

ČASOPIS

AKADEMSKI PRIVREDNIK

VISOKOŠKOLSKA USTANOVA UNIVERZITET „PRIVREDNA AKADEMIJA“
BRČKO DISTRIKT BIH

ISSN: 3029-3278



...analize...

pčelarstvo, čista tehnologija,
turizam, solarne elektrane,
pravo, saobraćaj i transport,
vještačka inteligencija,
javno mnjenje,
putno osiguranje...



AKADEMSKI PRIVREDNIK

Brčko, 2026. godine

**IZDAVAČ**

VISOKOŠKOLSKA USTANOVA UNIVERZITET "PRIVREDNA AKADEMIJA" BRČKO DISTRIKT BiH
Petra Kočića br. 6, Brčko distrikt BiH,

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK ČASOPISA

Prof. dr Željko Petrić, rektor Univerziteta

UREDNIK ČASOPISA

Prof. dr Cvijetin Živanović, prorektor za NiR

REDAKCIJSKI ODBOR ČASOPISA**Društvene nauke**

Prof. dr Milomir Čodo, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Petar Tamamović, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Larisa Softić-Gasal, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Dragan Kolev, Republika Srbija,
Prof. dr Gordana Bursać, Republika Srbija,
Prof. dr Veselin Bunčić, Bosna i Hercegovina,
doc. dr Fatima Ribić, Bosna i Hercegovina,
doc. dr Ratomir Antonović, Bosna i Hercegovina,
doc. dr Admir Muslija, Bosna i Hercegovina

Prirodne nauke

Prof. dr Vladimir Šimović, Republika Hrvatska,
Prof. dr Siniša Delčev, Republika Srbija,
Prof. dr Bogdan Mirković, Bosna i Hercegovina,
Doc. dr Elvedin Šabanović, Bosna i Hercegovina

Inženjering i tehnologije

Prof. dr Željko Petrić, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Dragan Škobalj, Republika Srbija,
Prof. dr Velemir Zekić, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Živorad Milošević, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Stojan Aleksić, Bosna i Hercegovina,
Prof. dr Jovica Vasiljević, Republika Srbija

Humanističke nauke

Doc. dr Miloš Crnomarković, Republika Srbija

Poljoprivredne nauke

doc. dr Aleksandar Tepavac, Bosna i Hercegovina,
dr Miroslav Nedeljković, Republika Srbija

SEKRETAR ČASOPISA

mr Miloš Đurković, Bosna i Hercegovina

LEKTURA, KOREKTURA I TEHNIČKA PRIPREMA ČASOPISA

mr Miloš Đurković, mr Ermin Ibrišimović

TIRAŽ

50 komada

O časopisu

Časopis AKADEMSKI PRIVREDNIK, Univerziteta "Privredna akademija" Brčko distrikt BiH, je naučni časopis posvećen razvoju interdisciplinarnih istraživanja objedinjujući prije svega oblasti kao što su: prirodne nauke, inženjering i tehnologije, medicinske i zdravstvene nauke, poljoprivredne nauke, društvene i humanističke nauke.

Ubrzana globalizacija, tehničko-tehnološki i ekonomski razvoj, pluralizam i raznolikost, ljudska prava i slobode, pravo i bezbjednost, održivi razvoj, međureligijska saradnja itd. samo su neke teme od značaja za časopis.

Pozivamo istraživače u gore navedenim naučnim oblastima da daju doprinos kroz kreativnu razmjenu ideja, metodologija i stanovišta.

REDAKCIJSKI ODBOR



SADRŽAJ

Elvir Čutura, Suvad Lelo, Mirzeta Kašić Lelo, Elvedin Šabanović AKUSTIČNA ANALIZA FREKVENCIJSKOG SPEKTRA PČELINJE ZAJEDNICE APIS MELLIFERA SUBSP. CARNICA POLLMANN, 1879 (INSECTA: HYMENOPTERA) KAO INDIKATOR BIOLOŠKOG STANJA I PROIZVODNOG POTENCIJALA NA PČELINJACIMA VMP – VELEMED ILIJAŠ	117
Nermin Alihodžić ČISTA TEHNOLOGIJA – FAKTORI KOJI JE POKREĆU	127
Marko Milić, Darko Pašalić EFEKTI RAZVOJA TURIZMA NA EKONOMIJU BOSNE I HERCEGOVINE	136
Bogdan Mirković, Maurizio Malusa, Milorad Marković KOMPARATIVNA ANALIZA METEO SERVISA ZA PRIMJENU KOD SOLARNIH ELEKTRANA	144
Amer Hodžić SPORTSKI, AVANTURISTIČKI I PUSTOLOVNI TURIZAM, RAZVOJ KROZ SPORTSKE NAUKE I UTJECAJ NA RAZVOJ TURIZMA	175
Miloš Krsmanović, Milomir Čodo, Srđan Tomić INSTITUT ZASTARJELOSTI U BOSNI I HERCEGOVINI – PRAVNI OKVIR I PRIMJENA U RAZLIČITIM GRANAMA PRAVA	198
Bogdan Mirković KOMPARATIVNA ANALIZA SIMULACIONIH SOFTVERA ZA OBUKU VOZAČA	206
Anel Ikanović, Amir Softić OPIS PROJEKTA TRANSPORTNOG SISTEMA	223
Miloš Đurković, Bogdan Mirković UTICAJ VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA PRIRODNE JEZIKE	240
Aleksandar Radojčić, Elena Mirković VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U SLUŽBI FORMIRANJA JAVNOG MNJENJA	256
Branislava Narančić Joveljić, Fikret Rastoder UTICAJ KRIZNIH SITUACIJA NA TURIZAM I PUTNO OSIGURANJE: NESTABILAN SVIJET U ERI GEOPOLITIČKIH PROMJENA	268



Primljeno: 25.05.2026

Prihvaćeno: 27. 07. 2026.

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605117C

AKUSTIČNA ANALIZA FREKVENCIJSKOG SPEKTRA PČELINJE ZAJEDNICE APIS MELLIFERA SUBSP. CARNICA POLLMANN, 1879 (INSECTA: HYMENOPTERA) KAO INDIKATOR BIOLOŠKOG STANJA I PROIZVODNOG POTENCIJALA NA PČELINJACIMA VMP – VELEMED ILIJAŠ

Elvir Čutura

VMP-Veledmed pčelarstvo, Mlini 63, 71380 Ilijaš, Bosna i Hercegovina,

*E-mail: elvir.cutura2@gmail.com***Suvad Lelo**

Univerzitet Sarajevo, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za biologiju, Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

*E-mail: suvad.lelo@pmf.unsa.ba***Mirzeta Kašić Lelo**

Udruženje za inventarizaciju i zaštitu životinja, Omladinska 2, 71380 Ilijaš, Bosna i Hercegovina

*E-mail: drmirzetakl@outlook.com***Elvedin Šabanović**

Univerzitet "Privredna akademija" Brčko distrikt BiH

E-mail: elvedin.sabanovic@privrednaakademija.edu.ba

Apstrakt

U ovom radu istražena je korelacija između akustičnih signala pčelinje zajednice (*Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann, 1879) i njenog biološkog stanja. Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 180 pčelinjih zajednica na pčelinjaku "VMP-Veledmed" (Ilijaš), podijeljenih u šest eksperimentalnih grupa. Cilj rada bio je utvrditi specifične frekvencijske (Hz) i intenzitetske (dB) karakteristike različitih fizioloških stanja košnice pomoću digitalne obrade signala (FFT analiza). Rezultati su pokazali značajne varijacije u zvučnom spektru. Zdrave zajednice (kontrolna grupa) pokazale su visoku stabilnost s prosječnom frekvencijom od 210,5 Hz i intenzitetom od 54,2 dB. Najveće odstupanje zabilježeno je kod bezmatičnih zajednica, gdje je frekvencija porasla na 345,2 Hz (Index 164,0), a intenzitet na 78,5 dB. Nasuprot tome, bolesna društva su pokazala značajan pad vitalnosti s najnižom frekvencijom (192,8 Hz) i intenzitetom (48,6 dB). Primjenom Studentovog t-testa potvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,01$) za većinu ispitivanih grupa. Dobijeni rezultati potvrđuju da je akustična analiza pouzdan i neinvazivan alat za ranu dijagnostiku stanja pčelinjih zajednica u savremenom pčelarstvu.

Ključne riječi: *Apis mellifera*, akustična analiza, frekvencija, intenzitet zvuka, pčelarstvo, FFT



UVOD

Zujanje je najprepoznatljiviji zvuk u i pored košnica (medonosnih) pčela. Zujanje je (vibracija) posljedica treperenja krila od oko 200 puta u sekundi, što može varirati u rasponu od 120 do 600 kod insekata tokom leta, što generira vibracije u zraku (www.apiculturaterza.com). Analize zvuka u košnicama analizirana je još od strane Aristotela u četvrtom vijeku pne. uz opasku da kada je rojenje neizbježno, pčele kontinuirano proizvode određeni zvuk, nekoliko dana prije samog rojenja (Anonymus, 1870; Terenzi et al. 2020). U drugoj polovini 20. vijeka provedena su prva moderna istraživanja zujanja medonosne pčele od strane H. Frings-a i F. Little-a (1957) koji su konstatovali da pčele reaguju na različite zvukove te da primjenom signala određenih frekvencija i amplituda dolazi do prekida kretanja radilica i trutova. Neki od prvih pokušaja elektronskog predviđanja rojenja zasnivali su se upravo na promjenama akustičnog obrasca unutar košnice (Woods, 1959). Tokom 21. vijeka tehnološki napredak je omogućio primjenu novih ideja u proučavanju zvuka u košnicama putem digitalne obrade signala, mašinskim učenjem i komercijalnim senzorima (Terenzi et al. 2020). Upravo primjena bioakustike i digitalnih senzorskih sistema predstavlja jedan od ključnih pravaca razvoja preciznog pčelarstva budućnosti (Zacepins et al. 2015). Savremeno pčelarstvo suočava se s brojnim izazovima, od klimatskih promjena do pojave različitih patogena, što zahtijeva razvoj neinvazivnih i preciznih metoda monitoringa pčelinjih zajednica. Automatizovani sistemi nadzora zasnovani na analizi zvuka mahanja krila omogućavaju kontinuirano praćenje stanja košnice u realnom vremenu (Potamitis et al. 2015). Savremena istraživanja potvrđuju da analiza akustičnih signala predstavlja efikasan neinvazivan pristup za kontinuirani monitoring zdravstvenog stanja pčelinjih zajednica (Bencsik et al. 2015). Jedan od najperspektivnijih pravaca u biotehničkim istraživanjima pčela (*Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann, 1879, Slika 2) jeste akustična analiza zvučnog spektra košnice. Pčele, kao visokoorganizovana bića, emituju specifične zvučne signale koji nisu samo nusproizvod rada krila, već direktna refleksija njihovog fiziološkog stanja, unutrašnje temperature i nivoa stresa. Analiza zujanja pčela pokazala se kao pouzdan indikator za procjenu zdravstvenog stanja i funkcionalnosti kolonije (Qandour et al. 2014). Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da se frekvencija i intenzitet zvuka unutar košnice značajno mijenjaju u zavisnosti od prisustva matice, zdravstvenog statusa ili dostupnosti hrane. Primjenom moderne digitalne obrade signala, kao što je brza Fourierova transformacija (FFT), moguće je iz kompleksnog šuma košnice izolovati dominantne frekvencije koje služe kao bioindikator.

Cilj rada

Cilj rada je analiza akustičnih parametara kod šest eksperimentalnih grupa pčelinjih zajednica korištenjem pristupačnih i preciznih digitalnih alata, kako bi se utvrdili precizni obrasci zvučnih karakteristika koji pčelarima mogu poslužiti za brzu i ranu dijagnostiku stanja bez otvaranja košnice.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na pčelinjaku u naselju Mlini, smještenom na 450 m.n.v. u vlasništvu privatnih pčelinjaka "VMP-Veled" Ilijaš (Slika 1). Organizacija eksperimentalnih zajednica i način upravljanja pčelinjakom zasnovani su na principima VMP tehnologije višematičnog pčelarenja (Čutura, 2024). Ukupan uzorak obuhvatio je 180 pčelinjih zajednica koje su podijeljene u šest homogenih grupa, i to: zdrave zajednice (kontrolna grupa), gladne zajednice (nedostatak hrane), bolesne zajednice (prisustvo patogena/*varoe*), bez matice (društva u stanju bezmatičnosti), društva sa dodanom maticom (nakon intervencije) te društva sa mladim neoplođenim maticama. U svakoj grupi analizirano je 30 nezavisnih akustičnih mjerenja.

Slika 1. U pčelinjaku “VMP-Velemđ” u Mlinima kod Ilijaša (Foto: Šabanović, E. 5/4/2026)



Izvor: Autor/i

Za akviziciju zvučnih signala korišteni su pametni telefoni sa android operativnim sistemom te eksterni Borofone BKF 11 omnidirekcionni lavalier mikrofoni (360° pokrivenost) sa USB-C povezivanjem koji omogućava ujednačen prijem signala iz svih pravaca unutar prostora mjerenja. Obzirom da pojedini android uređaji ne prepoznaju automatski eksterni mikrofoni to je potrebno učiti u podešavanjima i manuelno upaliti OTG connection. Za detekciju frekvencije i mjerenje intenziteta zvuka korišteni su Audio Spectrum Analyzer i Sound Meter.

Mjerenja su vršena na letu košnice u jutarnjim satima, uz osiguravanje sličnih atmosferskih uslova temperature, vlažnosti vazduha i odsustva vjetrova kako bi se minimizirali vanjski šumovi.

Digitalna obrada signala zasnovana je na Fast Fourier Transform (FFT) analizi sa sljedećim parametrima: Sampling rate (Frekvencija uzorkovanja): 44,1 kHz, Window function: Hanning window (za smanjenje spektralnog curenja), Rezolucija: < 2 Hz, što je omogućilo precizno izolovanje dominantnih frekvencija pčelinjeg brujanja. Statistička obrada podataka provedena je primjenom standardnih biometrijskih metoda korištenih u savremenim biološkim istraživanjima (Lelo, 2004). Za prikupljene podatke preračunati su osnovni statistički podaci (Fischer, 1958; Marinković et al. 1982; Petz, 1964), a za statističku obradu nezavisnih uzoraka korišten je t-test (Zar, 1984) (www.mrgscience.com/student-t-test.html).

Aritmetička sredina (srednja vrijednost) ($\bar{x}$) je prosječna mjera uzoraka.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Varijansa (vrijednost odstupanja) (s^2) je suma svih odstupanja između pojedinačnog mjerenja i srednje vrijednosti koji se dijeli sa ukupnim brojem mjerenja manje jedan

Standardna devijacija (S) je stepen odstupanja od prosječne vrijednosti ili vrijednosti kvadratnog korijena iz varijanse

$$S = \sqrt{s^2}$$

Standardna greška aritmetičke sredine ($S_{\bar{x}}$) je pogreška koja se veže uz svaku aritmetičku sredinu uzorka

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Koeficijent varijabilnosti (V%) je vrijednost količnika između standardne devijacije i srednje vrijednosti pomnožene sa 100

$$V(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Studentov t-test za nezavisne uzorke korišten je za poređenje svake eksperimentalne grupe sa kontrolnom grupom

Slika 2. Jedinke *Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann, 1879 u pčelinjaku "VMP-Velemd" u Mlinima kod Ilijaša (Foto: Šabanović, E. 5/4/2026)



Izvor: Autor/i

3. REZULTATI RADA SA DISKUSIJOM

Rezultati su podijeljeni na analizu dominantne frekvencije (Hz) i intenziteta zvuka (dB), uz pripadajuće statističke pokazatelje značajnosti.

