivnosti obrazovanja. Međutim, rezultati pokazuju da su obrazovni sistemi više puta ulagali resurse i vreme u podučavanje računarskih i Internet veština nastavnika, ali često bez spektakularnih rezultata. Istraživanja ukazuju na nedostatak studija o pedagoškom uticaju upotrebe IKT u obrazovnom sektoru. Ovo stoga zahteva da Vlada i svi učesnici u obrazovnom sektoru preduzmu odgovarajuće mere kao podršku e-učenju. Vejtira (Waithira 2005: 43–45) ističe da je ciljeve učenja potrebno uskladiti sa tehnologijama učenja kako bi se ostvarila pedagoška osnova za upotrebu IKT u školama. Pravilno sprovedeno e-učenje zalaže se za poboljšanje pružanja obrazovanja i kao pomoć u procesu nastave i učenja. Vejtira takođe dodaje da upotreba IKT treba da demistifikuje značaj računara na školskom nivou koji su vremenom postali jednaki igračkama, a da se od e-učenja očekuje da pripremi učenike za trenutne zahteve za potrebne veštine pri zapošljavanju dokazujući posedovanje relevantnih računarskih kompetencija (Waithira 2005: 44). On naglašava da se sposobnosti IKT-a za postizanje razvojnih ciljeva neće efikasno iskoristiti bez digitalnog sadržaja koji odgovara potrebama korisnika i okruženju učenika (Waithira, 2005: 45). Ovo će takođe olakšati povećavanje odgovarajuće upotrebe digitalne tehnologije od strane učenika. U tom smislu Ndemo (Ndemo 2015) zaključuje da bi države trebalo da teže tome da obrazovni sistem učine dinamičnijim i odgovornijim na tehnološki pametnu mladu generaciju koja odrasta u okruženju bogatom informacijama. U tom kontekstu, Rošel i saradnici navode sledeće prednosti IKT za učenje:

- primena u stvarnom životu;
- povezanost sa spoljnim svetom;
- alat za vizuelizaciju i analizu;
- omogućava rešavanje problema, i
- mogućnosti za povratne informacije, razmišljanje i reviziju (Rochelle et al. 2000).

Poznato je da učenici u digitalnom okruženju za učenje mogu postati bolji u traženju relevantnih informacija i interakciji sa ljudima na udaljenom mestu. To ih čini aktivnim učesnicima u nastavi kroz jačanje učenja usredsređenog na studente. Pored toga, dinamička priroda sadržaja olakšava pregled, ažuriranje ili ispravke grešaka brže za razliku od štampanja materijala za učenje. Internet prezentacija informacija, komunikacija, obrazovanje i obuka pružaju novi set alata kao što su motivacija na način da učenje učini zabavnijim, interaktivnijim

i fleksibilnijim. Učenje stoga pruža učenicima mogućnost da kontrolišu i usmeravaju svoje učenje i isto kontinuirano proširuju, obnavljaju i ažuriraju svoja znanja i veštine pružajući mogućnosti lakog pristupa razvoju u svim oblastima znanja kroz otvoreno celoživotno učenje (Stojanović et al. 2021). Ovde je važno naglasiti da se istraživači uglavnom slažu da je merenje efekata IKT na obrazovanje teško, jer je teško izolovati faktore koji utiču na postignuća učenika, imajući u vidu da se obrazovne tehnologije neprestano menjaju, razvijaju i unapređuju novim funkcionalnostima i mogućnostima. Zbog toga postoji nejasna veza između upotrebe IKT i obrazovnog postignuća. Rezultati istraživanja ukazuju da su alati za učenje poput tableta i mobilnih telefona identifikovani da negativno utiču na san i mentalno blagostanje mlade generacije (Stojanović et al. 2021). Danas je neophodna strategija upotrebe zdravih medija kako bi se pružile konkretne smernice u pogledu količine i vremena upotrebe elektronskih medija uopšte i da bi se zaštitilo zdravlje ljudskog kapitala stvorenog za transformativni razvoj. Ukratko, od velike koristi može biti predispozicije dece koja mogu lako da prihvate upotrebu IKT i postanu rani usvojiooci neophodni za širenje inovacija u korist društva na razne načine i pomoću različitih projekata. Ova deca su opisana kao tolerantna, radoznala i samouverenije emocionalno i intelektualno otvorena. Njihove veštine u korišćenju IKT (računara i mobilnih telefona), nakon upoznavanja sa njima u ranom uzrastu često su bolje od odraslih, savladavanjem mnogih kvaliteta i svojstava koja se obično smatraju zaštitom odraslih, što predstavlja promenu uloge i statusa dece u društvu. Da bismo u potpunosti razumeli i izmerili efekte IKT na obrazovanje, neophodno je znati kako IKT funkcioniše na različitim nivoima (Erstad 2010). Za proučavanje efekata presudno je da se primena IKT u obrazovanju proučava holistički, jer su IKT u obrazovanju i pokretač (vodič) za promene na različitim nivoima, istovremeno je i novo sredstvo koje može poboljšati proces učenje. U tom kontekstu, Bilbao-Osorio i Pedro (Bilbao-Osorio & Pedro 2010) identifikuju četiri očekivane blagodati upotrebe IKT u oblasti obrazovanja, a koje se tiču:

1. pripreme učenika za ekonomiju znanja;
2. povećanja obrazovnih performansi;
3. smanjenja razlike u poznavanju IKT veština kod studenata, i
4. poboljšanih kvaliteta procesa učenja i obrazovanja (što smo već uvideli iz predstavljenih evropskih i nacionalnih strategija).

Na ovo se nadovezuju istraživanja drugih autora koji daju odgovore na relativno jednostavno pitanje zašto koristiti IKT u obrazovanju (i samim tim gde se mogu očekivati efekti primene), što su u svojim istraživanjima evoluirali i predstavili Bilbao-Osorio i Pedro (2010):

- IKT su osnovna veština (kompetencija) kao što su čitanje i matematička pismenost;

- IKT su prilika za ekonomski razvoj i zahtev za većom zapošljivošću;
- IKT su alat za upravljanje obrazovanjem;
- IKT je alat koji može poboljšati učenje i podučavanje.

Jedna od mogućih primena IKT u obrazovanju je ta da kroz elektronske sisteme škole i nastavnici informišu učenike i roditelje, olakšavajući tako administraciju. Iskustva u praksi ukazuju da ovi sistemi doprinose efikasnosti i efektivnosti informisanja, komunikacije, organizacije u vaspitno-obrazovnim ustanovama.

2.8.3 Predikcija faktora koji utiču na trajnost znanja iz matematike primenom mekog računarstva (*soft computing*)

2.8.3.1 Teoretska pozadina

Matematika se kao nauka neprestano razvija. Matematika je ta koja mora da usmeri učenike da misle logično. Kako bi savladao matematiku, savremenom učeniku nije dovoljan samo udžbenik, već on mora kombinovati i druga nastavna sredstva, nove metode učenja i aktivnosti koje su u stanju da podignu nivo njegovog samopouzdanja i logičkog razmišljanja.

Međutim, nastava matematike u našim školama se umnogome razlikuje od njene primene u realnim životnim okolnostima. To može da ima negativan uticaj na motivaciju učenika i njihovu želju i potrebu da uče matematiku. Oni često doživljavaju matematiku preko nastavnika koji im predaju i udžbenika i nemaju razumevanja o njenom značaju u njihovom životu.

Da bi se stanje u nastavi matematike poboljšalo, i kako bi rezultati bili bolji, mora se promeniti sam odnos učenika prema matematici. Naime, kako navodi Mirčov: „potrebno je kod učenika probuditi određen interes i razviti određene misaone operacije koje bi omogućile učeniku opšti pristup problemu, a ne pristup isključivo vezan za odgovarajuću rutinu ili šablon” (Mirčov 2012). Reprodukција nastavnih sadržaja mora biti zamenjena primenom usvojenih znanja. Na taj način se obezbeđuje i trajnost naučenih sadržaja. Stoga je od izuzetne važnosti trajnost znanja usvojenih matematičkih sadržaja koji se neprestano nadograđuju.

Kurnik navodi da: „Osnovni cilj nastave matematike, koji se postavlja pred svakog učenika, ne sme biti puko usvajanje gradiva propisanog nastavnim planom i programom i sticanje znanja koja se temelje samo na nizu pravila, formula i umeća rešavanja jednostavnih standardnih zadataka, već i otkrivanje, praćenje i usmeravanje učenika sa posebnim sklonostima i sposobnostima za dublje razumevanje matematike” (Kurnik 2009). Sem toga, nužno je da ta

nastava doprinosi razvijanju učeničkih mentalnih sposobnosti, formiranju njihovog naučnog pogleda na svet i svestranom razvitku njihove ličnosti (Lee & Hollebrands 2008).

U savremenom izvođenju nastavnog procesa, informacione tehnologije u užem smislu predstavljaju nezaobilazno nastavno sredstvo kao podrška nastavnicima u tradicionalnom načinu učenja. U širem značenju, informacione tehnologije predstavljaju nov metodološki pristup kroz različite načine realizacije učenja i podučavanja. Stoga Čiou navodi da: „Multimedijalno podučavanje i učenje pruža svim učenicima u razredu mogućnost za uspešno savladavanje gradiva” (Chiou 2008).

U ovom delu disertacije cilj je da se istraži predikcija faktora koji utiču na trajnost usvojenih matematičkih sadržaja. Korišćenjem metode veštačke inteligencije, neuronskih mreža t.j adaptivnog neuro-fazi interferencijskog sistema (ANFIS) dolazi se do predikcije faktora koji utiču na trajnost znanja iz matematike. Izvršiće se predikcija najvećeg uticaja jedne, dve i tri ulazne nezavisne promenljive na izlaznu veličinu, po odluci samog istraživača. Inače, ANFIS metoda može predvideti do pet najuticajnijih faktora. U tom pravcu zadatak ovog dela istraživanja je ustanoviti primenom ANFIS metode koji su to faktori koji obezbeđuju trajnost usvojenih znanja iz nastavnog predmeta matematika. Polazi se od pretpostavke da će ANFIS metoda pouzdano predvideti faktore koji utiču na trajnost znanja učenika iz matematike sa aspekta učenja na daljinu

3 METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

3.1 Predmet i cilj doktorske disertacije

3.1.1 Određivanje predmeta istraživanja

Postupak efikasne integracije softvera u obrazovni proces je složen i višeznačan proces koji uključuje ne samo obrazovnu tehnologiju, već računarske programe i pedagogiju, institucionalnu spremnost, kompetentnost nastavnika kao i plansko dugoročno finansiranje. Svakodnevna i efikasna upotreba IKT-a i dalje predstavlja problem za nastavnike. Iskustva u praksi govore da prosvetni radnici nailaze na prepreke u upotrebi IKT-a, i zato ih ne koriste u onoj meri, koja rezultira pozitivnim efektima učenja. U literaturi se naglašava da je jedna od novina 21. veka digitalna tehnologija, koja je usko povezana sa drugačijim, novim pristupom nastavnom programu, koji nužno podrazumeva preoblikovane ciljeve učenja i povezane aktivnosti u obrazovnom procesu.

U disertaciji su istraženi mogući aspekti uticaja IKT i računarskih softvera u nastavi, u sistemu obrazovanja Republike Srbije, s naglaskom na obrazovanje koje se realizuje e-učenjem odnosno učenjem na daljinu tokom pandemije virusa COVID-19. Poznato je da je e-učenje postalo centralno područje u obrazovnom sistemu i masovno se uvodi u visoko obrazovanje (Al-Fraihat et al. 2020). E-učenje tako postaje inovativan pristup podučavanju učenika na udaljenim mestima koji uključuje sve vrste računarskog učenja (Aljaraideh & Bataineh 2019). Uzimajući u obzir sve aspekte, prednosti i moguće nedostatke procesa učenja na daljinu dolazimo se do dva osnovna problema istraživanja ove doktorske disertacije: 1. U kojoj meri učenje na daljinu kao inovativni model organizovanja nastave utiče na postignuća učenika u nastavi i didaktičko-metodičku efikasnost tokom pandemije virusa COVID-19? 2. U kojoj meri se primenom neuro-fazi metodologije mogu utvrditi postignuća učenika?

Definisani problem su odabrani ne samo zbog svoje relevantnosti i neistraženosti u Srbiji, već i zbog metodičkih izazova učenja na daljinu, i primene neuro-fazi metodologije preko kreiranja elektronskih nastavnih materijala. Za potrebe empirijskog istraživanja, sa ciljem pronalaženja odgovora na problem istraživanja, kreiran je model korišćenjem računarskih alata, tako što je izabran nastavni predmet obogaćen aktuelnim multimedijalnim sadržajem primenljivim u obrazovne svrhe. Do sada nije urađeno mnogo istraživanja primene učenja na daljinu, upotrebom neuro fazi metodologije, sa ciljem analiziranja veza između uspeha učenika u matematici i faktora koji utiču na to tokom pandemije virusa „COVID-19. Iskustva u praksi

ukazuju da na kvalitet rada učenika može uticati nekoliko različitih faktora. Svaki od faktora ponaosob može imati različit uticaj na uspeh učenika. U tom smislu je neophodno sprovesti sveobuhvatnije istraživanje kako bi se utvrdilo koji faktor ima najjači uticaj na uspeh učenika.

Denić i saradnici ukazuju da se slični kvalitet veština i diploma dobija učenjem na daljinu kao i tradicionalnom nastavom (Denić et al. 2022). Stepen i praktične veštine koje se stiču korišćenjem e-učenja podjednako priznati kao i tradicionalni načini učenja. Međutim, u ovom načinu učenja učenici su zauzetiji tri ili četiri puta više nego tradicionalnim obrazovanjem. Nastavnici nude punu podršku u procesu e-učenja, tako da učenici mogu da steknu potrebne veštine. Dakle, kada uče jedan ili dva sata dnevno, studenti mogu da ostvare izuzetan napredak. U vremenu koje dolazi, nove tehnologije će povećati kvalitet učenja na daljinu i učiniti ga popularnijim. Međutim, alati za učenje na daljinu na mreži takođe imaju neke prepreke, poput tehničkih problema. Često postoje i drugi izazovi koji se tiču tehničke prepreke i organizaciona ili kulturna shvatanja (Aljaraideh & Bataineh 2019). Dosadašnja istraživanja žove naučne oblasti nisu u potpunoj i dovoljnoj meri razjasnila uočene nedostatke nastave u onlajn okruženju i mogućnost primene neuro-fazi metodologije, kao i metodičke aspekte učenja na daljinu, elektronskih materijala, što ujedno predstavlja i predmet istraživanja doktorske disertacije, a to je da se sistematskom empirijskom proverom pokuša doći do odgovora na sledeće pitanje: Može li primena učenja na daljinu u nastavi matematike da utiče na povećanje nivoa postignuća učenika i unapređivanja njene didaktičko metodičke efikasnosti tokom pandemije COVID-19 virusa?

Pored navedenih konstatacija pregledom najnovije naučne literature utvrđeno je da postoji i nedostatak naučnih radova i informacija o uticaju veština i kompetencija nastavnika na uvođenje i upotrebu IKT-a u vaspitno-obrazovnim institucijama u Republici Srbiji, što će biti deo istraživanja ove disertacije.

Predmet istraživanja disertacije predstavlja ispitivanje primene novih IKT i računarskih alata u funkciji unapređenja visokog obrazovanja. Uzimajući u obzir da se radi o aktuelnom kompleksnom problemu istraživanja, doktorskom disertacijom će biti obuhvaćen globalni fenomen masovne primene e-nastave u uslovima aktuelne pandemije virusa COVID-19 sa posebnom studijom slučaja mogućnosti primene neuro-fazi metodologije, kao i na komparativnoj analizi platformi i alata za e-učenje, i digitalne pismenosti u Republici Srbiji sa aspekta uticaja na kvalitet obrazovanja.

Pred istraživačima se s pravom postavlja pitanje merenja efekata primene IKT i računarskih alata u obrazovanju. Pojedini autori naglašavaju da je merenje efekata IKT na obrazovanje metodološki zahtevno, jer zahteva primenu mera i procesa koji su teško merljivi

(Denić et al. 2020). Pored toga, povratne informacije studenata ukazuju da bolje razumeju predstavljeni materijal i da im se sviđa da nastavnici koriste IKT na predavanjima. Multimedijalno podučavanje i učenje pruža studentima podjednaku mogućnost za uspešno savladavanje gradiva, međutim rad sa IKT alatima zahteva bar delimičnu promenu tradicionalnog načina predavanja. U tom kontekstu neophodno je istražiti da li ovi mrežni alati mogu zadovoljiti potrebe i nastavnika i učenika, da li učenje na daljinu može da efikasno primeni kvalitetne nastavne planove i da li se učenje na daljinu može uspostaviti kao efikasan alat za duži period obrazovanja, a na kraju bi trebalo dati predloge da bi se ubrzao razvoj učenja na daljinu, prema rezultatima istraživanja (Chen et al. 2020).

Pandemija virusa COVID-19 bila je najveći izazov sa kojim su se obrazovni sistemi ikad suočili do sada, te je bilo potrebno urgentno pronaći adekvatne odgovore na novonastalu situaciju. U doktorskoj disertaciji će biti razmatran i termin takozvane *proširene upotrebe IKT* (eng. *Extended Use*), što podrazumeva da predavač koristi ne samo osnovne funkcije dostupnih programa, već i složenije i sofisticiranije aplikacije. Detaljnim istraživanjem utvrđeno je da postoji nedostatak naučnih radova i informacija o primeni učenja na daljinu u nastavi matematike. Upotreba IKT u obrazovanju u kombinaciji sa konstruktivističkim učenjem rezultira prilagođenim načinom nastave, što menja praksu nastavnika u procesu učenja i podučavanja.

3.1.1.1 Operacionalno određenje predmeta istraživanja

Operacionalizacija predmeta istraživanja „Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije” može se formulisati kroz sledeće segmente i elementarne sadržaje:

- Mogućnost primene adaptivne neuro fazi metodologije u učenju na daljinu tokom pandemije virusa COVID-19;
- Stanje informatičke-digitalne pismenosti u Republici Srbiji, i
- Sveobuhvatna komparativna analiza platformi i alata za e-učenje u Republici Srbiji.

U literaturi se termin „digitalna pismenost“ koristi u nekoliko konteksta. Za isti fenomen koriste se različiti pojmovi: digitalna pismenost, računarska pismenost, medijska pismenost, IKT pismenost, e-pismenost, što sve odražava brzi razvoj tehnologije i popularnost tehnološke pismenosti i upotrebu svega toga kod kuće, u školi, na radnom mestu i u društvu. U tom smislu se upotreba IKT za širenje informacija i znanja u obrazovne svrhe naziva i e-učenjem i istovremeno je paradigma savremenog obrazovanja.

3.1.1.2 Vremensko određenje predmeta istraživanja

Period realizacije ovog istraživanja je bio letnji semestar školske 2020/21. godine (od maja 2020. god. do juna 2021. god.). U ovom istraživanju je uzelo učešće 400 studenata sa teritorije cele Republike Srbije, od čega je bilo 40% muškaraca i 60% žena.

3.1.1.3 Prostorno određenje predmeta istraživanja

Istraživanje je realizovano u ustanovama visokog obrazovanja Republike Srbije. Istraživanjem su obuhvaćene visokoškolske ustanove, sa cele teritorije Republike Srbije, iz ruralnih i urbanih područja, različitog doba starosti stim da je prosečna starost ispitanih studenata 22,45 godine.

3.1.1.4 Disciplinarno određenje predmeta istraživanja

Istraživanje je obuhvatilo polje računarskih nauka, odnosno užu naučnu oblast **računarski softveri u obrazovanju**. Predmet istraživanja prvenstveno spada u oblast elektronskog obrazovanja i primene softvera u obrazovanju. Polazeći od interdisciplinarnosti predmeta istraživanja, rezultate ovog istraživanja moći će koristiti svi koji se bave istraživanjem obrazovnih procesa odnosno više naučnih disciplina koje istražuju ovu izuzetno važnu i aktuelnu problematiku. Istraživanje doktorske disertacije obuhvatiće populaciju koja ima formalno obrazovanje, a koja koristi kombinovane oblike učenja. Iz svega navedenog, disciplinarno određenje predmeta istraživanja tiče se i multidisciplinarnosti, te ćemo u nastavku istraživanja primeniti znanja iz metodike nastave informatike, obrazovnih tehnologija, pedagogije, didaktike i drugih naučnih disciplina.

3.2 Ciljevi istraživanja

Ciljevi našeg istraživanja proizilaze iz postavljenog predmeta istraživanja da se istraže mogućnosti primene ANFIS metodologije, Geogebre i obrazovnih tehnologija i alata u procesu učenja na daljinu. Osnovni zadaci u istraživanju tiču se utvrđivanja kvaliteta postignuća između onih učenika i studenata koji su nastavne sadržaje savladavali primenom e-nastave i onih učenika i studenata koji su iste sadržaje obrađivali primenom klasične tradicionalne nastave. Takođe, ispitaćemo i kvalitet e-materijala koji se primenjuje u e-nastavi. U cilju utvrđivanja kvaliteta e-nastave, neophodno je istražiti i uticaj motivisanosti nastavnika za primenu IKT i računarskih softvera u nastavi, kao i uticajne faktore za uspešnu i efektanu primenu IKT u

nastavi. Stoga naučni ciljevi ovog istraživanja teže da naučnim postupkom utvrde, opišu, klasifikuju, objasne i predstave primenu učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije.

Kroz naše istraživanje, ispitaćemo i trajnosti znanja kod učenika i studenata u čijem obrazovanju se primenjuje kombinacija različitih uticaja, poput: IKT-a, obrazovnog softvera, primenljivosti matematike i značaja matematike u smislu njenih spesificnosti, zatim uticaj digitalnih veština nastavnika, spremnosti nastavnika, uticaj tehnološke infrastructure i dr. S tim u vezi, a na osnovu upitnika, izložićemo mišljenja učenika i studenata o doprinosu e-nastave, e-materijala, i uticaju informatičke-digitalne pismenosti nastavnika na kvalitet njihovih stečenih znanja realizovanih nastavnih sadržaja tokom pandemije virusa COVID-19.

U tom smislu biće predstavljen razvoj modela primene adaptivne neuro fazi metodologije u učenju na daljinu, u određivanju parametara efikasnosti primene sa aspekta usvojenosti znanja. Doktorska disertacija pored opšteg naučnog, ima i značajnu društveno-ekonomsku vrednost čime će se steći naučna saznanja o samom predmetu istraživanja. analizira performanse učenika neuro-fazi pristupom nakon primene tehnika e-učenja. Prilagodljivi sistem neuro-faznog zaključivanja (ANFIS) koristi se za određivanje faktora koju su najvažniji za uspeh u nastavi.

Budući da veliki broj škola i drugih institucija sve više koristi e-učenje, kao i da se u tu svrhu uglavnom koristi Modularno objektno orijentisano dinamičko okruženje za učenje (Moodle) sistem upravljanja učenjem (LMS), analizom učenja na bavićemo se učenjem na daljinu i primenom Moodle LMS-a u obrazovnim ustanovama, kao i metodama koje su nastavnici u Srbiji koristili tokom pandemije virusa COVID-19. ANFIS se koristi za određivanje faktori koji su najvažniji za uspeh učenika. U tu svrhu, predstavimo prednosti upotrebe GeoGebre u savladavanju lekcija iz geometrije i motivisanju i podsticaju učenika da koriste ovaj softver u procesu učenja.

Praktičan cilj je istraživanje modele obrazovanja koji će biti efikasniji od tradicionalnog i koji će biti savremeniji u usvajanju znanja od strane učenika i studenata, te koji će podstaći njihovo angažovanje i kreativnost i samim tim uticati na zadovoljstvo prilikom izvršavanja postavljenih zadataka. Iz navedenih ciljeva je jasno uočljiv pragmatični aspekt, u smislu u kojem će se koristiti rezultati istraživanja, ali i naučni aspekt jer određujemo do kog nivoa spoznaje je potrebno doći kako bi se potvrdile ili opovrgle osnovne hipoteze istraživanja disertacije. Za merenje uticaja primene učenja na daljinu koristiće se elektronski upitnici koje smo postavili pred učenike i studente studentima, a preko kojih smo dobili 400 validnih odgovora. Takođe, predstavimo elektronski upitnik koji smo predstavili nastavnicima i

rukovodiocima obrazovnih ustanova, a što je rezultiralo odgovorima 100 anketiranih, kao i upitnik za srednje škole koji služi za merenje efekata na trajnost znanja u nastavi matematike, a u kome je učestvovalo 85 učenika iz eksperimentalne grupe i 86 učenika iz kontrolne grupe.

3.3 Zadaci istraživanja

Primarni zadatak istraživanja je, da se ciljano pristupi sistematskom istraživačkom i teorijskom radu da bi se istražilo kako učenje na daljinu pomoću adaptivne neuro fazi metodologije, alata i platforme e-učenja i digitalna pismenost utiču na proces učenja odnosno kako strategijski i sistematski iskoristiti taj uticaj sa ciljem unapređenja kvaliteta obrazovanja u Republici Srbiji, tokom trajanja pandemije virusa COVID-19. U okviru istraživanja, a u skladu sa pomenutim ciljevima istraživanja, pokušaćemo da damo odgovore na sledeće zadatke:

1. Utvrditi razliku u nivou i kvalitetu postignuća između studenata koji su nastavne sadržaje savladavali primenom e-nastave, e-materijala kao inovativnih modela interaktivnog učenja i studenata koji su iste sadržaje obrađivali primenom klasične tradicionalne nastave;
2. Utvrditi razliku u nivou i kvalitetu postignuća sa aspekta motivisanosti nastavnika kroz primenu IKT i računarskih softvera u nastavi;
3. Utvrditi koji faktori moraju biti ispunjeni za efikasnu i efektivnu upotrebu IKT i računarskih softvera u nastavi na visokoškolskim ustanovama;
4. Utvrditi razliku u trajnosti znanja između učenika kombinacijom uticaja IKT-a, obrazovnog softvera, primenjivosti matematike i značaja matematike u smislu njenih specifičnosti;
5. Utvrditi mišljenje studenata o doprinosu e-nastave, e-materijala, i uticaju informatičke-digitalne pismenosti nastavnika na kvalitet njihovih stečenih znanja realizovanih nastavnih sadržaja;
6. Utvrditi uticaj tehnološke infrastrukture na usvajanje e-učenja u vaspitno-obrazovnim ustanovama;
7. Ispitati efekat spremnosti nastavnika na usvajanje e-učenja;
8. Istražiti uticaj nastavnih planova i programa za e-učenje na prihvatanje e-učenja u vaspitno-obrazovnim ustanovama;
9. Kako digitalne veštine i primena GeoGebre i ANFIS-a utiču na usvajanje e-učenja u

vaspitanje obrazovnim ustanovama?

Rezultati istraživanja predmetne analize koristiće brojnim stručnjacima na univerzitetima i fakultetima, u ministarstvu, zavodu, institutima i drugim telima koja se bave obrazovanjem. U daljem istraživanju, bavićemo se pitanjem stanja primenljivosti platformi i alata za e-učenje i digitalne pismenosti u funkciji radi podizanja i unapređivanja kvaliteta obrazovanja u Republici Srbiji.

3.4 Osnovne hipoteze od kojih će se polaziti u istraživanju

Na bazi postavljenih ciljeva istraživanja, na osnovu kojih su predstavljeni zadaci istraživanja, u nastavku rada ćemo se baviti istraživačkim pitanjima i hipotezama koje iz njih proizilaze. Problem istraživanja doktorske disertacije će biti sagledan iz konteksta problematike primene učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije. Naše istraživanje primenićemo na polje informatičke-digitalne pismenosti, e-nastave, e-materijala u funkciji unapređivanja kvaliteta i visokog obrazovanja pružanjem odgovara, između ostalog, i na sledeća istraživačka pitanja:

- Da li i na koji način neuro-fazi sistem sa nejasnim zaključivanjem (ANFIS) može sprovesti efikasnu analizu znanja učenika tokom pandemije virusa COVID-19;
- Da li GeoGebra pozitivno utiče na savladavanje gradiva iz geometrije i motivisanje i podsticaj učenika da koriste ovaj softver u procesu učenja tokom pandemije virusa COVID-19;
- Koji su dominantni faktori koji utiču na trajnost znanja kod učenika tokom pandemije virusa COVID-19;
- Kakav je stav nastavnika i studenata na visokoškolskim ustanovama po pitanju primene novih obrazovnih tehnologija u nastavnom procesu;
- Koja IKT sredstva, obrazovne tehnologije, alate i platforme koriste studenti i nastavnici u nastavnom procesu tokom pandemije virusa COVID-19, i
- Koje su informatičke-digitalne kompetencije nastavnika neophodne kako bi oni mogli na kvalitetan način primeniti e-učenje i e-materijale u nastavi?

Iz definisanog problema, suštine problema i hipotetičkih stavova, nameće se osnovno pitanje – na koji način istražiti uticaj primene učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro-fazi metodologije? Na osnovu navedenih ciljeva i postavljenih zadataka istraživanja, formulisane

su hipoteze istraživanja doktorske disertacije koje će se naučno-istraživačkim metodama potvrditi ili opovrgnuti:

H1: Primenom adaptivnog neuro fazi sistema sa nejasnim zaključivanjem (ANFIS), nakon primene aplikacije za učenje na daljinu ili e-učenja (elektronsko učenje) moguće je sprovesti efikasnu analizu znanja učenika iz matematike.

H2: Informatičke-digitalne kompetencije nastavnika direktno su proporcionalne pozitivnim efektima primene e-nastave, e-materijala u nastavi sa aspekta kvaliteta obrazovnog procesa;

H3: Postojeći programi usavršavanja i osposobljavanja vezano za primenu IKT u obrazovanju, e-učenju i e-materijali koji su dostupni nastavnicima u visokom obrazovanju u potrebnoj i dovoljnoj meri nezadovoljavaju njihove potrebe za stručnim usavršavanjem.