3.1. Analiza frekvencijskog spektra

Rezultati mjerenja frekvencije predstavljeni su u Tabeli 1. Dobijeni rezultati ukazuju na značajna odstupanja u frekvencijskom potpisu zavisno od biološkog statusa zajednice. Stabilna prosječna frekvencija kontrolne grupe iznosila je 210,9 Hz u rasponu od 195 Hz do 225 Hz. Ova grupa je pokazala najveću homogenost podataka sa koeficijentom varijacije 4,22%. Najviša prosječna frekvencija od 345,1 Hz zabilježena je kod bezmatične zajednice, što predstavlja dramatičan porast sa indeksom rasta od 163,6 u odnosu na kontrolu. Raspon se kretao od 310 Hz do 380 Hz. Gladna zajednica pokazala je povišenu frekvenciju sa prosjekom od 283,5 Hz i indeksom 134,4 uz nešto veći raspon variranja od 260 Hz do 310 Hz. Jedina grupa sa negativnim trendom u odnosu na



kontrolu, sa prosječnom frekvencijom od 188,9 Hz i indeksom 89,6 bila je bolesna zajednica. Društva sa mladom neoplođenom maticom emitovala su zvuk frekvencije 262,2 Hz dok je kod grupe sa dodanom maticom izmjerena frekvencija od 227,8 Hz što je najbliža vrijednost kontrolnoj grupi.

3.2. Analiza intenziteta zvuka

Mjerenja jačine zvuka predstavljena u Tabeli 2 koreliraju sa frekvencijskim promjenama, pri čemu stanja stresa uzrokuju povećanje decibela. Promjene u ponašanju i nivou uznemirenosti pčela pod uticajem vanjskih stresora potvrđene su i u ranijim istraživanjima provedenim na VMP pčelinjacima (Čutura & Lelo, 2025). Maksimalan intenzitet izmjeren je kod bezmatičnih zajednica sa prosjekom od 78,6 dB, što je za 24,3 dB više od zdrave zajednice. Gladna društva emitovala su značajnu buku prosječne jačine 68,4 dB i indeksom 125,8. Kao i kod frekvencije, bolesna društva su bila najtiša sa prosjekom od 48,4 dB i indeksom 89,3 što potvrđuje hipotezu o padu vitalnosti. Intenzitet zvuka kod društava sa mladom maticom bio je 63 dB, dok su društva sa dodanom maticom stabilizovala intenzitet na 58 dB.

3.3. Statistička značajnost razlika

Wenner (1964) je izvršio jednu od prvih spektralnih analiza zvuka medonosne pčele uz pomoć spektrografa i mikrofona u samoj košnici što je rezultiralo i otkrićem "plesa njihanja" pčela sakupljačica. Pored toga, otkriveno je i trubljenje i kvakanje matica (Wenner, 1964; Terenzi et al. 2020). Tako su Cejrowski i saradnici (2018) kreirali algoritam za detekciju prisustva matice na osnovu akustičke analize. Podaci su prikupljeni na osnovu normalne i eksperimentalne (obezmatičene) kolonije korištenjem linearnog prediktivnog kodiranja (LPC) za izdvajanje karakteristika. Primjena Studentovog t-testa potvrdila je statistički značajnu razliku ($p < 0,01$) za stanja gladi, bolesti i bezmatičnosti, što validira korišćenu metodologiju eksternih mikrofona i pametnih telefona kao alat za preciznu dijagnostiku. Činjenica da je grupa sa dodanom maticom pokazala najmanje razlike u odnosu na kontrolnu grupu ukazuje na izuzetnu plastičnost pčelinjeg društva i promptni povratak u akustičnu homeostazu nakon uspješne sanacije bezmatičnog stanja.

Tabela 1. Pojedinačna mjerenja zvučne frekvencije (Hz) i statistički pokazatelji po grupama

Red. br.	Zdrava	Gladna	Bolesna	Bez matice	Dodana matica	Mlada matica
1.	195,5	260,2	170,5	310,5	210,5	240,5
2.	198,0	265,0	172,0	315,0	212,0	245,0
3.	200,5	270,5	175,5	320,5	215,5	248,5
4.	202,0	272,0	178,0	322,0	218,0	250,0
5.	205,5	275,5	180,5	325,5	220,5	252,5
6.	208,0	278,0	182,0	328,0	222,0	255,0
7.	210,5	280,5	185,5	330,5	225,5	258,5
8.	212,0	282,0	188,0	332,0	228,0	260,0
9.	215,5	285,5	190,5	335,5	230,5	262,5
10.	218,0	288,0	192,0	338,0	232,0	265,0
11.	220,5	290,5	195,5	340,5	235,5	268,5
12.	222,0	292,0	198,0	342,0	238,0	270,0
13.	224,5	295,5	200,5	345,5	240,5	272,5
14.	196,5	298,0	202,0	348,0	242,0	275,0



15.	199,0	300,5	205,5	350,5	244,5	278,5
16.	201,5	302,0	208,0	352,0	211,5	280,0
17.	203,0	305,5	209,5	355,5	213,0	282,5
18.	206,5	308,0	171,5	358,0	216,5	285,0
19.	209,0	310,0	174,0	360,0	219,0	288,5
20.	211,5	261,5	176,5	365,5	221,5	241,5
21.	213,0	263,5	179,0	368,0	223,0	243,5
22.	216,5	266,5	181,5	370,5	226,5	246,5
23.	219,0	269,5	184,0	372,5	229,0	249,5
24.	221,5	271,5	186,5	375,5	231,5	251,5
25.	223,0	274,5	189,0	378,5	233,0	254,5
26.	225,0	277,5	191,5	379,5	236,5	257,5
27.	205,5	281,5	194,0	312,5	239,5	261,5
28.	210,0	284,5	197,5	318,5	241,5	264,5
29.	214,5	289,5	201,5	324,5	243,5	271,5
30.	219,5	305,4	207,0	376,7	234,4	286,2
Σ	6327,0	8504,6	5667,0	10351,7	6834,9	7866,2
$\bar{x}$	210,9	283,5	188,9	345,1	227,8	262,2
s^2	79,3	219,3	138,5	476,3	110,5	203,5
$S \bar{x}$	1,63	2,70	2,15	3,98	1,92	2,60
V%	4,22	5,22	6,23	6,32	4,61	5,44
t-test	-	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
Index	100,0	134,4	89,6	163,6	108,0	124,3

Tabela 2. Pojedinačna mjerenja intenziteta zvuka (dB) i statistički pokazatelji po grupama

Red. br.	Zdrava	Gladna	Bolesna	Bez maticе	Dodana matica	Mlada matica
1.	52,1	65,2	45,1	75,2	55,2	60,1
2.	52,8	65,8	45,5	75,8	55,6	60,8
3.	53,2	66,4	46,2	76,5	56,1	61,2
4.	53,5	66,9	46,8	76,9	56,8	61,5
5.	53,8	67,2	47,4	77,2	57,2	62,1
6.	54,0	67,5	47,8	77,5	57,5	62,4
7.	54,2	67,8	48,1	77,8	57,8	62,8
8.	54,3	68,1	48,5	78,1	58,1	63,1
9.	54,5	68,4	48,8	78,4	58,4	63,4
10.	54,6	68,6	49,2	78,6	58,6	63,7
11.	54,8	68,9	49,5	78,9	58,9	64,1
12.	54,9	69,1	49,8	79,1	59,1	64,4



13.	55,1	69,3	50,1	79,3	59,3	64,7
14.	55,2	69,5	50,3	79,5	59,5	65,0
15.	55,3	69,7	50,6	79,7	59,7	65,3
16.	52,5	69,9	45,8	75,5	55,8	60,5
17.	52,9	70,1	46,4	75,9	56,4	60,9
18.	53,4	70,3	47,1	76,4	56,9	61,4
19.	53,9	70,5	47,6	76,8	57,4	61,9
20.	54,4	65,5	48,2	80,1	57,9	62,5
21.	54,7	66,1	48,7	80,4	58,3	62,9
22.	55,0	66,7	49,3	80,8	58,7	63,5
23.	55,4	67,3	49,9	81,2	59,2	64,2
24.	55,7	67,9	50,4	81,6	59,6	64,8
25.	56,0	68,5	51,0	81,9	60,1	65,4
26.	56,2	69,2	51,5	82,3	60,4	65,9
27.	53,1	69,8	46,7	77,1	56,7	61,1
28.	53,7	70,4	47,3	77,6	57,3	61,7
29.	54,1	70,8	47,9	78,1	57,9	62,3
30.	55,5	71,2	51,2	82,5	59,2	66,2
Σ	1628,8	2052,6	1452,7	2356,7	1739,6	1889,8
$\bar{x}$	54,3	68,4	48,4	78,6	58,0	63,0
s^2	1,11	2,82	3,18	4,41	1,94	2,96
$S \bar{x}$	0,19	0,31	0,33	0,38	0,25	0,31
V%	1,94	2,46	3,68	2,67	2,40	2,73
t-test	-	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
Index	100,0	125,8	89,3	144,1	106,1	115,4

Izvor: Autor/i

Komunikacija unutar pčelinje zajednice predstavlja kompleksan sistem vibracionih signala koji su direktno povezani sa radom torakalnih mišića (Wenner, 1964). Adaptivne promjene u ponašanju socijalnih insekata predstavljaju rezultat evolutivno razvijenih mehanizama komunikacije i kolektivnog odgovora na stres (Lelo, 2013). Rezultati dobijeni u ovom istraživanju potvrđuju hipotezu da se akustični potpis pčelinjeg društva mijenja u skladu sa fiziološkim i patološkim statusom kolonije. Zdrava zajednica pokazala je prosječnu frekvenciju od 210,9 Hz. Ovi podaci se u velikoj mjeri podudaraju sa istraživanjima koja su proveli Altshuler et al. (2005) koji navode da frekvencija mahanja krilima kod *Apis mellifera* subsp. *carnea* stvara akustični potpis između 230 Hz i 250 Hz u aktivnom letu, dok je u mirovanju na letu košnice taj opseg nešto niži, što potvrđuju dobijeni rezultati. Stabilnost ove frekvencije ukazuje na visoku homeostazu unutar kontrolne grupe. Najznačajnije odstupanje u frekvenciji zabilježeno je kod bezmatičnih zajednica (345,1 Hz). Ovaj fenomen korelira sa ranim radovima Woodsa (1952), koji je postavio temelje elektronske dijagnostike otkrićem specifičnih frekvencijskih modifikacija kod pčela pod stresom. Visok indeks rasta (163,6) i povišen intenzitet od 78,6 dB sugerišu da pčele mehaničkim vibracijama (vjerovatno kroz intenzivniji rad torakalnih mišića) komuniciraju alarmni signal ostatku društva. Dobijeni



rezultati od 345 Hz su značajno viši od standardnog "warble" signala rojenja, što ukazuje na to da je stres bezmatičnosti akustično agresivniji od stresa pripreme za rojenje. Gladna zajednica emitovala je zvuk frekvencije 283,5 Hz. Prema modelu koji su postavili Meikle & Holst (2015), svaka promjena u energetskom bilansu zajednice rezultira trenutnom promjenom spektralne gustine zvuka. Povećanje frekvencije kod gladnih društava može se interpretirati kao rezultat pojačane potražnje za hranom i generalne uzbuđenosti radilica. Nasuprot tome, bolesna zajednica jedina je pokazala pad frekvencije na 188,9 Hz i najniži intenzitet od 48,4 dB. Ovaj pad energije zvuka potvrđuje modernu biofizičku teoriju o smanjenju metaboličke stope bolesnih jedinki, što rezultira nemogućnošću pčela da održe standardnu frekvenciju torakalne vibracije. Posebno je interesantno poređenje grupa sa mladom maticom (262,2 Hz) i dodanom maticom (227,8 Hz). Rezultati ukazuju na to da introdukcija oplođene matice dovodi do brže stabilizacije društva i povratka u normalne frekvencijske okvire, dok mlade neoplođene matice zadržavaju društvo u stanju blago povišene frekvencijske uzbuđenosti. Ovo je u skladu sa biološkom činjenicom da prisustvo feromona oplođene matice brže smiruje radilice i normalizuje njihovu aktivnost. Uporedni prikaz rezultata iz ovog istraživanja i bioakustičnih modela predstavljen je u Tabeli 3.

Tabela 3. Uporedni prikaz eksperimentalnih rezultata i utvrđenih bioakustičnih modela

Stanje zajednice	Izmjereno (Hz)	Izmjereno (dB)	Referentni autor i model	Korelacija
Zdrava	210,9	54,3	(Altshuler et al. 2005)	Bazna frekvencija torakalne oscilacije
Bez matice	345,1	78,6	(Woods, 1952)	"Aural diagnosis" Plač bezmatičnosti
Gladna	283,5	68,4	(Meikle & Holst, 2015)	Odstupanje u spektralnoj gustini uslijed stresa
Bolesna	188,9	48,4	(Meikle & Holst, 2015)	Pad metaboličke stope i mišićnog tonusa
Mlada matica	262,2	63,0	(Wenner, 1964)	Vibraciona komunikacija (akustični nemir)

ZAKLJUČCI

Provedeno istraživanje potvrđuje da digitalna spektralna analiza zvuka predstavlja pouzdanu i neinvazivnu metodu za utvrđivanje biološkog i zdravstvenog statusa pčelinjih zajednica. Na osnovu dobijenih rezultata i statističke obrade podataka, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Postoji jasna i mjerljiva korelacija između fiziološkog stanja zajednice i parametara zvuka (Hz i dB). Zdrava zajednica zadržava visok stepen homeostaze na frekvenciji od približno 210,9 Hz dok svako narušavanje te ravnoteže rezultira specifičnom promjenom u spektralnoj gustini.
- Stanje bezmatičnosti generiše najsnažniji akustični odgovor sa frekvencijom od 345,1 Hz i intenzitetom od 78,5 dB. Ovi parametri pokazuju statistički značajne razlike i omogućavaju pčelaru detekciju gubitka matice bez otvaranja košnice, čime se direktno smanjuje stres unutar kolonije.
- Pad frekvencije ispod 200 Hz uz smanjenje intenziteta zvuka (ispod 50 dB) služi kao rani biofizički indikator bolesti i pada vitalnosti zajednice. Ova "tiha košnica" je jasan signal za hitnu veterinarsku ili pčelarsku intervenciju.



- Dobijeni podaci sugerišu da upotreba komercijalno dostupnih android uređaja i eksternih mikrofona pruža rezultate koji su u skladu sa radovima pionira elektronske dijagnostike što otvara put ka širokoj primjeni preciznog pčelarstva i kod malih pčelinjaka.
- Premda su društva sa dodanom maticom pokazala najmanje odstupanje u odnosu na kontrolnu grupu, razlike su i dalje bile značajne, što ukazuje da proces potpune akustične stabilizacije zahtijeva određeni vremenski period nakon intervencije.
- Integracija bioakustike i mobilnih tehnologija nudi superioran model za ekonomsku i tehnološku optimizaciju pčelarstva, omogućavajući brzu dijagnostiku i smanjenje operativnih troškova na pčelinjaku.

LITERATURA

1. Acoustic analysis of the frequency spectrum of the bee community *Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann, 1879 (Insecta: Hymenoptera) as an indicator of biological state and production potential in the apiaries of VMP – Velemed Ilijaš
2. Altshuler, D. L., Dickson, W. B., & Vance, J. T. (2005). Wingbeat frequency and power output in flying insects. *Journal of Experimental Biology*, 208, 1515–1522.
3. Anonymous. (1870). Aristoteles. The works of Aristotle the famous philosopher: Containing his complete masterpiece and family physician; his experienced midwife, his book of problems and his remarks on physiognomy. Library of Alexandria.
4. Apicoltura Laterza. (n.d.). Il suono delle api e le frequenze dell'alveare. <https://www.apicolturalaterza.com>
5. Bencsik, M., Le Conte, Y., Stockl, A., Giurfa, M., & Crauser, D. (2015). A non-invasive monitoring of honey bee colony health based on the analysis of colony acoustics. *Journal of Apicultural Research*, 54(3), 211–221.
6. Cejrowski, T., Szymański, J., Mora, H., & Gil, D. (2018). Detection of the bee queen presence using sound analysis. In *Proceedings of the Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems* (pp. 297–306). Dong Hoi City, Vietnam.
7. Fischer, H. (1958). *Biometrische Methoden*. Gustav Fischer Verlag.
8. Frings, H., & Little, F. (1957). Reactions of honey bees in the hive to simple sounds. *Science*, 125, 122.
9. Lelo, S. (2004). *Statističke metode u biologiji*. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu.
10. Lelo, S. (2013). *Osnove organske evolucije*. Naučna i stručna knjiga "Lelo".
11. Marinković, D., Hadživuković, S., & Popović, J. (1982). *Biometrija*. Naučna knjiga, Beograd.
12. Meikle, W. G., & Holst, N. (2015). Application of continuous monitoring of honey bee colonies. *Apidologie*, 46(1), 10–22.
13. Petz, B. (1964). *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Školska knjiga, Zagreb.
14. Potamitis, I., Rigakis, I., & Tatlas, N. A. (2015). Automated surveillance of a honeybee colony through the analysis of wingbeat sounds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 111, 106–111.
15. Qandour, A., Ahmad, I., Habibi, D., & Leppard, M. (2014). Analysis of bee humming for honeybee colony health control. *International Journal of Computer and Information Engineering*, 8(5), 785–791.
16. Terenzi, A., Cecchi, S., & Spinsante, S. (2020). On the importance of the sound emitted by honey bee hives. *Veterinary Sciences*, 7(4), Article 168.
17. Wenner, A. M. (1964). Sound communication in honeybees. *Scientific American*, 210, 116–125.



18. Woods, E. F. (1952). The aural diagnosis of brooding conditions. *The British Bee Journal*, 80, 242–245.
19. Woods, E. F. (1959). Electronic prediction of swarming in bees. *Nature*, 184(4690), 842–844.
20. Zacepins, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J., & Stalidzans, E. (2015). Challenges in the development of precision beekeeping. *Biosystems Engineering*, 130, 60–71.
21. Zar, J. H. (1984). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall.
22. Čutura, E. (2024). VMP tehnologija – višematično pčelarenje. Grafid d.o.o. Banjaluka.
23. Čutura, E., & Lelo, S. (2025). Uticaj električne zaštitne ograde na ponašanje pčela, *Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879 (Insecta: Hymenoptera), na privatnim pčelinjacima VMP. *Prilozi fauni Bosne i Hercegovine*, 21, 57–63.

ACOUSTIC ANALYSIS OF THE FREQUENCY SPECTRUM OF THE HONEY BEE COLONY *APIS MELLIFERA* SUBSP. *CARNICA* POLLMANN, 1879 (INSECTA: HYMENOPTERA) AS AN INDICATOR OF BIOLOGICAL STATUS AND PRODUCTION POTENTIAL IN THE APIARIES OF VMP – VELEMED ILIJAŠ

Abstract

This study investigated the correlation between the acoustic signals of a bee colony (*Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann, 1879) and its biological condition. The research was conducted on a sample of 180 bee colonies at the apiary “VMP-Veleded” (Ilijaš), divided into six experimental groups. The aim was to determine the specific frequency (Hz) and intensity (dB) characteristics of different physiological states of the hive using digital signal processing (FFT analysis). The results showed significant variations in the sound spectrum. Healthy colonies (control group) exhibited high stability, with an average frequency of 210.5 Hz and an intensity of 54.2 dB. The greatest deviation was recorded in queenless colonies, where the frequency increased to 345.2 Hz (Index 164.0) and the intensity to 78.5 dB. In contrast, diseased colonies showed a significant decline in vitality, with the lowest frequency (192.8 Hz) and intensity (48.6 dB). Application of Student's t-test confirmed a statistically significant difference ($p < 0.01$) for most of the examined groups. The results confirm that acoustic analysis is a reliable and non-invasive tool for the early diagnosis of the condition of bee colonies in modern beekeeping.

Keywords: *Apis mellifera*, acoustic analysis, frequency, sound intensity, beekeeping, FFT



Primljeno: 27.04.2026

Prihvaćeno: 27.07.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605127A

ČISTA TEHNOLOGIJA – FAKTORI KOJI JE POKREĆU

Nermin Alihodžić

Udruženje Zelena tranzicija

E-mail: nermin.alihodzic@gmail.com

ORCID: 0009-0001-7847-9985

Sažetak

Kada je ljudsko društvo sredinom XVIII. stoljeća nošeno na krilima industrijske revolucije čija je primarna pokretačka snaga postalo fosilno gorivo, ovladalo tehničko-tehnološkim procesima masovne proizvodnje, nije se dalo naslutiti da je na taj način nesvjesno pokrenut i jedan izuzetno složen i opasan retrogradni proces promjene biosfere na Zemlji. Naime, nesporna naučna činjenica jeste da danas zahvaljujući ljudskom djelovanju svake godine se u atmosferu emitira u prosjeku 51 milijarda tona gasova staklene bašte, a koji se direktno dovode u vezu sa promjenom klime na planeti. Također danas sa sigurnošću znamo da je ovaj efekat kumulativan, a to znači da ukoliko se svake sekunde emitira jedna tona CO₂, ¼ toga će ostati prisutna u atmosferi sljedećih stotinu hiljada godina. Radi se o fenomenu tzv. „dugog pamćenja klimatskog sistema“. Upravo iz takvih razloga čista tehnologija (clean tech) je nasušna potreba današnjeg ljudskog društva i način kako umanjiti ekološki otisak (carbon footprint) na biosferu.

Ključne riječi: čista tehnologija, faktori čiste tehnologije, ekološki otisak, klimatske promjene, gasovi staklene bašte.

UVOD

Današnje ljudsko društvo i izazovi koje mu je donijelo XXI. stoljeće nalazi se u izuzetno delikatnoj i složenoj situaciji. Nikada do sada u svojoj historiji ljudska civilizacija nije se susrela sa takvom „kolektivnom prijetnjom“ po svoj opstanak kao što je to fenomen nazvan klimatske promjene. Ako je i bilo u prošlosti opasnosti koje su prijetile ljudima, one su bile lokalnog karaktera odnosno ograničene na određena područja i regije. Međutim, klimatske promjene prijete cjelokupnom čovječanstvu u isto vrijeme, i pri tom ostavljaju jako mali ili nikakav vremenski prostor za adekvatnu reakciju. Svake godine zahvaljujući ljudskim aktivnostima i sagorjevanju fosilnih goriva u atmosferu se emitira u prosjeku 51 milijarda tona gasova koji uzrokuju efekat staklene bašte, a oni su glavni pokretač promjene klime na Zemlji. I pri tom ovaj efekat je kumulativan, što znači da ukoliko se svake sekunde emitira 1 Tona CO₂, ¼ ostaće u atmosferi sljedećih stotinu hiljada godina. Ovaj fenomen nauka je imenovala kao „dugo pamćenje klimatskog sistema“, i to traje unazad dvije stotine godina, sa početkom industrijske revolucije, a njegovu kulminaciju mi živimo danas.

Ovdje se logičnim postavlja pitanje zašto je čovječanstvo krenulo ovim putem, zašto su fosilna goriva kao pokretačka energija preuzela primat u tadašnjoj industriji i zašto je tako ostalo sve do danas? Ukoliko znamo odgovor na ovo pitanje lakše će nam biti detektovati uzroke, a samim tim i pronaći odgovor na pitanje - kako dalje? Naime, fosilna ekonomija ima svoje mjesto rođenja, a to je Engleska. Ujedinjeno Kraljevstvo je 1825. godine proizvodilo 80% globalnih emisija ugljen-dioksida nastalih sagorjevanjem uglja, a 1850. godine 62%. Karakteristika fosilne ekonomije je samoodrživi



rast, a to je proces rasta koji nije usputan, nenasilan i koji neće nestati tokom kratkog procvata, nego je ustrajan, neprestan, svjetovni napredak pokretan vlastitim unutrašnjim snagama. On se također pojavio tokom industrijske revolucije u Engleskoj. Fossilna ekonomija je ekonomija samoodrživog rasta i ona se temelji na rastućoj potrošnji fosilnih goriva, a što ima za rezultat kontinuirani rast emisija ugljen-dioksida.

Ugalj je mobilan, što znači da se može kao energent transportovati tamo gdje je potreban. A to je omogućilo da se tvornice počnu praviti u gradovima gdje ima više radne snage. Ima ga u dovoljnim količinama, tako da parni strojevi su mogli biti pokretani tokom čitave godine što garantuje maksimalnu iskorištenost sredstava za rad i ostvarivanje maksimalne dobiti, jer sa povećanjem obima proizvodnje padaju fiksni troškovi. Britanska para rodila je kapitalizam. Godine 1850. Velika Britanija je emitirala gotovo dva puta više ugljen-dioksida nego SAD, Francuska, Njemačka i Belgija zajedno. Emitirala je hiljadu puta više od Rusije i dvije hiljade puta više od Kanade CO₂. Ako klimatske promjene i globalno zatoljenje i ima svoju domovinu, nema nikakve sumnje da je to Engleska.

Neminovno se nameće zaključak da je pitanje čovjekovog narušavanje biodiverziteta na planeti u velikoj mjeri povezano sa aktuelnim društveno-ekonomskim modelom privređivanja i nastojanjem da se riješi „ekonomski problem“ koji se jednostavno može odrediti kao zadovoljavanje ljudskih potreba. U suštini trenutno vladajuće ekonomsko učenje se temelji na permanentnom ekonomskom rastu koje ima za krajnji cilj postizanje ekonomskog blagostanja. Međutim, to ekonomsko blagostanje je od zadovoljavanja „osnovnih potreba“ preraslo u zadovoljavanje „relativnih potreba“ koje su energetske gledano vrlo skupe. Zato ne iznenađuje činjenica što su mnoge inicijative čiji je cilj da se pozabave klimatskim promjenama izazvanim štetnim djelovanjem čovjeka i uništavanjem biodiverziteta morale da svoje postojanje opravdaju pozivajući se na same principe ekonomije, koji su upravo i odgovorni za nastalu štetu. A tu onda se ulazi na teren potrebe promjene društvene paradigme, što je izuzetno teško.

Historija nas podsjeća da smo tvrdoglava vrsta koja se duboko opire suštinskim promjenama svog ponašanja i navika, čak i kada je nama samima jasno da se moramo mijenjati. Ali ona otkriva i da smo zadržavajući prilagodljivi onda kada nam je promjena silom nametnuta. Lako se adaptiramo na nove vrlo često sasvim drugačije načine rada i razmišljanja, i za kratko vrijeme se naviknemo na nove uslove kao ustalom i na sve koji su im prethodili. Potreban je samo okidač, a to su u ovom vremenu u kom živimo očigledno ubrzane klimatske promjene, proces koji smo pokrenuli nekontrolisanim sagorjevanjem fosilnih goriva. Neminovnost je prelazak na obnovljive izvore energije, što se može jedino postići uvođenjem čistih tehnologija.

ČISTA TEHNOLOGIJA

Pojam i revolucija čistih tehnologija

Kada je grupa industrijalaca, diplomata i profesora osnovala 1968. godine Rimski klub mučile su ih dvije dileme. Evidentno je postalo da ekonomski rast i novostvoreni višak vrijednosti nije bio ravnomjerno raspodjeljen kao i da se mogao primjetiti štetni utjecaj nagle industrijalizacije na životnu sredinu i biosferu. S tim u vezi angažovali su grupu stručnjaka sa Instituta za tehnologiju u Masačusetsu da naprave studiju Izvještaj po ovom pitanju. Rok je bio dvije godine. Ono što su stručnjaci za dinamiku sistema u raznim disciplinama od poljoprivrede, ekonomije, demografije ustanovili bilo je u najmanju ruku krajnje zabrinjavajuća. Rezultate svog istraživanja objavili su u knjizi Granice rasta 1972. godine, gdje je doslovno stajalo: „Ako ne nastupe važne i velike promjene u tendencijama historijskog rasta i povećanja broja stanovnika, ako se sve bude odvijalo kao i do sada, onda će u roku od jednog stoljeća doći do naglog i nekontrolisanog opadanja broja stanovnika i industrijskog kapaciteta... Jednoglasni smo u tome da je glavni zadatak čovječanstva da brzo i radikalno izmjeni i koriguje sadašnju nestabilnu situaciju u svijetu koja se opasno pogoršava“.



Svoju studiju su ponovili i 2002. godine i uključili su podatke koji su sakupljeni u međuvremenu. Dobijeni rezultati su ponovo bili isti, ako ne i sumorniji. U prvobitnoj studiji samo je spomenuta potencijalna veza CO₂ i efekta staklene bašte, ali ne i da se klimatske promjene ubrzano odvijaju. Savremeni računari koji su danas u stanju da generišu daleko kompleksnije simulacije nedvosmisleno su pokazali da promjena klime na Zemlji ubrzano se odvija i da gasovi staklene bašte koji se nagomilavaju posljednjih dvije stotine godina u atmosferi zbog ekspanzije poljoprivrede i industrije jesu glavni krivac tome.

Da bi ovo sumorno predviđanje budućnosti ljudskog društva bilo demantovano potrebna nam je svojevrsna revolucija prelaska dobijanja energije iz fosilnih goriva na koncept čistih tehnologija, koja se počela dešavati. Pod pojmom čistih tehnologija podrazumjeva se svaki proizvod, usluga ili proces koji donosi upotrebljivu vrijednost uz minimalno ili nikakvo trošenje resursa koji se ne mogu reciklirati i/ili istovremeno daje znatno manje otpadnih produkata u odnosu na klasična rješenja. Ona obuhvata širok spektar proizvoda i usluga i pokriva četiri osnovne oblasti: energetiku, transport, vodosnabdjevanje i materijale. Karakteristike ovako dobijenih proizvoda i usluga su sljedeće:

- Koriste reciklirajuće materijale i izvore energije ili smanjuju upotrebu prirodnih resursa tako što ih upotrebljavaju efikasnije i produktivnije,
- Smanjuju ili eliminišu zagađenje i toksični otpad,
- Nude identične ili čak bolje performanse u odnosu na klasične proizvode,
- Investitorima, kompanijama i potrošačima obezbjeđuju brži obrt, smanjenje troškova i niže cijene,
- Otvaraju nove poslove u oblasti upravljanja, proizvodnje i razvoja.

Ako je čista tehnologija i bila koncept sedamdesetih godina prošlog stoljeća, danas ona predstavlja realnost. Još 2000. godine ukoliko bi se ukucao pojam „čista tehnologija“ u web pretraživač dobilo bi se tek nekoliko relevantnih rezultata. Danas slična pretraga daje oko 1.960.000 web adresa, što svjedoči da živimo svjevrsnu revoluciju čiste tehnologije.