H4: Dostupnost obrazovnih tehnologija i platformi i alata e-učenja, GeoGebre, e-materijala te podrška u njihovoj primeni pozitivno utiču na motivaciju nastavnika za implementaciju IKT, e-učenja, e-materijala u nastavni proces.

3.5 Metode koje će se u istraživanju primeniti

Podaci ovog istraživanja biće prikupljeni metodom anketiranja učenika, studenata i nastavnika u Republici Srbiji tokom pandemije virusa COVID-19. Polazeći od navedenih ciljeva, zadataka i hipoteza, u istraživanju će biti korišćene sledeće metode:

- Analitička metoda: analizom sadržaja relevantne domaće i strane literature i naučnih/stručnih radova;
- Komparativna metoda.
- Deskriptivni metod;
- Tehnika analize i sinteze; i

U istraživačkom delu disertacije su korišćene sledeće naučne metode:

- Metoda ispitivanja;
- Eksperimentalna metoda ;
- Metoda modelovanja; i
- Statistička metoda

U svrhu kreiranja teorijske osnove istraživanja, utvrđivanje ciljeva i zadataka istraživanja, kao i formulisanje istraživačke hipoteze koristićemo metodu teorijske analize. Deskriptivni metod je primenjen kako bi se prezentovali rezultati teorijskog istraživanja sprovedenog na istraživanju dostupnih literarturnih izvora iz Republike Srbije i inostranstva, kao i rezultati empirijskog istraživanja sprovedenog na visokoškolskim ustanovama u Republici Srbiji.

Komparativni metod će biti primenjen najpre kako bi se uporedili rezultati dobijeni ispitivanjem grupa studenata, a potom su dobijeni rezultati upoređeni sa rezultatima dobijenim u sličnim istraživanjima kod nas. Statistički metod činiće osnovu empirijskog istraživanja doktorske disertacije i stoga će biti detaljnije razmotren. Statistički metod se bazira na prikupljanju podataka zasnovanom na reprezentativnom uzorku ispitanika iz visokoškolskih ustanova. Za istraživanje se koristio stratifikovani slučajni uzorak. Anketirano je i obrađeno 400 ispitanika, u ovom slučaju studenata iz Republike Srbije tokom pandemije virusa COVID-19.

Kao alat za prikupljanje podataka korišćena su dva nezavisna anonimna online anketna upitnika za student i nastavnike sa pitanjima zatvorenog tipa, kao i upitnik za učenike srednjih škola sa ciljem potvrđivanja efekata primene Geogebre u matematici i istraživanje uticajnih faktora na trajnost znanja u nastavi matematike.

Ankete su izrađene pomoću GoogleForms aplikacije i distribuirane putem e-maila i društvenih mreža. Primer upitnika za studente i nastavnike naći će se na kraju doktorske disertacije u Prilogu 1 i Prilogu 2. Ova anketa je sprovedena na proizvoljnom uzorku, tokom poslednje tri godine, gde je učestvovalo 38 osnovnih škola i 13 srednjih škola. Korišćeni faktori predstavljaju najvažnije faktore za uspeh učenika. Uzorci podataka se prikupljaju i uređuju za dalju statističku analizu. Nema potrebe za normalizacijom podataka, jer ANFIS mreža koristi funkcije članstva za proces fuzifikacije podataka. Drugim rečima, skup podataka je spreman i primenljiv kada je predstavljen statistički. Prikupljeni podaci su statistički obrađeni i predstavljeni u MS Excel platformi. U sledećem koraku skup podataka je sačuvan u datom formatu kako bi se primenila ANFIS mreža. Jednom kada je statistički obrađen u sledećem koraku, učitani su u softver MATLAB za dalju analizu od strane mreže ANFIS.

U doktorskoj disertaciji su korišćene sledeće tehnike:

1. Tehnika testiranja, i
2. Tehnika anketiranja.

Na osnovu primenjenih tehnika istraživanja, upotrebljeni su sledeći instrumenti istraživanja za prikupljanje podataka:

1. Testovi znanja, i
2. Anketni upitnici.

Metodologija istraživanja biće zasnovana na kvantitativnom pozitivističkom istraživanju. U istraživanju će biti proverene uzročno posledične veze i zakonitosti na osnovu empirijskih observacija.

Da bismo istraživanje mogli da sprovedemo na smislen način, pratili smo sledeće korake:

1. Istražena je literatura i teorijska polazišta u odnosu na opštu temu istraživanja, odnosno upotrebu IKT-a u oblasti obrazovanja;
2. Istraživanje je suženo na uže područje efektivne upotrebe IKT u visokom obrazovanju, koje studente priprema za posao i dalja usavršavanja. Zanimalo nas je kako nezavisne promenljive, tehnička opremljenost IKT, digitalna pismenost studenata i nastavnika, utiču na funkcionalnu upotrebu IKT, dok smo na osnovu literature i polustrukturiranih intervjuja pripremili hipoteze.
3. Dat je plan istraživanja: odlučili smo se za kvantitativno istraživanje, način prikupljanja podataka putem elektronskih anketa (Neuman 2011: 312 – 328) i pripremili smo merni instrument. Obzirom da se radi o više hipoteza istraživanja i anketa, uzorak su činili učenici srednjih škola, studenti i profesori iz različitih visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji, iz ruralnih i urbanih područja.
4. Prikupljeni su podaci elektronskom anketom i pripremljeni za obradu.
5. Obradili smo numeričke podatke i kreirali slike i tabele za jasniji i sažetiji prikaz dobijenih podataka.
6. Dobijeni podaci korišćeni su za tumačenje prema teorijskim polazištima i za odgovaranje na istraživačka pitanja. Razmotrili smo alternativna tumačenja i uporedili smo rezultate sa prethodnim istraživanjima i protumačili rezultate.
7. Nalazi su rezimirani u diskusiji i analizi rezultata.

U istraživanju smo se opredelili za Likertovu skalu koju smo koristili kako bismo od ispitanika dobili odgovore da li se slažu ili ne sa navedenim izjavama u anketi. Preporučuje se upotreba 4 do 8 kategorija, jer više od toliko opcija izaziva zabunu kod ispitanika (ibid.). U našoj studiji smo koristili 5 kategorija. Pri odabiru uzorka u kvantitativnom istraživanju, biramo odgovarajuće jedinice i tretiramo ih kao nosioce stavova i karakteristika društvenog sveta (Neuman 2011: 241). Uzorak verovatnoće za ovo istraživanje odabran je i definisan

usmeravanjem prema obrazovnim ustanovama u Republici Srbiji. Po završetku konceptualizacije uzorka, operacionalizovali smo postupak merenja i promenili apstraktnu ideju u empirijsku, konkretniju listu koja pokriva sve jedinice populacije. Na ovaj način smo dobili uzorak okvira.

Opis promenljivih: Trajnost znanja je jedan od najbitnijih faktora unapređenja nastave matematike. Mnogi učenici i nastavnici su suočeni sa problemom trajnosti znanja. U ovom istraživanju su predstavljene neke od mnogobrojnih promenljivih, koje predstavljaju nezavisne ulazne podatke, i koje utiču na zavisnu izlaznu promenljivu. Nezavisne promenljive su izabrane na osnovu ličnog ubeđenja istraživača da su to faktori koji mogu najviše da utiču na izlaznu promenljivu – trajnost znanja. Zavisna promenljiva, koja meri trajnost znanja, predstavlja odnos između prosečne ocene iz matematike na kraju tekuće i na kraju prethodne školske godine po definiciji istraživača. Nezavisne promenljive su:

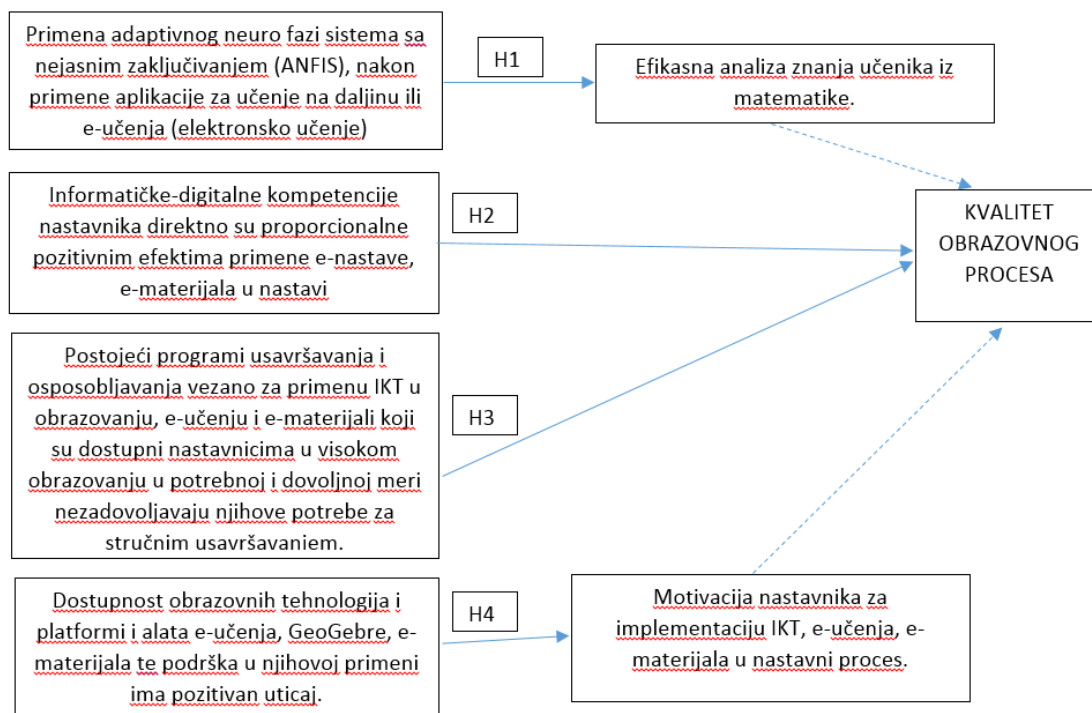
- Primenjivost matematike – predstavlja aritmetičku sredinu stepena upotrebe matematike u drugim nastavnim predmetima na skali od 1 – 5, po mišljenju učenika. Step 1 znači da matematika ne može da se primeni u ostalim nastavnim predmetima, a step 5 da može da se primeni u ostalim nastavnim predmetima;
- Broj bodova na inicijalnom testu u tekućoj godini – predstavlja broj bodova na testu koji se sprovodi na početku svake školske godine, predviđen je planom i programom i isti je na nivou cele države;
- Step upotrebe obrazovnog softvera u učenju – procentualna vrednost koja opisuje koliko učenik pojedinačno, izvan učionice, uči koristeći obrazovni softver ili neku platformu za učenje matematike;
- Učenje na klasičan način – procentualna vrednost koja opisuje koliko učenik pojedinačno, izvan učionice, uči iz literature i knjiga ili uz stručnu pomoć, na klasičan način;
- Broj bodova na godišnjem testu - predstavlja broj bodova na testu koji se sprovodi na kraju svake školske godine i predviđen je planom i programom nastavnog predmeta, i
- Važnost matematike - predstavlja procenu učenika o važnosti matematike u realnom životu na skali od 1 – 5 gde 1 znači da nije važna a 5 da je od velike važnosti.

Upitnici su anonimni i u okviru kojih je definisano više grupa pitanja.

Metodološki koncept naučnog istraživanja je sistematski postavljen i obuhvatao je sve faze neophodne za izradu naučnog rada. Na kraju poslednjeg poglavlja predstavljeni su

odgovori na istraživačka pitanja, a takođe je naglašen teorijski i praktični doprinos doktorske disertacije, dok su na kraju navedena ograničenja istraživanja i ukazano je na mogućnosti i pravce za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

Na slici 3.5.1 je prezentacija modela istraživanja čiji su konstrukti provereni upitnikom. Spoljni model opisuje veze između latentnih promenljivih i njihovih manifestnih promenljivih, a unutrašnji model opisuje odnose između latentnih promenljivih.



Slika 3.5.1 Model istraživanja

3.6 Očekivani rezultati i naučni doprinos

Očekuje se da će rezultati ovog istraživanja omogućiti otvaranje i rešavanje mnogih pitanja koja su vezana za trenutno stanje u obrazovnom sistemu Republike Srbije i može se uzeti kao polazna tačka za buduća detaljnija istraživanja ove tematike, sa ciljem efikasnije reforme i unapređenja obrazovanja. Naučni doprinos rada se ogleda u boljem, jasnijem, temeljnom razumevanju procesa primene učenja na daljinu i primene neuro fazi logike u analizi znanja, i prikazivanju problematke koja prati obrazovni sistem u uslovima primene novih IKT, računarskih softvera, novom načinu komuniciranja, uslovima rada i dolazećim generacijama koje žive u skladu sa novonastalim promenama digitalnog okruženja. Najnovija istraživanja ukazuju na to da se zajedničkim radom uklanjaju barijere koje nastaju na putu ka široj upotrebi IKT i računarskih alata u obrazovanju. U disertaciji je sprovedeno istraživanje sa ciljem

potvrđivanja da je obrazovni sistem u reformi koja teži stvaranju visokoškolskih ustanova 21. veka, a koja podrazumeva pored integracije IKT, računarskih alata i dostupnost, kolaborativnost, transparentnost, kvalitet, a sve u cilju efikasnosti celokupnog obrazovnog sistema.

Stručni doprinos disertacije se ogleda kroz rezultate istraživačkog rada koji predstavljaju empirijsku osnovu za analizu aktuelnog stanja učenja na daljinu i primene IKT. Značaju rada doprinose i primarni rezultati empirijskog istraživanja zadovoljstva studenata poređenjem dosadašnje, tradicionalne metode izvođenja nastave, sa sve prisutnijom metodom učenja na daljinu. Specifičan doprinos disertacije se ogleda u definisanju činilaca, primeni i uloge informatičkih-digitalnih kompetencija kao ključnog faktora prihvatanja e-učenja i e-materijala i njihove integracije u nastavni proces.

Korišćenje IKT u procesu učenja ima mnogo prednosti, ali, kao što su pokazala nedavna istraživanja, njihovo uvođenje u nastavni proces je prilično sporo i složeno. Brzi razvoj IKT prouzrokovao je mnoge promene u društvu i, shodno tome, u obrazovnom procesu. U disertaciji su istražene mogućnosti i načini uvođenja GeoGebrinog matematičkog softvera na časovima geometrije i njegov uticaj na nastavu i razumevanje obrađenog materijala od strane učenika tokom pandemije virusa COVID-19.

U ovom delu disertacije biće analiziran uticaj obrazovnog softvera u nastavi. Glavni cilj obrazovnog softvera jeste poboljšanje nastavnih performansi i osavremenjavanje nastavnog procesa poučavanja i učenja. Obrazovni softver predstavlja kombinaciju informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) i elektronskog učenja (e-učenje). U tu svrhu, biće studija upitnika primenjena za dobijanje podataka o obuci i testiranju za statističku procenu. Praktični doprinos istraživanja doktorske disertacije pokazuje važnost podržavanja strategije koja usmerava aktivnosti rukovodstva visokoškolskih ustanova ka cilju efikasne i efektivne primene IKT u nastavi tokom pandemije virusa COVID-19.

Rezultati istraživanja trebaju potvrditi da je obrazovni softver u nastavi veoma važan faktor za poboljšanje nastavnog procesa. Prepoznati su efekti ovog softvera na motivaciju, interesovanje i samopouzdanje svih činilaca obrazovnog procesa. Korišćenje IKT upotrebom GeoGebre biće novi izazov i za nastavnike i za učenike. U ovom delu disertacije biće izvršena procena motivacije i postignuća dve grupe učenika. Kontrolna grupa i eksperimentalna grupa pohađale su časove na tradicionalan način, odnosno koristeći IKT, a rezultati istraživanja istakli su ogromne prednosti uvođenja IKT u nastavni proces.

4 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U okviru istraživanju disertacije predstavljeni su mogući aspekti primene učenja na daljinu, neuro-fazi metodologije, učenja kroz igru, mobilnog učenja i učenja pomoću različitih elektronskih izvora od strane studenata sa ciljem definisanja uticaja, interesovanja i motivacije studenata. Empirijski podaci, odnosno rezultati istraživanja o očekivanjima i iskustvima učenika, studenata i nastavnika u integrisanju učenja na daljinu u svoje obrazovne aktivnosti mogu biti važan vodič za budućnost po pitanju strategija razvoja nastavno-pedagoške prakse

4.1 Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu nivo znanja

ANFIS model je prvo osposobljen za pojedinačni ulaz i pojedinačni izlaz za rangiranje ulaznog uticaja na dati izlaz. Ulazne RMSE vrednosti zasnovane na njihovom uticaju na izlaz u osnovnim školama predstavljene su u sledećoj tabeli 4.1.1.

Tabela 4.1.1. Uticaj parametara na rezultate u osnovnim školama

in 1--> RMSE training=0.1950, RMSE validating=0.1926
in 2--> RMSE training=0.1854, RMSE validating=0.1942
in 3--> RMSE training=0.0978, RMSE validating=0.1105
in 4--> RMSE training=0.1943, RMSE validating=0.1936
in 5--> RMSE training=0.1929, RMSE validating=0.1917
in 6--> RMSE training=0.0943, RMSE validating=0.1121
in 7--> RMSE training=0.1951, RMSE validating=0.1931
in 8--> RMSE training=0.0402, RMSE validating=0.0470

Kao što se može videti, ulazna promenljiva 8 (prosečna ocena na početnom ispitu) je najuticajnija promenljiva za izlazni parametar, s obzirom da je RMSE minimalan za zadatu ulaznu promenljivu. Učenik sa dobrim predznanjem mogao bi bolje da napreduje u osnovnoj školi.

Ako se kombinuju dve ulazne promenljive, sledeća kombinacija promenljivih je najuticajnija kombinacija, kao što je prikazano u tabeli 4.1.2.

Tabela 4.1.2. Dva parametra utiču na rezultate u osnovnim školama

in1 in2 -->	RMSE training=0.1805,	RMSE validating=0.2051
in1 in3 -->	RMSE training=0.0941,	RMSE validating=0.1118
in1 in4 -->	RMSE training=0.1914,	RMSE validating=0.1976
in1 in5 -->	RMSE training=0.1813,	RMSE validating=0.1963
in1 in6 -->	RMSE training=0.0903,	RMSE validating=0.1135
in1 in7 -->	RMSE training=0.1903,	RMSE validating=0.2022
in1 in8 -->	RMSE training=0.0384,	RMSE validating=0.0488
in2 in3 -->	RMSE training=0.0936,	RMSE validating=0.1122
in2 in4 -->	RMSE training=0.1807,	RMSE validating=0.2016
in2 in5 -->	RMSE training=0.1781,	RMSE validating=0.2258
in2 in6 -->	RMSE training=0.0904,	RMSE validating=0.1139
in2 in7 -->	RMSE training=0.1815,	RMSE validating=0.1986
in2 in8 -->	RMSE training=0.0392,	RMSE validating=0.0482
in3 in4 -->	RMSE training=0.0942,	RMSE validating=0.1188
in3 in5 -->	RMSE training=0.0933,	RMSE validating=0.1102
in3 in6 -->	RMSE training=0.0862,	RMSE validating=0.1103
in3 in7 -->	RMSE training=0.0944,	RMSE validating=0.1151
in3 in8 -->	RMSE training=0.0275,	RMSE validating=0.0357
in4 in5 -->	RMSE training=0.1836,	RMSE validating=0.2088
in4 in6 -->	RMSE training=0.0905,	RMSE validating=0.1186
in4 in7 -->	RMSE training=0.1895,	RMSE validating=0.2005
in4 in8 -->	RMSE training=0.0397,	RMSE validating=0.0477
in5 in6 -->	RMSE training=0.0918,	RMSE validating=0.1108
in5 in7 -->	RMSE training=0.1829,	RMSE validating=0.2045
in5 in8 -->	RMSE training=0.0388,	RMSE validating=0.0467

in6 in7 --> RMSE training=0.0921, RMSE validating=0.1153

in6 in8 --> RMSE training=0.0213, RMSE validating=0.0324

in7 in8 --> RMSE training=0.0394, RMSE validating=0.0465

Ako se kombinuju tri ulazne promenljive, sledeći rezultat je najrelevantniji:

Tabela 4.1.3 Najuticajnija tri parametara na rezultat u osnovnim školama.

in4 in6 in8 --> RMSE training=0.0178, RMSE validating=0.0427

Kombinacija broja učenika koji uče da dobijaju bolje ocene, broja učenika koji uče individualno pomoću obrazovnog softvera i prosečne ocene na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u osnovnim školama.

Ulazne RMSE vrednosti zasnovane na njihovom uticaju na rezultate u srednjim školama predstavljene su u tabeli 4.1.4.

Tabela 4.1.4 Uticaj parametara na rezultat u srednjim školama.

in 1--> RMSE training=0.2147, RMSE validating=0.2215

in 2--> RMSE training=0.1528, RMSE validating=0.1633

in 3--> RMSE training=0.2110, RMSE validating=0.2366

in 4--> RMSE training=0.2129, RMSE validating=0.2260

in 5--> RMSE training=0.1633, RMSE validating=0.1698

in 6--> RMSE training=0.2155, RMSE validating=0.2265

in 7--> RMSE training=0.1016, RMSE validating=0.0759

Kao što se može videti, ulazna promenljiva 7 (prosečna ocena na početnom ispitu) ima najveći uticaj na izlazni parametar, jer je RMSE minimalan za datu ulaznu promenljivu. Učenici sa dobrim predznanjem mogli bi bolje da rade u srednjim školama.

Dalje, ako su dve ulazne promenljive kombinovane, one najviše utiču na dati izlaz, a dobijeni rezultati su predstavljeni u tabeli 4.1.5.

Tabela 4.1.5. Uticaj dva parametra na rezultat u srednjim školama.

in1 in2 --> RMSE training=0.1433, RMSE validating=0.1696
in1 in3 --> RMSE training=0.2045, RMSE validating=0.2423
in1 in4 --> RMSE training=0.2067, RMSE validating=0.2466
in1 in5 --> RMSE training=0.1492, RMSE validating=0.1756
in1 in6 --> RMSE training=0.2112, RMSE validating=0.2444
in1 in7 --> RMSE training=0.1001, RMSE validating=0.0889
in2 in3 --> RMSE training=0.1428, RMSE validating=0.1783
in2 in4 --> RMSE training=0.1498, RMSE validating=0.1630
in2 in5 --> RMSE training=0.1487, RMSE validating=0.1599
in2 in6 --> RMSE training=0.1430, RMSE validating=0.1772
in2 in7 --> RMSE training=0.0912, RMSE validating=0.1562
in3 in4 --> RMSE training=0.1962, RMSE validating=0.2877
in3 in5 --> RMSE training=0.1560, RMSE validating=0.1823
in3 in6 --> RMSE training=0.2078, RMSE validating=0.2517
in3 in7 --> RMSE training=0.1004, RMSE validating=0.0781
in4 in5 --> RMSE training=0.1571, RMSE validating=0.1708
in4 in6 --> RMSE training=0.2103, RMSE validating=0.2299
in4 in7 --> RMSE training=0.1000, RMSE validating=0.0770
in5 in6 --> RMSE training=0.1480, RMSE validating=0.1854
in5 in7 --> RMSE training=0.0935, RMSE validating=0.1104
in6 in7 --> RMSE training=0.0975, RMSE validating=0.0825

Kombinacija motivisanih učenika i ocena na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u srednjim školama. U srednjim školama važno je samo učenje matematike, a ne obrazovni softver.

Konačno, ako su kombinovane tri ulazne promenljive, sledeći rezultat je najrelevantniji:

Tabela 4.1.6 Najuticajnija tri parametara na rezultat u srednjim školama.

in2 in6 in7 --> RMSE training=0.0755, RMSE validating=0.1076

Kombinacija broja učenika motivisanih za učenje matematike, broja učenika koji redovno pohađaju dodatna predavanja i prosečne ocene na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u srednjim školama.

4.2 Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu motivacija

Motivacija učenja matematike smatra se izlaznim faktorom u studiji. RMSE vrednost izračunata za svaki ulaz posebno za predviđanje prosečnog faktora motivacije samovrednovanjem učenika kako je navedeno u nastavku:

Tabela 4.2.1. Uticaj jednog parametra

in1 --> RMSE training = 0.0505, RMSE validating = 0.1303

in2 --> RMSE training = 0.0488, RMSE validating = 0.1324

in3 --> RMSE training = 0.0498, RMSE validating = 0.1301

in4 --> RMSE training = 0.0315, RMSE validating = 0.1203

in5 --> RMSE training = 0.0486, RMSE validating = 0.1298

in6 --> RMSE training = 0.0492, RMSE validating = 0.1306

in7 --> RMSE training = 0.0507, RMSE validating = 0.1316

in8 --> RMSE training = 0.0502, RMSE validating = 0.1309

in9 --> RMSE training = 0.0494, RMSE validating = 0.1303

in10 --> RMSE training = 0.0499, RMSE validating = 0.1310

RMSE vrednosti obuke predstavljaju indikatore za relevantnost ulaznih podataka za predviđanje analiziranog rezultata. Na primer, ulazni broj 4 ima najmanji RMSE za obuku, stoga je najveći značaj za prosečni faktor motivacije samovrednovanjem učenika. Otuda procenat učenika koji mogu da uče bez predavanja ima najjači značaj za prosečni faktor motivacije samovrednovanjem učenika. Testiranje RMSE vrednosti koristi se za praćenje prekomernog prilagođavanja između podataka o obuci i testiranja tokom postupka obuke, a na osnovu testiranja RMSE vrednosti nema prekomernog prilagođavanja.

Ako se dva ulaza kombinuju i istovremeno analiziraju, dobijaju se sledeći rezultati RMSE vrednosti:

Tabela 4.2.2 Uticaj dva parametra

in1 in2 --> RMSE training = 0.0477, RMSE validating = 0.1424
in1 in3 --> RMSE training = 0.0481, RMSE validating = 0.1313
in1 in4 --> RMSE training = 0.0298, RMSE validating = 0.1200
in1 in5 --> RMSE training = 0.0465, RMSE validating = 0.1289
in1 in6 --> RMSE training = 0.0473, RMSE validating = 0.1296
in1 in7 --> RMSE training = 0.0477, RMSE validating = 0.1317
in1 in8 --> RMSE training = 0.0486, RMSE validating = 0.1312
in1 in9 --> RMSE training = 0.0481, RMSE validating = 0.1303
in1 in10 --> RMSE training = 0.0487, RMSE validating = 0.1298
in2 in3 --> RMSE training = 0.0458, RMSE validating = 0.1333
in2 in4 --> RMSE training = 0.0294, RMSE validating = 0.1221
in2 in5 --> RMSE training = 0.0459, RMSE validating = 0.1305
in2 in6--> RMSE training = 0.0472, RMSE validating = 0.1323
in2 in7 --> RMSE training = 0.0458, RMSE validating = 0.1387

in2 in8 --> RMSE training = 0.0477, RMSE validating = 0.1322

in2 in9 --> RMSE training = 0.0449, RMSE validating = 0.1356

in2 in10 --> RMSE training = 0.0473, RMSE validating = 0.1319

in3 in4 --> RMSE training = 0.0300, RMSE validating = 0.1214

in3 in5 --> RMSE training = 0.0461, RMSE validating = 0.1283

in3 in6 --> RMSE training = 0.0459, RMSE validating = 0.1299

in3 in7 --> RMSE training = 0.0475, RMSE validating = 0.1338

in3 in8 --> RMSE training = 0.0482, RMSE validating = 0.1322

in3 in9 --> RMSE training = 0.0472, RMSE validating = 0.1303

in3 in10 --> RMSE training = 0.0465, RMSE validating = 0.1312

in4 in5 --> RMSE training = 0.0306, RMSE validating = 0.1205

in4 in6 --> RMSE training = 0.0301, RMSE validating = 0.1215

in4 in7 --> RMSE training = 0.0303, RMSE validating = 0.1211

in4 in8 --> RMSE training = 0.0310, RMSE validating = 0.1197

in4 in9 --> RMSE training = 0.0290, RMSE validating = 0.1213

in4 in10 --> RMSE training = 0.0275, RMSE validating = 0.1234

in5 in6 --> RMSE training = 0.0454, RMSE validating = 0.1293

in5 in7 --> RMSE training = 0.0453, RMSE validating = 0.1317

in5 in8 --> RMSE training = 0.0441, RMSE validating = 0.1309

in5 in9 --> RMSE training = 0.0463, RMSE validating = 0.1307

in5 in10 --> RMSE training = 0.0463, RMSE validating = 0.1322

in6 in7 --> RMSE training = 0.0463, RMSE validating = 0.1323

in6 in9--> RMSE training = 0.0455, RMSE validating = 0.1312

in6 in9 --> RMSE training = 0.0453, RMSE validating = 0.1348

in6 in10 --> RMSE training = 0.0483, RMSE validating = 0.1312

in7 in8 --> RMSE training = 0.0485, RMSE validating = 0.1325

in7 in9 --> RMSE training = 0.0445, RMSE validating = 0.1344

in7 in10 --> RMSE training = 0.0464, RMSE validating = 0.1358

in8 in9 --> RMSE training = 0.0474, RMSE validating = 0.1294

in8 in10 --> RMSE training = 0.0479, RMSE validating = 0.1315

in9 in10 --> RMSE training = 0.0477, RMSE validating = 0.1315

Kombinacija ulaznih podataka 4 i 10 ili procenat učenika koji mogu da uče bez predavanja i procenat nastavnika koji koriste obrazovni softver na predavanjima, ima najjači značaj na prosečni faktor motivacije samovrednovanjem učenika.