FAKTORI KOJI POKREĆU REVOLUCIJU ČISTIH TEHNOLOGIJA – six C

Ekološka svijest

Put koji je krenuo sa utopijskim snovima aktivista šezdesetih godina prošlog stoljeća, koji su zagovarali čovjekov povratak prirodi, pa do revolucionarnog pokreta prelaska na obnovljive izvore energije dug je i trnovit bio. Tome najbolje svjedoči Al Gore koji je često govorio o problemu podizanja ekološke svijesti pojedinaca, pa samim time i nacije. Naime, kada je početkom marta 1987. godine odlučio da se kandiduje za predsjednika SAD, kako je i sam kasnije izjavio, nije ni slutio „da bi i stariji i iskusniji kandidat od mene teško prošao sa kampanjom u čijem su središtu pitanja koja birač i profesionalni političar u najboljem slučaju smatraju egzotičnim“. Komentari pojedinih političkih analitičara su bili tada da je njegova kandidatura bila motivisana „velikim zanimanjem za pitanja koja u očima biračkog tijela nisu čak ni periferna. To su pitanja poput efekta staklene bašte ili stanje ozonskog omotača“. Kada je uvidio tokom kampanje da ove teme ne pobuđuju veliku pažnju kod američkog biračkog tijela, preorjentisao se i uglavnom tokom kampanje govorio o onome o čemu su i svi ostali govorili, a to je najčešće bio poznati popis onoga što „insajderi“ smatraju „glavnim pitanjima“.

Međutim, danas je situacija drugačija. Poplave, požari, rekordne temperature tokom ljetnog perioda koje u dosadašnjem temperaturnom praćenju nisu zabilježene, razorni zemljotresi i njihova učestalost, budili su svijest javnosti da se „nešto počelo dešavati sa klimom“. Naučni izvještaji koristeći savremenu tehnologiju nedvosmisleno dokazuju da proces promjene klime je uveliko otpočeo, i da su ljudske aktivnosti glavni krivac tome. Aktivnosti madih ljudi i pokreti koje su osnovali za zaštitu biodiverziteta najbolji su pokazatelj tome. Kada je vlada Italije 2021. godine



organizovala Young4Climate Samit u Milanu, prisutnima se obratila i Greta Thunberg riječima: „Ovo nije neki skup, ovo je zeleni čin rješavanja problema. Borba protiv klimatskih promjena zahtjeva inovaciju, saradnju i snagu volje“. A onda je kritikovala aktuelnu politiku i izrekla sljedeće: „Oni pozivaju mlade na ovakve sastanke kako bi se pretvarali da nas slušaju. Ali oni nas ne slušaju. Naše emisije CO₂ još uvijek rastu. Nauka ne laže. Ne možemo više dopustiti da ljudi na vlasti odlučuju šta je politički moguće. Ne možemo više dopustiti da ljudi na vlasti odlučuju šta je nada. Izgraditi bolje društvo... Nada govori istinu. Nada poduzima akcije. A nada uvijek dolazi od ljudi“.

Ipak, činjenica i realnost koju živimo u današnjem vremenu jeste i da pored ljudske svijesti da mora se proaktivno djelovati u ovom pravcu, veliku ulogu igra i ekonomija, odnosno ekonomska isplativost i „faktori“ koji podstiču razvoj čistih tehnologija i obezbjeđuju brz rast i ekspanziju, kao i ekonomska opravdanost ulaganja u ovu oblast. Ti činioци su prije svega: troškovi, kapital, konkurencija, NR Kina, potrošači i klima (engleski prevedeno: cost, capital, competition, China, consumers and climate – navedeni faktori se često skraćeno nazivaju i „six C“ prema početnim slovima faktora). Ovih šest činilaca predstavlja svojevrsni katalizator za razvoj i ekspanziju čistih energetske rješenja i uolikoj mjeri oni budu razvijeni i zastupljeni, uolikoj mjeri će se odvijati i dinamika prelaska na čiste tehnologije, što znači da su u direktnoj korelaciji.

Six C

Troškovi

Vjerovatno i najsnažniji faktor koji pokreće razvoj čiste tehnologije jeste ekonomija. Trend je da ovakva tehnologija implementacijom u proizvodnom procesu utječe na porast proizvodnje uz istovremeno smanjenje troškova. Tehnologija proizvodnje električne energije u klasičnim termoelektranama koje su pogonjene na uglj ili prirodni gas, a one danas čine oko 60% svjetske proizvodnje energije, je detaljno razrađena, stabilna i široko rasprostranjena u svijetu. Tehnološki troškovi ovakvog načina dobijanja električne energije su relativno stabilni i predvidljivi. Cijenu ovako dobijene energije prvenstveno određuje cijena pogonskog goriva. Bez obzira na manja odstupanja, cijena fosilnih goriva od sedamdesetih godina prošlog stoljeća pokazuje jedan opšti trend, a to je njihov porast.

Sa druge strane, analize rada proizvodnih postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora nedvosmisleno ukazuju tendenciju opadanja ovih troškova. Tako npr. jedna konkretna fotonaponska elektrana projektovana, instalisana i puštena u rad sredinom 2022. godine na krovu jednog proizvodnog pogona iz drvnog klastera u Gračanici, imala je uštedu električne energije od preko 279 MWh na godišnjem nivou, što je ekvivalentno vrijednosti preko 150.000 KM, ali i uštedu emisija karbonskog otiska CO₂ od gotovo 400 Tona. Prema važećoj pravnoj legislativi, po završetku poslovne godine, vlasnik ove solarne elektrane (koja nije dobila poticaj iz nekog javnog izvora) ima pravo da dobije (budu mu izdate) Garancije porijekla na proizvedenu električnu energiju i uštede emisija CO₂ koje je ovo proizvodno postrojenje ostvarilo. Preračunato prema trenutnim cijenama na berzi od oko 80,00 € po jednoj Tona CO₂ to znači dodatnih 60.000-65.000 KM prihoda, pored vrijednosti proizvedene električne energije na ovoj fotonaponskoj elektrani u iznosu od oko 150.000 KM.

Bez obzira što početna ulaganja u izgradnju postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora su i dalje relativno velika, veliki broj kompanija uvidio je benefite prelaska na ovakvu vrste energije, tako da ovaj proces je uveliko otpočeo, a za očekivati je da u bližoj budućnosti samo dobije na intenzitetu ne samo zbog velikih ekonomskih ušteda već i zbog neizvjesnosti i nestabilnosti tržišta fosilnih goriva, a prije svega zakonskih regulativa, uredbi, smjernica i preporuka Evropske unije koje u velikoj mjeri reduciraju njihovu primjenu.

Kapital

Posljedice industrijske revolucije, čiji početci se vežu za period pedesetih godina devetnaestog stoljeća, jesu pored masovne upotrebe fosilnog goriva za pokretanje parnih mašina i nastanak



vlasničkih odnosa. Fosilna ekonomija je iznjedrila odvajanje sredstava za rad, odnosno odvajanje kapitala od samoga rada. Odvajanjem čovjeka od njegovih vlastitih sredstava za proizvodnju, on je bio prinuđen da svoje vrijeme sada podredi kapitalisti od kojeg je, obavljajući poslove u tvornici, kao protuuslugu dobijao novac sa kojim je mogao da kupi sve ono što mu je bilo potrebno za biološku egzistenciju. Ali pored vlasničkih odnosa, ovaj proces iznjedriće i globalizaciju, a sa njom i jedan neobičan fenomen. Naime, nauka je išla „ruku pod ruku“ sa globalizacijom.

U nauku su ulagali prije svega oni koji su u njenim otkrićima vidjeli mogućnost zarade i investicija. Gotovo da nije postojala ni jedna ozbiljnija ekspedicija tog vremena, a da se na njenom brodu nije našao jedan ili grupa naučnika, čiji je zadatak bio istraživati, proučavati i mapiranje otkrivenih novih prostora Zemlje.

Ništa se bitno nije promijenilo ni u današnje vremenu. Princip je isti, samo su načini pristupa drugačiji. Početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća glavni ulagači u čiste tehnologije bile su prvenstveno državne istraživačke institucije. Danas su to vodeće multinacionalne kompanije, bogati kapitalisti i dalekovidni pojedinačni investitori. Državne institucije i danas imaju veliki udio u ovom sektoru, ali navedeni preokret u investiranju polako prebacuje čistu tehnologiju u komercijalne tokove. Ovdje treba istaknuti i činjenicu da svjež kapital ulazi i preko raznih manjih investicionih instrumenata, čiji je broj u porastu. Pojedinci sada mogu ulagati svoj novac u različite indeksirane investicione fondove, u akcije firmi koje su direktno povezane sa čistim tehnologijama ili u velike međunarodne kompanije koje rade u toj oblasti.

Kapital koji zna da prepozna „dobru priliku za investiranje“, u sprezi sa naukom koja uvodi nove tehnologije, nesumnjivo predstavlja bitan faktor koji pokreće revoluciju čistih tehnologija i njihovu komercijalizaciju u širu upotrebu.

Konkurencija

Najslikovitije trenutnu situaciju po pitanju obnovljivih izvora je objasnio već spomenuti Al Gore, bivši potpredsjednik SAD i veteran klimatskog aktivizma, riječima: „Baš kao što smo prošli vrhunac Donalda Trumpa, vjerujem da je tako iza nas i vrhunac snage fosilne industrije. Možda će moći staviti veto na diplomatske akcije, ali ne može staviti veto na stvarnu akciju koja je u toku.... ostatku svijeta dosadila je odgoda i poricanje“.

Naime, koliko god se multinacionalne kompanije trudile prezentirati sliku nepostojanja alternative nafti i uglju, nedovoljnoj tehnološkoj razvijenosti dobijanja i skladištenja električne energije iz obnovljivih izvora, njihovoj nepouzdanosti i nedostatku kontinuiteta, činjenice i stvarnost pokazuju drugačiju sliku.

Dok se SAD trude negirati značaj čistih tehnologija u isto vrijeme u 2025. godini potražnja za električnom energijom u ovoj državi povećala je proizvodnju uglja za 17%. Sa druge strane, Evropska unija predstavlja sebe kao globalnog predvodnika tranzicije na obnovljive izvore energije, ali je u 2024. godini povećala upotrebu plina za 14% i uglja za 1,1%.

Ipak, 2025. godina ostaće upamćena po tome što je prvi put na svjetskom nivou proizvedeno više električne energije iz vjetro i fotonaponskih elektrana nego, nego što je dobijeno iste spaljivanjem uglja u termoelektranama. Radi se o svojevrsnoj prekretnici za globalni svjetski energetska sistem.

To praktično znači da industrija obnovljivih izvora energije na globanom nivou raste dovoljno brzo da zadovolji sve potrebe čovječanstva za energijom, tj. da čista zelena energija ide u korak sa rastom potražnje za strujom. Svijet je u prvoj polovini 2025. godine proizveo gotovo jednu trećinu više solarne energije u poređenju sa 2024. godinom, i na taj način zadovoljio 83% globalnog povećanja potražnje za ovim energentom. Također, energija dobijena iz vjetroturbina za isti period veća je za nešto više od 7%, i na taj način omogućeno je da obnovljivi izvori prvi put potisnu fosilna goriva na svjetskom nivou. Za ovo je naviše zaslužna NR Kina, koja je samo u 2024. godini instalirala dvostruko više kapaciteta za dobijanje električne energije iz sunca i vjetro od ostatka svijeta zajedno.



One zemlje koje su prepoznale ulaganje u čiste tehnologije kao svoju razvoju šansu, danas nezaustavljivo preuzimaju mjesto globalnih lidera i predvodnika nove čiste ekonomije, a što će nesumnjivo oblikovati i međunarodnu politiku u narednom desetljeću. Svako zaostajanje tehničko-tehnološkog razvoja u ovom segmentu imaće za posljedicu i smanjenje konkurentnosti takvih ekonomija na zahtjevnom globalnom tržištu.

NR Kina

Većina država se obavezala potpisivanjem Pariskog klimatskog sporazuma na smanjivanje emisije gasova staklene bašte u skorijoj budućnosti. Tako i NR Kina u svojoj energetskej tranziciji ima plan da do 2060. godine smanji udio učešća uglja u proizvodnji električne energije sa 52%, koliko je to iznosilo u 2025. godini, na 3% u 2060. godini. Ova država trenutno godišnje sagori gotovo polovinu svjetske proizvodnje ovog energenta, odnosno 2,86 biliona Tona uglja. Ona je i drugi potrošač nafte na svijetu, ali i najveći svjetski potrošač čelika, mesa i žitarica.

Međutim, zašto je NR Kina faktor pokretanja čistih tehnologija? Ova brzorastuća ekonomija sa nadolazećom srednjom klasom koja želi da konzumira sve tehnološke blagodeti XXI. stoljeća predstavlja ogroman pritisak na biodiverzitet, ali i potrebu da se obezbjedi sve veća potreba za električnom energijom. Sa svojih milijardu i četiri stotine miliona stanovnika NR Kina je tipičan primjer države i problema u korištenju ograničenih resursa sa kojima se susreće čitava planeta. Pored toga trenutne projekcije pokazuju da migracije stanovništva iz ruralnih područja u gradove godišnje su jednake trostrukom broju stanovnika grada New York, zbog čega neće biti moguće podržati ovoliki porast gradova bez razvoja i podrške čistih tehnologija. Povećani zahtjevi za energijom u ovoj zemlji podstiču razvoj čistih energetskih izvora, transporta, ekoloških zgrada i tehnologije prerade vode za piće.

Sve navedene činjenice rezultirale su da NR Kina je postala vodeći svjetski potrošač na polju čistih tehnologija, obezbjeđujući istovremeno i potencijalnu jeftinu proizvodnu osnovu na druge države. Ova zemlja je klasičan primjer „pametne tranzicije“ sa dobijanja energije iz klasičnih energetskih izvora na čistije opcije, odnosno prelaska sa sagorjevanja fosilnih goriva na obnovljive izvore energije. Poslije gotovo trideset godina sirove, zavisne ekonomije, pri čemu je predstavljala produženu proizvodnu traku Zapada na kojoj se proizvodila jeftina roba, NR Kina velikim koracima udaljava se od te ekološki štetne industrijske proizvodnje i uspinje na nivo ekološke efikasnosti najrazvijenijih zemalja na svijetu. Ono što je još zanimljivije jeste da se u ovoj državi pokazalo da one kompanije koje su bile primorane da ulažu u veću efikasnost i više inovacije zbog strožijih propisa o emisiji ugljen-dioksida posmatrano srednjoročno postale su konkurentnije.

Potrošači

Cijena je ono što svi razumijemo prilikom kupovne bilo kojeg proizvoda. U ulozi kupaca mi nastojimo odabrati onaj proizvod koji predstavlja najbolji omjer kvaliteta i novca koji je potrebno izdvojiti za njegovu kupovinu. Ovo znači da troškovi postaju pokretačka sila u proizvodnji i prodaji roba i usluga. Međutim, da bi smo pravilno procijenili i napravili pravi izbor za nas kao kupce, mi moramo imati na raspolaganju set informacija o onome šta kupujemo. Ekonomisti su uglavnom do sada, razmišljajući o vrijednosti nekog proizvoda, isti posmatrali kroz prizmu odnosa cijene i kvaliteta. Ali proširivanje domena vrijednosti jednog proizvoda van ovog okvira, kako bi se uzele u obzir i njegove štetene posljedice, pretvara nekada skrivene ekološke utjecaje sada vidljivima.

U vremenu u kojem danas živimo, kada su klimatske promjene postale naša realnost, kupcima je potrebna prije svega „radikalna ekološka transparentnost“ proizvoda. Nju čine one informacije koje nam govore o tome koliko je ugljen-dioksida emitirano u atmosferu u svim fazama proizvodnje vezanim za proizvod koji kupujemo, kakav je utjecaj tog proizvoda od proizvodnje pa do odlaganja nakon upotrebe na našu životnu sredinu, da li su radnici koji su učestvovali u njegovoj proizvodnji bili adekvatno plaćeni, da li su se poštovala njihova radnička prava, da li su u proizvodnji učestvovali maloljetne osobe, da li su sprovedene sve sigurnosne mjere u tvornici u procesu proizvodnje? Proširivanje domena vrijednosti jednog proizvoda van okvira cijene ili kvaliteta kako



bi se obuhvatile i njegove štetene ili blagotvorne posljedice po životnu sredinu i društvo pretvara nekada skrivene ekološke utjecaje u tržišnu silu.

A tu nastupaju potrošači, koji kupovinom i konzumiranjem proizvoda i usluga od onih proizvođača koji ulažu značajna sredstva u implementiranje održivog razvoja u vlastiti proizvodni proces i uvode čistu tehnologiju i dobijanje energije iz obnovljivih izvora, indirektno razvijaju takve privredne subjekte. Ovakvo ponašanje mijenja izbor potrošača, što povratno ima utjecaja na kompanije da usklade svoje poslove sa javnim prioritetima.

Radikalna transparentnost upozorava kupce na „pravu istinu“ o nekom proizvodu. Naime, ukoliko npr. uzmemo oznaku Energy Star (međunarodni standard za energetske efikasne proizvode) koja se obavezno stavlja na elektronske uređaje, ono šta predstavljaju proizvođači i realnost ekološkog utjecaja tog proizvoda daju potpuno dijametralno suprotne slike. Kod laptopa recimo 90% ekološkog utjecaja potiče od procesa njegove proizvodnje i deponovanja nakon završenog radnog vijeka, ne od upotrebe samog laptopa, dok je Energy Star ocjena za ovaj proizvod izuzetno visoka jer u njen sastav ulazi samo radni vijek laptopa.

Zato oni proizvođači koji istinski implementiraju čistu tehnologiju u proizvodni proces i pri tome transparentno informišu potrošače o tome, u velikoj su prednosti da kupci mogu donijeti bolju i ispravniju odluku a koja će ići u korak sa očuvanjem naše životne sredine, i ujedno kupovinom njihovog proizvoda ili usluge i oni biti nagrađeni. Takvi proizvođači su svjesni da će im faktor potrošača donijeti značajnu prednost u poslovanju u odnosu na ostalu konkurenciju na tržištu.

Klima

Ovaj faktor prelaska na čistu tehnologiju je egzistencijalno bitan za ljudsko društvo. U ovom trenutku Zemlja se nalazi u pomalo čudnom periodu svoga trajanja. Tokom skoro 90% svoga postojanja naša planeta bila je znatno toplija nego što je to danas. Ustvari, period kad na polovima postoje ledene kape su u neku ruku rijetkost. U posljednje tri milijarde godina bilo je možda samo šest era kada je planetu prekrivao ozbiljan ledeni pokrivač. Pa ipak, u posljednjih 55 miliona godina Zemlja se neprekidno hladi. Ovo je poznato kao kenozoičko hlađenje, prema geološkoj eri u kojoj se događa.

Sa druge strane, atmosferski nivo ugljen-dioksida neće se vratiti na svoj prirodni nivo od prije industrijske revolucije bar još nekoliko desetina hiljada godina. Procjene su da će preklapajući ritmovi klimatskih ciklusa, poznati i kao Milankovićeve ciklusi, „gurnuti“ Zemljinu klimu nazad u glacijaciju za oko 50.000 godina, ali zbog teškog udarca koji smo već nanijeli atmosferi, možda će Zemlja preskočiti ovaj redovan događaj. Ako i ima dobra stvar u vezi sa globalnim zatoljenjem jeste to što će ljudsko društvo „moći bolje“ da se prilagodi ekstremnim vrućinama, nego na povratak ledenih pokrivača debelih nekoliko kilometara koji bi zarobili sjevernu hemisferu i zbog suhe i hladne klime onemogućili poljoprivredu.

Međutim, entropija klimatskih promjena je toliko velika da niti najsavremeniji računarski programi nisu u stanju napraviti projekcije šta će se dešavati ukoliko nastavimo po dosadašnjem starom običaju da svake godine emitiramo u atmosferu u prosjeku 51 milijadru Tona gasova staklene bašte, što u ovom momentu činimo. Ono šta je činjenica jeste da sve dosadašnje historijske klimatske promjene jako lijepo se kompjuterski simuliraju uzimajući u obzir isključivo prirodne utjecaje, relevantne za određeno razdoblje. Ali aktuelne klimatske promjene uzrokovane su porastom temperature, koja je direktno u korelaciji sa porastom koncentracije gasova staklene bašte u posljednjih 200 godina, odnosno sa početkom industrijske revolucije. Porast koncentracije ovih gasova poklapa se sa iskorištavanjem fosilnih goriva kao glavnog izvora energije u industrijskom dobu.

Gdje smo u svemu tome mi? Država Bosna i Hercegovina se dijelom nalazi i u Mediteranskom bazenu, koji je prepoznat kao jedna od glavnih vrućih tačaka klimatskih promjena. O tome je najjasnije izvjestila Unija za Mediteran, koja je 2020. godine objavila svoj sveobuhvatan Prvi Izvještaj o stanju klimataskih promjena u Mediteranu. U njemu je naglašeno da je temperatura u Mediteranu već porasla za +1,5°C u odnosu na predindustrijsko doba, a što je znatno više od porasta



temperature na globalnom nivou. Također, brzina zagrijavanja mora je ovdje dvostruko veća od globalnog prosjeka. Svemu tome doprinosi i degradacija tla, deforestacija, intenzivna poljoprivreda, kao i opšte zagađenje čitavog ekosistema.

Iz gore navedenih činjenica postoji ogromna potreba da što prije se implementiraju čiste tehnologije u domaće proizvodne procese i pružanje usluga. Prelazak na obnovljive izvore energije ili zelena tranzicija, kako se kolokvijalno naziva, jeste razvojna šansa ali i put očuvanja biodiverziteta naše životne sredine. Zato je klima i njene promjene kojima svjedočimo, ako ne najvažniji, sigurno jedan od jačih faktora koji pokreće revoluciju čistih tehnologija.

ZAKLJUČAK

U XXI. stoljeću svjedočimo devastaciji životne sredine, promjeni klimatskih obrazaca, temperaturnim rekordima, poplavama, sušama, nezapamćenim požarima. Ako ima išta dobro u svemu ovome, jeste da je ljudsko društvo postalo više nego svjesno da način na koji trenutno živimo jednostavno više nije održiv. Neminovnost je da se mora ići prema reduciranju upotrebe fosilnih goriva u industriji, vratiti se pravednijoj raspodjeli novostvorene vrijednosti, zalagati se za istinsku socijalnu pravdu. Taj put nam može omogućiti razvoj čistih tehnologija.

U Španiji 16. aprila 2025. godine čitav energetska sektor je radio tokom uzastopnih devet sati na 100% obnovljivim izvorima energije. Čitava jedna evropska ekonomija je funkcionisala tokom normalnog radnog dana isključivo na energiji dobijenoj iz sunca, vode i vjetra, odnosno zahvaljujući čistim tehnologijama. Ovo je samo jedan korak prema tranziciji na obnovljive izvore energije, ali koji pokazuje da je ljudsko društvo ovladalo znanjem i tehničko-tehnološkim procesima razvoja obnovljivih izvora. Sada je potrebno samo vrijeme i pametna energetska politika kako bi ona društva koja su prepoznala potencijal i razvoju šansu čistih tehnologija, iste u punom kapacitetu i implementirale.

Six-C faktori koji pokreću revoluciju čistih tehnologija u vremenu ispred nas samo će dobijati na značaju u svjetskoj ekonomiji, jer nesmiye se zanemariti činjenica da „čista zelena energija“ je otporna na negativne tendencije globalnih tržišnih kretanja, krize izazvane ratnim dešavanjima ili krahom svjetskih berzi, dok sa druge strane analize pokazuju da dok se u fosilnoj industriji otvori jedno radno mjesto, za istu cijenu koštanja u zelenom sektoru se mogu otvoriti tri nova radna mjesta.

LITERATURA

1. Alihodžić, N. (2023) Klimatske promjene – Sve ono o čemu se šuti, Sarajevo, Pentagram,
2. Biliškov N. (2023) Klimatske promjene su kolonijalizam ispisan pismom licemjera, Zagreb, EGE,
3. Darnel, L. (2021) Kako nas je Zemlja stvorila, Beograd, Laguna,
4. Elzner V. (2021) Kineski vek, Beograd, Laguna,
5. Gejts B. (2021) Kako izbjeći klimatsku katastrofu, Beograd, Mali vrt,
6. Goleman, D. (2010) Ekološka inteligencija – Poznavanje skrivenih utjecaja onoga što kupujemo, Beograd, Geopolitika izdavaštvo,
7. Gore, A. (1994) Zemlja u ravnoteži – Ekologija i ljudski duh, Zagreb, Mladost,
8. Harari. J. N. (2019) Sapiens – Kratka istorija čovečanstva, Beograd, Laguna,
9. Malm, A. (2018) Fosilni kapital – Uspon parnog pogona i korijeni globalnog zatopljenja, Zagreb, Fraktura i Institut za političku ekologiju,
10. Meadows H. D., Meadows L. D., Randers J., Behrens W. W. (1974) Granice rasta, Zagreb, Savremena stvarnost,
11. Pernick R., Wilder C. (2008) Revolucija čistih tehnologija, Beograd, Kompjuter biblioteka,



12. Ponting, K. (2009) Ekološka istorija sveta – životna sredina i propast velikih civilizacija, Beograd, Odiseja,
13. Suzman, Dž. (2022) Rad: Od kamenog doba do robota, Beograd, Laguna.

E- IZVORI

14. Assoc. PhD Nermin Alihodžić
15. „Blah, blah, blah“: Greta Thunberg lambasts leaders over climate crisis, sep 2021, The Guardian for 2000 years, International edition, Damian Carrington, Environment edition,
16. CLEAN TECHNOLOGY – FACTORS THAT MOVE IT
17. <https://www.adriatic-ionian.eu/union-for-the-mediterranean-annual-report-2020/> (21.4.2026.).
18. <https://www.theguardian.com/environment/2021/sep/28/blah-greta-thunberg-leaders-climate-crisis-co2-emissions> , (17.12.2021.),
19. Podaci korišteni od Tsingua Universitys Institute of Energy, Environment and Economy, www.element.visualcapitalist.com , (21.4.2026),
20. Union for the Mediterranean: Annual Report 2020, EUSAIR,

CLEAN TECHNOLOGY – DRIVING FACTORS

Abstract

When human society in the mid-18th century, carried on the wings of the industrial revolution whose primary driving force was fossil fuels, mastered the technical and technological processes of mass production, it was not possible to suspect that in this way an extremely complex and dangerous retrograde process of changing the biosphere on Earth was also unconsciously initiated. Namely, it is an indisputable scientific fact that today, thanks to human activity, an average of 51 billion tons of greenhouse gases are emitted into the atmosphere every year, which are directly linked to climate change on the planet. We also know today with certainty that this effect is cumulative, which means that if one ton of CO₂ is emitted every second, ¼ of it will remain present in the atmosphere for the next hundred thousand years. This is a phenomenon of the so-called "long memory of the climate system". For these reasons, clean technology (clean tech) is a dire need of today's human society and a way to reduce the ecological footprint (carbon footprint) on the biosphere.

Keywords: clean technology, clean technology factors, ecological footprint, climate change, greenhouse gases.



Primljeno: 11.05.2026

Prihvaćeno: 27.07.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605136M

EFEKTI RAZVOJA TURIZMA NA EKONOMIJU BOSNE I HERCEGOVINE

Marko Milić

Univerzitet "Privredna akademija" Brčko distrikt BiH

*E-mail: milicmarko.milic@gmail.com***Darko Pašalić**

Ekonomski fakultet, Evropski Univerzitet, Brčko, Bosna i Hercegovina

E-mail: darkopasal@gmail.com

Apstrakt

Turizam u Bosni i Hercegovini posljednjih godina postaje značajan faktor ekonomskog razvoja, posebno kroz rast prihoda, zapošljavanja i promociju lokalnih zajednica. Ipak, sektor se suočava sa problemima nedovoljne infrastrukture, slabe promocije i neujednačenog razvoja turističkih destinacija. Cilj rada jeste analiza ekonomskih efekata razvoja turizma na privredu Bosne i Hercegovine, sa posebnim osvrtom na doprinos bruto domaćem proizvodu, zaposlenosti i regionalnom razvoju. U istraživanju su korištene metode analize statističkih podataka, komparativna metoda i deskriptivni pristup relevantnoj literaturi i izvještajima. Rezultati istraživanja pokazuju da turizam pozitivno utiče na razvoj uslužnog sektora, povećanje investicija i međunarodnu prepoznatljivost države, ali i da su potrebna veća ulaganja u infrastrukturu, digitalizaciju i održivi razvoj turističke ponude.

Ključne riječi: efekti, turizam, ekonomija, Bosna i Hercegovini.

UVOD

Turizam danas zauzima veoma značajno mjesto u globalnim ekonomskim tokovima i predstavlja djelatnost koja povezuje privredni, društveni i kulturni razvoj jedne države. Savremeni turistički trendovi pokazuju da putovanja više nisu isključivo vezana za odmor i rekreaciju, već i za upoznavanje novih kultura, istorije, tradicije i načina života različitih naroda. Zbog toga turizam ima sposobnost da utiče na brojne oblasti društva, od ekonomije i zapošljavanja do razvoja infrastrukture i međunarodne saradnje. U mnogim državama upravo je turistički sektor postao jedan od glavnih pokretača privrednog rasta i važan izvor budžetskih prihoda.

Bosna i Hercegovina raspolaže prirodnim bogatstvima i kulturnim nasljeđem koje predstavlja dobru osnovu za razvoj turističke djelatnosti. Raznovrsni pejzaži, planinski predjeli, rijeke, jezera, banjski centri i istorijski gradovi omogućavaju razvoj različitih oblika turizma tokom cijele godine. Pored prirodnih resursa, posebnu vrijednost predstavljaju kulturno-istorijski spomenici, tradicionalna arhitektura i multikulturalni identitet zemlje, koji Bosnu i Hercegovinu izdvajaju kao specifičnu turističku destinaciju na prostoru jugoistočne Evrope.

Posljednjih godina evidentan je rast interesovanja stranih i domaćih turista za destinacije u Bosni i Hercegovini. Veći broj turističkih posjeta utiče na razvoj ugostiteljstva, hotelijerstva, trgovine, saobraćaja i drugih uslužnih djelatnosti koje su direktno ili indirektno povezane sa turizmom. Na taj način turizam doprinosi otvaranju novih radnih mjesta, povećanju prihoda lokalnog stanovništva i podsticanju investicionih aktivnosti. Poseban značaj ogleda se u mogućnosti razvoja manjih sredina



koje kroz turističku ponudu mogu unaprijediti svoju ekonomsku poziciju i smanjiti migraciju stanovništva prema većim urbanim centrima.

Iako postoje brojni potencijali za razvoj ove oblasti, turistički sektor u Bosni i Hercegovini još uvijek nije dovoljno iskorišten. Problemi kao što su nedovoljna ulaganja u infrastrukturu, neadekvatna promocija na međunarodnom tržištu, slaba povezanost turističkih destinacija i nedostatak jedinstvene razvojne strategije usporavaju brži napredak turizma. Pored toga, izraženi su i problemi sezonalnosti turističke ponude, nedovoljne digitalne promocije i ograničenih investicija u modernizaciju turističkih kapaciteta. Takve okolnosti utiču na smanjenu konkurentnost Bosne i Hercegovine u odnosu na druge turističke destinacije u regionu.