Ako se tri ulaza kombinuju i istovremeno analiziraju, sledeća kombinacija je najrelevantnija:

Tabela4.2.3. Najuticajnija tri parametra

in4 in7 in10 --> RMSE training=0.0162, RMSE validating = 0.1288

Kombinacija ulaznih podataka 4, 7 i 10 ili procenat učenika koji mogu da uče bez predavanja, procenat učenika koji uče sa ocenama i procenat nastavnika koji koriste obrazovni softver na predavanjima ima najjači uticaj na prosečni faktor motivacije učenika samoprocenom.

4.3 Rezultati istraživanja faktora uticaja na performansu trajnost znanja

Koren srednje kvadratne greške za trening i test podatke za ulaz koji ima najveći uticaj na izlaznu veličinu, predstavljen je u tabeli 4.3.1. Ulaz 3 ima najmanju RMSE, što znači da stepen upotrebe obrazovnog softvera u učenju ima najveći uticaj na odnos prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj godini, koja predstavlja merilo trajnosti znanja.

Tabela 4.3.1 Uticaj jednog ulaza na izlaz – trajnost znanja

in1--> RMSE training=0.0489, RMSE validating=0.0655
in2--> RMSE training=0.0529, RMSE validating=0.0579
in3--> RMSE training=0.0094, RMSE validating=0.0190
in4--> RMSE training=0.0543, RMSE validating=0.0625
in5--> RMSE training=0.0494, RMSE validating=0.0556
in6--> RMSE training=0.0537, RMSE validating=0.0535

Osim pojedinačnih uticaja ulaza na izlaz, izvršena je i procena uticaja dva kombinovana ulaza na izlaz. Dobijeno je da ulaz 1 i ulaz 3 u kombinaciji imaju najmanji RMSE, odnosno, najveći uticaj na izlaznu veličinu. Dakle, stepen primenjivost matematike i upotrebe obrazovnog softvera u učenju najviše utiče na količnik prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj školskoj godini iz matematike. RMSE za dva faktora je manja od RMSE jednog faktora što znači da kombinacija ova dva faktora ima veći uticaj na trajnost znanja.

Vrednosti svih grešaka treninga i testa za dva ulaza na izlaznu veličinu predstavljena su u tabeli 4.3.2.

Tabela 4.3.2 Uticaj dva ulaza na izlaz – trajnost znanja

in1 in2 --> RMSE training=0.0356, RMSE validating=0.0425
in1 in3 --> RMSE training=0.0062, RMSE validating=0.0064
in1 in4 --> RMSE training=0.0461, RMSE validating=0.0520
in1 in5 --> RMSE training=0.0300, RMSE validating=0.0357
in1 in6 --> RMSE training=0.0092, RMSE validating=0.0105
in2 in3 --> RMSE training=0.0096, RMSE validating=0.0134
in2 in4 --> RMSE training=0.0477, RMSE validating=0.0669
in2 in5 --> RMSE training=0.0309, RMSE validating=0.0358
in2 in6 --> RMSE training=0.0377, RMSE validating=0.0555
in3 in4 --> RMSE training=0.0899, RMSE validating=0.0798
in3 in5 --> RMSE training=0.0704, RMSE validating=0.0894
in3 in6 --> RMSE training=0.0792, RMSE validating=0.0934
in4 in5 --> RMSE training=0.0484, RMSE validating=0.0585
in4 in6 --> RMSE training=0.0486, RMSE validating=0.0469
in5 in6 --> RMSE training=0.0399, RMSE validating=0.0423

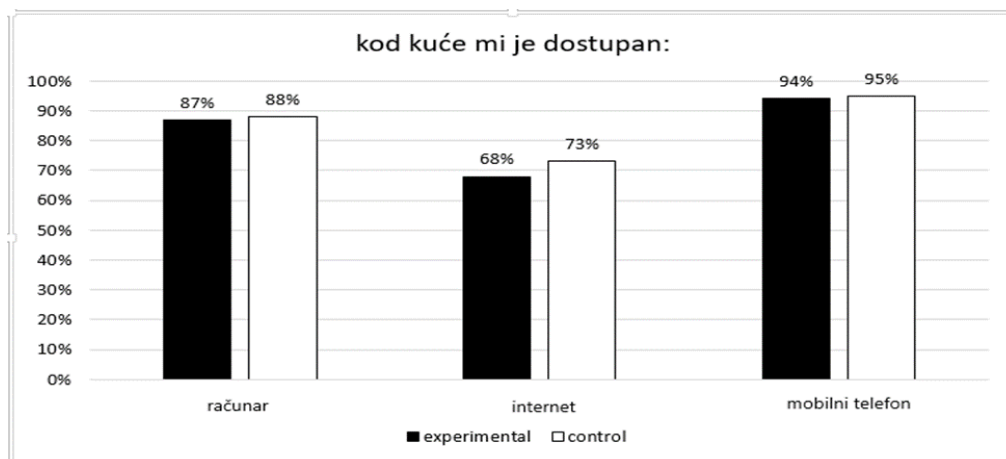
Nakon obrade podataka za uticaj tri ulaza združeno dobijeno je da ulazi 1, 3 i 6 imaju najmanju RMSE, te je njihov zajednički uticaj na izlaz najveći, odnosno, primenljivost matematike, stepen upotrebe obrazovnog softvera u učenju i neophodnost matematike najviše utiče na trajnost znanja opisanu pomoću odnosa prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj školskoj godini. RMSE za tri faktora je manja nego RMSE za dva faktora i RMSE jednog faktora što znači da kombinacija ova tri faktora ima još veći uticaj na trajnost znanja.

Tabela 4.3.3. Uticaj tri ulaza na izlaz – trajnost znanja

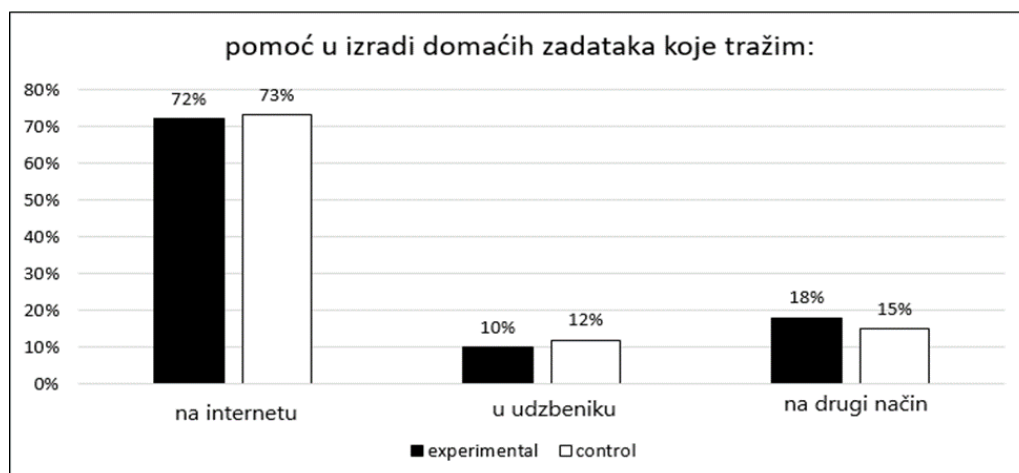
In1 in3 in6 --> RMSE training=0.0010, RMSE validating=0.0027
--

4.4 Rezultati istraživanja performansi uticaja Geogebre

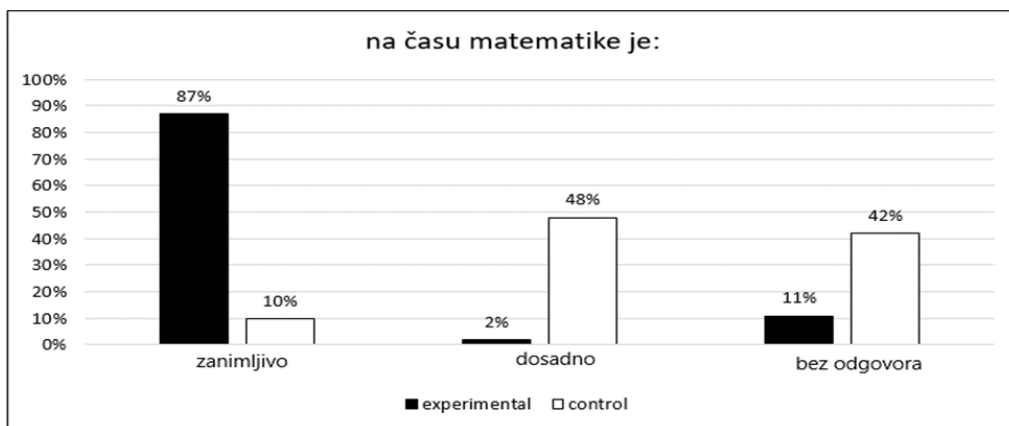
Istraživanje, koje je sprovedeno među učenicima, u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi, pokazalo je da su učenici obe grupe imali visok procenat dostupnih računara, Interneta i mobilnih telefona (slika 4.4.1 - 4.4.6.).



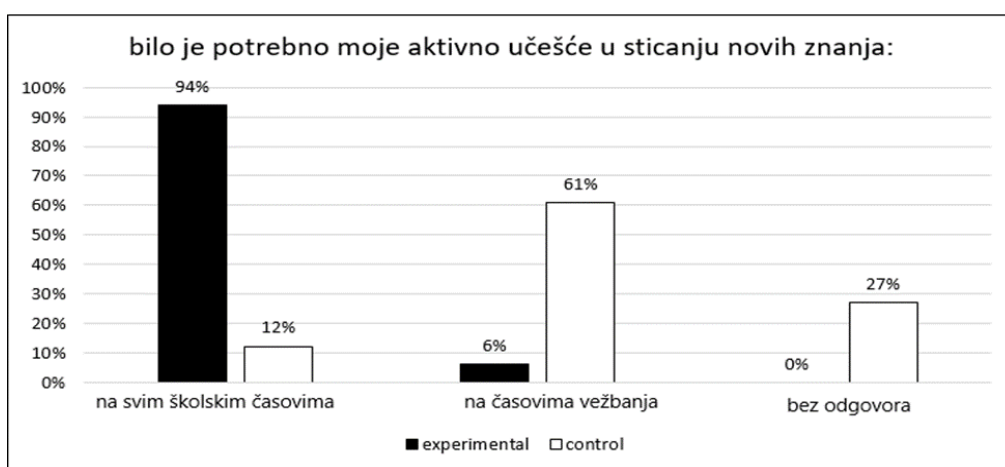
Slika 4.4.1 Dostupnost IKT



Slika 4.4.2 Pomoć kod domaćeg zadatka

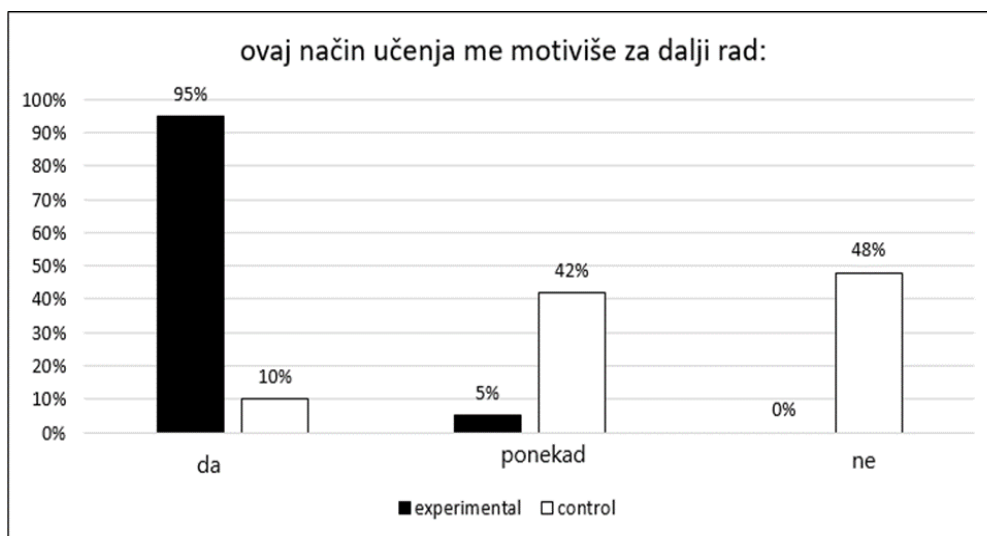


Slika 4.4.3 Stav učenika o školskim časovima matematike

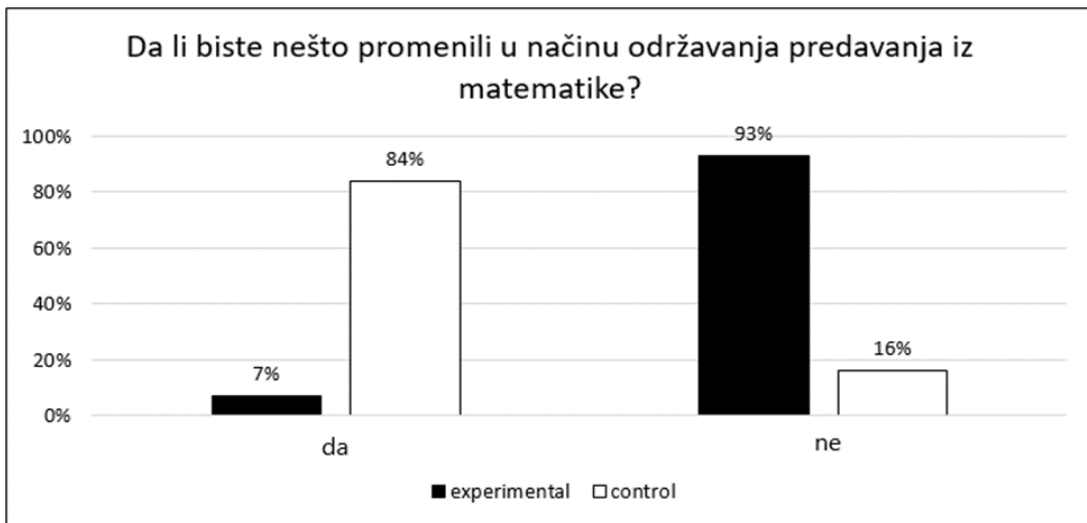


Slika 4.4.4 Aktivna nastava

Rezultati predstavljene ankete pokazali su da primena IKT u nastavi jača motivaciju učenika (slika 4.4.5.).



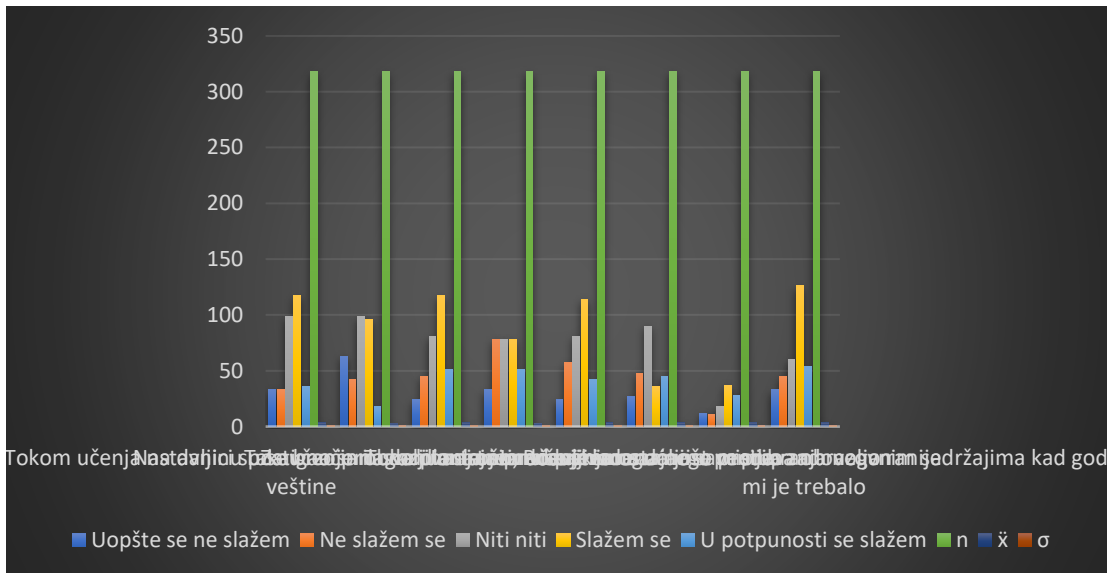
Slika 4.4.5 Motivacija



Slika 4.4.6 Stav učenika o načinu realizacije nastave

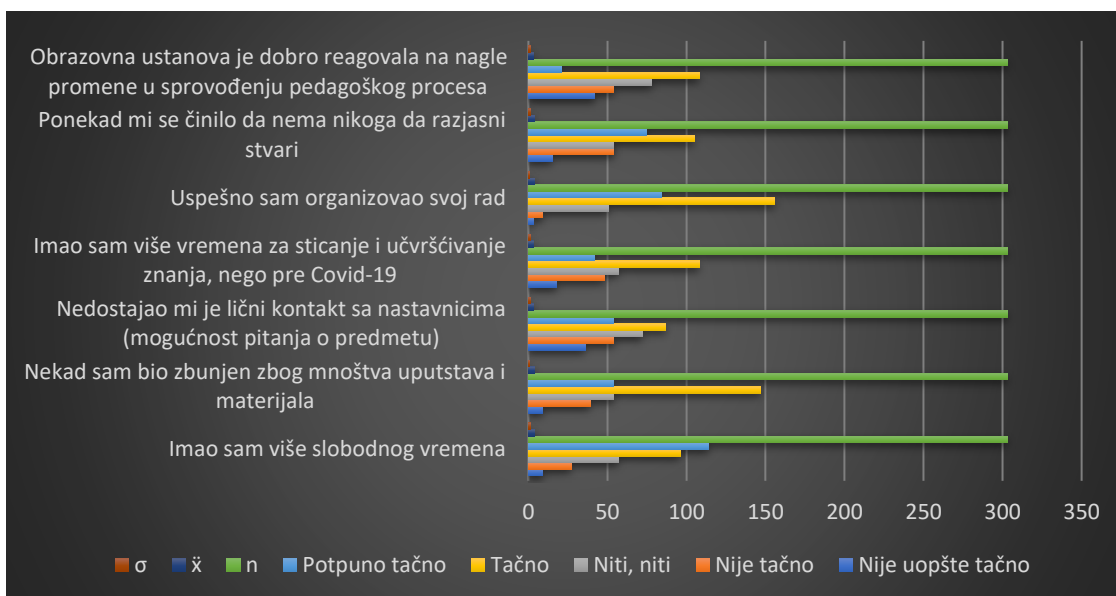
4.5 Rezultata istraživanja stavova o učenju na daljinu

Na sledećoj slici 4.5.1 predstavljeni su rezultati sprovedene ankete stavova studenata o učenju na daljinu.



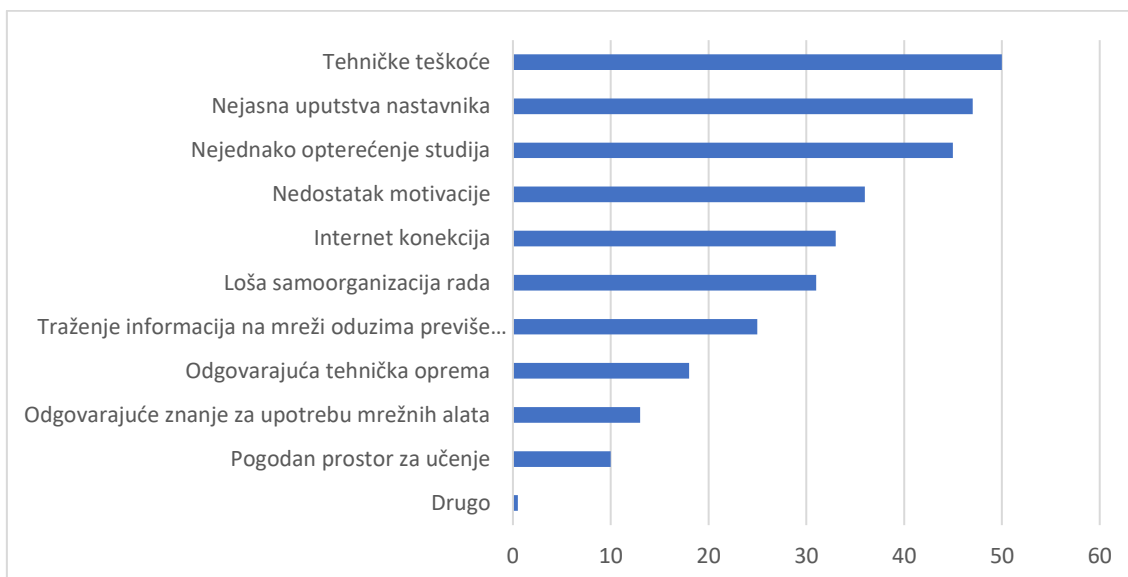
Slika 4.5.1 Stavovi studenata o učenju na daljinu

Na sledećoj slici 4.5.2. predstavljeni su rezultati sprovedene ankete stavova studenata o učenju na daljinu.



Slika 4.5.2 Zahtevi za učenje na daljinu i odgovori studenata

U nastavku su predstavljeni najčešći problemi sa kojima su se studenti susretali u učenju na daljinu. Na pitanje je od 400 studenata odgovorilo 328. Tri najčešće problema tiču se tehničkih problema koje je identifikovao 51 (50,5%) ispitanika, uputstva nastavnika na koja je ukazalo 47 (46,5%) učenika bila su nejasna, a poslednji problem na koji je ukazalo 45 (44,6%) učenika bilo je nejednako opterećenje, što pokazuje slika 4.5.3.



Slika 4.5.3 Problemi kod učenja na daljinu

4.6 Rezultati komparativne analize platformi za e-učenje

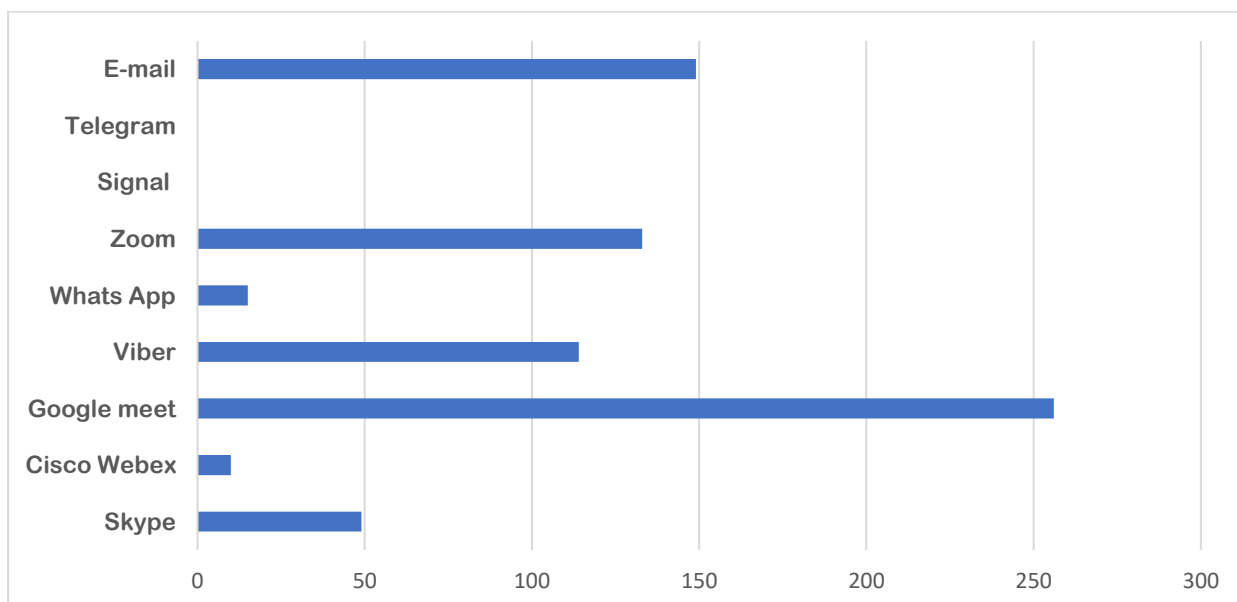
4.6.1 Swot analiza i diskusija rezultata ankete studenata i nastavnika

Ova analiza procenjuje unutrašnje i spoljašnje faktore, kao i trenutni i budući potencijal. Swot analiza najbolje funkcioniše kada su različite grupe unutar organizacije slobodni da pruže realne podatke, a ne propisane poruke.

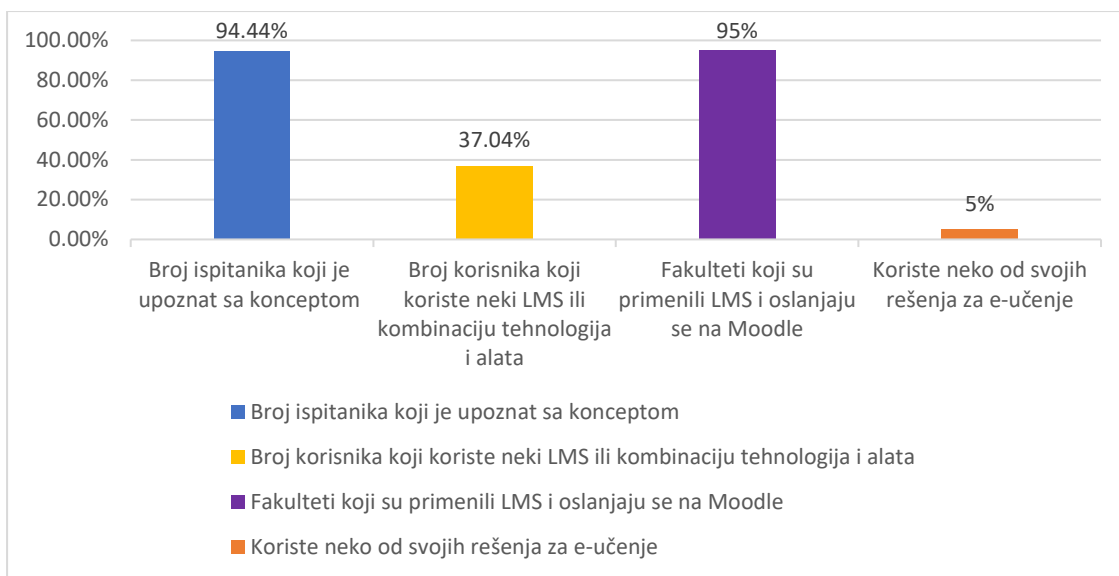
Tabela 4.6.1.1 Swot analiza primene e-učenja

Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none">✓ Fleksibilnost u pogledu rasporeda učenja✓ Strategiju, razvoj i osiguranje kvaliteta✓ Fleksibilniji način izvođenja učenja✓ Sposoban za integraciju tokom rada	<ul style="list-style-type: none">✓ Usredsređeno na formalno učenje koje treba fokusirati na one koji uče✓ Potreba za kvalifikovanim tehničarima za održavanje i nadogradnju softvera
Mogućnosti	Pretnje
<ul style="list-style-type: none">✓ Stvaranje okruženja usmerenog na učenika, umesto centralizovanog sistema izvođenja kurseva kroz socijalno i neformalno učenje✓ Nudi funkcionalnost upravljanja talentima u kontekstu formalnog i neformalnog učenja✓ Profesionalni razvoj✓ Uticaj na upravljanje znanjem	<ul style="list-style-type: none">✓ Polako odgovoriti na promene potreba učenika✓ Pozitivna uloga tehnologije često stvara ogroman rizik od ignorisanja učenika i praćenja stvarnog učenja✓ Slaba institucionalna podrška

Na slici 4.6.1.1 Efektivnost alata prezentacije nastavnog sadržaja

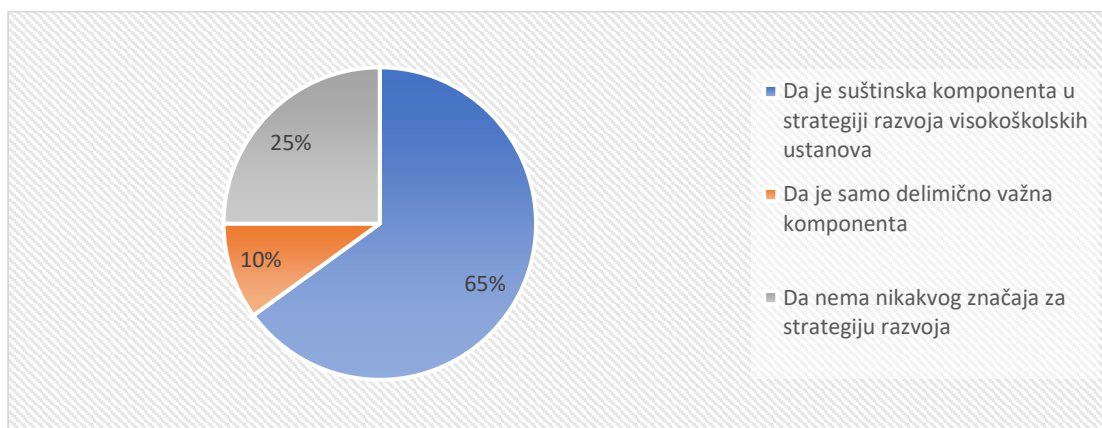


Slika 4.6.1.1 Efektivnost alata prezentacije nastavnog sadržaja



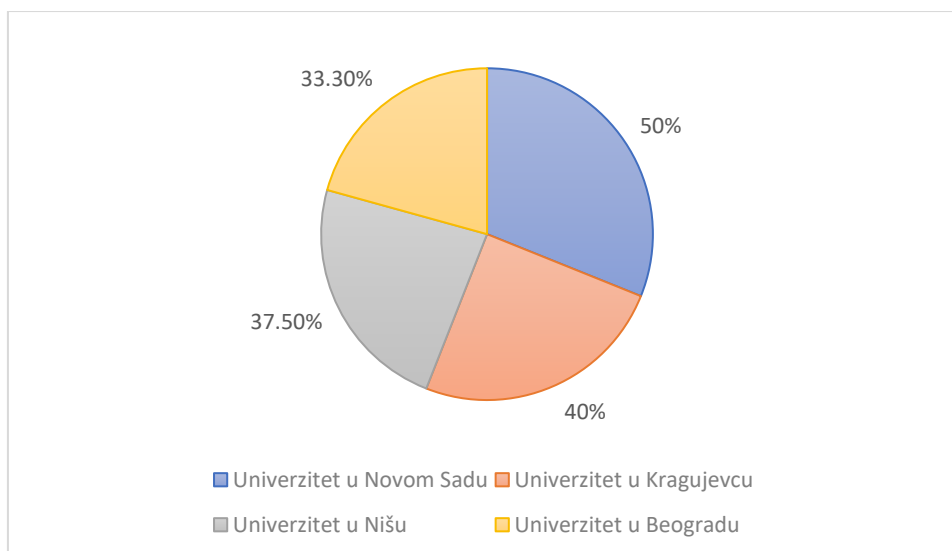
Slika 4.6.1.2 Korišćenje Moodle platforme po obrazovnim institucijama

Na sledećoj slici 4.6.1.3 prikazana je analiza institucija koje koriste Moodle LMS.