Savremeni koncept razvoja turizma podrazumijeva i primjenu principa održivosti, odnosno ravnotežu između ekonomskih koristi, zaštite životne sredine i očuvanja kulturnog identiteta. Upravo zbog toga razvoj turizma ne treba posmatrati isključivo kroz finansijske pokazatelje, već i kroz njegov uticaj na kvalitet života lokalnog stanovništva, očuvanje prirodnih resursa i unaprijeđenje društvenih odnosa. U uslovima sve izraženije konkurencije na turističkom tržištu, države koje uspiju da povežu prirodne resurse, kvalitetnu infrastrukturu i savremene marketinške pristupe imaju znatno veće mogućnosti za privlačenje turista i dugoročni ekonomski razvoj.

Predmet ovog rada odnosi se na analizu efekata razvoja turizma na ekonomiju Bosne i Hercegovine. Posebna pažnja biće usmjerena na uticaj turizma na zaposlenost, rast prihoda, razvoj lokalnih zajednica i unapređenje privrednih aktivnosti. Cilj rada jeste da se sagledaju pozitivni efekti turističkog razvoja, ali i ključni izazovi koji ograničavaju njegov puni doprinos ekonomiji države. Kroz analizu postojećih potencijala i problema moguće je ukazati na značaj turizma kao jedne od perspektivnih privrednih grana Bosne i Hercegovine i identifikovati pravce njegovog budućeg razvoja.

1. TURISTIČKI POTENCIJALI BOSNE I HERCEGOVINE

Bosna i Hercegovina raspolaže izuzetno raznovrsnim turističkim potencijalima koji predstavljaju važnu osnovu za razvoj domaće ekonomije i unaprijeđenje međunarodne turističke prepoznatljivosti države. Geografski položaj, prirodna raznolikost i bogata kulturno-istorijska baština omogućavaju razvoj više oblika turizma tokom cijele godine. Upravo kombinacija prirodnih ljepota i kulturnih vrijednosti daje Bosni i Hercegovini posebnu turističku autentičnost u odnosu na druge zemlje regiona. Zahvaljujući položaju između srednje Evrope i Mediterana, Bosna i Hercegovina ima mogućnost da privuče turiste različitih interesovanja i navika, što dodatno povećava značaj turističkog sektora za budući privredni razvoj države.

Prirodni potencijali države obuhvataju planinske masive, rijeke, jezera, pećine, vodopade i zaštićena prirodna područja koja privlače ljubitelje aktivnog odmora i boravka u prirodi. Planine poput Jahorine, Bjelašnice i Vlašića predstavljaju značajne centre zimskog turizma, dok rijeke Una, Neretva i Drina pružaju mogućnosti za razvoj raftinga, sportskog ribolova i avanturističkog turizma. Nacionalni parkovi i zaštićena područja doprinose razvoju ekološkog turizma, koji posljednjih godina postaje sve popularniji među turistima koji preferiraju prirodno okruženje i održive oblike putovanja. Posebnu vrijednost predstavljaju i brojni vodopadi, kanjoni i pećine koji svojim izgledom privlače fotografe, istraživače i turiste zainteresovane za jedinstvene prirodne lokalitete. Sve veća popularnost aktivnog odmora dodatno povećava mogućnost razvoja sportsko-rekreativnog turizma i organizovanja međunarodnih turističkih manifestacija.

Pored prirodnih bogatstava, Bosna i Hercegovina posjeduje značajno kulturno i istorijsko nasljeđe koje predstavlja važan segment turističke ponude. Na prostoru države susreću se različiti kulturni i religijski uticaji koji su kroz istoriju oblikovali specifičan identitet zemlje. Brojni kulturni spomenici, stari gradovi, džamije, crkve, manastiri i austrougarska arhitektura svjedoče o bogatoj istoriji i multikulturalnom karakteru Bosne i Hercegovine. Takva raznovrsnost predstavlja važan faktor privlačenja stranih turista koji žele upoznati istoriju i tradiciju ovog prostora. Kulturne manifestacije, festivali, koncerti i tradicionalne proslave dodatno obogaćuju turističku ponudu i omogućavaju turistima neposrednije upoznavanje lokalnih običaja i načina života stanovništva.



Posebno značajno mjesto zauzimaju gradovi Sarajevo i Mostar, koji predstavljaju najprepoznatljivije turističke destinacije u državi. Sarajevo je poznato po spoju istočne i zapadne kulture, bogatoj istoriji i velikom broju kulturnih manifestacija. Mostar privlači turiste svojim starim mostom, tradicionalnom arhitekturom i specifičnom atmosferom starog dijela grada. Pored njih, Trebinje, Banja Luka, Jajce i Višegrad postaju sve značajnije destinacije zahvaljujući kulturnim sadržajima, prirodnim ljepotama i razvoju turističke infrastrukture. Poseban značaj imaju i manje lokalne zajednice koje kroz razvoj turističkih sadržaja nastoje očuvati svoju tradiciju i istovremeno stvoriti nove ekonomske mogućnosti za stanovništvo.

Veliki potencijal posjeduje i vjerski turizam. Međugorje je jedna od najpoznatijih vjerskih destinacija u jugoistočnoj Evropi i godišnje okuplja veliki broj hodočasnika iz različitih država svijeta. Pored toga, brojni manastiri, džamije i crkve predstavljaju važna mjesta kulturnog i duhovnog turizma. Ruralni turizam takođe dobija sve veći značaj, posebno u manjim sredinama gdje domaćinstva nude tradicionalnu hranu, prirodno okruženje i autentičan način života. Razvoj seoskog turizma doprinosi očuvanju domaće tradicije, starih zanata i lokalnih proizvoda, čime se dodatno jača identitet pojedinih područja.

Razvoj turističkih potencijala ima veliki značaj za lokalnu ekonomiju. Povećan broj turista utiče na razvoj ugostiteljstva, hotelijerstva, trgovine, saobraćaja i zanatstva. Na taj način turizam doprinosi otvaranju novih radnih mjesta i povećanju prihoda lokalnog stanovništva. Posebno je značajno što turizam omogućava razvoj područja koja nemaju razvijenu industriju, čime se stvaraju uslovi za ravnomjerniji regionalni razvoj države. Pored direktnih ekonomskih koristi, razvoj turizma podstiče ulaganja u puteve, smještajne kapacitete, restorane i druge infrastrukturne projekte koji dugoročno poboljšavaju kvalitet života stanovništva.

Ipak, uprkos velikim potencijalima, Bosna i Hercegovina još uvijek ne koristi u potpunosti svoje turističke mogućnosti. Nedovoljna ulaganja u infrastrukturu, slabija promocija na međunarodnom tržištu i nedostatak dugoročnog planiranja predstavljaju ograničenja bržem razvoju turizma. Problem predstavlja i neujednačen kvalitet turističkih usluga, kao i nedovoljna povezanost između turističkih destinacija i drugih privrednih sektora. U pojedinim područjima izražen je nedostatak modernih smještajnih kapaciteta i savremenih turističkih sadržaja koji bi mogli zadovoljiti zahtjeve savremenih turista (Bidžan-Gekić & Gekić, 2021).

Zbog toga je potrebno usmjeriti veće investicije ka modernizaciji turističkih kapaciteta, unaprijeđenju saobraćajne povezanosti i jačanju digitalne promocije turističkih destinacija. Važnu ulogu imaju i edukacija turističkih radnika, unaprijeđenje kvaliteta usluga i stvaranje prepoznatljivog turističkog brenda Bosne i Hercegovine. Uz kvalitetnije upravljanje turističkim resursima i dugoročnu strategiju razvoja, turizam može postati jedna od ključnih privrednih grana koja će doprinijeti ekonomskom rastu, većoj zaposlenosti i jačanju međunarodnog položaja Bosne i Hercegovine.

Tabela 1. Najznačajniji turistički potencijali Bosne i Hercegovine

Turistički potencijal	Primjeri destinacija	Vrsta turizma	Značaj za ekonomiju
Planinski turizam	Jahorina, Bjelašnica, Vlašić	Zimski i sportski turizam	Razvoj hotelijerstva i sezonskog zapošljavanja
Riječni i avanturistički turizam	Una, Neretva, Tara, Drina	Rafting i rekreativni turizam	Povećanje prihoda lokalnih zajednica
Kulturno-istorijski turizam	Sarajevo, Mostar, Jajce	Kulturni turizam	Veći priliv stranih turista
Vjerski turizam	Međugorje, manastiri i džamije	Hodočasnički turizam	Razvoj uslužnog sektora
Ruralni turizam	Etno-sela i seoska domaćinstva	Seoski i ekološki turizam	Podrška razvoju manjih sredina

Izvor: Obrada autora na osnovu turističkih potencijala Bosne i Hercegovine i dostupne stručne literature



Podaci prikazani u tabeli ukazuju na to da Bosna i Hercegovina raspolaže veoma raznovrsnom turističkom ponudom koja omogućava razvoj više oblika turizma istovremeno. Posebno se izdvajaju planinski i kulturno-istorijski turizam, koji imaju najveći potencijal za privlačenje stranih turista i ostvarivanje ekonomskih koristi. Takođe, evidentno je da prirodni resursi predstavljaju važnu osnovu za razvoj avanturističkog i ekološkog turizma, koji postaju sve popularniji na savremenom turističkom tržištu.

Tabela pokazuje i da turizam nema značaj samo za velike gradove, već i za manje lokalne zajednice kroz razvoj ruralnog i vjerskog turizma. Na taj način turističke aktivnosti doprinose ravnomjernijem regionalnom razvoju i stvaranju novih ekonomskih mogućnosti. Ipak, za potpunije iskorištavanje navedenih potencijala neophodna su veća ulaganja u infrastrukturu, promociju i unapređenje kvaliteta turističkih usluga.

2. UTICAJ TURIZMA NA EKONOMIJU BOSNE I HERCEGOVINE

Turizam danas predstavlja jednu od privrednih djelatnosti koja ima sve veći značaj za ekonomski razvoj Bosne i Hercegovine. Iako se Bosna i Hercegovina još uvijek ne ubraja među vodeće evropske turističke destinacije, posljednjih godina primjetan je kontinuiran rast broja turista, naročito stranih posjetilaca. Razvoj turizma pozitivno utiče na veliki broj ekonomskih sektora, zbog čega se ova djelatnost smatra važnim pokretačem ukupne privredne aktivnosti. Njegov značaj nije ograničen samo na ostvarivanje prihoda od turističkih usluga, već se efekti šire na zapošljavanje, trgovinu, saobraćaj, poljoprivredu, građevinarstvo i razvoj lokalnih zajednica.

Jedan od najvažnijih ekonomskih efekata turizma ogleda se u povećanju bruto domaćeg proizvoda. Potrošnja turista direktno utiče na prihode hotela, restorana, turističkih agencija i prevoznčkih kompanija, dok indirektno podstiče proizvodnju hrane, razvoj zanatstva i rast uslužnih djelatnosti. Kada strani turisti troše novac u Bosni i Hercegovini, dolazi do priliva deviza, što doprinosi jačanju domaće ekonomije i poboljšanju platnog bilansa države. Posebno je značajno to što turizam omogućava prihod i onim područjima koja nemaju razvijenu industriju, ali raspolažu prirodnim ili kulturnim potencijalima.

Turizam ima važnu ulogu i u smanjenju nezaposlenosti. Razvoj turističkih destinacija povećava potrebu za radnom snagom u hotelijerstvu, ugostiteljstvu, saobraćaju, trgovini i sektoru usluga. Osim direktnih radnih mjesta, turizam stvara i veliki broj indirektnih poslova kroz saradnju sa lokalnim proizvođačima hrane, suvenira i različitih turističkih sadržaja. Na taj način mnogi građani ostvaruju dodatne prihode, posebno u ruralnim krajevima gdje su mogućnosti zaposlenja ograničene. Razvoj seoskog, planinskog i banjskog turizma omogućava stanovništvu da ostane u manjim sredinama i ekonomski valorizuje lokalne resurse.

Poseban značaj turizma ogleda se u razvoju malih i srednjih preduzeća. Veliki broj porodičnih hotela, restorana, apartmana i turističkih agencija posluje upravo zahvaljujući rastu turističke potražnje. Pored toga, lokalni proizvođači domaće hrane, rukotvorina i tradicionalnih proizvoda dobijaju priliku da svoje proizvode plasiraju turistima, čime se podstiče razvoj preduzetništva i jača lokalna ekonomija. Turizam tako postaje važan faktor regionalnog razvoja i smanjenja ekonomskih razlika između urbanih i ruralnih područja.

Razvoj turizma doprinosi i unapređenju infrastrukture. Povećan broj turista stvara potrebu za boljim putevima, modernijim smještajnim kapacitetima, unapređenjem aerodroma, željezničkih i autobusnih veza, kao i razvojem digitalnih i komunalnih usluga. Takva ulaganja ne koriste samo turistima, već i domaćem stanovništvu, jer poboljšavaju kvalitet života i olakšavaju svakodnevne aktivnosti. U mnogim gradovima i turističkim centrima razvoj turizma podstakao je obnovu kulturno-istorijskih objekata, uređenje javnih površina i modernizaciju urbanih sadržaja.

Turizam ima i značajnu promotivnu ulogu za Bosnu i Hercegovinu. Dolazak stranih turista doprinosi jačanju međunarodne prepoznatljivosti države i stvaranju pozitivnije slike o zemlji u svijetu. Gradovi poput Sarajeva, Mostar i Banja Luka postali su prepoznatljive turističke destinacije



zahvaljujući kulturno-istorijskom nasljeđu, manifestacijama i prirodnim ljepotama. Pored urbanog turizma, sve veću popularnost imaju planinski, avanturistički, vjerski i banjski turizam, što dodatno proširuje turističku ponudu zemlje.

Ipak, iako turizam ostvaruje pozitivne efekte, postoje i određeni problemi koji usporavaju njegov razvoj. Nedovoljna ulaganja, neujednačena turistička infrastruktura, sezonski karakter pojedinih destinacija i nedostatak snažnije međunarodne promocije predstavljaju izazove sa kojima se Bosna i Hercegovina suočava. Pored toga, politička nestabilnost i sporiji ekonomski razvoj mogu negativno uticati na privlačenje stranih investicija u turistički sektor. Zbog toga je neophodno strateški razvijati turizam kroz ulaganja u infrastrukturu, edukaciju kadrova i promociju turističkih potencijala na međunarodnom tržištu (Lugonja, Knežević & Grumo, 2019).

U budućnosti turizam može postati jedan od ključnih pokretača ekonomskog razvoja Bosne i Hercegovine. Prirodni resursi, kulturna raznolikost i geografski položaj predstavljaju snažnu osnovu za dalji razvoj ove privredne grane. Ukoliko se turistički potencijali budu planski koristili i povezivali sa drugim sektorima privrede, turizam može značajno doprinijeti ekonomskom rastu, povećanju zaposlenosti i jačanju međunarodnog položaja Bosne i Hercegovine.

Tabela 2. Kvantitativni pokazatelji uticaja turizma na ekonomiju Bosne i Hercegovine

Pokazatelj	2019.	2022.	2024.
Broj turističkih dolazaka	1,64 miliona	1,46 miliona	1,90 miliona
Broj noćenja turista	3,37 miliona	3,18 miliona	4,10 miliona
Učešće turizma u BDP-u	8,5%	7,2%	9,1%
Prihodi od turizma	1,1 milijarda KM	1,3 milijarde KM	1,7 milijardi KM
Broj zaposlenih u turizmu i ugostiteljstvu	36.000	38.500	43.000
Udio stranih turista	71%	74%	78%

Izvor: Obrada autora na osnovu podataka Agencije za statistiku Bosne i Hercegovine

Podaci prikazani u tabeli ukazuju na vidljiv oporavak i rast turističkog sektora Bosne i Hercegovine nakon perioda usporavanja izazvanog globalnim ekonomskim poremećajima i pandemijom korona virusa. Broj turističkih dolazaka u 2024. godini prema procjenama prelazi rezultate iz 2019. godine, što pokazuje da Bosna i Hercegovina postaje sve privlačnija turistička destinacija.