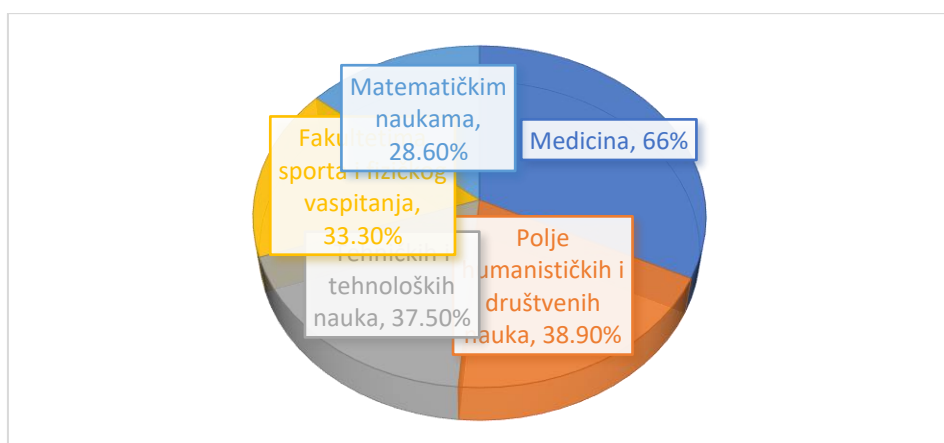
Slika 4.6.1.3 Analiza institucija koje koriste Moodle LMS, i njihovo mišljenje o upotrebi Moodle LMS-a.

Što se tiče univerziteta, sistem e-učenja je najzastupljeniji na Univerzitetu u Beogradu a ostali procenti se mogu videti na slici 4.6.1.4.



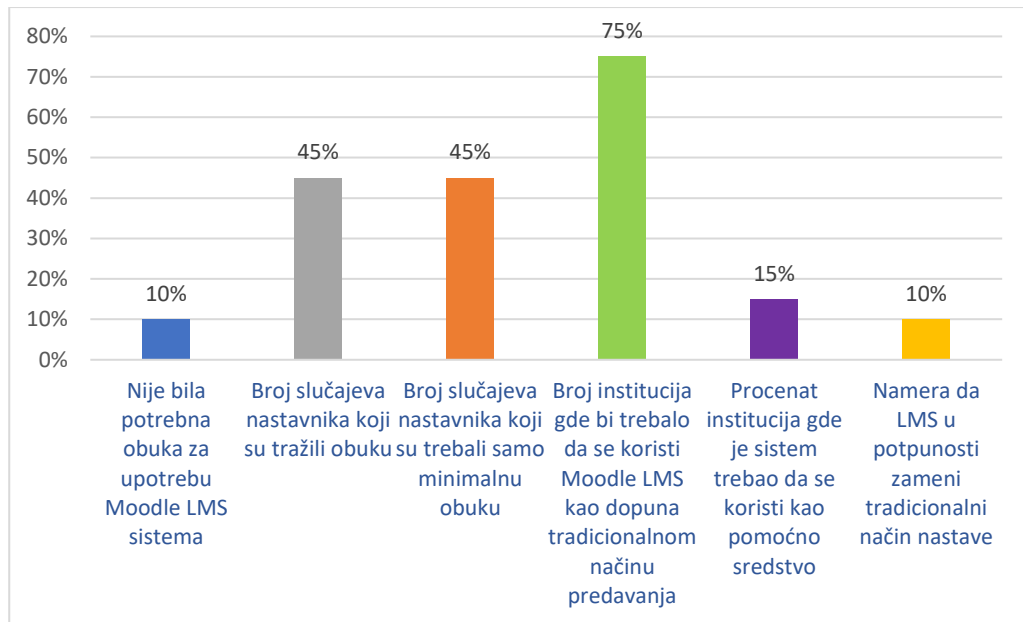
Slika 4.6.1.4 Zastupljenost sistema e-učenja po Univerzitetima

Na slici 4.6.1.5 rezultati pokazuju da se Moodle LMS sistemi najviše koriste u medicini (66%).

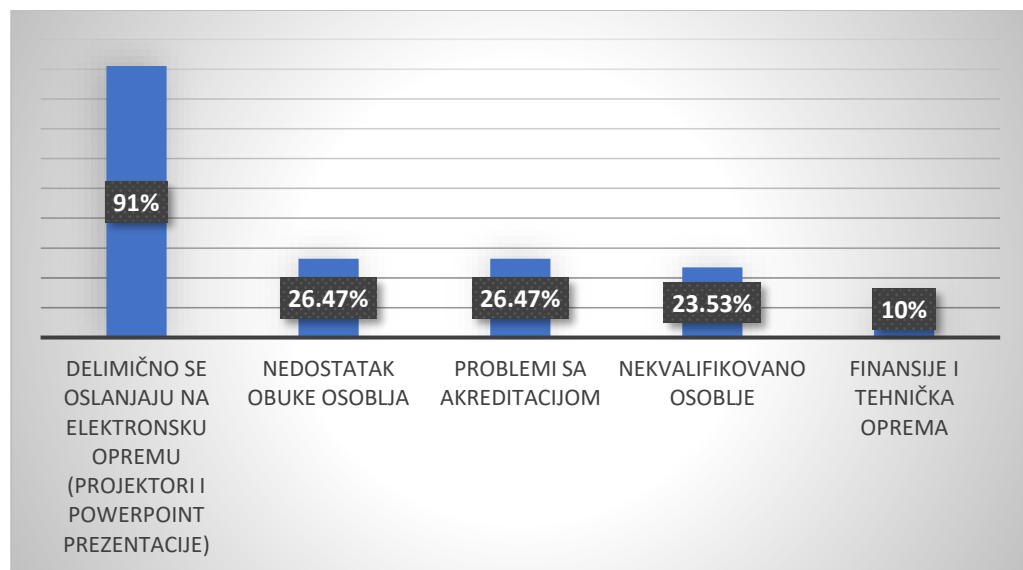


Slika 4.6.1.5 Korišćenje Moodle LMS sistema u naukama i njegova zastupljenost

Na sledećoj slici 4.6.1.6 istraživanje ukazuje mišljenje da bi Moodle LMS trebalo da se koristi kao dopuna tradicionalnom načinu predavanja, dok su potpuni podaci predstavljeni na sledećoj slici Slika 4.6.1.6

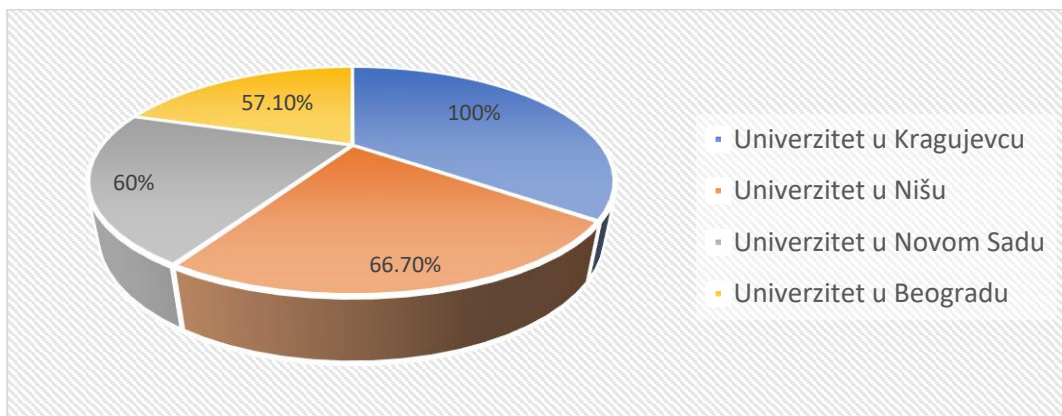


Slika 4.6.1.6 Procenat institucija kojima je bila potrebna obuka za korišćenje Moodle LMS-a



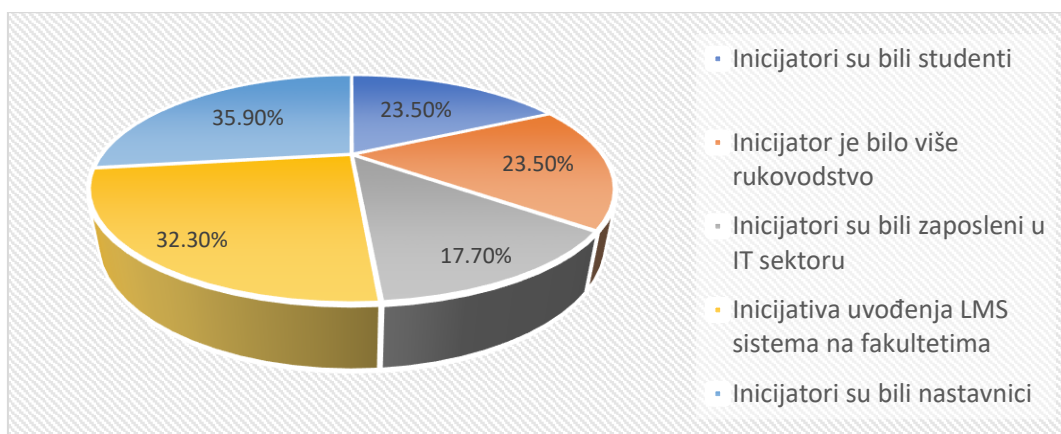
Slika 4.6.1.7 Primenjivanje elektronskih sistema učenja u institucija i glavni razlozi za neupotrebu LMS-a

Na sledećoj slici 4.6.1.8 dat je prikaz Univerziteta u Republici Srbiji koji planiraju da uvedu LMS platforme.

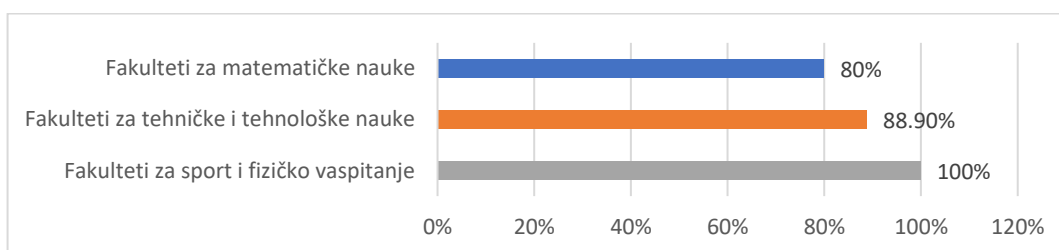


Slika 4.6.1.8 Univerzitet u Republici Srbiji koji planiraju da uvedu LMS platformu

Na sledećoj slici 4.6.1.9 dati su odgovori inicijative i inicijatora uvođenja LMS platforme na Univerzitetima u Republici Srbiji

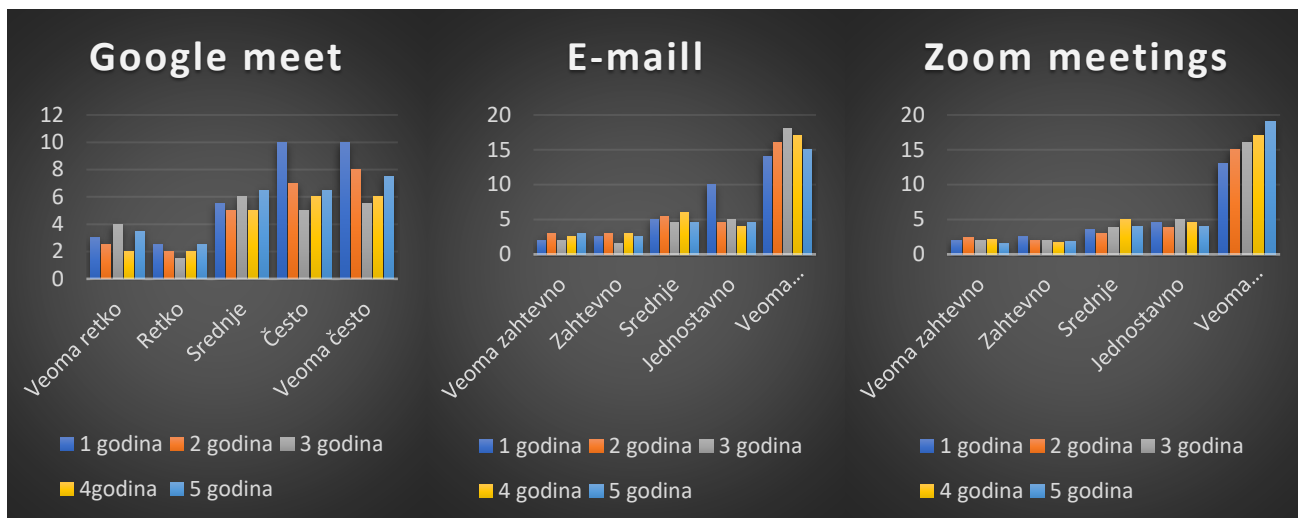


Slika 4.6.1.9 Inicijativa i inicijatori uvođenja LMS platforme na Univerzitetima u Republici Srbiji



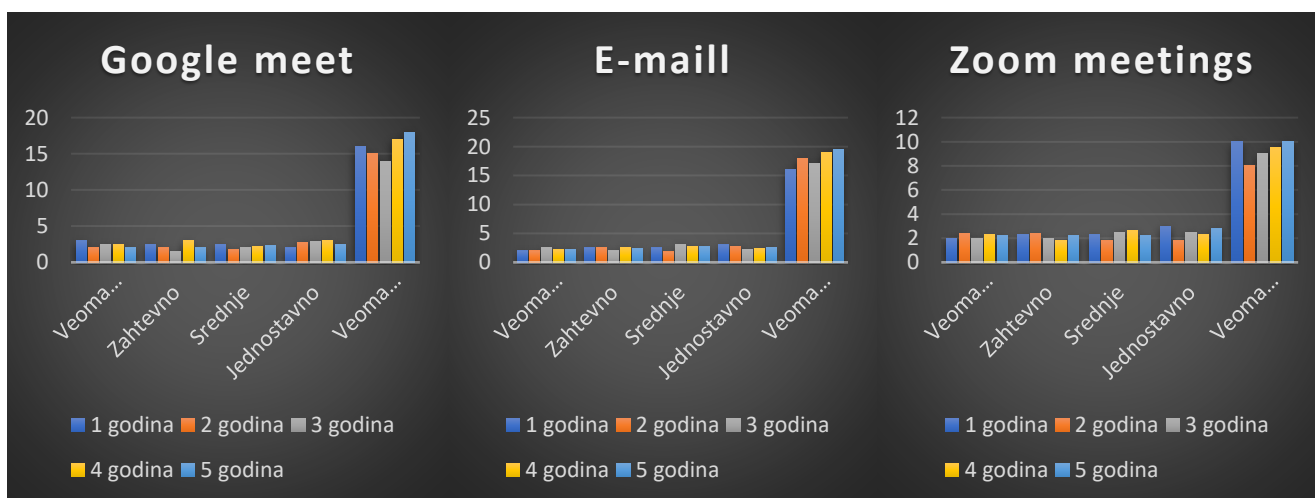
Slika 4.6.1.10 Institucije i Fakulteti koji planiraju uvođenje LMS platforme

Na sledećoj slici 4.6.1.11 predstavljena je učestanost pri upotrebi softverskih alata od strane studenata na različitim, godinama studija.



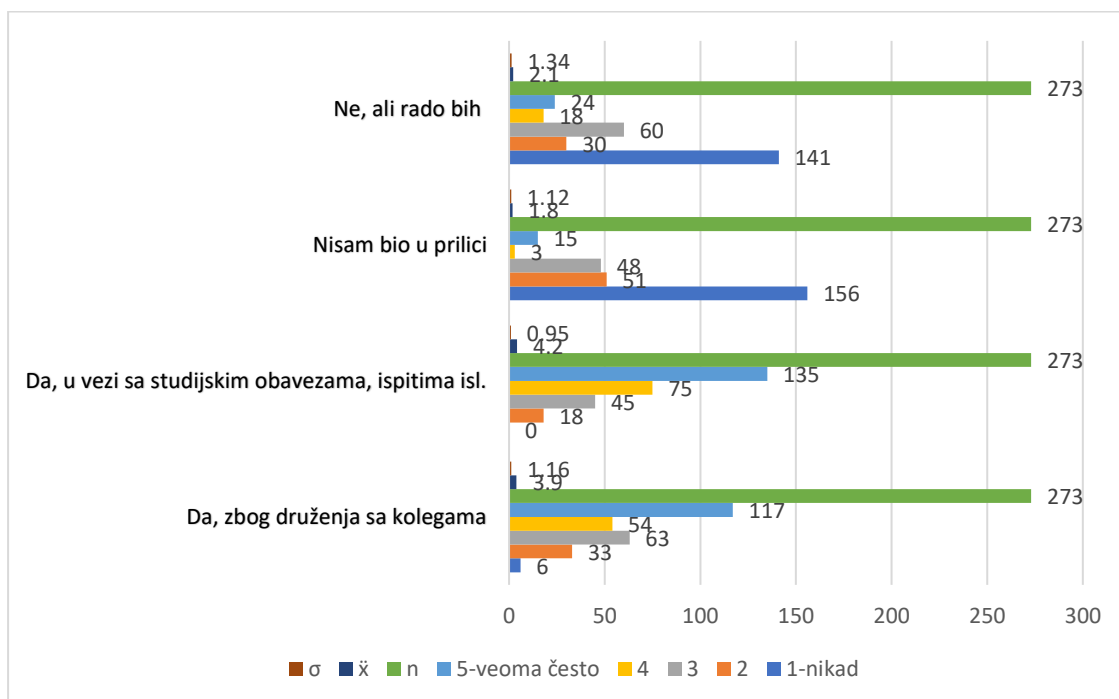
Slika 4.6.1.11 Učestalost korišćenja mrežnih alata prema godini studija

U nastavku su na slici 4.6.1.12 predstavljene teškoće korišćenja mrežnih alata Google meet, E-mail i Zoom po godinama studija od prve do pete godine.



Slika 4.6.1.12 Teškoća korišćenja mrežnih alata po godinama studija

Na sledećoj slici 4.6.1.13 predstavljena je svrha i frekvencija kontakata među studentima.



Slika 4.6.1.13 Razlog i učestalost kontakata

4.7 Rezultati anketa studenata o elektronskoj nastavi i e-materijalima

U nastavku su prikazani rezultati odgovora studenata na pitanja iz ankete o elektronskoj nastavi i e-materijalima, efektima primene učestalosti upotrebe, obukama iz IT veština i pitanjima vezanim za mogućnost unapređenja elektronske nastave.

- **Da li nastavnici u vašoj visokoj školi / fakultetu koriste Elektronsku nastavu i e-materijale na časovima?**

Tabela 4.7.1 Upotreba elektronske nastave i e-materijala od strane nastavnika

DA	355	88,75%
NE	45	11,25%

- **Stepen primene Elektronske nastave na vašem fakultetu/visokoj školi zavisi od:**

Tabela 4.7.2 Stepen primene Elektronske nastave na vašem fakultetu/visokoj školi

Digitalne pismenosti nastavnika	324	81,0%
Uprave fakulteta-visoke škole	62	15,5%
Osnivača fakulteta-visoke škole	14	3,5%

- **Koji predmetni nastavnik (navesti predmet) najčešće koristi Elektronsku nastavu i e-materijale?**

Dve trećine studenata nije dao ocenu ili je odgovor bio "SVI", a među odgovorima našli su se i predmeti Elektronsko poslovanje, Mehanika, Matematika,

- **Koji predmetni nastavnik (navesti predmet) najmanje koristi Elektronsku nastavu i e-materijale?**

Trećina anketiranih studenata nije dala odgovor, a među odgovorima našli su se i predmeti, Linearna algebra, Psihologija, Metodika nastave ...

- **Lakše mi je da razumem temu kada nastavnik koristi Elektronsku nastavu i e-materijale:**

Tabela 4.7.3 Razumevanje nastave kada nastavnik koristi Elektronsku nastavu i e-materijale

DA	370	92,5%
NE	30	7,5%

- **Lakše mi je da razumem temu ako nastavnik prenosi nastavni sadržaj putem Elektronske nastave i e-materijala kroz (moguć je samo jedan odgovor):**

Tabela 4.7.4 Primena Elektronske nastave i e-materijala

video – animaciju	150	(37.5%)
Sliku	112	(28%)
Tekst	69	(17.25%)
interaktivni sadržaj	51	(12.75%)
Zvuk	18	(4.5%)

- **Da li želite da nastavnici povećaju upotrebu IKT uređaja u učionici ?**

Tabela 4.7.5 Upotreba IKT u nastavi

DA	324	(81%)
NE	76	(19%)

- **Da li mislite da su uopšteno nastavnici dovoljno vešti u korišćenju računara i digitalnih tehnologija i da mogu da prate savremene trendove (uvek nove aplikacije za razne aktivnosti)?**

Tabela 4.7.6 Veštine i kometencije nastavnika u primeni IKT

DA	290	(72.5%)
NE	110	(27.5%)

- **Da li se slažete da u svojoj visokoj školi / fakultetu imate dovoljno mogućnosti za dodatno obrazovanje i obuku u korišćenju IKT tehnologija?**

Tabela 4.7.7 Dodatne obuke iz IKT

uopšte se ne slažem	63	15,75%
potpuno se slažem	154	38,5%
delimično se slažem	193	48,25

4.8Odgovori nastavnika i rukovodilaca ustanova oprimeni IKT u nastavi

- **Da li se u vašoj ustanovi organizuje obuka za nastavnike iz oblasti IKT?**

Tabela 4.8.1 Organizovane obuke za nastavnike iz oblasti IKT

Ne	98	94,23%
Ustanova plaća obuku van ustanove	4	3,84%
Obuka se organizuje povremeno, prema potrebi	4	3,84%
Obuka se organizuje jednom u toku šk.godine	0	0%
Obuka se organizuje jednom u toku semestra	0	0%
Obuka se organizuje jednom mesečno ili češće	0	0%

- **Da li vaša VŠU ima usvojeni (napisani) plan razvoja IKT?**

Tabela 4.8.2 Plan razvoja IKT ustanova

NE	80	76,92%
Plan je u postupku usvajanja	24	23,07%
DA	0	0%

- **Da li su finansijskim planom vaše VŠU predviđena posebna namenska sredstva za razvoj?**

Tabela 4.8.3 Namenska sredstva za razvoj IKT

NE	90	90%
DA	10	10%

- **Ko u Ustanovi odlučuje o razvoju IKT?**

Tabela 4.8.4 Odlučivanje ustanova o razvoju IKT

Dekan (Direktor)	60	57,69%
Kolegijalni organ	20	19,23%
Rukovodilac računarskog centra	20	19,23%
Neko drugi (ko?)	4	3,84%

- **Da li u vašoj Ustanovi postoji sistematski nadzor, kontrola i evaluacija primene i razvoja IKT?**

Tabela 4.8.5 Sistematski nadzor, kontrola i evaluacija primene i razvoja IKT

NE	39	37,5%
DA	65	62,5%

- **Da li u vašoj Ustanovi postoji služba ili osoba kojoj je primarni zadatak razvoj IKT?**

Tabela 4.8.6 Postojanje službe ili osobe kojoj je primarni zadatak razvoj IKT

NE	100	96,15%
DA	4	3,84%

- **Koji su alati platforme za onlajn komunikaciju korišćeni za održavanje onlajn nastave na vašoj ustanovi?**

Tabela 4.8.7 Alati i platforme za onlajn komunikaciju korišćeni za održavanje onlajn nastave

Skype	37	35,57%
Cisco Webex	4	3,84%
Google meet	100	96,15%
Viber	86	82,69%
Whats app	32	30,76%
Zoom	100	96,15%
Signal	2	1,92%
Telegram	5	4,80%
Imejl	4	3,84%

- **Da li se na vašoj Ustanovi primenjuje e-učenje?**

Tabela 4.8.8 Primena E-učenja

Da, to je preovlađujući oblik učenja	9	8,65%
Da, pojedini odseci	2	1,92%
Da, pojedini nastavnici	56	53,84%
E-učenje u fazi razvoja	2	1,92%
Ne	35	33,65%

- **Da li se u vašoj Ustanovi izvodi nastava “Računarstvo i informatika” (Uređivanje teksta, računarske mreže, rad sa pametnim tabelama, multimedija)?**

Tabela 4.8.9 Nastava Računarstva i informatike

Da	66	63,46%
Ne	38	36,53%

5 DISKUSIJA REZULTATA

Sprovedena istraživanja u okviru ove doktorske disertacije ukazuju da nastavnici u visokom obrazovanju veruju da znanja, veštine i kompetencije nastavnika predstavljaju faktore koji se moraju ispuniti, odnosno zadovoljiti, kao uslov za efektivnu i uspešnu upotrebu IKT u procesu nastave tokom pandemije virusa COVID-19. U tom smislu, naglašava se značaj tehnološkog i didaktičkog znanja nastavnika, što je takođe povezano sa sposobnošću kritičke procene primerenosti upotrebe određenog IKT-a, odnosno učenja na daljinu u konkretnim situacijama učenja.

5.1 Procena faktora uticaja na trajnost znanja ANFIS metodologijom

H1: Primenom adaptivnog neuro-fazi sistema sa nejasnim zaključivanjem (ANFIS), nakon primene aplikacije za učenje na daljinu ili e-učenja (elektronsko učenje) moguće je sprovesti efikasnu analizu znanja učenika iz matematike.

Kao jedan od najvećih problema nastave matematike pokazala se trajnost usvojenog znanja. Kako bi neko znanje postalo trajno nije dovoljno samo da se usvoje određene procedure već se nastavni sadržaji moraju razumeti i učenik mora biti sposoban da ta znanja primenjuje u nepoznatim situacijama. Iz tog razloga se smatra da je faktor trajnosti znanja ključan faktor unapređenja nastave matematike. Kao pokazatelj trajnosti znanja izabran je odnos između prosečne ocene iz matematike na kraju tekuće i na kraju prethodne školske godine. Faktori uticaja na trajnost znanja su odabrani na osnovu ličnog iskustva. Procena faktora je data ANFIS metodologijom. U nastavku je dat odgovor na postavljeno istraživačko pitanje da li neuro fazi sistem sa nejasnim zaključivanjem, može sprovesti efikasnu analizu faktora koji utiču na trajnost znanja učenika u procesu realizacije nastave učenjem na daljinu tokom pandemije virusa COVID-19.

Rezultatima istraživanja su predstavljeni najuticajniji faktori na trajnost znanja, i to:

- Jedan najuticajniji faktor;
- Dva najuticajnija faktora združeno, i
- Tri najuticajnija faktora združeno.

Po rezultatima istraživanja najuticajniji faktor na trajnost znanja jeste stepen upotrebe obrazovnog softvera van učionice. Učenje pomoću obrazovnog softvera aktivira mnogo više čula nego učenje na tradicionalan način. Sva ta čula omogućavaju kvalitetnije usvajanje

nastavnih sadržaja ali i mnogo brže i lakše podsećanje nekih nastavnih sadržaja koji se dugo nisu koristili. Većina obrazovnih softvera ima i raznih dopunskih sadržaja za razvijanje matematičkog mišljenja.

Dva najuticajnija faktora združeno na trajnost znanja su učenje pomoću obrazovnog softvera, samostalno, van nastavnog procesa i primenjivost matematike u drugim nastavnim predmetima. Ukoliko učenik zna da koristi matematiku i u drugim nastavnim predmetima i može da prepozna probleme u realnom životu koji se mogu rešiti nekim matematičkim modelom, onda se može reći da razume sadržaje predmeta. To je neophodan uslov za trajnost znanja. Mnogi obrazovni softveri sadrže zadatke primenjene matematike. Tri najuticajnija faktora trajnosti znanja su učenje pomoću obrazovnog softvera, primenjivost matematike i važnost matematike.

Matematika ima višestruke važnosti u životu svakog čoveka. Ona ga uči da se precizno i jasno izražava, da razmišlja po nekoliko koraka unapred, da pokuša da rešava probleme na adekvatan način, da bude uporan i nikad ne odustaje. Učenik koji je svestan važnosti matematike pokazuje veće interesovanje i ulaže veći trud u proces učenja što rezultira razvijanjem matematičkog mišljenja na tom stepenu da je može i primeniti u različitim životnim situacijama.

Model koji je izabran za predikciju faktora koji najviše utiču na trajnost znanja pri određivanju jednog, dva i tri najuticajnija faktora ima izuzetno visok koeficijent linearne korelacije, što znači da se sa sigurnošću može reći da je pouzdan. Rezultati pokazuju da u predikciji najuticajnijih faktora figurišu samo tri faktora iz skupa potencijalnih faktora što govori da je model dobro odabran jer, u opštem slučaju, može se desiti da imamo jedan faktor sa najvećim uticajem, a da združeno, pri određivanju najvećeg uticaja dva i tri faktora budu neki sasvim drugi faktori iz skupa ponuđenih (takvi modeli imaju manju pouzdanost).

Ovo istraživanje je potvrdilo hipotezu da je ANFIS metodom moguće predvideti faktore koji utiču na trajnost znanja učenika iz matematike sa aspekta učenja na daljinu.

Na trajnost znanja najviše utiče upotreba obrazovnog softvera u procesu učenja na daljinu. Ukoliko kombinujemo dva faktora, najveći uticaj imaju učenje pomoću obrazovnog softvera i primenjivost matematike u drugim nastavnim predmetima. atike u smislu njenih specifičnosti. Stoga možemo zaključiti da učenje na daljinu pomoću obrazovnog softvera ima dominantan uticaj kada je trajnost znanja u pitanju.

Ovde je pokazano da je prva pretpostavka tačna. I u osnovnoj i u srednjoj školi predznanje je najvažniji faktor za uspeh učenika u matematici. Oznake na početnom ispitu

odražavaju prethodno znanje. Učenici koji imaju više predznanja mogu lako usvojiti nova znanja. Matematika je složena nauka i usvajanje bilo kojeg novog znanja direktno je proporcionalno prethodnom znanju. U lancu prilagođavanja znanja svaka karika mora biti prisutna. Ako neke veze nedostaju, prilagođavanje novog znanja postaje teško.

Ukoliko je predznanje loše, potrebna su dodatna predavanja. Ova dodatna predavanja mogu se održati korišćenjem obrazovnog softvera opisanog u članku. Ovo je druga pretpostavka u članku. Međutim, nije moguće poboljšati uspeh učenika samo pomoću obrazovnog softvera, jer oni moraju da imaju predznanje. Takođe, postoji razlika između obrazovnog softvera za osnovne škole i za srednje škole. Obrazovni softver za osnovnu školu je mnogo lakši i privlačniji za učenike od obrazovnog softvera za srednju školu. Obrazovni softver za srednju školu je teži za upotrebu.

Kombinacija broja učenika koji uče individualno pomoću obrazovnog softvera i prosečne ocene na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u osnovnim školama. Obrazovni softver mogao bi da dovede do dobrog rada učenika samo u kombinaciji sa solidnim predznanjem.

Kombinacija broja učenika koji nauče da dobijaju bolje ocene, broja učenika koji uče individualno pomoću obrazovnog softvera i prosečne ocene na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u osnovnim školama.

Kombinacija motivisanih učenika i ocena na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u srednjim školama. U srednjim školama važno je samo učenje matematike, a ne obrazovni softver.

Kombinacija broja učenika motivisanih za učenje matematike, broja učenika koji redovno pohađaju dodatna predavanja i prosečne ocene na početnom ispitu najviše utiče na izlazni parametar u srednjim školama.

Kao što se može videti ulazna promenljiva 7 (prosečna ocena na početnom ispitu) ima najveći uticaj na izlazni parametar, jer je RMSE minimalan za datu ulaznu promenljivu. Učenici sa dobrim predznanjem mogli bi bolje da rade u srednjim školama. Kombinacija faktora 2 i 7 ili procenat učenika koji kažu da su predavanja zanimljiva i procenat učenika koji za ocenu ima najjači uticaj na prosečni faktor motivacije vrednovanjem nastavnika.

Kombinacija tri faktora koja ima najjači uticaj na prosečni faktor motivacije vrednovanjem nastavnika navedena je u nastavku:

- **1/4/7 --> RMSE training = 3.9222, RMSE checking = 50.3125**

Kombinacija faktora 1, 4 i 7 ili prosečne ocene na početnom testu iz matematike, procenta učenika koji su motivisani za učenje pomoću obrazovnog softvera na predavanju i procenta učenika koji uče za ocene ima najjači uticaj na prosečni faktor motivacije vrednovanjem nastavnika.

Takođe se ispostavilo da su učenici mnogo spremniji da uče koristeći znanje koje mogu pronaći na Internetu i da se najređe odlučuju za upotrebu udžbenika. To nije neočekivano, jer se na Internetu ono što traže može naći ukucavanjem ključnih reči, dok bi za istu aktivnost trebalo mnogo više vremena ako bi se realizovale pomoću udžbenika i više znanja. S obzirom na to da velika većina učenika ima računare, Internet i mobilne telefone, svakodnevno prisustvo IKT im nije neobično. Iz tog razloga, rezultati ankete u kojoj su učenici izrazili svoje stavove o prethodna tri školska sata matematike, nisu bili neočekivani. Naime, učenici iz eksperimentalne grupe izjavili su da je čak 87% njih bilo zainteresovano za nastavu, dok to nije bio slučaj sa učenicima koji su časove slušali na tradicionalan način i 48% njih je izjavilo da im je dosadno u nastavi, i čak 42% nema konkretan stav.

Nastava, koja je organizovana na principima aktivne nastave i IKT, prema oceni učenika, zahtevala je njihovo angažovanje tokom svih školskih sati - reklo je 94% učenika. Članovi kontrolne grupe aktivno su učestvovali u vežbama, što je potvrdilo 61% učenika, dok 27% njih smatra da od njih nije potrebno aktivno učešće u nastavnom procesu. Motiv je jedan od najvažnijih faktora uspešnog procesa sticanja znanja, posebno iz predmeta Matematika, koji je izuzetno složen i težak za učenike. Rezultati predstavljene ankete pokazali su da primena IKT u nastavi jača motivaciju učenika. Ukupno 93% učenika eksperimentalne grupe izjavilo je da ne želi ništa da menja u načinu realizacije školskog sata, dok je čak 84% kontrolne grupe smatralo da bi trebalo promeniti način rada.

Ulaz 3 ima najmanju RMSE, što znači da stepen upotrebe obrazovnog softvera u učenju ima najveći uticaj na odnos prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj godini, koja predstavlja merilo trajnosti znanja. S obzirom da je korelacioni koeficijent tj. koeficijent linearne korelacije veći od 0.8 smatra se da je model pouzdan.

Dobijeno je da ulaz 1 i ulaz 3 u kombinaciji imaju najmanji RMSE, odnosno, najveći uticaj na izlaznu veličinu. Koeficijent linearne korelacije je veći od 0.8 pa je model pouzdan. Dakle, primenjivost matematike i stepen upotrebe obrazovnog softvera u učenju najviše utiče na odnos prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj školskoj godini iz matematike. RMSE za dva faktora je manja od RMSE jednog faktora što znači da kombinacija ova dva faktora ima veći uticaj na trajnost znanja. Nakon obrade podataka za uticaj tri ulaza združeno dobijeno je da

ulazi 1, 3 i 6 imaju najmanju RMSE, pa je njihov zajednički uticaj na izlaz najveći, odnosno, primenljivost matematike, stepen upotrebe obrazovnog softvera u učenju i važnost matematike najviše utiče na trajnost znanja opisanu pomoću odnosa prosečne ocene u prethodnoj i tekućoj školskoj godini. RMSE za tri faktora je manja nego RMSE za dva faktora i RMSE jednog faktora što znači da kombinacija ova tri faktora ima još veći uticaj na trajnost znanja.

Studenti i nastavno osoblje mogu dobiti računare (radnu površinu, laptop, tablet, prenosni elektronski uređaj (PED)), po pristupačnim cenama, kao i internet vezu. U obrazovnim institucijama postoje stalni problemi, kao što su priprema materijala i kurseva za e-učenje, obezbeđivanje serverskih računara i druge IKT opreme, obuka za tehničko osoblje, obuka za nastavno osoblje za ovu vrstu posla. Na osnovu rezultata istraživanja može se zaključiti da institucije žele i trebaju takve programe da bi se proširile i poboljšale. Prethodno znanje učenika ima najveći uticaj na njihov uspeh u matematici.

Uopšteno, učenici iz eksperimentalne grupe bili su motivisani na časovima matematike zasnovanim na aktivnoj nastavi, gde su svi učenici bili uključeni u učenje novih sadržaja, gde je timski rad došao do izražaja i pokrenuo mnoge druge sposobnosti učenika, što je motivisalo učenike da istražuju što je više moguće u svrhu samoučenja, ali i podučavanja vršnjaka iz drugih škola. Sve ovo, kao konačni rezultat, imalo je mnogo bolja dostignuća na testu znanja.

Ono što je od izuzetnog značaja, a nije obuhvaćeno početnim hipotezama, jeste da je ovakva nastava tokom pandemije virusa COVID-19 dovela do unutrašnje motivacije nekoliko učenika da se pokažu u oblasti programiranja. Naime, dizajnirali su multimedijalni softver koji će pomoći u nastavi ove nastavne jedinice, osiguravajući tako da čak i oni učenici koji nisu bili prisutni na časovima ili nisu najbolje razumeli gradivo, mogu kasnije ponovo sve da prouče. Softver je svim učenicima, koji su se izjasnili, prosleđen na e-mail.

Ocenjujući svoj i rad drugih učenika, učenici razvijaju kritičko mišljenje. Oni obrađuju zadatak lekciju, usvajaju nova znanja, donose odluke. Rade na izgradnji zajedničkih, ali grade i sopstvene interne kriterijume za ocenjivanje. Učenici uče jedni od drugih, pomažu, daju ideje, kritički procenjuju svoja i tuđa predavanja i tako razvijaju kvalitetnu komunikaciju i saradnju, veštine neophodne za 21. vek. Intenzivira se interakcija učenik-učenik.

Dve trećine institucija uključenih u anketu nisu primenile nijedan elektronski sistem učenja. Gotovo svi (91%) se barem delimično oslanjaju na elektronsku opremu (projektori i PowerPoint prezentacije, računarske laboratorije) u tradicionalnoj nastavi. Glavni razlozi za nekorišćenje LMS-a su nedostatak obuke osoblja (26,47%), problemi sa akreditacijom (26,47%) i nekvalifikovano osoblje (23,53), dok u malom broju slučajeva problem predstavljaju finansije i tehnička oprema. Takođe, 73,5% fakulteta planira da uvede LMS. Do

82,4% bi to takođe učinilo ako bi dobili besplatnu obuku za neki od LMS-a otvorenog koda. Isti procenat ispitanika (82,4%) rekao je da su finansije razlog zašto nemaju takav sistem, ukoliko bi se obezbedile finansije, sistem bi se sigurno primenio.

Analiza institucija koje tokom pandemije virusa COVID-19 koriste Moodle LMS pokazala je da 65% njih misli da je to suštinska komponenta u strategiji razvoja visokoškolskih ustanova; 10% ispitanika misli da je to samo delimično važna komponenta, a 25% smatra da LMS nema nikakvog značaja za strategiju razvoja. Moodle koriste kako bi poboljšali nastavni proces i poboljšali njegov razvoj. Rezultati istraživanja pokazuju da se Moodle LMS sistemi najviše koriste u medicini (66%), zatim u polju humanističkih i društvenih nauka (38,9%), tehničkih i tehnoloških nauka (37,5%), fakultetima sporta i fizičkog vaspitanja (33,3%) i matematičkim naukama (28,6%). Nijedna umetnička akademija ne koristi takav sistem. Činjenica je da je u 85% svih slučajeva nastavno osoblje pokrenulo inicijativu za uvođenje LMS-a, dok je u samo 15% slučajeva primena bila rezultat viših rukovodećih smernica.

Rezultati pokazuju da umetničke akademije, koje nisu primenile LMS, uopšte nemaju nameru da koriste takve sisteme. Suprotno tome, svi fakulteti za sport i fizičko vaspitanje planiraju uvođenje LMS-a, kao i veliki procenat fakulteta za tehničke i tehnološke nauke (88,9%), ali i matematičke nauke (80%). Danas u Republici Srbiji postoji odlična infrastruktura i uslovi koji omogućavaju realizaciju e-učenja. Što se tiče univerziteta, kao najambiciozniji se pokazao Univerzitet u Kragujevcu, gde svaki fakultet planira da uvede LMS. Na Univerzitetu u Nišu 66,7% fakulteta planira da ga uvede, na Univerzitetu u Novom Sadu 60%, a na Univerzitetu u Beogradu 57,1%. U tom smislu, 35,9% ispitanika sa fakulteta reklo je da su nastavnici inicirali uvođenje LMS-a. Sa 23,5% inicijatora fakulteta bili su studenti, sa 23,5% višeg rukovodstva, sa 17,7% zaposlenih u IT sektoru. Razlog za zabrinutost je činjenica da na skoro trećini fakulteta na kojima se LMS ne sprovodi, inicijativa za njegovo uvođenje uopšte ne postoji (u 32,3% slučajeva).

U nastavku su predstavljeni najčešći problemi sa kojima su se studenti susretali u učenju na daljinu. Tri najčešće pomenuta problema, na koje je ispitanik mogao da odabere više odgovora, su tehnički problemi koje je identifikovao (50,5%) student, sledeći uputstva nastavnika na koja je ukazalo (46,5%) učenika bila su nejasna, a poslednji problem na koji je ukazalo (44,6%) učenika bilo je nejednako opterećenje.

Danas se povećava broj obrazovnih institucija koje koriste ovaj softverski paket. Rezultati iz sprovedenih anketa pokazuju da je 94,44% ispitanika upoznato sa konceptom e-učenja, dok nešto više od trećine (37,04%) koristi neki LMS ili kombinaciju tehnologija i alata koji omogućavaju e-učenje u nekom obliku. 95% fakulteta koji su primenili LMS oslanjaju se na

Moodle, dok 5% korisnika koristi jedno od svojih rešenja za e-učenje. Predstavljene rezultati istraživanja u poglavlju 4.1.1 kao i diskusija rezultata u poglavlju 5.1. jasno potvrđuju hipotezu.

5.2 Uticaj Informatičke-digitalne kompetencije nastavnika na kvalitet obrazovanja

Studenti se uglavnom slažu da je digitalna pismenost važna za nastavnike, a sposobnost efikasne upotrebe IKT u nastavi procenjuju kao osnovnu kompetenciju svakog studenta. Istovremeno, oni navode da ih nastavnici u visokom obrazovanju podstiču na razvoj kompetencije za didaktičku upotrebu IKT. Istraživanje u okviru disertacije ukazuje da nastavnici u visokom obrazovanju takođe navode motivisanost studenata kao izuzetno važan faktor. Prema njihovim rečima, ovo je snažno povezano sa odnosom studenata prema IKT-u, jer oni moraju biti otvoreni za inovacije, prihvatiti uvođenje novih tehnologija i biti spremni za nove izazove. Kompetencije koje studenti stiču tokom studija su veoma različite, često zavise od oblasti studija. Tokom studija većina ljudi nauči da samostalno koristi određenu IKT opremu, uči o funkcionalnostima različitih alata, mogućnostima upotrebe koje nude i načinima na koje mogu biti najefikasnije povezane sa sadržajem učenja.

Dobro poznavanje svakog specifičnog softvera u određenoj oblasti omogućava budućim nastavnicima da efektno realizuju svoje nastavne aktivnosti tokom pandemije virusa COVID-19. Upoređujući stavove o različitim očekivanim efektima upotrebe IKT u nastavnom procesu, studenti se slažu da IKT diverzifikuju nastavni proces, ali ne moraju nužno igrati važnu ulogu. Iako veruju da generalno vladaju integracijom IKT u nastavi, oni se samo u malo meri slažu da imaju dovoljno znanja o upotrebi IKT za pisanje priprema, pripremu nastavnih materijala i konsolidaciju znanja, pripremu vežbi, ponavljanja i slično, uglavnom organizaciju i planiranje aktivnosti. Upotreba IKT može da omogući kvalitetniji obrazovni rad, veći uticaj na učenje i lakši pristup obrazovanju.

Istraživanje pokazuje da učenik, odnosno student, mora biti u centru nastavnog procesa i tokom sprovođenja zadataka sve vreme aktivan u razmišljanju i stvaranju, takođe učenik odnosno student mora imati odgovarajuće didaktičko znanje i razvijene digitalne kompetencije koje će im omogućiti efikasnu i efektivnu upotrebu IKT u podršci nastavnom procesu. Podaci prikupljeni u studiji slučaja pokazuju da se anketirani studenti slažu da je važno upravljanje IKT u sprovođenju, planiranju i organizaciji nastavnog procesa uz adekvatnu funkcionalnu integraciju IKT u nastavi. Ova tri aspekta predstavljaju jedinstvenu aktivnost koja je osnova uspešnog rada u vaspitno-obrazovnim ustanovama.

5.3 Stručno usavršavanje prosvetnih radnika iz oblasti IKT

Prema mišljenju studenata uključivanje IKT u nastavni proces nema značajan doprinos brzini učenja, ali može imati primetan uticaj na kvalitet učenja. Rezultati istraživanja ukazuju na mišljenje da 75% institucija procenjuje da bi Moodle LMS trebalo da se koristi kao dopuna tradicionalnom načinu predavanja, Odgovori studenata pokazuju nedostatak znanja o raznim mogućnostima korišćenja IKT, posebno o mogućnostima diferencijacije i individualizacije lekcija, a mogućnosti za bavljenje različitim sadržajima učenja takođe su prilično loše ocenjene. Studenti se u manjoj meri slažu da relativno dobro poznaju trenutno dostupne IKT i slično procenjuju svoje znanje o prednostima i nedostacima upotrebe IKT u nastavnom procesu.

5.4 Aspekti uticaja obrazovnih tehnologija i platformi i alata e-učenja

Učenje na daljinu ima i prednosti i nedostatke, kao i sami alati. Tako, na primer, kao jedan od nedostataka Zoom-a jeste i takozvani sindrom „umor od Zoom-a”. Poznato je da se retko ko prilagođava novim mrežnim alatima bez ikakvih prepreka. Pored tehničkih problema i zagušenja Weba, ljudi sada vide i umor, strepnju ili zabrinutost zbog prekomerne upotrebe platformi za video konferencije. Stoga su istraživači i novinari ovu pojavu nazvali „umor od zoom-a” (Viederhold 2020). Istraživači sa Univerziteta Stanford otkrili su da se ljudi koji rade više stvari odjednom ne mogu setiti svega kao i njihovi vršnjaci, koji se istovremeno fokusiraju samo na jednu stvar (Fosslien & Duffi 2020). Jedan od problema programa za video konferencije je i mrežna komunikacija. Iako korisno, nije savršeno sinhrono. Iako se čini da se događaji dešavaju u realnom vremenu, u stvarnosti uvek postoji malo kašnjenje između osobe koja izvodi neku radnju i ostalih učesnika koji je posmatraju. U komunikaciji ljudi koriste niz dobro definisanih vokalizacija, gestova i pokreta kako bi utvrdili da li nas je sagovornik razumeo. Naučnici ovo nazivaju sinhronošću. Ukoliko dođe do kašnjenja, čak i u milisekundama, naš mozak beleži problem komunikacije i još više radi na tome da ga prevaziđe i vrati sinhronizaciju (Viederhold, 2020). Ostali aspekti tehnologije, uključujući lošu Internet vezu i video snimke i slike koji su premali ili preveliki, takođe mogu da izazovu asinhronost i nelagodnost kod korisnika. Pored problema sa sinhronizacijom, postoje i druga pitanja koja čine internetsku video konferenciju zahtevnijom od komunikacije uživo.

Poznato je da komunikacija licem u lice, na primer, uključuje ne samo lice. Ljudi primaju signale od celog tela sagovornika, uključujući neverbalnu komunikaciju, kako bi

razumeli šta nam želi reći. Većina video konferencija na mreži, međutim, prikazuje samo lice na kameri, što onemogućava posmatranje neverbalne komunikacije. Pored toga, mnogi programi za video konferencije imaju mogućnost ćaskanja, što je s jedne strane efikasno, ali takođe može odvratiti pažnju slušalaca (Viederhold 2020).

U tom kontekstu, na osnovu sprovedenog istraživanja nameće se zaključak da je jedna od najzastupljenijih i ujedno najboljih platformi za primenu tokom pandemije virusa COVID-19 u osnovnom obrazovanju Microsoft Teams. Ova platforma je veoma jednostavna za korišćenje i može se koristiti sa bilo kog uređaja. Microsoft Teams omogućava i grupne video pozive i predavanja sa prikazom slajd prezentacija.

Što se tiče srednjeg i visokog obrazovanja istraživanja, u praksi se potvrdilo da je jedna od pouzdanijih platformi Google Classroom. Google Classroom je platforma koju je vrlo jednostavno koristiti i odlična je za kreiranje grupa za učenje, praćenje učenika, podelu zadataka (Zlatković et al. 2020). Ono što je dodatno važno za ovu aplikaciju jeste da je ona povezana sa većinom onlajn alata i obrazovnih aplikacija, pa se iskustvo učenja može znatno obogatiti i nadograditi. Takođe, ova platforma omogućava i videopoziv što je veoma važno za kvalitetnu i organizovanu nastavu. Rezultati iz sprovedenih anketa pokazuju da je 94,44% ispitanika upoznato sa konceptom e-učenja, dok nešto više od trećine (37,04%) koristi neki LMS ili kombinaciju tehnologija i alata koji omogućavaju e-učenje u nekom obliku. 95% fakulteta koji su primenili LMS oslanjaju se na Moodle, dok 5% korisnika koristi jedno od svojih rešenja za e-učenje.

5.5 Uticaj Informatičkih-digitalnih kompetencija nastavnika stručne osposobljenosti prosvetnih radnika dostupnosti obrazovnih tehnologija i e-materijala.

H2: Informatičke-digitalne kompetencije nastavnika direktno su proporcionalne pozitivnim efektima primene e-nastave, e-materijala u nastavi sa aspekta kvaliteta obrazovnog procesa; Odgovori studenata predstavljeni u poglavlju rezultati 4.5.1 kao i diskusija rezultata u poglavlju 5.2 potvrđuju hipotezu.

Rezultati sprovedenih istraživanja ukazuju na mišljenje studenata da 88% njihovih nastavnika koriste elektronsku nastavu i e-materijale na časovima. Pored toga student smatraju da u 81% slučajeva stepen primene elektronske nastave na fakultetima zavisi od digitalne pismenosti nastavnika. Istraživanje pokazuje da elektronsku nastavu i e-materijale najčešće koriste nastavnici iz predmeta vezanih za elektronsko poslovanje, mehaniku, dizajniranje, gde može

znatno da se doprinese shvatanju materije. Takođe elektronsku nastavu i e-materijal najmanje koriste nastavnici koji predaju psihologiju što je i očekivano jer se predmet prvenstveno bazira na teoriji a ne na praktičnoj primeni. Rezultati pokazuju da čak 92.5% studenata smatra da im je lakše da razumeju gradivo ukoliko nastavnik koristi elektronsku nastavu i e-materijal, i to najviše studenata (37.5%) smatra da im najviše olakšava razumevanje gradiva ukoliko se koriste video animacije. Karakteristično je to da student uglavnom smatraju (81%) nastavnici treba da povećaju upotrebu IKT u procesu nastave. Takođe, (72,5%) studenata smatra da su njihovi nastavnici dovoljno vešti u korišćenju IKT u nastavi. Dobar broj studenata (86,75%) smatra da na njihovim fakultetima postoji dovoljno mogućnosti za dodatno obrazovanje i obuku za korišćenje IKT.

H3: Postojeći programi usavršavanja i osposobljavanja vezano za primenu IKT u obrazovanju, e-učenju i e-materijali koji su dostupni nastavnicima u visokom obrazovanju u potrebnoj i dovoljnoj meri nezadovoljavaju njihove potrebe za stručnim usavršavanjem.

Odgovori nastavnika i rukovodilaca ustanova predstavljeni u poglavlju rezultati 4.5.2 kao diskusija rezultata u poglavlju 5.3 potvrđuju hipotezu.

Nažalost, čak 94,23% nastavnika se izjasnilo da se u njihovim vaspitno-obrazovnim ustanovama ne organizuje obuka za nastavnike iz oblasti IKT-a. Takođe, značajan procenat všu (76,92%) nema plan razvoja IKT. U 90% slučajeva u finansijskim planovima nisu predviđena sredstva IKT (može se reći i usavršavanje). Razlog tome je što u donošenju odluka ne učestvuju u znatnoj meri nastavnici koji su stručni za IKT, već u 57,69% slučajeva to radi direktor/dekan samostalno. U manje od 20% slučajeva u odlučivanju učestvuje rukovodilac računarskog centra. Dobro je što u 62,5% slučajeva postoji sistematski nadzor, kontrola i evaluacija primene i razvoja IKT. Drugo je pitanje da li se dobijeni rezultati primenjuju u praksi pri donošenju odluka vezanih za IKT. Ali, veliki problem u primeni i razvoju IKT na fakultetima je što u 96,15% slučajeva ne postoji služba ili osoba kojoj je primarni zadatak primena i razvoj IKT. Jasno se vidi na osnovu podataka da postojeći resursi ne zadovoljavaju potrebe nastavnika za usavršavanjem.

H4: Dostupnost obrazovnih tehnologija i platformi i alata e-učenja, GeoGebre, e-materijala te podrška u njihovoj primeni pozitivno utiču na motivaciju nastavnika za implementaciju IKT, e-učenja, e-materijala u nastavni proces.

S obzirom na to da velika većina učenika ima računare, Internet i mobilne telefone, svakodnevno prisustvo IKT im nije neobično. Iz tog razloga, rezultati ankete u kojoj su učenici

izrazili svoje stavove o prethodna tri školska sata matematike, nisu bili neočekivani. Naime, učenici iz eksperimentalne grupe (njih 86) izjavili su da je čak 87% njih bilo zainteresovano za nastavu, dok to nije bio slučaj sa učenicima koji su časove slušali na tradicionalan način (njih 85) gde je 48% njih izjavilo da im je dosadno na nastavi, a čak 42% nije imalo konkretan stav (slika 4.4.3.).

Takođe se ispostavilo da su učenici mnogo spremniji da uče koristeći znanje koje mogu pronaći na Internetu i da se najređe odlučuju za upotrebu udžbenika (slika 4.4.2.). To nije neočekivano, jer se na Internetu ono što traže može naći ukucavanjem ključnih reči, dok bi za istu aktivnost trebalo mnogo više vremena ako bi se realizovale pomoću udžbenika i više znanja.

Nastava, koja je organizovana na principima aktivne nastave i IKT, prema oceni učenika, zahtevala je njihovo angažovanje tokom svih školskih sati, istaklo je je 94% učenika. Članovi kontrolne grupe aktivno su učestvovali u vežbama, što je potvrdilo 61% učenika, dok 27% njih smatra da od njih nije potrebno aktivno učešće u nastavnom procesu (slika 4.4.4.). Odgovori nastavnika i rukovodilaca ustanova predstavljeni u poglavlju rezultati 4.5.2, kao i diskusiji rezultata u delu 5.4 potvrđuju hipotezu. Motivacija je jedan od najvažnijih faktora uspešnog procesa sticanja znanja, posebno iz predmeta Matematika, koji je izuzetno složen i težak za učenike. 93% učenika eksperimentalne grupe izjavilo je da ne želi ništa da menja u načinu realizacije školskog sata, dok je čak 84% kontrolne grupe smatralo da bi trebalo promeniti način rada (slika 4.4.6)

Za online nastavu najviše se koristi Google meet i Zoom i to u po 96,15% slučajeva, a zatim Viber u 82,69% slučajeva. U čak 33,63% ustanova se ne primenjuje e-učenje. A u sličnom procentu (36,53%) se u ustanovama ne izvodi nastava iz računarstva i informatike.

6 ZAKLJUČAK

U disertaciji je evoluirana interakcija IKT u nastavi i uticaj na efikasnu upotrebu učenja na daljinu preko primene neuro-fazi metodologije tokom pandemije virusa COVID-19. Istraživanje ukazuje da nastavnici, studenti i učenici moraju upoznati pravi način kako treba IKT integrisati u obrazovanje, zašto i kada se preduzimaju aktivnosti e-učenja i koje se očekivane koristi mogu dobiti. U istraživanju problema učenja na daljinu sa kojima se korisnici najčešće susreću, većina je navela sledeće: tehničke poteškoće, nejasna uputstva nastavnika i neujednačeno opterećenje. Nastavnici i studenti u visokom obrazovanju su istakli prednosti didaktičke upotrebe IKT u procesu učenja i nastave: aktivno učešće studenata, mogućnost dobijanja brzih povratnih informacija i razvoj diskusije, transparentnija vizuelizacija sadržaja i mogućnost prilagođavanja sadržaja i zadataka. U disertaciji je dokazano da je primenom adaptivnog neuro-fazi sistema sa nejasnim zaključivanjem (ANFIS), nakon primene aplikacije za učenje na daljinu ili e-učenja moguće sprovesti efikasnu analizu znanja učenika iz matematike.