Rast broja noćenja pokazuje da turisti ne dolaze samo tranzitno, već duže borave u zemlji, što direktno povećava turističku potrošnju. Duži boravak turista pozitivno utiče na prihode hotela, restorana, trgovina i drugih uslužnih djelatnosti. Posebno je značajan rast prihoda od turizma, koji prema procjenama u 2024. godini dostiže oko 1,7 milijardi konvertibilnih maraka. To potvrđuje da turizam ima sve važniju ulogu u stvaranju nacionalnog dohotka i prilivu stranih deviza.

Povećanje zaposlenosti u turizmu i ugostiteljstvu pokazuje da razvoj turističkog sektora doprinosi otvaranju novih radnih mjesta. Rast broja zaposlenih posebno je važan za mlade ljude i stanovništvo ruralnih područja, gdje turizam često predstavlja jedan od rijetkih izvora prihoda.

Takođe je primjetan rast udjela stranih turista, što ukazuje na jačanje međunarodne prepoznatljivosti Bosne i Hercegovine. Veći broj stranih posjetilaca doprinosi promociji države na međunarodnom tržištu i povećava mogućnosti za buduće investicije u turističku infrastrukturu i usluge.

3. Problemi i mogućnosti razvoja turizma u Bosni i Hercegovini

Iako turizam u Bosni i Hercegovini posljednjih godina bilježi rast i postaje sve značajniji dio privrede, njegov razvoj još uvijek nije dostigao nivo koji bi odgovarao stvarnim potencijalima zemlje. Brojni prirodni resursi, kulturno-istorijsko nasljeđe i povoljan geografski položaj predstavljaju dobru osnovu za razvoj različitih oblika turizma, ali postoje i brojni problemi koji



usporavaju napredak ovog sektora. Zbog toga se razvoj turizma u Bosni i Hercegovini nalazi između velikih mogućnosti i ozbiljnih izazova koje je potrebno sistemski rješavati.

Jedan od najizraženijih problema jeste nedovoljno razvijena infrastruktura. Mnoge turistički atraktivne lokacije imaju ograničen pristup zbog loših puteva, nedostatka parking prostora, neuređenih prilaznih saobraćajnica ili slabije povezanosti sa većim gradovima i aerodromima. Posebno su pogođena ruralna i planinska područja, koja raspolažu značajnim prirodnim potencijalima, ali nemaju dovoljno razvijene smještajne i saobraćajne kapacitete. Nedostatak moderne infrastrukture utiče na kvalitet turističke ponude i smanjuje konkurentnost Bosne i Hercegovine u odnosu na druge zemlje regiona.

Dodatni problem predstavlja neujednačeno upravljanje turističkim razvojem. Turistički sektor je često opterećen složenom administrativnom strukturom i nedovoljnom koordinacijom između državnih, entitetskih i lokalnih institucija. Zbog toga izostaje jedinstvena strategija razvoja turizma na nivou cijele države. Mnoge lokalne zajednice razvijaju turističke projekte samostalno, bez međusobnog povezivanja i zajedničke promocije, što dovodi do slabije iskorištenosti turističkih potencijala (Porter, 2017).

Bosna i Hercegovina se suočava i sa problemom nedovoljne međunarodne promocije. Iako posjeduje veliki broj prirodnih i kulturnih atrakcija, zemlja je još uvijek nedovoljno prisutna na globalnom turističkom tržištu. U poređenju sa susjednim državama, izdvajanja za promociju turizma su manja, dok digitalni marketing i savremeni načini predstavljanja turističke ponude nisu dovoljno razvijeni. Zbog toga veliki broj stranih turista nema dovoljno informacija o turističkim mogućnostima koje Bosna i Hercegovina pruža tokom cijele godine.

Pored infrastrukturnih i organizacionih problema, prisutan je i nedostatak stručnog kadra u oblasti turizma i ugostiteljstva. Sve veći odlazak mladih i kvalifikovanih radnika u inostranstvo stvara problem nedostatka radne snage, posebno tokom turističke sezone. U pojedinim dijelovima zemlje primjetan je nedostatak kvalitetno obučanih turističkih vodiča, hotelskog osoblja i stručnjaka za digitalni marketing i menadžment u turizmu. To utiče na kvalitet usluge i ukupno iskustvo turista.

Ipak, uprkos postojećim problemima, Bosna i Hercegovina raspolaže izuzetno velikim mogućnostima za razvoj turizma. Prirodne ljepote, planine, rijeke, jezera i nacionalni parkovi predstavljaju značajnu osnovu za razvoj planinskog, avanturističkog i ekološkog turizma. Gradovi poput Sarajevo i Mostar imaju veliki potencijal za kulturni i istorijski turizam, dok banjska mjesta i ruralna područja mogu razvijati zdravstveni i seoski turizam.

Posebnu razvojnu šansu predstavlja održivi turizam. Savremeni turisti sve više traže destinacije koje nude očuvanu prirodu, autentičnu kulturu i lokalna iskustva, što Bosni i Hercegovini daje značajnu prednost. Razvoj održivog turizma omogućio bi zaštitu prirodnih resursa i kulturnog naslijeđa, ali i dugoročnu ekonomsku korist za lokalno stanovništvo. Ulaganjem u ekološke turističke projekte, obnovljive izvore energije i zaštitu životne sredine moguće je razviti turizam koji neće ugrožavati prirodne vrijednosti zemlje.

Velike mogućnosti pruža i digitalna promocija turističke ponude. Društvene mreže, internet platforme i digitalni marketing danas imaju ključnu ulogu u privlačenju turista. Kroz kvalitetne promotivne kampanje Bosna i Hercegovina može povećati svoju međunarodnu vidljivost i predstaviti turistima manje poznate destinacije. Poseban značaj imaju fotografija, video sadržaji i promocija lokalnih manifestacija, gastronomije i kulturnih događaja.

Važan faktor budućeg razvoja jeste povezivanje turizma sa domaćom proizvodnjom. Turisti sve više pokazuju interesovanje za lokalnu hranu, tradicionalne proizvode i autentične zanate. Time se otvara mogućnost za razvoj malih i srednjih preduzeća, porodičnih gazdinstava i lokalnih proizvođača. Na taj način turizam ne doprinosi samo rastu prihoda u ugostiteljstvu, već podstiče razvoj poljoprivrede, zanatstva i drugih privrednih djelatnosti (Nežirović, Drešković & Mirić, 2015).

Takođe, organizacija kulturnih, sportskih i međunarodnih manifestacija može značajno povećati broj turista i produžiti turističku sezonu. Festivali, koncerti, sportska takmičenja i sajmovi dopri-



nose promociji zemlje i stvaraju dodatne prihode za lokalnu ekonomiju. Upravo kombinacija prirodnih ljepota, kulturne raznolikosti i gostoprimstva stanovništva predstavlja jednu od najvećih prednosti Bosne i Hercegovine kao turističke destinacije.

Ukoliko bi se postojeći problemi sistemski rješavali kroz veća ulaganja, kvalitetnije planiranje i snažniju promociju, turizam bi mogao postati jedan od najvažnijih pokretača ekonomskog razvoja Bosne i Hercegovine. Dugoročno posmatrano, razvoj turizma ne bi doprinio samo rastu prihoda i zaposlenosti, već i jačanju međunarodnog ugleda države i boljem kvalitetu života lokalnog stanovništva.

ZAKLJUČAK

Turizam predstavlja jednu od privrednih djelatnosti koja u savremenim ekonomskim uslovima dobija sve veći značaj za razvoj Bosne i Hercegovine. Zahvaljujući bogatim prirodnim resursima, raznovrsnom kulturno-istorijskom nasljeđu i povoljnom geografskom položaju između srednje i jugoistočne Evrope, Bosna i Hercegovina raspolaže značajnim turističkim potencijalima koji još uvijek nisu u potpunosti iskorišteni. Upravo zbog toga turizam može imati važnu ulogu u unaprijeđenju ukupne privredne aktivnosti, povećanju zaposlenosti i jačanju konkurentnosti države na međunarodnom tržištu.

Posebna vrijednost turizma ogleda se u tome što njegov razvoj utiče na veliki broj drugih sektora privrede. Rast turističkog prometa pozitivno djeluje na ugostiteljstvo, trgovinu, saobraćaj, građevinarstvo, poljoprivredu i uslužne djelatnosti. Na taj način turizam ne doprinosi samo povećanju prihoda od turističkih usluga, već podstiče i širi ekonomski razvoj lokalnih zajednica. Značajan efekat turizma vidi se i kroz otvaranje novih radnih mjesta, posebno za mlade ljude i stanovništvo ruralnih područja, gdje turizam često predstavlja važan izvor prihoda i mogućnost za ostanak stanovništva u manjim sredinama.

Bosna i Hercegovina ima mogućnost razvoja različitih oblika turizma tokom cijele godine. Planinski centri pružaju uslove za zimski i sportski turizam, rijeke i jezera omogućavaju razvoj avanturističkog i rekreativnog turizma, dok bogato kulturno i istorijsko nasljeđe stvara osnovu za razvoj kulturnog, vjerskog i gradskog turizma. Sve veću popularnost imaju i ruralni, banjski i ekološki turizam, jer savremeni turisti sve više traže autentične destinacije, očuvanu prirodu i lokalna iskustva. Upravo u tome Bosna i Hercegovina posjeduje značajnu konkurentsku prednost.

Pored ekonomskih koristi, turizam doprinosi i jačanju međunarodnog ugleda države. Dolazak stranih turista povećava međunarodnu vidljivost Bosne i Hercegovine i doprinosi stvaranju pozitivnije slike o zemlji u svijetu. Kroz promociju prirodnih ljepota, kulturnih manifestacija i tradicionalnih vrijednosti, država može izgraditi prepoznatljiv turistički identitet i privući veći broj posjetilaca i investicija.

Ipak, iako turizam ostvaruje pozitivne rezultate, njegov dalji razvoj zahtijeva ozbiljna i dugoročna ulaganja. Neophodno je unaprijediti putnu i turističku infrastrukturu, modernizovati smještajne kapacitete i poboljšati povezanost turističkih destinacija sa regionalnim i međunarodnim tržištima. Posebno je važno razvijati digitalnu promociju i savremene marketinške strategije kako bi turistička ponuda Bosne i Hercegovine bila vidljivija na globalnom tržištu.

Veliki značaj ima i podrška institucija kroz donošenje kvalitetnih razvojnih strategija, podsticaj investicijama i jačanje saradnje između javnog i privatnog sektora. Ulaganje u obrazovanje i stručnu obuku zaposlenih u turizmu može značajno unaprijediti kvalitet usluga i povećati zadovoljstvo turista. Istovremeno, razvoj turizma treba usmjeravati prema principima održivosti, kako bi se sačuvali prirodni resursi i kulturna baština za buduće generacije.

Ukoliko bi Bosna i Hercegovina sistemski iskoristila svoje turističke potencijale, turizam bi mogao postati jedan od ključnih pokretača ekonomskog razvoja države. Dugoročno posmatrano, razvoj ovog sektora mogao bi doprinijeti većem privrednom rastu, smanjenju nezaposlenosti, jačanju lokalnih zajednica i boljoj međunarodnoj poziciji Bosne i Hercegovine. Zbog toga turizam ne treba



posmatrati samo kao uslužnu djelatnost, već kao važan strateški sektor koji može imati značajnu ulogu u ukupnom društvenom i ekonomskom razvoju zemlje.

LITERATURA

1. Bidžan-Gekić, A., & Gekić, H. (2021). Regional aspect of tourism development in Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 11(4), 886–893.
2. Centralna banka Bosne i Hercegovine. (2024). Statistical bulletin: Balance of payments and tourism receipts.
3. Glamuzina, N., Madžar, I., & Putica Džajić, J. (2022). Regional aspects of modern tourism development of Bosnia and Herzegovina. *Croatian Geographical Bulletin*, 79(1), 61–79.
4. Lugonja, A., Knežević, M., & Grumo, R. (2019). The role of spatial planning for sustainable tourism development in Bosnia and Herzegovina. *Business Studies Journal*, 9(17–18), 257–270.
5. Mrkaić Ateljević, A., & Popović, S. (2020). Effects of tourism development on the economy of Bosnia and Herzegovina. *Acta Economica*, 18(33), 131–150.
6. Nežirović, S., Drešković, N., & Mirić, R. (2015). Tourist and economic regionalization of Bosnia and Herzegovina. *Journal for Geography*, 13(2), 1–15.
7. Porter, M. E. (2017). *Competitive Advantage*. Free Press, New York.
8. United Nations World Tourism Organization. (2024). *Tourism statistics and economic impact reports*.

EFFECTS OF TOURISM DEVELOPMENT ON THE ECONOMY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Abstract

Tourism in Bosnia and Herzegovina has become an important factor of economic development in recent years, particularly through the growth of revenues, employment, and the promotion of local communities. However, the sector faces challenges such as inadequate infrastructure, weak promotion, and uneven development of tourist destinations. The aim of this paper is to analyze the economic effects of tourism development on the economy of Bosnia and Herzegovina, with special emphasis on its contribution to gross domestic product, employment, and regional development. The research was conducted using methods of statistical data analysis, comparative methods, and a descriptive approach to relevant literature and reports. The research results indicate that tourism has a positive impact on the development of the service sector, the increase of investments, and the international recognition of the country, but also that greater investments in infrastructure, digitalization, and sustainable tourism development are necessary.

Keywords: effects, tourism, economy, Bosnia and Herzegovina.



Primljeno: 10. 02. 2026.

Prihvaćeno: 27. 07. 2026.

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605144M

KOMPARATIVNA ANALIZA METEO SERVISA ZA PRIMJENU KOD SOLARNIH ELEKTRANA

Bogdan Mirković, dr

Univerzitet „Union“ Beograd, Srbija, Računarski fakultet, Trg Republike 6/VI, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: bmirkovic@raf.rs

Maurizio Malusa dipl.inž.

Visokoškolska ustanove Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Fakultet tehničkih nauka, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: mauruzio@zastita.hr

Milorad Marković, ma

Visokoškolska ustanove Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Fakultet tehničkih nauka, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: mmiloradmiso@gmail.com

Apstrakt

Razvoj informacionih tehnologija i njihova integracija u proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora postaju sinonim za interdisciplinarnost savremenih naučnih dostignuća. Posebno mjesto u tome zauzimaju meteo servisi koji predstavljaju ključni faktor rada solarnih elektrana. Ovi servisi omogućavaju precizno predviđanje solarne iradijacije, temperature i drugih relevantnih atmosferskih parametara što direktno utiče na planiranje proizvodnje, upravljanje opterećenjem i procjenu ekonomske isplativosti. U ovom radu provedena je komparativna analiza više meteo servisa: SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit i Meteonorm sa fokusom na parametre tačnosti, pouzdanosti, cijene i s njom u vezi mogućnosti povrata investicije te funkcionalnosti korisničkog interfejsa lakoće korišćenja i mogućnosti integracije sa drugim softverskim rješenjima. Zaključci rada mogu poslužiti kao smjernica investitorima, operatorima solarnih elektrana i razvojnim inženjerima pri izboru optimalnog meteo servisa, u zavisnosti od tehničkih i ekonomskih prioriteta projekta.

Ključne riječi: meteo servisi, solarne elektrane, komparativna analiza, predviđanje proizvodnje, API integracija, prognoziranje sunčevog zračenja.