Rezultati istraživanja pokazuju da je opremljenost vaspitno-obrazovnih ustanova na teritoriji Republike Srbije prilično različita i da varira u zavisnosti od obrazovnog profila i veličine škole, odnosno fakulteta, kao i nivoa ekonomskog razvoja opštine u kojoj se vaspitno-obrazovna ustanova nalazi. Iako je istraživanje pokazalo da su računari prisutni i dostupni u većini obrazovnih ustanova, za ovaj nivo prisutnosti opreme još uvek se ne može smatrati da je na zadovoljavajućem i potrebnom nivou. Takođe smo dokazali da postojeći programi usavršavanja i osposobljavanja vezano za primenu IKT u obrazovanju, e-učenju i e-materijali koji su dostupni nastavnicima u visokom obrazovanju u potrebnoj i dovoljnoj meri ne zadovoljavaju njihove potrebe za stručnim usavršavanjem. Studenti nisu imali mnogo problema sa prilagođavanjem kod upotrebe mrežnih alata, probleme su uglavnom prouzrokovali neravnomerno opterećenje, loša prilagodljivost nastavnika i fakulteta i tehnički problemi. Zbog toga se nastavnicima savetuje da učenicima daju više vremena za izvršavanje individualnih zadataka zbog nove situacije povezane sa epidemijom virusa COVID-19, da budu jasni u vezi sa metodama ocenjivanja, a ne da predavanja i ispite zamenjuju dodatnim obavezama. Najprikladnije su bile metode prezentacije studijskog materijala, koje su se bar delimično vodile i bile pod nadzorom nastavnika. Studenti su mišljenja da su tokom epidemije stekli potrebna i predviđena znanja. S obzirom na poteškoće u korišćenju najčešćih alata na mreži, odgovori studenata 2. i 3. godine bili su isti, a studenti 1. godine imali su najviše

problema sa korišćenjem Moodle online učionice. Prednosti IKT-a u obrazovanju su takve da studenti mogu da koriste posebne IKT alate da bi IKT koristili za svoje obrazovne potrebe. Međutim, otkrili smo da većina studenata više voli da prima zadatke i aktivnosti u Moodle online učionici, prima materijale i komunicira sa nastavnicima putem e-pošte, kao i onlajn predavanja i seminare.

U disertaciji smo istražili mogućnosti i načine uvođenja GeoGebrinog matematičkog softvera na časovima geometrije i njegov uticaj na nastavu i razumevanje obrađenog materijala od strane učenika, a potom smo ispitali uticaj obrazovnog softvera na nastavu matematike. Studija upitnika je primenjena za dobijanje podataka o obuci i testiranju za statističku procenu. Statistička analiza se zasnivala na adaptivnom sistemu nejasnog zaključivanja. Rezultati su pokazali da je obrazovni softver u nastavi matematike veoma važan faktor za poboljšanje nastavnog procesa. Uočeni su pozitivni efekti korišćenja ovog softvera na motivaciju, interesovanje i samopouzdanje učesnika, što smo evoluirali u okviru procene motivacije i postignuća dve grupe učenika. Kontrolna grupa i eksperimentalna grupa pohađale su časove na tradicionalan način, odnosno koristeći IKT u nastavi. Iskustvo u praksi govori da podučavanje i učenje geometrije ne bi trebalo biti čisto konvencionalno. Potrebno je uključiti postojeće softvere, kao što su GeoGebra, Mathematica, MATLAB i dr., kako bi se podstaklo interesovanje studenta za nastavu.

Međutim, i nastavnici i učenici moraju uložiti određeni napor kako bi savladali ovaj program, a dobro je poznato da je otpor neizbežan odgovor na bilo kakve veće promene. Neuronska mreža spojena sa fazi logikom primenjena je za statističku procenu primene obrazovnog softvera u predavanju iz matematike. Usvajanje implementacija e-učenja rezultiralo je potrebom za razvojem novih veština i kompetencija među nastavnicima, jer većina nastavnika koji predaju na tradicionalan način nisu informatički i digitalno pismeni i ponekad se mogu čak i opirati zbog gubitka posla ako se e-učenje primeni, zbog njihovih neadekvatnih veština. Istraživanje je pokazalo da su informatičke-digitalne kompetencije nastavnika direktno proporcionalne pozitivnim efektima primene e-nastave, e-materijala u nastavi sa aspekta kvaliteta obrazovnog procesa tokom pandemije virusa COVID-19. Rezultati su pokazali da su studenti takođe zadovoljni upotrebom IKT u nastavi i da su nastavnici visokog obrazovanja multimedijalne materijale dobro integrisali u različite situacije učenja.

Kao još jedan važan faktor koji mora biti zadovoljen ističemo motivaciju studenata. Motivisani studenti su spremni da prate i aktivno učestvuju u nastavnom procesu, otvoreni su za promene i testiranje inovacija na polju integrisanja IKT u nastavu na inovativan način. Jedan od faktora koji utiče na kvalitet procesa učenja, što je istaknuto u istraživanju disertacije, jeste

oprema fakulteta i okruženje za učenje. Potrebno je naglasiti da se ispitanici slažu da pojedinci moraju biti snalažljivi, jer čak i uz dobru opremu javljaju se razni tehnički problemi. U takvom slučaju, oni moraju biti sposobni da se prilagode i uspešno realizuju nastavne aktivnosti. Dobro poznavanje specifičnog softvera u određenoj oblasti dovodi do većeg samopouzdanja i suvereniteta u obavljanju posla. S obzirom na sve odgovore i mišljenja ispitanika, može se zaključiti da su potrebe koje osećaju nastavnici visokog obrazovanja uglavnom u entuzijazmu studenata za učenjem, a za sebe i za studente želeli bi i didaktičku i tehničku podršku.

U disertaciji je identifikovan širok spektar korisnih alata za e-učenje i učenje na daljinu kao i za promociju razvoja digitalnih kompetencija. Među njima je mnogo korisnih alata koji se koriste u različite svrhe, a na nastavnicima je da na smislen i inovativan način prilagode i integrišu IKT u proces nastave. Česta upotreba pametnih uređaja među studentima nudi nastavnicima visokog obrazovanja prostora da povežu njihovu upotrebu sa studijskim radom. Mnogo je problema koji kočuju upotrebu IKT alata u obrazovnim aktivnostima. Ovi problemi uključuju nedostatak nacionalne politike za obuku nastavnika u pedagoškoj integraciji IKT-a, nedostatak IKT resursa na fakultetima i nedostatak motivacije i potrebe među nastavnicima da IKT usvoje kao nastavna sredstva itd.

Ovo istraživanje ukazuje upravo na opštu primenljivost učenja na daljinu u vaspitno-obrazovnim ustanovama čime se podiže kvalitet obrazovanja. Takođe originalna primena adaptivnog sistema nejasnog zaključivanja pokazala se izuzetno primerenom u identifikaciji faktora za poboljšanje i unapređenje nastavnog procesa.

Uzimajući u obzir da će iskustva stečena tokom procesa pandemije virusa COVID-19 uticati na učenje na daljinu, neće biti iznenađujuće što će se izmenjeni model obrazovanja na daljinu češće koristiti na kursovima akademskih studija.

6.1 Ograničenje istraživanja

Istraživanje je sprovedeno među učenicima i studentima i nastavnicima u vaspitno-obrazovnim ustanovama na teritoriji Republike Srbije tokom pandemije COVID-19 virusa. Jedno od ograničenja istraživanja jeste to što se znanje studenata i nastavnika o upotrebi IKT zasniva se na samoevaluaciji, koja nije ujednačena, pa studenti i nastavnici različito procenjuju svoje znanje o IKT.

Ipak, rezultati su validni jer je statistička metodologija PLS koja je korišćena pravilno odabrana. U istraživanju smo se opredelili za kvantitativna metoda istraživanja, koja je dala rezultate, ali bi efektna primena mogla biti bolje objašnjena ukoliko bismo objedinili kvalitativni i kvantitativni pristup istraživanja koji bi se međusobno nadopunjavali. Kao rezultat toga, studenti i nastavnici različito i bez zajedničkih kriterijuma procenjuju koliko dobro i detaljno koriste IKT.

Nastavnici u istraživanju nisu ocenjivali aktivnosti koje uključuju upotrebu digitalne tehnologije i koje bi olakšale istraživaču da definiše koja je efikasna upotreba IKT u procesu učenja i poučavanja. Da bi izbegli mogućnost da u istraživanje učestvuju samo nastavnici određene grupe predmeta, treba kreirati stratifikovani uzorak čime bi se obezbedila ravnomerna zastupljenost nastavnika što više naučnih oblasti. Efikasna upotreba IKT takođe varira u zavisnosti od iskustva nastavnika sa upotrebom IKT, u skladu sa predmetnom oblašću koju pokriva i u zavisnosti od nivoa na kojem predaje. Sve ovo može uticati na rezultate istraživanja. Kako se konstrukcije vremenom menjaju, postoji mogućnost da nismo u potpunosti obuhvatili dinamiku efikasne upotrebe IKT istraživanjem. Takođe prisutno je ograničenje i odabir konstrukata koji kao nezavisne promenljive utiču na objašnjenje varijanse zavisnih promenljivih.

Istraživanje je sprovedeno na teritoriji Republike Srbije tokom pandemije virusa COVID-19, što nije bitno uticalo na rezultate, jer smo testirali hipoteze. Međutim, bilo bi korisno testirati hipoteze u svim regionima, sa što širim i potpunim obuhvatom vaspitno-obrazovnih ustanova Republike Srbije.

6.2 Preporuke za dalja istraživanja

Na osnovu rezultata ovog rada, kao preporuka za buduća istraživanja nameće se uvođenje proširenja istraživanja na celokupnu visokoškolsku populaciju studenata i nastavnika u Srbiji, kao i ponavljanje istraživanja u drugačijem kulturnom okruženju koje bi pomoglo potvrđivanju našeg modela. Takođe, preporuka je da se uradi uporedna studija o pedagogiji e-učenja u državnim i privatnim školama. Pored toga, bilo bi zanimljivo pronaći vezu između učestalosti funkcionalne upotrebe i predmetnog područja nastavnika.

Jedno od budućih istraživanja moglo bi biti usmereno na pedagoški aspekt učenja na daljinu i uticaj kompetencija na kvalitet nastave, kao i u kojoj meri nastavnici, studenti i obrazovne institucije imaju tehnološku opremu i internet infrastrukturu potrebnu za ispunjavanje zahteva za obrazovanje na daljinu na globalnom nivou, pružiće važne informacije za efikasniju primenu kurseva obrazovanja na daljinu koji će se primenjivati u budućnosti, s obzirom da je pandemija virusa COVID-19 to samo dodatno ubrzala i istakla neophodnost ove primene.

Istraživanje bi se moglo proširiti povezivanjem učestalosti i efekata upotrebe IKT u procesu učenja i nastave sa predmetnom oblašću. Bilo bi zanimljivo napraviti model sličan modelu u disertaciji, koji bi takođe ispitao uticaj podrške rukovodstva na uočenu primenljivost IKT i uticaj održavaoca IKT na potvrđena očekivanja studenata i nastavnika od upotrebe IKT. Interesantno bi bilo ispitati i da li nastavnici koji sumnjaju u koristi korišćenja IKT u procesu učenja i obrazovanja, i koji nemaju naklonost prema primeni IKT i slabo je koriste, vremenom menjaju svoj stav prema IKT i počinju da je primenjuju vremenom. Uz pomoć upitnika za samoprocenu IKT-a pomenutih u istraživačkom projektu, bilo bi zanimljivo saznati koja je funkcionalna upotreba IKT za nastavnike i uzeti u obzir ove rezultate u sličnom istraživanju.

7 LITERATURA

1. Abdullahi, H. (2014). The role of ICT in teaching science education in schools. *International Letters of Social and Humanities Sciences*, 19: 217-223.
2. Al-Fraihat D, Joy M, Masa'deh R, Sinclair J (2020). Evaluating e-learning systems success: an empirical study. *Computers in Human Behavior* 102: 67–86. doi: [10.1016/j.chb.2019.08.004](https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004)
3. Afshari, M., Bakar, K. A., Luan, W. S., Samah, B. A., & Fooi, F. S. (2009). Factors affecting teachers' use of information and communication technology. *International Journal of Instruction*, 2(1), 77–104.
4. Aljaraideh Y, Bataineh KA (2019). Jordanian students' barriers of utilizing online learning: a survey study. *Int Educ Stud* 12(5): 99–108. doi: [10.5539/ies.v12n5p99](https://doi.org/10.5539/ies.v12n5p99)
5. Al-Bataineh, A., Anderson, S., Toledo, C., Wellinski, S., (2008). A study of technology integration in the classroom, *Int'l Journal of Instructional Media*, 2008, vol. 35, pp. 381-887.] Agarwal, R., & Prasad, J. (1998). The antecedents and consequents of user perceptions in information technology adoption. *Decision Support Systems*, 22(1), 15- 29.
6. Albion, P. R., Tondeur, J., Forkosh-Baruch, A. & Peeraer, J. (2015). Teachers' professional development for ICT integration: Towards a reciprocal relationship between research and practice. *Education and Information Technologies*. 20 (4), 655–673. DOI: 10.1007/s10639–015–9401–9
7. Al-Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2018). Technology acceptance model in M-learning context: A systematic review. *Computers & Education*, 125, 389–412.
8. Anderson, T. 2008. *The theory and practice of online learning*, 2nd edition, Athabasca: AU Press. Canada:Edmonton.
9. Asghar, H. M. (2016). Measuring information seeking through Facebook: Scale development and initial evidence of Information Seeking in Facebook Scale (ISFS). *Computers in Human Behavior*, 52, 259–270
10. Attorps, I., & Kellner, E. (2017). School–university action research: Impacts on teaching practices and pupil learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 313-330.
11. Bali, M., (2016). Literacy Daily: Knowing the Difference Between Digital Skills and Digital Literacies, and Teaching Both. Available at: <https://www.literacyworldwide.org/blog/literacydaily/2016/02/03/knowning-the-difference-between-digital-skills-and-digital-literacies-andteaching-both> [Pristupljeno 21. jula 2019].
12. Balkin, J. M., & Sonnevend, J. (2016). The digital transformation of education. In Greenhow, C., Sonnevend J., & Agur, C. (Eds.), *Education and social media: Toward a digital future* (pp. 9-25). Cambridge, MA: MIT Press.
13. Bawden, D. (2008). Origins and concepts of digital literacy. In C. Lankshear, & M. Knobel (Eds.), *Digital literacies: Concepts, policies and practices* (pp. 17–32). New York: Peter Lang.
14. Bhalla, J. (2012). Study of Barriers to use of Computers by School Teachers in Teaching- Learning Process. *Journal of Educational and Social Research*, 259.
15. Bilbao-Osorio, B., & Pedró, F. (2010). A conceptual framework for benchmarking the use and assessing the impact of digital learning resources in school education. *Assessing the effects of ICT in education*, 107.
16. Bingimlas, K.A. (2009). Barriesto the Successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments: Areview of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5 (3),235-245.
17. Bocconi, S., Kampilis, P. G., & Punie, Y. (2012). Innovating learning: Key elements for developing creative classrooms in Europe. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*.
18. Bratina, T. (2017). The Appeal and Applicability of ICT Study Materials. *Journal of Elementary Education*, 10(1), 115-126.
19. Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 14, 255-273.
20. Brown, J. P. (2017). Teachers' perspectives of changes in their practice during a technology in mathematics education research project. *Teaching and Teacher Education*, 64, 58-65.

21. Bulatović, Lj ., Bulatović, G., Arsenijević O. (2012). Multimedijaska pismenost u pedagoškoj praksi u postmodernizmu. Pristupljeno 20. 4. 2021. URL: <
[http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2012/PDF/6\)%20Obrazovna%20tehnologija/PDF/607%20Ljiljana%20Bulatovic%20-%20Multimedijaska%20pismenost%20u%20pedagoskoj%20praksi%20u%20posmodernizmu.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2012/PDF/6)%20Obrazovna%20tehnologija/PDF/607%20Ljiljana%20Bulatovic%20-%20Multimedijaska%20pismenost%20u%20pedagoskoj%20praksi%20u%20posmodernizmu.pdf)>.
22. Calvani, A., Fini, A., & Ranieri, M. (2010). Digital Competence In K-12: Theoretical models, assessment tools and empirical research. *Anàlisi: quaderns de comunicació i cultura*, 40, 157–171.
23. Cao, Y. AlKubaisy, Z. M., Stojanović, J., Denić, N., Petković, D., Zlatković, D., and Zakić, A., „Appraisal of information and communications technologies on the teaching process by neuro fuzzy logic“, *Comput. Appl. Eng. Educ.* (2022), 1–24. <https://doi.org/10.1002/cae.22486> M22
24. Capper, J. (2001). E-learning growth and promise for the developing world. *TechKnowLogia*, 2(2), 7-10.
25. Carević, M. M., Kopanja, L., i Denić, N., (2017). Integracija savremenih tehnologija u nastavnoj praksi na primeru upoznavanja učenika sa osnovnim statističkim pojmovima, 3rdInternational scientific conference: ERAZ (2017). – Conference Proceedings Contentp1.5 Knowledge Based Sustainable Economic Development ERAZ (2017). : Belgrade, Serbia, Hotel Metropol Palace June 8, 2017
26. Carević, M. M., Petrović, J. M., i Denić, N., (2020). Modern teaching technologies and developing constructive thinking, 4th international scientific conference Eman 2020, online-Virtual September 3, 2020, pp147-155,
27. Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens.
28. Castro Garcés, A. Y., & Martínez Granada, L. (2016). The role of collaborative action research in teachers' professional development. *Profile Issues in Teachers Professional Development*, 18(1), 39-54.
29. Cervantes-Soon, C. G. (2012). Testimonios of life and learning in the borderlands: Subaltern Juárez girls speak. *Equity & Excellence in Education*, 45(3), 373-391.
30. Chen T, Peng L, Yin X, Rong J, Yang J, Cong G (2020). Analysis of user satisfaction withonline education platforms in China during the COVID-19 pandemic. *Healthcare* 8(3): 200. doi: [10.3390/healthcare8030200](https://doi.org/10.3390/healthcare8030200)
31. Chiou, C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education & Teaching International*, 45(4), pp. 375-387.
32. Chu, D., Chu, S.K.W., Tavares, N., Siu, F., Chow, K. & Ho, S. Y. (2010). Media awareness in the age of new media: A case study of Primary 4 students in Hong Kong. Paper presented at ASIS&T 2010 Annual Meeting. Pittsburgh, PA
33. Chu, S.K.W., Lee, T.L. & King, R.B. (2012). Writing with others in wiki: An investigation of student collaborative writing in English among Chinese secondary students. Paper presented at DGI-Conference 2012, Germany.
34. Clark, R. E.; Feldon, D. F. (2005) “Five Common But Questionable Principles of Multimedia Learning”, in Mayer, R.E. (ed.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, New York: Cambridge University Press, pp. 97-116.
35. Collis, B., & Jung, I. S. (2003). Uses of information and communication technologies in teacher education. In B. Robinson & C. Latchem (Eds.), *Teacher education through open and distance learning*, London: RoutledgeFalmer, 171-192.
36. Collins, B., & Moonen, J. (2008). Web 2.0 tools and processes in higher education: Quality perspectives. *Educational Media International*, 45(2), 93-106.
37. Cook, M., Oliver, K., Pritchard, R., & Lee, S. (2014, March). Using Forum-Based Writing to Learn in the English Classroom: An Investigation of Student Comprehension and Collaboration. *Proceedings from Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2014*. Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
38. Crompton, H. (2013). A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. V Z. L. Berge in L. Y. Muilenburg (ur.), *Handbook of mobile*

39. Cunska, A., & Savicka, I., (2012), Use of ICT teaching-learning methods make school math blossom International Conference on Education and Educational Psychology (ICEEPSY 2012), Procedia - Social and Behavioral Sciences 69 (2012) 1481 — 1488
40. Dahlstrom, Eden, and Jacqueline Bichsel. ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2014. Research report. Louisville, CO: ECAR, October 2014. Available from <http://www.educause.edu/ecar>.
41. Denić, N., i Zlatković, D. (2017). *A Study of the Potentials of the Distance Learning System*. The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences, ICONSE 2017: International Conference on Science and Education 8(1), 30-39. ISSN: 2587-1730.
42. Denić, N., Milićević, V., i Spasić, B., (2015). Informacione tehnologije i značaj informatičke pismenosti roditelja na pedagoški razvoj deteta, Međunarodna konferencija - pedagoški razvoj individue u eri informacionih tehnologija u organizaciji Departmana za pedagoško-psihološke nauke i Departmana za računarske nauke Novi Pazar, 25. april 2015.
43. Denić, N., Petković, D., i Jovanović, N., (2017). Improving teaching process by applying information-communication technology, Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Technological Engineering, Issue 3, December 2017, ISSN 2501-5796 (CD edition), ISSN 1583-0691 (online), ISSN-L 1583-0691 (online), pp. 26-31. [10.15660/AUOFMTE.2017-3.3300](https://doi.org/10.15660/auofmte.2017-3.3300), <https://doi.org/10.15660/auofmte.2017-3.3300>
44. Denić, N., Petković, D., i Spasić, B., (2018). „An adaptive neuro-fuzzy technique for student performances prediction“, International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST) on April 28 - May 1, 2018 in Marmaris, Turkey. The conference is organized by the International Society for Research in Education and Science (ISRES)
45. Denić, N., Zejnelagić, M., i Kontrec, N., (2018). A comparative analysis of electronic and traditional learning, University Thought doi:10.5937/univtho8-18627 Publication in Natural Sciences, Vol. 8, No. 2, 2018, pp. 67-72. Original Scientific Paper, <http://aseestant.ceon.rs/index.php/univtho/article/view/18627/7428>
46. Denić, N., Rajović, J., Stojanović, J. "Information and Digital Competencies of Teachers in the Function of Preventing Online Violence" International Conference Professional Competences for Teaching in the 21st Century May, 23-25 2019 University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina Serbia, DOI: 10.46793/pctja.19.429D UDK: 004.738.5:364.632-053.6 <https://pefja.kg.ac.rs/pctja.19.429D/>
47. Dinçer, S. (2018). Are preservice teachers really literate enough to integrate technology in their classroom practice? Determining the technology literacy level of preservice teachers. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2699-2718.
48. Domingo-Coscollola, M., & Marquès-Graells, P. (2011). Classroom 2.0 experiences and building on the use of ICT in teaching. [Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente]. *Comunicar*, 37, 169-175. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>
49. Erstad, O. (2010). Educating the Digital Generation. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 1, 56-
50. Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.
51. Eyles, A., Hupkau, C., & Machin, S. (2016). School reforms and pupil performance. *Labour Economics*, 41, 9-19.
52. Farrell, G. & Isaacs, S. (2007). Survey of ICT and education in Africa: A draft info Dev Publication. In M. Trucano (Ed). *ICT and Education Series*. Retrieved: October, 21. Available: <http://www.infodev.org/en/Document.353.pdf>
53. Felisoni, D.D., & Godoi, A.S. (2018). Cell phone usage and academic performance: An experiment. *Computers & Education*, 117, 175–187.
54. Fernández-Cruz, F.J. and Fernández-Díaz, M.J. (2016) Generation Z's Teachers and their Digital Skills, *Media Education Journal, Comunicar XXIV* (46), 97-105.
55. Ferrari, A., (2013). *Digicomp: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*, Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European Union.
56. Franchi T (2020). The impact of the Covid-19 pandemic on current anatomy education and future careers: A student's perspective. *Anat Sci Educ* 13(3): 312–15. doi: [10.1002/ase.1966](https://doi.org/10.1002/ase.1966)
57. Gaebel, M., Kupriyanova, V., Morais, R., in Colucci, E. (2014). *E-learning in Euro-pean higher*

- education institutions*. Bruselj: EUA Publications.
58. Gajović, V., Kerkez, M., Kočović, J. (2018). Modeling and simulation of logistic processes: risk assessment with a fuzzy logic technique. *SAGE Journal. Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, Vol. 94(6), 507–518. DOI: 10.1177/0037549717738351
 59. García-Umaña, A., & Tirado-Morueta, R. (2018). Digitalmediabehaviorofschoolstudents: Abusive use of the internet. *Journal New Approaches In Educational Research*, 7(2), 140–147.
 60. Gavrilović, S., Denić, N., Korać, V., i Petrović, V., (2016). Application of e-learning tools in different ways of implementation, International Conference «Mathematical and Information Technologies, MIT-2016», CEUR Workshop Proceedings Vol-1839 urn:nbn:de: 0074-1839-2, ISSN 1613-0073, 52-60
 61. Gavrilović, S., Denić, N., Petković, D., Živić, N., i Vujčić, V. S., (2018). Statistical evaluation of mathematics lecture performances by soft computing approach, *Computer Applications in Engineering Education*, DOI: 10.1002/cae.21931, Volume 26, 23 March 2018, pp. 902–905; [SCI] Impact Factor: currently: 1.153 <https://doi.org/10.1002/cae.21931>
 62. Glendinning, S. (2017). A new rootedness? education in the technological age. *Studies in Philosophy and Education*, 1-16.
 63. Gonzalo, A., Suárez-Rodríguez, J. M., Beloch, C. B., & Rosa, M. (2011). Training needs of teachers in ICT: training profiles and elements of complexity. *RE- LIEVE*, 17(2), 1–27.
 64. Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). The Changing Role of Education and Schools. V P. Griffin, B. McGaw in E. Care (ur.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (str. 1–16). Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.
 65. Guasch, T., Alvarez, I. & Espasa, A., (2010). University teacher competencies in a virtual teaching/learning environment: Anlysis of a teacher training experience. *Teaching and Teacher Education*, Issue 26, pp. 199-206.
 66. Güneş, E., & Bahçivan, E. (2018). A mixed research-based model for pre-service science teachers' digital literacy: Responses to “which beliefs” and “how and why they interact” questions. *Computers & Education*, 118, 96-106.
 67. Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers’ technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393–416.
 68. Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students’ ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107–119.
 69. Hawkins, R.J (2004): Ten lessons for ICT and education in the developing World.
 70. Hayırsever, F., & Orhan, A. (2018). Theoretical analysis of the flipped learning model. *Mersin University Journal of Education Faculty*, 14(2), 572–596. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.431745>
 71. Henderson, M., Selwyn, N., & Aston, R. (2017). What work sand why? Student perception of ‘useful’ digital technology in university teaching and learning. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1567–1579.
 72. Hennessy, S., Harrison, D., & Wamakote, L. (2010). Teacher factors influencing classroom use of ICT in Sub-Saharan Africa. *Itupale online journal of African studies*, 2(1), 39-54.
 73. Hennig Manzuoli, C. & Segovia Cifuentes, Y., (2013). Computing Education Competence in Higher Education: Challenges for Teachers. *American Journal of Educational Research*, 9(1), pp. 406-412.
 74. Hesami, M. (2019). Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System-Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II (ANFIS-NSGAI) for Modeling and Optimizing Somatic Embryogenesis of Chrysanthemum. *METHODS article* , 110-115.
 75. Hobbs, R. (2010). *Democracy and media literacy: A plan of action*. Boulder, CO: Aspen Institute.
- Hollow, D. & ICWE (2009). *E-learning in Africa: Challenges, priorities and future*. Retrieved on 28/06/14 from <http://www.gg.rhul.ac.uk/ict4d/workingpapers/Hollowelearning.pdf>.

76. Ibrahim, D. (2016). An overview of soft computing. *12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing* (pp. 34 – 38). Vienna: Procedia Computer Science.
77. Ifenthaler, D., & Schweinbenz, V. (2013). The acceptance of Tablet-PCs in classroom instruction: The teachers' perspectives. *Computers in human behavior*, 29(3), 525- 534.
78. Ilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M., & Kantosalo, A. (2014). Digital competence – an emergent boundary concept for policy and educational research. *Springer Science+Business Media New York*, 655-679.
79. Ismail, I., Azizan, S. N., & Azman, N. (2011). Internet as an Influencing Factor of Teachers' Confidence in Using ICT. *Malaysian Journal of Distance Education*, 13(61), 1-74.
80. Iyer P, Aziz K, Ojcius DM (2020). Impact of COVID-19 on dental education in the United States. *J Dent Educ* 84(6): 718–22. doi: [10.1002/jdd.12163](https://doi.org/10.1002/jdd.12163)Kazerooni
81. Jacobs, G. M., & Tan, H. S. (2015). Advancing learner autonomy in EFL via collaborative learning. In Handoyo Puji Widodo (Ed.). *Proceedings from the 7th International Conference on Teaching English as Foreign Language (COTEFL)*. Purwokerto, Indonesia: Faculty of Letters, University of Muhammadiyah
82. Jenkins, H., Clinton, K., Purushotma, P., Robinson, AJ., & Weigel, M, (2006). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*, the John D and Catherine T MacArthur Foundation. Retrieved August 10, 2010, from http://www.digitalllearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS_WHITE_PAPER.PDF
83. Jo Shan, & Fu, (2013). ICT in Education, A Critical Literature Review and Its Implications, *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, Vol. 9, Issue 1, pp. 112-125, (2013)
84. Karadağ, E., & Yücel, C. (2020). Distance education at universities during the new type of coronavirus pandemic: An evaluation study within the scope of undergraduate students. *Journal of Higher Education*, 10(2), 181–192. <https://doi.org/10.2399/yod.20.730688>
85. Karpati, A. (May 2011). Policy brief: Digital literacy in education. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. Retrieved from <http://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214688.pdf>
86. Kaushik, M. (2016). Technology supported pedagogy in higher Education:Approaches and trends. V S. Raman (ur.), *Emerging trends in higher education pedagogy* (str. 55–71). Penang: Wawasan Open UniversityPress.
87. Kazarina, L., Khasanshin, Y., & Smyshlyaeva, L. (2015). Teaching Model of Pupils' Research Competence Formation in the Context of Humanitarian Subject-oriented Classes of General Education School: Functional and Organizational Characteristics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 206, 241-246.
88. Keengwe, J., & Kang, J. J. (2013). Preparing in-service language teachers to design and implement technology-rich curriculum. *Education and Information Technologies*, 18(4), 609-619.
89. Khine, M. S. (2001). Attitudes toward computers among teacher education students in Brunei Darussalam. *International Journal of Instructional Media*, 28(2), 147.
90. Kinash, S., Brand, J., Mathew, T., & Kordyban, R. (2011). Uncoupling mobility and learning: when one doesnot guarantee the other. VR. Kwan i dr. (ur.), *Enhancing Learning Through Technology. Education Unplugged: Mobile technologies and Web 2.0. Communications in Computer and Information Science*, vol. 177 (str. 342–350). Berlin: Springer.
91. Knight, S., (2004). *Effective practice with e-Learning*, Joint Information SystemsCommittee (JISC Development Group). University of Bristol. Bristol
92. Kopcha, T. J. (2012). Teachers' perceptions of the barriers to technology integration and practices with technology under situated professional development. *Computers & Education*, 59(4), 1109-1121.
93. Korobili, S., Malliari, A., Daniilidou, E., & Christodoulou, G. (2011). A paradigm of information literacy for Greek high school teachers. *Journal of Librarianship and Information Science*, 43(2), 78-87.
94. Krumsvik, R. (2008). Situated learning and teachers' digital competence. *Education & Information Technologies*, 13(4), 279-290.

95. Kurnik Z., (2009), Znanstveni okviri nastave matematike, ISBN:978-953-197-501-8, Element, Hrvatska
96. Law, N. (2008). Teacher learning beyond knowledge for pedagogical innovations with ICT. In *International handbook of information technology in primary and secondary education* (pp. 425-434). Springer, Boston, MA.
97. Lee H. i Hollebrands K., Preparing to Teach Mathematics With Technology: An Integrated Approach to Developing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, Vol. 8, br. 4,2008
98. Lee, S.Y. (2014). Examining the factors that influence early adopters' smart phone adoption: The case of college students. *Telematics and Informatics*,31(2),308–318.
99. Ling, L.-W., Downe, A. G., Ahmad, W. F. W., & Lai, T. T. (2011). Determinants of computer usage among 2019 87 Vol. 18, No 2: A comparison between the UTAUT and TAM models. In: National Postgraduate Conference (NPC), 2011 (pp. 1–6)
100. Livingstone, S., & Helsper, E. (2007). Gradations in digital inclusion: children, young people and the digital divide. *New media & society*, 9(4), 671.
101. Ljajko E., (2014), Uticaj GeoGebra-e na predavanje i učenje analitičke geometrije u srednjoj školi, doktorska disertacija, PMF, Novi Sad.
102. Mahdizadeh, M., Biemans, H. & Mulder, M., 2008. Determining factors of the use of elearning environments by university teachers. *Computers& Education*, 51(1), pp. 142-154.
103. Majgaard, G. (2015). Humanoid Robots in the Classroom. In *IADIS International Journal on WWW/Internet* Vol. 13, No. 1, pp. 72-86 ISSN: 1645-7641
104. Maksimović, J.: (2016). Digital technology and teachers competence for application in the classroom, UDK, University of Niš, Faculty of Philosophy, Creative Commons, Belgrade, (2016)
105. McCulloch, A. W., Hollebrands, K. F., Lee, H. S., Harrison, T. R., & Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' uses of technology. *Computers & Education* 123, 26-40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.008>.
106. McFarlane, A. (2001). Perspectives on the relationships between ICT and assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17(3), 227-234.
107. McKeachie, W. J. & Svinicki, M. (2006). *McKeachie's teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers* (12th ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.
108. McMahon, G. (2009). Critical thinking and ICT integration in a Western Australian secondary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 269-281.
109. McNair, V., & Clarke, R. B. (2007). Effective technology and design teaching: getting it right in the classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(3), 271-290.
110. Mendel, J. M. (2001). *Uncertain rule-based fuzzy logic systems : introduction and new directions*. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR
111. Mensah, F. M., & Jackson, I. (2018). Whiteness as property in science teacher education. *Teachers College Record*, 120(1), 1-38.
112. Milićević, V., Denić,N., Milićević, Z., Arsić, LJ., Spasić-StojkovićM., Petković, D., , Stojanović, J., Krkic M., Sokolov-Milovančević,N., Jovanović, A. „E-learning perspectives in higher education institutions“ *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 166, May 2021, 120618 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120618>.
113. Miljković, J., Ljujić, B., “Informaciono –komunikacione tehnologije (IKT) i menadžment u obrazovanju” *Pedagogija* LXVII, 1, 2012. pp 20-30, UDK: 005.336.5:004]:37
114. Mirčov, M., (2012), Razvijanje sposobnosti logičkog rezonovanja kroz rešavanje matematičkih zadataka, Diplomski rad, Novi sad, Univerzitet u Novom Sadu- Prirodno matematički fakultet departman za matematiku i informatiku.
115. Miressa Neme (2007). *Administrative and Staff Readiness for Potential Use of ICT in Education*,
116. Moszkowicz D, Duboc H, Dubertret C, Roux D, Bretagnol F (2020). Daily medical education for confined students during Covid-19 pandemic: a simple videoconference solution. *Clin Anat* 33(6): 927–28. doi: [10.1002/ca.23601](https://doi.org/10.1002/ca.23601)
117. Muler, D. M. W., Ndala, K. K., & Nyirongo, R. (2017). Analysis of factors affecting pupil performance in Malawi's primary schools based on SACMEQ survey results. *International Journal of Educational Development*, Vol. 54. pp. 59-68.

118. Mutlu, A., & Eröz-Tuğa, B., (2013) The role of Computer Assisted Language Learning (CALL) in promoting learner autonomy. *Eur. J. Educ. Res.* 51, 107–122
119. Ndemo B. (2015). *Liberalise development of digital content*, Business Daily, January 22,2015, Nation Media Group.
120. Negoescu, A. and Bostina-Bratu, S., 2016. Teaching and Learning Foreign Languages with ICT. *Scientific bulletin*, 21(1(41)), pp.21–27. Available from: <https://doi.org/10.1515/bsaft-2016-0032>.
121. Newman NA, Lattouf OM (2020). Coalition for medical education—a call to action: A proposition to adapt clinical medical education to meet the needs of students and other healthcare learners during Covid-19. *J Card Surg* 35(6): 1174–75. doi: [10.1111/jocs.14590](https://doi.org/10.1111/jocs.14590)
122. Neuman, W.L. (2011) *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. 7th Edition, Pearson, Boston
123. Newhouse, P. (2002). Literature review: The impact of ICT on learning and teaching, Perth, Western Australia: Department of Education.
124. Nikolic, V. et all (2019). Appraisal and review of e-learning and ICT systems in the teaching process. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Vol. 513, pp.456-464. doi: [10.1016/j.physa.2018.09.003](https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.09.003).
125. Nykvist, S., & Mukherjee, M. (2016). Who am I? Developing pre-service teacher identity in a digital world. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 851–857.
126. OECD, Publishing. Retrieved November 23, 2017 from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en>
127. Olakulehin, F. K. (2008). Open and Distance Education as a Strategy for Human Capital Development in Nigeria. *The Journal of Open and Distance Learning*, 23(2), 123-130.
128. Ottenbreit-Leftwich, A. T., Glazewski, K. D., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Computers & Education*, 55(3), 1321-1335.
129. Panagiotis, G., & Nikolarea, E. (2012). Primary school pupils' ICT literacy in Northern Aegean. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 3(1), 21-21.
130. Preja Roblin, N., Tondeur, J., Voogt, J., Bruggeman, B., Mathieu, G., & van Braak, J. (2018). Practical considerations informing teachers' technology integration decisions: the case of tablet PCs. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(2), 165 181.
131. Paunović, M., Ralević, MN., Gajović, V., Mladenović-Vojinović, B., & Milutinović, O. (2018). Two-Stage Fuzzy Logic Model for Cloud Service Supplier Selection and Evaluation, *Mathematical Problems in Engineering*, <https://doi.org/10.1155/2018/7283127>
132. Paunović, M., Ralević, N., Milutinović, O., Vojinović, Ž., & Mladenović-Vojinović, B. (2019). Integrated Fuzzy System and Multi-Expression Programming Techniques for Supplier Selection, *Technical Gazette* 26, 1, 122-127. DOI: [10.17559/TV-20171206111409](https://doi.org/10.17559/TV-20171206111409)
133. Pavlović, J., Maksić, S. & Bodroža, B. (2013). Implicit Individualism in Teachers' Theories of Creativity: Through the “Four P’s” Looking Glass. *International Journal of Creativity & Problem Solving*, Vol. 23, No. 1, 39-58.
134. Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development.
135. Pedro, Francesc (2012). Trusting the unknown: The effects of technology use in education. In D. Soumitra and B. Bilbao-Osorio (eds.). *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyper connected World*. Geneva: World Economic Forum and INSEAD.
136. Pelgrum, W. J. & Law, N. (2007). ICT in education around the world: Trends, problems and prospects. UNESCO-International Institute for Educational Planning. Retrieved on 17 November 2011 from <http://www.worldcatlibraries.org/wcpa/ow/02d077080fcf3210a19afeb4da09e526.html>
137. Petković, D., Denić, N., i Perenić, G., (2018). An ontology-based model for contextual recommendations in e-learning“, *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST)* on April 28 - May 1, 2018 in Marmaris, Turkey. The conference is organized by the International Society for Research in Education and Science (ISRES)
138. Pérez TA, Nagata JJ (2019). The digital culture of students of pedagogy specialising in the humanities in Santiago de Chile. *Comput Educ* 133: 1–12. doi: [10.1016/j.compedu.2019.01.002](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.002)

139. Poscia, A., Frisciale, E. M., Parente, P., Milia, D. I. L., Waure, C. D., and Pietro, M. L. D. (2015). Study habits and technology use in Italian university students. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, 51(2): 126-130.
140. Pozos Perez, K. V. & Torello, O., (2012). The digital competence as a cross-cutting axis of higher education teachers' pedagogical competences in the european higher education area. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Svezak 46, pp. 1112-1116.
141. Prensky, M., 2005. Digitalni urođenici, digitalne pridošlice.. *Edupoint časopis*, 12, Issue 40.
142. Probert, E. (2009). Information literacy skills: Teacher understandings and practice. *Computers & Education*, 53(1), 24-33.
143. Radovic S., Stevanovic A., Radojcie M., Maric M., (2013), *InteraMivni prikaz površine geometrijskih figura primenom programskog paketa GeoGebra, Inovacije u nastavi*, XXVI, 2013/3, 135-145
144. Rajović, D, J., Denić, M.N., Stojanović, N.J.: Prilog proučavanju udžbenika engleskog jezika srednjih stručnih škola: kriterijumi analize; *UZDANICA*; 2020, XVII/2; str. 79–95, UDK:811.111:371.671] :373.5<https://doi.org/10.18485/uzdanica.2020.17.2.6>
145. Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
146. Romrell, D., Kidder, L., in Wood, E. (2014). The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Online Learning Journal*, 18(2).
147. Rochelle, J.M., Pea, R.D., Hoadley, C.M., Gordin, D.N. and Means, B.M. 2000. Changing how and what children learn in school with computer based technologies. *Children and computer technology*, 10(2) [[Web of Science @](#)],
148. Roy, S., & Chakraborty, U. (2013). *Introduction to Soft Computing - Neuro Fuzzy and Genetic Algorithms*. New Delhi: Pearson.
149. Sahu, S.K., & Sekhar, S.C. (2022). Perceptive on online education in enabling digital learning. *Academy of marketing studies journal*, 26(2), 1-7
150. Salleh, N. M., & Aiman, M. S. (2015). Improving The Quality Of Pupils' Response In Science Inquiry Teaching: A Participatory Action Research. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191. pp.1310-1316.
151. Schrum, L., and Ohler, J. (2005). Distance Education at UAS: A Case Study. *Journal of Distance Education* 20(1), 60-83.
152. Selwyn, N., (2019). Teachers and Technology: time to get serious. Available at: <https://impact.chartered.college/article/editorial-education-technology/> [Pristupljeno 21. Januara 2020].
153. Shelly, G., Gunter, G., & Gunter, R. (2012). *Teachers discovering computers integrating technology in a connected world (7 th edition)*. USA: Course Technology, Cengage Learning.
154. Singh, R., & Sarkar, S. (2015). Does teaching quality matter? Students learning outcome related to teaching quality in public and private primary schools in India. *International Journal of Educational Development*, 41, 153-163.
155. Smith, J. K. (2013). Secondary teachers and information literacy (IL): Teacher understanding and perceptions of IL in the classroom. *Library and Information Science Research*, 35, 216-222
156. Stojanović, J., Petkovic, D., Alarifi, I.M., Cao, Y., Denic, N., Ilic, J., Assilzadeh, H., Resic, S., Petkovic, B., Khan, A., Milickovic, M., „Application of distance learning in mathematics through adaptive neuro-fuzzy learning method“, *Computers and Electrical Engineering*, 2021, 107270, DOI: 10.1016/j.compeleceng.2021.107270 M21
157. Stojanović, J., Nešić, Z., & Bulut-Bogdanović, I. (2021). Digitalizacija obrazovanja u funkciji ekonomskog razvoja. *Društveni horizonti*, 1(1), 29-40. <https://doi.org/10.5937/DruHor2101029S>
158. Swig, S. (2015). *ICTs and teacher training: Initial training and professional development*. Pristup 10 maja 2019 na adresi <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/02/FINAL-ICTs-and-Teacher-Training-English-SS.pdf>
159. Tondeur, J., Aesaert, K., Prestridge, S., & Consuegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. *Computers & Education*, 122, 32–42.
160. UNESCO (2011). *World Data of Education*. 7th Edition, 11.

161. Underwood, J., & Dillon, G., (2011): Chasing dreams and recognising, realities: teachers' responses to ICT, *Technology, Pedagogy and Education*, 20:3, 317-33
162. Waithira E. (2005). Harnessing the potential of ICT for education: A multi stakeholder approach. In Bonnie Bracey and Terry Culver (eds) *ICT in education: A potential Approach* (pp. 41-45), United Nations ICT Taskforce, New York
163. Wilson, R. (2014). Student absences and student abscesses: Impediments to quality teaching. *The Urban Review*, 46(5), 831-845.
164. Windschitl, M. (2009, February). Cultivating 21st century skills in science learners: How systems of teacher preparation and professional development will have to evolve. In *Presentation given at the National Academies of Science Workshop on 21st Century Skills, Washington, DC* (Vol. 15).
165. Yamamoto, G. T., & Altun, D. (2020). Coronavirus and the inevitable rise of online education. *Journal of University Studies*, 3(1), 25–34. <https://doi.org/10.26701/uad.711110>
166. Yildirim, S. (2007). Current utilization of ICT in Turkish basic education schools: A review of teacher's ICT use and barriers to integration. *International Journal of Instructional Media*, 34(2), 171–186.
167. Zepke, N., & Leach, L. (2018). A critical reflection on a research partnership. *Student Success*, 9(3). 1-12. doi: 10.5204/ssj.v9i3.452
168. Zhang JF (2014) Why education information stagnation? [in Chinese]. *Guangming Daily*, 11 November, 2014, p. 15. Available at: http://epaper.gmw.cn/gmrb/html/2014-11/11/nw.D110000gmrb_20141111_1-15.htm
169. Zhao, Y. & Cziko, G. A., (2001). Teacher adoption of technology: a perceptual control theory perspective. *Journal of Technology and teacher Education*, 9(1), pp. 5-30.
170. Zimmermann H.J 2010 Fuzzy set theory .Aachen John Wiley&Sons.Inc
171. Zlatković, D., Denić, N., i Petrović, M. (2019). E-Learning in Higher Education – An Overview of Strategic Planning. *Proceedings of International Scientific Conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT 2019)*. rr. 117-121.
172. Zlatković, D., Denić, N., Ilić, M., i Jovković, S. (2020). Designing and validating the questionnaire used to measure the attitude of students towards e-Learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE)* 898.<https://doi.org/10.1088/1757-899X/898/1/012049>
173. Zlatković, D., Denić, N., Petrović, M., i Ilić, M. (2019). Kvalitativna analiza efekata elektronskog učenja na unutrašnju motivaciju studenata. *Zbornik radova - 4. Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem - Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo, ITOP'19, FTN Čačak, Srbija*, str. 185-193. ISBN: 978-86-7776-233-9, UDK: 378.018.43:004.94]: 159.947.5-057.875
174. Zydney, J. M. (2010). The effect of multiplescaffolding tools on students' understanding, consideration of different perspectives, and misconceptions of a complex problem. *Computers & Education*, 54(2),360–370.

8 PRILOZI

8.1 ANKETA ZA STUDENTE

- 1 Pol:
- 2 Starost:
- 3 Ustanova u kojoj studirate nalazi se u (Sedište ustanove – prema Statističkim regionima u Republici (Nomenklatura NSTJ-2)):
 1. Beogradski region
 2. Region Vojvodine
 3. Region Šumadije i Zapadne Srbije
 4. Region Južne i Istočne Srbije
 5. Region Kosovo i Metohija
- 4 Vlasnički status ustanove:
 1. Osnivač država
 2. Privatna Ustanova
- 5 Vaša godina studija:
 1. Prva
 2. Druga
 3. Treća
 4. Četvrta
 5. Peta
- 6 Na kom ste stepenu studija:
 1. Osnovne akademske
 2. Osnovne strukovne
 3. Specijalističke akademske
 4. Specijalističke strukovne
 5. Master akademske
 6. Master strukovne
 7. Doktorske studije
- 7 Naučno polje vašeg fakulteta/visoke škole je:
 1. Društveno humanističko
 2. Prirodno-matematičko
 3. Tehničko-tehnološko
 4. Medicinske nauke
 5. Umetnost
- 8 Vaša dosadašnja prosečna ocena u toku studija:
 1. Manja od 8
 2. Veća od 8

- 9 U vašoj ustanovi- fakultetu/visokoj školi preovladava:
1. Konvencionalni oblik nastave
 2. Nastava uz pomoć informaciono-komunikacionih tehnologija
 3. Elektronska nastava
 4. Kombinovani oblik nastave
- 10 Da li nastavnici u vašoj visokoj školi / fakultetu koriste Elektronsku nastavu i e-materijale na časovima?
1. Da
 2. Ne
- 11 Da li mislite da je vaša ustanova tehnički dobro podržana multimedijalnim pomagalicama?
1. Previše
 2. Dobro
 3. Srednje
 4. Premalo
 5. Slabo
 6. Nije podržana
- 12 Da li smatrate da ste adekvatno multimedijalno pismeni za kvalitetnu nastavu sa multimedijalnim elementima?
1. Da
 2. Ne
 3. Ne bih mogao/mogla oceniti
- 13 Koji predmetni nastavnik (navesti predmet) najčešće koristi Elektronsku nastavu i e-materijale? Deo studenata nije dao ocenu ili je odgovor bio "SVI", a među odgovorima našli su se i predmeti Elektronsko poslovanje, Mehanika, Matematika, Dizajniranje
- 14 Koji predmetni nastavnik (navesti predmet) najmanje koristi Elektronsku nastavu i e-materijale? Deo student nije ocenio, a među odgovorima našli su se i predmeti Metodika nastave informatike, Linearna algebra, Psihologija.
- 15 Ocenite stepen primene Elektronske nastave na vašem fakultetu/visokoj školi
- (na skali od 1 do 5, gde je 1-nezadovoljavajući. 5-odličan):*
- 16 Stepen primene Elektronske nastave na vašem fakultetu/visokoj školi zavisi od:
1. Digitalne pismenosti nastavnika
 2. Uprave fakulteta-visoke škole
 3. Osnivača fakulteta-visoke škole
 4. Nastavnika
- 17 Da li su nastavni planovi primereni savremenoj elektronskoj nastavi?
1. Dovoljno
 2. Delimično
 3. Nedovoljno

4. Nimalo
5. Nisam siguran/na

18 Koji su multimedijalni elementi najčešće zastupljeni u lekcijama (moguće je više odgovora)?

1. Tekst
2. Slika
3. Zvuk
4. Video
5. Animacija
6. Interaktivni sadržaj

19 Kako biste procenili količinu upotrebe medija (zaokružite po potrebi - jedan odgovor moguć)?

1. Svake lekcije
2. Svake nedelje
3. Svakih 14 dana
4. Svake tri nedelje
5. Jednom mesečno
6. Nikad

20 Koliko minuta tokom jednog školskog časa koristite multimedijalne elemente (zaokružite u skladu s tim)?

1. do 5 min
2. 5–10 min
3. 10–15 min
4. 15–20 min
5. 20–30 min
6. više od 30 min

21 Koliko mislite da je minimalno vremena potrebno da bi upotreba multimedije na času bila kvalitetna (zaokružite prema potrebi)?

1. do 5 min
2. 5–10 min
3. 10–15 min
4. 15–20 min
5. 20–30 min
6. više od 30 min

22 Koja je svrha upotrebe multimedije (zaokružite dva principa)?

1. Princip motivacije
2. Princip jasnoće
3. Princip podobnosti
4. Princip postepenosti
5. Princip sistematičnosti
6. Princip diferencijacije
7. Princip individualizacije
8. Princip aktivnosti
9. Princip racionalnosti
10. Princip naučnosti

11. Princip celovitosti

12. Načalo

23 Verujete da upotreba multimedije doprinosi boljoj isporuci materijala?

1. Da, uvek
2. Da, često
3. Da, ponekad
4. Ne, nikad

24 Zašto DA, zašto NE?

Odgovori sa DA:

1. više jasnoće, lakše razumevanje vremena
2. veća motivacija učenika
3. veće interesovanje za predmet
4. moderniji pristup učenju
5. veća isplativost lekcije sadržaj
6. drugo:

Odgovori sa NE:

1. priprema za upotrebu mi oduzima previše
2. nisam pravilno upućen u multimediju
3. skretanje pažnje učenika sa predmeta
4. generalno ne podržavam upotrebu multimedije
5. teško je pronaći odgovarajući multimedijalni
6. drugo

25 Lakše mi je da razumem temu kada nastavnik koristi Elektronsku nastavu i e-materijale:

1. DA, uvek
2. DA, često
3. DA, ponekad
4. NE, nikad

26 Lakše mi je da razumem temu ako nastavnik prenosi nastavni sadržaj putem Elektronske nastave i e-materijala kroz (moguć je samo jedan odgovor):

1. tekst
2. sliku
3. zvuk
4. video – animaciju
5. interaktivni sadržaj

27 Da li želite da nastavnici povećaju upotrebu IKT uređaja u učionici?

1. Da
2. Ne

28 Da li fakultet/ visoka škola ima organizovane računarske učionice, bežični i žični internet?

1. Da
2. Ne

29 Da li su računari koje koristite na fakultetu / visokoj školi dovoljno moćni (da li je hardver na odgovarajućem nivou)?

1. Da, skoro svi računari su prikladno moćni
2. Ne, opremu bi trebalo zameniti

- 30 Koju IKT opremu (digitalne tehnologije) i usluge koristi vaš fakultet / visoka škola? Moguće je nekoliko odgovora.
1. Interaktivne table
 2. Projektore
 3. Tablice
 4. Internet
 5. Bežična mreža
 6. Informacioni sistem (LOPOLis, E-asistent,...)
 7. Multimediju (kamere, fotoaparate, mikrofone, ...)
 8. Internet stranica škole
 9. E okruženje za nastavnike (moodle, Arnesove učionice)
 10. Ostalo, (molimo vas zapišite)
- 31 Da li mislite da su uopšteno nastavnici dovoljno vešti u korišćenju računara i digitalnih tehnologija i da mogu da prate savremene trendove (uvek nove aplikacije za razne aktivnosti)?
1. Da
 2. Ne
- 32 U kojoj meri Elektronska nastava doprinosi sledećim aspektima (*zaokružiti ocenu na skali od 1-5*):
1. Kvalitet u nastave
 2. Motivacija
 3. Aktivno učešće u nastavi
 4. Bolje usvajanje znanja (polaganje ispita)
 5. Razvoj kompetencija 21. Veka
 6. Efiksnije korišćenje vremena
 7. Sticanje kompetencija za zapošljavanje
 8. Dostupnost najnovijih obrazovnih resursa I programa
 9. Kombinovanje kompetencija IT, preduzetništvo, jezici
- 33 Da li učite kod kuće uz pomoć Elektronske nastave i E-materijala?
1. Da, uvek
 2. Da, često
 3. Da, ponekad
 4. Ne, nikad
- 34 Navesti dinamiku primene računarske opreme na vašem fakultetu/visokoj školi (*zaokružite slovo ispred odgovora*):
1. Računari
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

2. Video projektori
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

3. Oprema za video konferencije
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

4. Audio i video oprema za snimanje i emitovanje
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

35 Navesti dinamiku primene obrazovnih softvera i elektronskih-materijala za učenje na vašem fakultetu/visokojškoli (*zaokružite slovo ispred odgovora*):

1. Računarski programi MS Office (Word, Exel, Power Point...)
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

2. Programi za učenje na daljinu (Moodle, Facebook, Google+, Blackboard...)
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

3. Programi za socijalno povezivanje za potrebe nastave (Instagram, Facebook, LinkedIn, Skype, Zoom, Twiter, Pinterest, Google Apps, Whats Apps Medover net, ona.on.com...)
 - Svakodnevno
 - Više puta nedeljno
 - Jednom nedeljno
 - Više puta mesečno
 - Ne koriste se

4. Elektronski materijali koji postoje na on-line platformama

- Svakodnevno
- Više puta nedeljno
- Jednom nedeljno
- Više puta mesečno
- Ne koriste se

5. Klasični nastavni materijali objavljeni na internetu

- Svakodnevno
- Više puta nedeljno
- Jednom nedeljno
- Više puta mesečno
- Ne koriste se

6. Multimedijalni interaktivni online materijali

- Svakodnevno
- Više puta nedeljno
- Jednom nedeljno
- Više puta mesečno
- Ne koriste se

7. Video i audio snimci predavanja

- Svakodnevno
- Više puta nedeljno
- Jednom nedeljno
- Više puta mesečno
- Ne koriste se

8. Online baza podataka testova samoprocene

- Svakodnevno
- Više puta nedeljno
- Jednom nedeljno
- Više puta mesečno
- Ne koriste se

36 Da li se slažete da u svojoj visokoj školi / fakultetu imate dovoljno mogućnosti za dodatno obrazovanje i obuku u korišćenju IKT tehnologija?

1. Uopšte se ne slažem
2. Delimično se slažem
3. Potpuno se slažem

37 Možete li da koristite računar sa Internet vezom u svim učionicama?

1. U svim učionicama
2. U nekim učionicama
3. U računarskim učionicama
4. Nemamo pristup

38 Da li imate pristup bežičnoj mreži?

1. U svim učionicama
2. U nekim učionicama
3. U računarskim učionicama
4. Nemamo pristup

39 Da li su vam dostupni sledeći IKT sistemi i usluge za studente?

1. WI-FI

- Da, dostupno je svim studentima
- Da, dostupno je većini studenata
- Da, dostupno je nekim studentima
- Ne, ali je u planu
- Nije dostupno

2. Imejl-adresa sa univerzitetskim domenom

- Da, dostupno je svim studentima
- Da, dostupno je većini studenata
- Da, dostupno je nekim studentima
- Ne, ali je u planu
- Nije dostupno

3. Pristup računarskim kabinetima

- Da, dostupno je svim studentima
- Da, dostupno je većini studenata
- Da, dostupno je nekim studentima
- Ne, ali je u planu
- Nije dostupno

4. Univerzitetske softverske licence za studente

- Da, dostupno je svim studentima
- Da, dostupno je većini studenata
- Da, dostupno je nekim studentima
- Ne, ali je u planu
- Nije dostupno

40 Da li ste zadovoljni opremom IKT tehnologije u vašoj školi?

1. Potpuno sam zadovoljan
2. Delimično sam zadovoljan
3. Nisam zadovoljan
4. Uopšte nisam zadovoljan

41 Koje ste aktivnosti imali u izvođenju onlajn nastave? (mogućnost više odgovora)

1. Baza podataka
2. Eksterni alat
3. Forum

4. HotPot
5. Test
6. Interaktivni sadržaj
7. Lekcija (Power Point prezentacija i sl.)
8. Pričaonica

42 Koji resursi su korišćeni za održavanje onlajn nastave? (mogućnost više odgovora).

1. Datoteka
2. Elektronski udžbenik
3. Video tutorijali
4. URL adresa

43 Koji su alati i platforme za onlajn komunikaciju korišćeni za održavanje onlajn nastave na vašoj ustanovi? (mogućnost više odgovora)

1. Skype
2. Cisco
3. Webex
4. Google meet
5. Viber
6. Whats App
7. Zoom
8. Signal
9. Telegram
10. E-mail

44 Ocenite vašu zainteresovanost za onlajn nastavu u letnjem semestru (2019/2020.)
(na skali od 1 do 5, gde je 1-minimalno. 5-maksimalno):

45 Ocenite zadovoljstvo održanom onlajn nastavom u letnjem semestru (2019/20):

(na skali od 1 do 5, gde je 1-minimalno. 5-maksimalno):

8.2 ANKETA ZA NASTAVNIKE

Napomena: Anketa je sprovedena na uzorku od 104 nastavnika. U nastavku dokumenta biće prikazane sume odgovora na pitanja ukoliko je odgovor ponuđen ili prosečni odgovori ukoliko je omogućen slobodan unos.

1. U kom gradu je sedište Vaše Ustanove?
2. Kom region pripada grad-sedište Vaše Ustanove?
 1. Region Vojvodine
 2. Beogradski region
 3. Region Šumadija i Zapadna Srbija
 4. Region Južna i Istočna Srbija
 5. Region Kosovo i Metohija
3. Da li je Vaša Ustanova samostalna ili je u sastavu nekog Univerziteta?
 1. Samostalna Ustanova
 2. Ustanova u sastavu univerziteta
4. Ko je osnivač Vaša Ustanove?
 1. Republika Srbija
 2. Drugi osnivač
5. Koliko je studijskih programa na vašoj ustanovi akreditovano za tekuću školsku godinu?
6. Kom naučnom polju pretežno pripadaju studijski programi Vaše Ustanove?
 1. Društveno-humanističko
 2. Prirodno-matematičko
 3. Tehničko-tehnološko
 4. Medicinske nauke
 5. Umetnost
 6. Ostalo
7. Koliko je studenata Vaša Ustanova upisala (2020/2021) školske godine?
 1. Osnovne akademske studije
 2. Osnovne strukovne studije
 3. Specijalističke akademske studije
 4. Specijalističke strukovne studije
 5. Master akademske studije
 6. Master strukovne studije
 7. Doktorske studije
8. Koliko je u Vašoj ustanovi zaposleno?
 1. Nastavnika
 2. Saradnika u nastavi
 3. IKT stručnjaka (RC. Operateri, programeri)
 4. U ostalim službama
 5. Pomoćnih radnika

9. Da li je Vaša ustanova akreditovala neki studijski program za studije na daljinu?
1. Ne
 2. Akreditacija je u toku
 3. Da
10. Koliko se uređaja (ispravnih i upotrebljivih) koristi u Vašoj Ustanovi u toku ove školske godine?
1. Desktop računara
 2. Laptop računara
 3. Tablet, notebook ili mini notebook računara
 4. Digitalnih čitača (e-book reader)
 5. Interaktivna (“pametna”) table
 6. Video projector
 7. Nešto drugo
11. Koliko je desktop računara namenjeno studentima?
1. U računarskim učionicama
 2. U laboratorijama
 3. U učionica opšte namene
 4. U biblioteci
 5. Na drugim mestima
12. Kolika je brzina prenosa internet veze koju koristite:
1. ADSL
 2. Kablovska veza
 3. Satelitska veza
 4. Bežične veze (WiFi)
 5. Optičkog kabla
13. Da li se za rad u Vašoj Ustanovi koristi oprema koja nije vlasništvo vasa VŠU već pripada?
1. Zaposlenima u vašoj ustanovi
 - Ne
 - Da
 2. Univerzitetu ili nekoj njegovoj jedinici
 - Ne
 - Da
 3. Drugoj ustanovi od koje se oprema iznajmljuje
 - Ne
 - Da
 4. Studentima
 - Ne
 - Da

5. Nekom drugom

- Ne
- Da

14. Da li ove studijske godine 2020/2021 Vaša Ustanova koristi sledeće platforme?

1. Svoj sopstveni web sajt sa javnim prisustvom

- Ne
- Da

2. Fakultetsku email adresu za profesore

- Ne
- Da

3. Fakultetsku email adresu za student

- Ne
- Da

4. Lokalnu mrežu LAN

- Ne
- Da

5. Bežični pristup internetu za nastavnike (WiFi)

- Ne
- Da

6. Bežični pristup internetu za student (WiFi)

- Ne
- Da

7. Virtuelnu platformu za onlajn učenje kojoj mogu pristupiti kako profesori, tako i studenti

- Ne
- Da

15. Da li Vaša Ustanova koristi neki od navedenih Sistema za upravljanje učenjem (LMS)?

1. Moodle

- Ne
- Da

2. Wordpress

- Ne
- Da

3. G Suite for Education

- Ne
- Da

4. Blackboard
 - Ne
 - Da
5. e-Campus
 - Ne
 - Da
6. e-Canvas
 - Ne
 - Da
7. Sakal
 - Ne
 - Da
8. Ostalo
 - Ne
 - Da

16. Da li su u Vašoj Ustanovi dostupni sledeći IKT sistemi i usluge za student?

1. Univerzitetske softverske licence za student
 - Ne
 - Da
2. Onlajn Silabus predmeta i katalog studijskih programa
 - Ne
 - Da
3. Personalizovani portal za student
 - Ne
 - Da
4. Repozitorijum nastavnih materijala
 - Ne
 - Da
5. E-portfolio studenata
 - Ne
 - Da
6. Specifična pomagala za učenje za student sa posebnim potrebama
 - Ne
 - Da

17. Koji su alati i platforme za onlajn komunikaciju korišćeni za održavanje onlajn nastave na Vašoj Ustanovi?

1. Skype
 - Ne
 - Da

2. Cisco Webex
 - Ne
 - Da

3. Google meet
 - Ne
 - Da

4. Viber
 - Ne
 - Da

5. Whats App
 - Ne
 - Da

6. Zoom
 - Ne
 - Da

7. Signal
 - Ne
 - Da

8. Telegram
 - Ne
 - Da

9. Email
 - Ne
 - Da

10. Neki drugi alat
 - Ne
 - Da

18. Da li Vaša Ustanova koristi računare i računarske programe za obavljanje poslova upravljanja (planiranje, nadzor, komunikacija među članovima rukovodećih tela, praćenje rezultata)?

1. Neki od specijalizovanih programa za upravljanje (Strategic planning, Employee Engagement Survey, Benchmarking i sl.)

- Ne
- Da

2. On line platforme (Trello, Skype, Viber,)

- Ne
- Da

3. Neki drugi program (koji?)

- Ne
- Da

19. U kojoj meri je finansijsko poslovanje Vaše Ustanove podržano IKT?

1. Uopšte nije
2. Samo neke funkcije, većina nije
3. Najvećim delom
4. U potpunosti

20. U kojoj meri je vođenje evidencije o zaposlenima podržano IKT?

1. Uopšte nije
2. Samo neke funkcije, većina nije
3. Najvećim delom
4. U potpunosti

21. U kojoj meri je studentska evidencija (status, ocene, diplome) podržana IKT?

1. Uopšte nije
2. Samo neke funkcije, većina nije
3. Najvećim delom
4. U potpunosti

22. Da li je arhivirana evidencija o studentima koji su studirali na Vašoj Ustanovi digitalizovana?

1. Nije
2. Digitalizacija u toku
3. Jeste u potpunosti

23. Da li biblioteka Vaša Ustanove:

1. Ima elektronski katalog dostupan

- Ne
- Da

2. Ima elektronsku evidenciju pozajmica

- Ne
- Da

3. Ima vezu sa širim bibliotečkim sistemima
 - Ne
 - Da, univerzitetska biblioteka
 - Da, nacionalna biblioteka
 - Da, međunarodna bibliotečka mreža
 4. Ustanova nema svoju biblioteku
 - Tačno
 - Netačno
- 24.** Da li u Vaša Ustanova poseduje neku specijalizovanu opremu koja se koristi za obavljanje poslova u okviru istraživačkih projekata?
1. Hardver
 - Ne
 - Da
 2. Softver
 - Ne
 - Da
- 25.** Da li Vaša Ustanova primenjuje E-učenje?
1. Ne
 2. e-učenje je u fazi razvoja
 3. Da, pojedini nastavnici
 4. Da, pojedini odseci
 5. Da, to je preovlađujući oblik učenja
- 26.** Da li se u vašoj Ustanovi izvodi nastavna iz predmeta “Računarstvo i informatika” (uređivanje teksta, računarske mreže, rad sa tabelama, multimedija)?
1. Ne
 2. Da
- 27.** Da li se u vašoj Ustanovi organizuje obuka za nastavnike iz oblasti IKT?
1. Ne
 2. Ustanova plaća obuku van ustanove
 3. Obuka se organizuje povremeno, prema potrebi
 4. Obuka se organizuje u toku školske godine
 5. Obuka se organizuje jednom u toku semestra
 6. Obuka se organizuje jednom mesečno ili češće
- 28.** Da li vasa VŠU ima usvojeni plan razvoja IKT?
1. Ne
 2. Plan je u postupku usvajanja
 3. Da
- 29.** Da li je finansijskim planom vasa VŠU predviđena posebna namenska sredstva za razvoj IKT?
1. Ne
 2. Da

- 30.** Ko u Ustanovi odlučuje o razvoju IKT?
1. Dekan (Direktor)
 2. Kolegijalni organ
 3. Rukovodilac računarskog centra
 4. Neko drugi
- 31.** Da li u Vašoj Ustanovi postoji sistematski nadzor, kontrola i evaluacija primene I razvoja IKT?
1. Ne
 2. Da
- 32.** Da li u Vašoj Ustanovi postoji služba ili osoba kojoj je primarni zadatak razvoj IKT?
1. Ne
 2. Da (Ko)?
- 33.** Da li Vaša Ustanova nagrađuje (motivise) n abilo koji način nastavnike za korišćenje IKT u podučavanju?
1. Finansijski
 - Ne
 - Da
 2. Smanjenjem broja radnih sati
 - Ne
 - Da
 3. Dodelom priznanja ili nagrada
 - Ne
 - Da
 4. Dodatnim IKT obukama
 - Ne
 - Da
 5. Opremanjem učionicama novim inovativnim IKT alatima
 - Ne
 - Da
- 34.** Koliki deo vremena zaposleni u IKT službi provode na sledećim radnim zadacima?
1. Instaliranje i održavanje uređaja (računara i periferije)
 2. Instaliranje i održavanje mreže
 3. Instaliranje i održavanje web sajta ustanove
 4. Instaliranje i održavanje drugih platformi
 5. Programiranje (pisanje aplikacija)
 6. Pomoć i podrška u korišćenju aplikacija
 7. Obučavanje zaposlenih i studenata za korišćenje opreme
 8. Praćenje inovacije i trendova u IKT sektoru

8.3 Anketa Geogebra u matematici

1. Da li prvi put koristite GeoGebru?
2. Da li mislite da je upotreba GeoGebre složena?
3. Da li vam je zanimljivija lekcija iz geometrije uz upotrebu GeoGebre?
4. Da li bolje razumete lekcije ako koristimo GeoGebru?
5. Kako procenjujete rešavanje problema u kome se koristi GeoGebra u poređenju sa „klasičnim“ načinom rešavanja problema geometrije?
6. Da li smatrate da vam je rešenje preciznije i očiglednije kada je predstavljeno u GeoGebri u poređenju sa „klasičnim“ načinom?
7. Da li smatrate neophodnim da koristite GeoGebru kao standardni deo kursa Geometrije?

8.4 Spisak slika

Slika 2.1.1.1 Model usvajanja tehnologije u obrazovanju	22
Slika 2.1.1.2 Veza između filozofije učenja i nivoa upotrebe tehnologije	22
Slika 2.1.3.1 Oblik nastave na fakultetima/visokim školama u funkciji godina starosti studenata	37
Slika 2.1.3.2. Analitički okvir za procenu razvoja, upotrebe i uticaja DLR-a.....	40
Slika 2.2.1. Položaj informaciono-komunikacione tehnologije u nastavi	61
Slika 2.2.2.1. Rad i učenje tokom života, iz prezentacije M. Horgana, e-IRG radionica, Helsinki 2019.....	66
Slika 2.2.2.2 Glavna područja inicijative za otvoreno obrazovanje	67
Slika 2.2.2.3 Kategorije za IKT u obuci nastavnika	79
Grafikon 2.3.2.1.1 Praćemke mastavnih planova savremene IKT u VŠU u funkciji meste u kome studenti studiraju. (Milićević et al. 2021)	91
Slika 2.3.2.1.1 Delovi definicije digitalne kompetencije.....	92
Slika 2.3.2.1.2 Okvir za digitalne kompetencije nastavnika – DigiCompEdu	94
Slika 2.3.2.1.3 Rezultat dobijen samoprocenom digitalnih kompetencija pomoću alata DigiCompEdu Check-in (testna faza).....	95
Slika 2.3.2.1.4 Okvir digitalnih kompetencija po DigCompEdu (Redecker 2017).....	96
Slika 2.5.1. Arhitektura fazi logičkog sistema.....	100
Slika 2.5.1.1 Šematski dijagram ANFIS modela.....	103
Slika 2.5.2.1. Sinergija među glavnim komponentama soft computing-a.....	104
Slika 2.5.2.1.1 Mamdani tip zaključivanja.....	106
Slika 2.5.2.1.2. Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (uži)	107
Slika 2.5.2.1.3. Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (širi)	107
Slika 2.5.2.1.4. Šematski prikaz Mamdani tipa zaključivanja (finalni rezultat defuzifikacije).....	108
Slika 2.5.2.1.5. Šematski prikaz Sugueno tipa zaključivanja (uži)	108
Slika 2.5.2.1.6. Šematski prikaz Sugueno tipa zaključivanja (širi).....	109
Slika 2.5.2.2.1 Regresioni model	111
Slika 2.5.2.3.1 ANFIS slojevi	113
Slika 2.5.3.1 Slojevi ANFIS mreže.....	113
Slika 2.5.3.2 ANFIS struktura.....	114
Slika 2.5.3.3 ANFIS struktura.....	116
Slika 2.8.2.3.1 Potrebe podataka za prodiranjem IKT u obrazovni sistem.....	137
Slika 3.5.1. Model istraživanja	154
Slika 4.4.1 Dostupnost IKT	167
Slika 4.4.2 Pomoć kod domaćeg zadatka.....	168
Slika 4.4.3 Stav učenika o školskim časovima matematike.....	168
Slika 4.4.4 Aktivna nastava	168
Slika 4.4.5 Motivacija	169
Slika 4.4.6 Stav učenika o načinu realizacije nastave.....	169
Slika 4.5.1 Stavovi studenata o učenju na daljinu	170
Slika 4.5.2 Zahtevi za učenje na daljinu i odgovori studenata.....	170
Slika 4.5.3 Problemi kod učenja na daljinu	171
Slika 4.6.1.1 Efektivnost alata prezentacije nastavnog sadržaja.....	172
Slika 4.6.1.2 Korišćenje Moodle platforme po obrazovnim institucijama	173
Slika 4.6.1.3 Analiza institucija koje koriste Moodle LMS, i njihovo mišljenje o upotrebi Moodle LMS-a.....	173

Slika 4.6.1.4 Zastupljenost sistema eučenja po Univerzitetima.....	174
Slika 4.6.1.5 Korišćenje Moodle LMS sistema u naukama i njegova zastupljenost.....	174
Slika 4.6.1.6 Procenat institucija kojima je bila potrebna obuka za korišćenje Moodle LMS-a	175
Slika 4.6.1.7 Primenjivanje elektronskih sistema učenja u institucija i glavni razlozi za neupotrebu LMS-a	175
Slika 4.6.1.8 Univerzitet u Republici Srbiji koji planiraju da uvedu LMS platformu	176
Slika 4.6.1.9 Inicijativa i inicijatori uvođenja LMS platforme na Univerzitetima u Republici Srbiji.....	176
Slika 4.6.1.10 Institucije i Fakulteti koji planiraju uvođenje LMS platforme	176
Slika 4.6.1.11 Učestalost korišćenja mrežnih alata prema godini studija.....	177
Slika 4.6.1.12. Teškoća korišćenja mrežnih alata po godinama studija	177
Slika 4.6.1.13 Razlog i učestalost kontakata sa kolegama sa studija tokom pandemije.....	177

8.5 Spisak tabela

Tabela 2.1.3.1 Pregled zastupljenosti informatičkih i računarskih predmeta na analiziranim fakultetima	35
Tabela 2.1.3.2 Pregled zastupljenosti informatičkih i računarskih predmeta na analiziranim visokim školama strukovnih studija	36
Tabela 2.1.4.1 Inhibiranje i olakšavajući faktora za e-učenje	55
Tabela 2.2.1.1. Faktori koji utiču na stepen primene IKT na VŠU u funkciji pola studenta ..	64
Tabela 2.2.1.2 Faktori koji utiču na stepen primene IKT na VŠU u funkciji godina starosti studenata	65
Tabela 2.2.2.1 Obrazloženja „obrazovnih“ IKT sintetizovanih iz literature	68
Tabela 2.2.2.2 Indikatori uspešne primene IKT-a u obrazovnoj instituciji	74
Tabela 2.2.2.3 Implikacije za nastavnike u korišćenju računara u učionicama	75
Tabela 2.3.1.1 Okvir kompetencija nastavnika	83
Tabela 2.3.1.2 Kompetencije vezano uz ulogu nastavnika u online okruženju	84
Tabela 2.3.1.3 IKT okvir za kompetencije nastavnika	84
Tabela 2.3.2.1.1 Digitalne kompetencije nastavnika u vezi s upravljanjem, istraživanjem, podučavanjem i socijalno odgovornim funkcijama	93
Tabela 2.3.2.1.2 Pet oblasti digitalne kompetencije i srodnih kompetencija	94
Tabela 2.5.4.1 Parametri za obnovnu školu	120
Tabela 2.5.4.2 Parametri za srednju školu	120
Tabela 2.5.5.1 Ulazne i izlazne promenljive za ANFIS regresiju	121
Tabela 2.5.6.1 Parametri za trajnost znanja	122
Tabela 2.6.1 Rezultat provere znanja	123
Tabela 2.7.1 Ulazne i izlazne promenljive za ANFIS regresiju	125
Tabela 2.8.2.3.1 Poređenje tradicionalnog i novog okruženja za učenje	138
Tabela 2.8.2.3.2 Uloge nastavnika u obrazovnom procesu podržanom tehnologijom	139
Tabela 2.8.2.3.3 Metodološki kriterijumi za izradu aktivnosti u virtualnom okruženju ..	141
Tabela 4.1.1 Uticaj parametara na rezultate u osnovnim školama	162
Tabela 4.1.2 Dva parametra utiču na rezultate u osnovnim školama	163
Tabela 4.1.3 Tri parametra koja utiču na rezultate u osnovnim školama	164
Tabela 4.1.4 Uticaj parametara na rezultat u srednjim školama	164
Tabela 4.1.5 Dva parametra koja utiču na rezultat u srednjim školama	165
Tabela 4.1.6 Tri parametra koja utiču na rezultat u srednjim školama	166

Tabela 4.2.1 Uticaj jednog parametra _____	166
Tabela 4.2.2 Uticaj dva parametra _____	167
Tabela 4.2.3 Uticaj tri parametra _____	170
Tabela 4.3.1 Uticaj jednog ulaza na izlaz – trajnost znanja _____	170
Tabela 4.3.2 Uticaj dva ulaza na izlaz – trajnost znanja _____	171
Tabela 4.3.3 Uticaj tri ulaza na izlaz – trajnost znanja _____	172
Tabela 4.6.1.1 Swot analiza primene e-učenja _____	177
Tabela 4.7.1 Upotreba elektronske nastave i e-materijala od strane nastavnika _____	183
Tabela 4.7.2 Stepen primene Elektronske nastave na vašem fakultetu/visokoj školi _____	183
Tabela 4.7.3 Razumevanje nastave kada nastavnik koristi Elektronsku nastavu i e-materijale _____	184
Tabela 4.7.4 Primena Elektronske nastave i e-materijala202 _____	184
Tabela 4.7.5 Upotreba IKT u nastavi _____	184
Tabela 4.7.6 Veštine i kometencije nastavniku u primeni IKT _____	184
Tabela 4.7.7 Dodatne obuke iz IKT _____	185
Tabela 4.8.1 Organizovane obuke za nastavnike iz oblasti IKT _____	185
Tabela 4.8.2 Plan razvoja IKT ustanova _____	185
Tabela 4.8.3 Namenska sredstva za razvoj IKT _____	185
Tabela 4.8.4 Odlučivanje ustanova o razvoju IKT _____	185
Tabela 4.8.5 Sistematski nadzor, kontrola i evaluacija primene i razvoja IKT _____	186
Tabela 4.8.6 Postojanje službe ili osobe kojoj je primarni zadatak razvoj IKT _____	186
Tabela 4.8.7 Alati i platforme za onlajn komunikaciju korišćeni za održavanje onlajn nastave _____	186
Tabela 4.8.8 Primena E-učenja _____	186
Tabela 4.8.9 Nastava Računarstva i informatike _____	186

BIOGRAFIJA

Jelena Stojanović je rođena 12. oktobra 1991. godine u Prištini. Prištinsku Gimnaziju je završila sa odličnim uspehom. Osnovne akademske studije je završila na Fakultetu za matematiku i računarske nauke Alfa BK Univerziteta u Beogradu gde stiče zvanje Diplomirani informatičar sa prosečnom ocenom 9.13.

Nakon toga završava master studija na Alfa BK Univerzitetu u Beogradu sa prosečnom ocenom 8.88 i stiče zvanje Master informatičar. Nakon master studija upisuje doktorske akademske studije na Fakultetu za matematiku i računarske nauke Alfa BK Univerziteta u Beogradu gde je u skladu sa planom i programom položila sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 9,91 i to:

R.B.	Predmet	ESPB	Ocena
1	Metodologija naučno-istraživačkog rada	10	9(devet)
2	Mašinsko učenje	10	10(deset)
3	Kvalitet i standardi u računarstvu	10	10 (deset)
4	Algoritmi numeričke linearne algebre	10	10 (deset)
5	Zaštitno kodovanje	10	10 (deset)
6	Odabrana poglavlja nelinearnog programiranja	10	10 (deset)
7	Genetski algoritmi	10	10 (deset)
8	Optimizacija direktnim pretraživanjem	10	10 (deset)
9	Matematičko modeliranje u ekonomiji	10	10 (deset)
10	SIR na izradi Pristupnog rada za doktorsku	0	10 (deset)
11	disertaciju	30	10 (deset)
12	Izrada i odbrana Pristupnog rada za doktorsku disertaciju Doktorska disertacija (SIR)	0	10 (deset)

Zaposlena je na Alfa BK Univerzitetu u Beogradu u zvanju asistenta za naučnu oblast *Računarske nauke*.

BIBLIOGRAFIJA

Kandidat je do sada objavio sledeće naučno-stručne radove:

1. Objavljeni radovi u časopisima kategorije M21 (autor-i, naslov rada u časopisu, naziv časopisa, DOI broj časopisa ili link sajta institucije koja je objavila rad u časopisu):

Milovancevic, M., Zandi, Y., Rahimi, A., Denić, N., Vujović, V., Zlatković, D., Ilic I. **Stojanovic, J.** Gavrilovic S. Khadimallah, M.A. & Ivanović, V. (2021). „**Engine performance fueled with jojoba biodiesel and enzymatic saccharification on the yield of glucose of microbial lipids biodiesel**“. Energy, 122390. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122390> 0360-5442/© 2021 Elsevier Ltd. M21a

Violeta MILIĆEVIĆ, Nebojša DENIĆ, Zoran MILIĆEVIĆ, Ljiljana ARSIĆ Milica SPASIĆ-STOJKOVIĆ, Dalibor PETKOVIĆ, **Jelena STOJANOVIĆ**, Mirjana Krkic Nataša Sokolov Milovančević, Aleksandra Jovanović „**E-learning perspectives in higher education institutions**“ Technological Forecasting and Social Change, Volume 166, May 2021, 120618 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120618>, M21a

Dalibor Petković, Miljana Barjaktarovic, Slaviša Milošević, Nebojša Denić, Boban Spasić, **Jelena Stojanović**, Milos Milovancevic, „**Neuro fuzzy estimation of the most influential parameters for Kusum biodiesel performance**“, Energy, Volume 229, 2021, 120621, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120621>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221008707>) M21

Vujović, V., Denić, N., Stevanović, V., Stevanović, M., **Stojanović, J.**, Cao, Y., Alhammadi, Y., Jermstipparsert, K., Van Le, H., Wakil, K. & Radojković, I. (2020). „**Project Planning and Risk Management as a Success Factor for IT Projects in Agricultural Schools in Serbia**“. Technology in Society, 63 (November Issue), Article No. 101371, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101371>. M21a

Yan Cao, Yousef Zandi, Abouzar Rahimi, Dalibor Petković, Nebojša Denić, **Jelena Stojanović**, Boban Spasić, Vuk Vujović, Hamid Assilzadeh, „**Evaluation and monitoring of impact resistance of fiber reinforced concrete by adaptive neuro fuzzy algorithm**“ STRUCTURES, (2021), vol. 34 br., str. 3750-3756 M22

Dalibor Petkovic, Nebojša Denić, Ivana D. Ilić, Dragan Zlatković, Sinisa Ilić, Nenad Kojić, and **Jelena Stojanović**, "**Optimization of a plastic optical fiber based sensor for dye sensing coupled with an adapted neuro-fuzzy inference system,**" Vol. 61, No. 10 / 1 April 2022 / Applied Optics 2715Appl. Opt. 61, 2715-2720 (2022)

<https://opg.optica.org/ao/abstract.cfm?URI=ao-61-10-2715> M22

Milovancevic, M., Denić, N., Ćirković, B., Nešić, Z., Paunović, M., **Stojanović, J.** „**Prediction of shear debonding strength of concrete structure with high-performance fiber reinforced concrete**“, Structures, Vol. 33, 2021, pp. 4475-4480, ISSN 2352-0124.

<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.07.012>. M22

Y. Cao, Z. M. AlKubaisy, **J. Stojanović**, N. Denić, D. Petković, D. Zlatković, and A. Zakić, „Appraisal of information and communications technologies on the teaching process by neuro fuzzy logic“, *Comput. Appl. Eng. Educ.* (2022), 1–24. <https://doi.org/10.1002/cae.22486> M22

Jelena Stojanović, Dalibor Petkovic, Ibrahim M Alarifi, Yan Cao, Nebojsa Denic, Jelena Ilic, Hamid Assilzadeh, Sead Resic, Biljana Petkovic, Afrasyab Khan, Milosav Milickovic, „Application of distance learning in mathematics through adaptive neuro-fuzzy learning method“, *Computers and Electrical Engineering*, 2021, 107270, [DOI: 10.1016/j.compeleceng.2021.107270](https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107270) M21

Kuzman, B., Petković, B., Denić, N., Petković, D., Ćirković, B., **Stojanović, J.**, i Milić, M., (2021), “Estimation of optimal fertilizers for optimal crop yield by adaptive neuro fuzzy logic”, *Rhizosphere*, 2021, 100358, ISSN 2452-2198, <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100358>. M21

Dalibor Petković, Jie Zeng, Nebojsa Denic, Vesna Stevanović, Riadh Marzouki, Islam Ezz El Arab, Mališa Stevanović, **Jelena Stojanović**, Mohamed Amine Khadimallah, Application of neuro-fuzzy estimation in prediction of shear bond strength between concrete layers through the efficient laser roughness analyzer, *Optics & Laser Technology*, Volume 151, 2022, 108017, ISSN 0030-3992, <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2022.108017>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030399222001748>) M21

Dalibor Petković, Nebojsa Denić, Biljana Petković, **Jelena Stojanovic**, Boris Kuzman, Nenad Kojić Maja Staletovic, Vladimir Kostić „Adaptive neuro fuzzy modelling of energy performance of single crystalline silicone photovoltaic module“ <https://www.springer.com/journal/11082> *Optical and Quantum Electronics* M22

Dalibor Petkovic, Mohamed Khadimallah, Yan Cao, Nebojsa Denic, Vuk Vujović, Dragan Zlatkovic, and Jelena Stojanović “Adaptive neuro fuzzy selection of important factors for prediction of plasmons in silver nanorods”, Vol. 61, No. 9 / 20 March 2022 / *Applied Optics* <https://doi.org/10.1364/AO.451130>, M22

a) Monografska studija/poglavlje u knjizi M11 ili rad u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja (M13)

1. Nebojša Denić, Jelena Rajović, **Jelena Stojanović**. "Information and Digital Competencies of Teachers in the Function of Preventing Online Violence" International Conference Professional Competences for Teaching in the 21st Century May, 23-25 2019 University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina Serbia, **DOI:** 10.46793/pctja.19.429D **UDK:** 004.738.5:364.632-053.6 <https://pefja.kg.ac.rs/pctja.19.429D/>

b) Radovi sopšteni na skupovima međunarodnog značaja štampani u celini (M33)

Nebojša Denić, Jelena Rajović, **Jelena Stojanović**. "Information and Digital Competencies of Teachers in the Function of Preventing Online Violence" International Conference Professional Competences for Teaching in the 21st Century May, 23-25 2019 University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina Serbia, **DOI:** 10.46793/pctja.19.429D **UDK:**004.738.5:364.632-053.6 <https://pefja.kg.ac.rs/pctja.19.429D/>

в) Радови у врхунском часопису националног значаја (М51)

Јелена Д. Рајовић, Небојша М. Денић, **Јелена Н. Стојановић**: Прилог проучавању уџбеника енглеског језика средњих стручних школа: критеријуми анализе ; УЗДАНИЦА; 2020, XVII/2; стр. 79–95, УДК:811.111:371.671] :373.5
<https://doi.org/10.18485/uzdanica.2020.17.2.6>

Stojanović, J., Nešić, Z., & Bulut-Bogdanović, I. (2021). Digitalizacija obrazovanja u funkciji ekonomskog razvoja. *Društveni horizonti*, 1(1), 29-40. <https://doi.org/10.5937/DruHor2101029S>

Jelena Stojanović,
6905/2018



Алфа БК Универзитет

IZJAVA O AUTORSTVU

1. **Potpisani** Jelena Stojanović

2. **Broj upisa** 6902/2018

3. **Izjavljujem da je doktorska disertacija pod naslovom:**

Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro fazi metodologije

- Rezultat sopstvenog istraživčkog rada;
- Da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- Da su rezultati korektno navedeni i
- Da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica

U Beogradu 2022 godine

Potpis doktoranta



Алфа БК Универзитет

IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKOG RADA

Ime i prezime: Jelena Stojanović

Broj upisa: 6902/2018

Studijski program: Računarske nauke

Naslov rada: Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro fazi metodologije

Mentor: Prof.dr Nebojša Denić

Komentor: Prof.dr Marija Paunović

Izjavljujem

Da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje u repozitorijumu na sajtu Alfa BK Univerziteta

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje naučnog zvanja doktora nauka kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja, podaci o stečenim stručnim i akademskim zvanjima, datum odbrane rada i drugi podaci u funkciji transparentnosti postupka sticanja naučnog zvanja.

Ovi lični podaci mogu se objaviti u publikacijama Alfa BK Univerziteta i dostaviti Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, kao i biti dostupni saglasno Zakonu o slobodnom pristupu i informacijama od javnog značaja.

U Beogradu 2022 godine

Potpis doktoranta

ALFA BK UNIVERZITET, NOVI BEOGRAD, Palmira Taljotija 3, + 381011/2674-164,
www.alfa.edu.rs, info@alfa.edu.rs,

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Alfa BK Univerzitet da u Digitalni repozitorijum Univerziteta unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom: **Primena učenja na daljinu pomoću adaptivne neuro fazi metodologije**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta, dostavljenu repozitorijumu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)

2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)

5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.

Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu 2022 godine

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.