UVOD

U savremenom elektroenergetskom sistemu, obnovljivi izvori energije, posebno solarne elektrane, igraju sve veću ulogu. Njihova efikasnost u velikoj mjeri zavisi od vremenskih uslova, što čini vremensku prognozu ključnim faktorom u njihovom planiranju i upravljanju (Antonanzas et al., 2016). Ovaj rad analizira koji se podaci dobijeni od meteo servisa mogu koristiti u svakodnevnom upravljanju solarnim elektranama, kako doprinose predviđanju proizvodnje, optimizaciji rada, povećanju bezbjednosti sistema i integraciji u elektroenergetsku mrežu pri čemu je fokus rada stavljen na komparativnoj analizi meteo servisa koji se mogu naći na tržištu.



Solarne elektrane sve više dobijaju na važnosti u kontekstu globalne energetske tranzicije. Njihova proizvodnja, međutim, zavisi od vremenskih uslova. Upravo zato meteorološki servisi postaju ključan alat za optimizaciju planiranja i rada ovih sistema (Kaur et al., 2021). Solarna energija, kao jedan od ključnih obnovljivih izvora energije, ima sve značajniju ulogu u tranziciji prema održivom energetskom sistemu (Bakir et al., 2021). Međutim, proizvodnja solarne energije direktno zavisi od meteoroloških uslova, što stvara izazove u planiranju i stabilnosti isporuke energije.

Upravljanje solarnim elektranama zahtijeva visoku tačnost u predikciji i praćenju meteoroloških uslova. S obzirom na to da je solarna energija direktno zavisna od dostupnosti sunčevog zračenja, meteorološke informacije postaju ključne za planiranje, optimizaciju i ekonomsko upravljanje proizvodnjom električne energije (Perez et al., 2013). Razvijeni meteo-servisi, kao softverski i informacioni sistemi, omogućavaju pouzdane vremenske prognoze i pristup istorijskim vremenskim podacima, čime se značajno povećava efikasnost i sigurnost rada solarnih postrojenja (Voyant et al., 2017).

Vremenska prognoza je naučna procjena budućih vremenskih uslova za određeno mjesto i vremenski period, zasnovana na analizi trenutnih meteoroloških podataka i numeričkim modelima atmosfere. Vremenska prognoza predstavlja predviđanje stanja atmosfere u narednim satima, danima ili čak nedjeljama. Njena svrha je da unaprijed obavijesti javnost, poljoprivredu, energetiku, saobraćaj i druge sektore o očekivanim vremenskim pojavama radi boljeg planiranja i zaštite. Vremenska prognoza ima presudnu važnost za rad solarnih elektrana jer direktno utiče na količinu proizvedene električne energije, pouzdanost sistema, planiranje održavanja i integraciju sa elektroenergetskom mrežom (Voyant et al., 2017).

Ona se sastoji od niza meteoroloških parametara koji se redovno mjere, analiziraju i prognoziraju:

- Temperatura: maksimalna i minimalna vrijednost tokom dana.
- Naoblaka: obim i vrsta oblačnosti, značajno utiče na intenzitet sunčevog zračenja
- Padavine: vrsta (kiša, snijeg, grad), intenzitet i vjerovatnoća.
- Vjetar: brzina i pravac, koji mogu uticati na sigurnost i orijentaciju panela.
- Vlažnost vazduha: u kombinaciji sa temperaturom utiče na osjećajnu temperaturu i pojavu kondenzacije.
- UV indeks i intenzitet sunčevog zračenja: važni za procjenu energetske proizvodnje.
- Vidljivost, magla i druge pojave koje mogu ometati rad ili održavanje.

Značaj vremenske prognoze u solarnim elektranama se najviše ogleda kroz:

- Predviđanje proizvodnje energije – omogućava procjenu očekivanog učinka solarne elektrane u narednim satima i danima.
- Planiranje rada sistema – prognoza oblačnih perioda omogućava pravovremeno punjenje baterija i balansiranje mreže.
- Prevencija rizika – na osnovu prognoze ekstremnih uslova (oluja, grad, jak vjetar), mogu se preduzeti mjere zaštite opreme.
- Održavanje – aktivnosti se planiraju u periodima sa nižim solarnim opterećenjem.
- Ekonomija – precizne prognoze omogućavaju bolje planiranje isporuke energije i povećanje prihoda (Perez et al., 2013).

Performanse solarnih elektrana u velikoj mjeri zavise od varijabilnosti vremenskih uslova, posebno GHI, temperature vazduha, oblačnosti i brzine vjetra (Kaur et al., 2021). Precizni meteorološki podaci omogućavaju:

- optimizaciju pozicioniranja panela (praćenje sunca),
- predikciju proizvodnje u kratkoročnom i srednjoročnom periodu,
- balansiranje potrošnje i proizvodnje u elektroenergetskim mrežama,
- povećanje sigurnosti sistema kroz ranu detekciju nepovoljnih vremenskih uslova (npr. oluje, pješčane oluje, niska temperatura).



Prema istraživanju Pedra i Coimbre (Pedro & Coimbre, 2020), korišćenje naprednih vremenskih prognoza može smanjiti grešku u procjeni solarne proizvodnje i do 20%, što ima direktan uticaj na upravljanje rezervnim kapacitetima i raspodjelu energije u mreži. U velikim solarnim parkovima, korišćenje visoko preciznih vremenskih modela direktno se prevodi u finansijsku korist kroz bolju optimizaciju opterećenja i smanjenje troškova balansiranja mreže (Bakir et al., 2021).

Meteorološki (meteo) servisi omogućuju pristup podacima o sunčevom zračenju, oblačnosti, temperaturi, vjetru i drugim vremenskim parametrima koji utiču na rad solarnih elektrana (Copernicus Climate Change Service, 2023). Proizvodnja solarne energije direktno zavisi od količine sunčevog zračenja — globalne horizontalne iradijance - zračenja (GHI) i direktne normalne iradijance (DNI) — kao i od oblačnosti, temperature i vjetrova (Martin et al., 2020). Meteorološki servisi poput Copernicus, Solcast i Meteomatics nude vremenske prognoze koje omogućuju predikciju proizvodnje korišćenjem modela vještačke inteligencije i algoritama mašinskog učenja te prognoze mogu se dodatno precizirati (Pedro & Coimbra, 2020).

Moderni meteo servisi omogućavaju automatsku integraciju sa SCADA sistemima, čime se uspostavlja zatvorena petlja između vremenske prognoze i upravljanja operacijama. Na taj način, predviđanja o oblačnosti ili promjeni temperature direktno utiču na upravljačke algoritme, što omogućava dinamičku adaptaciju proizvodnje (Martin et al., 2020). Ipak, prije odabira meteo servisa za korišćenje, potrebno je svaki od dostupnih servisa detaljno analizirati sa stanovišta mogućnosti upotrebe za određenu svrhu, njegovih osnovnih karakteristike, stepenu povrata investicije u servis i svemu ostalom što bi u upotrebi bilo od značaja.

METODOLOŠKI OKVIR

Uvrđivanje sličnosti, razlika, prednosti i nedostataka meteo servisa vršeno je komparativnom analizom pojedinih karakteristika meteo servisa.

Komparativna analiza predstavlja jednu od temeljnih metoda u društvenim, humanističkim, ali i tehničkim naukama. Riječ je o postupku koji podrazumijeva sistematsko upoređivanje dva ili više pojmova, entiteta, sistema, modela ili fenomena, u cilju identifikovanja sličnosti, razlika i uzročno-posljedičnih odnosa (Esser & Hanitzsch, 2012). Ova metoda je naročito korisna u interdisciplinarnim istraživanjima, gdje omogućava šire razumijevanje fenomena kroz poređenje različitih konteksta.

Komparativna analiza dolazi od latinske riječi *comparare*, što znači „uporediti“. U akademskom kontekstu, komparativna analiza se koristi za identifikaciju obrazaca, zakonitosti i varijacija između analiziranih entiteta. Ona se ne svodi samo na deskriptivno upoređivanje, već uključuje i analitički pristup, koji doprinosi dubljem razumijevanju odnosa između analiziranih jedinica (Ragin, 2014).

Postoje različiti tipovi komparativnih analiza:

- Horizontalna komparacija: upoređivanje sličnih fenomena u različitim geografskim, vremenskim ili organizacionim kontekstima.
- Vertikalna komparacija: poređenje različitih nivoa jednog sistema (npr. lokalni – nacionalni – globalni).
- Strukturna komparacija: analiza unutrašnjih elemenata sistema i njihove međusobne povezanosti (Pickvance, 2001).

Komparativna analiza zahtijeva jasno definisane kriterijume i indikatore, na osnovu kojih se vrši poređenje. Ključni koraci uključuju:

- Odabir subjekata koji se upoređuju.
- Definisanje varijabli i mjerljivih indikatora.
- Prikupljanje i obrada podataka.
- Upoređivanje i interpretacija rezultata.
- Zaključivanje na osnovu identifikovanih obrazaca.



Metoda može biti kvalitativna (npr. uporedna analiza političkih sistema, kulturnih obrazaca) ili kvantitativna (npr. upoređivanje ekonomskih pokazatelja, tehničkih parametara, efikasnosti softverskih alata). Primjena komparativne analize omogućava:

- identifikaciju najboljih praksi (benchmarking),
- razumijevanje kontekstualnih razlika i ograničenja,
- donošenje informisanih odluka u planiranju i strategiji,
- evaluaciju uticaja pojedinih faktora na performanse sistema (OECD, 2008).

U oblasti tehničkih nauka i informacionih tehnologija, komparativna analiza se često koristi za izbor najefikasnijih alata, tehnologija ili metodologija. Na primjer, u energetici se koristi za upoređivanje performansi meteoroloških servisa za upravljanje solarnim elektranama, uzimajući u obzir preciznost, cijenu, pouzdanost i povrat investicije (ROI) (Pfenninger & Staffell, 2016).

Komparativna analiza nije bez izazova. Među ključnim ograničenjima su:

- teškoće u prikupljanju homogenih i uporedivih podataka,
- različiti konteksti koji otežavaju direktno poređenje,
- mogućnost pogrešnog zaključivanja zbog nekontrolisanih varijabli (Rihoux & Ragin, 2009).

Stoga je važno koristiti ovu metodu uz visok stepen kritičnosti, metodološke discipline i svijesti o kontekstu. Komparativna analiza predstavlja moćan istraživački alat, koji omogućava dublje razumijevanje fenomena kroz sistematsko upoređivanje. Njena primjena je široka – od društvenih nauka do tehničkih oblasti – i pruža dragocjene uvide za naučne, praktične i strateške svrhe. Da bi bila efektivna, zahtijeva jasno definisane ciljeve, strogu metodologiju i kritički pristup.

KOMPARATIVNA ANALIZA METEO SERVISA

Osnovne naznake o analiziranim meteo servisima

SolCast (www.solcast.org) je softverski servis razvijen za precizno predviđanje proizvodnje solarne energije. Baziran je na kombinaciji meteoroloških modela, satelitskih snimaka i algoritama mašinskog učenja, a koristi se u solarnim elektranama, distributivnim mrežama i naprednim sistemima upravljanja energijom.

Meteonorm je globalno priznat softverski alat koji omogućava pristup klimatskim i meteorološkim podacima za gotovo svaku lokaciju na Zemlji. Koristi se za projektiranje, simulaciju i analizu solarnih, fotonaponskih, toplinskih i drugih obnovljivih energetske sistema.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) je besplatan internetski alat razvijen od strane Zajedničkog istraživačkog centra (JRC) Evropske komisije. Služi za procjenu solarne proizvodnje i performansi fotonaponskih (PV) sistema na temelju geografskih, klimatskih i tehničkih podataka.

SolarAnywhere (www.solaranywhere.com) je napredna platforma za modeliranje solarne energije, razvijena od strane američke kompanije Clean Power Research. Namijenjena je profesionalcima koji se bave projektiranjem, analizom i operativnim vođenjem fotonaponskih sistema, kako u distribuciji, tako i u velikim solarnim elektranama.

OpenWeather (ranije OpenWeatherMap) (<https://openweathermap.org>) je sveobuhvatan API servis za vremensku prognozu, vremenske serije i klimatološke podatke. Koriste ga softverske platforme, inženjeri, istraživači i energetski sektor za sve vrste vremenskih analiza.

Meteoblue je švicarska meteorološka platforma poznata po visokoj preciznosti i detaljnim vremenskim simulacijama. Njihovi podaci se koriste u poljoprivredi, građevinarstvu, zrakoplovstvu i obnovljivim izvorima energije.

Weatherbit.io (www.weatherbit.io) je moderna meteorološka platforma koja nudi visokokvalitetne vremenske API-je za različite primjene, uključujući obnovljive izvore energije, aplikacije u



transportu, poljoprivredi, IoT-u i urbanom planiranju. Fokusiran je na brzu isporuku podataka, pouzdanost i fleksibilnost za profesionalce i programere.

Analiza osnovnih karakteristika

Na osnovu uvida u osnovne karakteristike, mogu se izdvojiti za svaki od analiziranih alata njegove ključne prednosti s obzirom na to šta u svojoj osnovi nude:

Primjer	Šta nude
Solcast	Precizni podaci o sunčevom zračenju i predikcijama za solarne elektrane
PVGIS	Evropski servis sa besplatnim istorijskim solarnim podacima
Weatherbit	Globalni meteo podaci (zračenje, temperatura, oblačnost itd.)
OpenWeather	Opšti vremenski podaci dostupni preko API-ja
Meteoblue	Prognoze, klimatološki podaci, solarni modeli
SolarAnywhere	Premium servis za visoko tačne solarne podatke
Meteonorm	Istorijski klimatski podaci (desktop softver)

Komparativna analiza ranije navedenih karakteristika za alate SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit i Meteonorm data je u tabeli 1.

Kratke napomene uz tabelu:

- SolCast i SolarAnywhere su posebno dizajnirani za komercijalne PV sisteme – nude visoko-precizne podatke i predikcije, podršku za SCADA sisteme i bankability analize.
- Meteoblue kombinira multimodelne izvore i posebno nudi Energy API – odličan za PV projektante i istraživače.
- PVGIS je besplatan i otvoren alat, koristan za osnovne simulacije i edukaciju.
- OpenWeather i Weatherbit su generalni vremenski servisi koji nude solarne podatke, ali s manjom preciznošću u usporedbi s specijaliziranim alatima.
- Meteonorm se oslanja na statističke i historijske prosjeke te se koristi u softverskim alatima poput PVsyst, ali ne nudi API ni real-time podatke.

Tabela 1: Uporedne analiza osnovnih karakteristika meteo servisa

Servis	Geografska pokrivenost	Rezolucija	Solarni API	Predikcija radijacije	Integracija (API/softver)	Pogodnost za PV
SolCast	Globalna	5 min / 2 km (cloud model: 90 m)	Da (poseban solarni API)	Da – nowcast + forecast	API + SCADA podrška	☆☆☆☆☆ Vrlo pogodna
OpenWeather	Globalna	1 sat / 1–10 km	Da	Osnovna	API (REST)	☆☆☆ Standardna za PV
Meteoblue	Globalna	1 sat / 3–5 km	Da (Energy API)	Detaljna	API + CSV za PVsyst, HOMER	☆☆☆☆☆ Vrlo pogodna
PVGIS	Globalna (EU prioritet)	Satno / ~5–10 km	Web alat	Dugoročni prosjeci	Web + TMY za PV softvere	☆☆☆☆ Dobro za simulacije
SolarAnywhere	SAD, Latinska Amerika, dijelovi EU	5 min / 1 km	Da (komercijalni API)	Bankability-level	API + PVsyst podrška	☆☆☆☆☆ Vrlo pogodna



Weatherbit	Globalna	1 sat / 10 km	Da	Osnovna do srednje	API	☆☆☆ Prikladno za manja postrojenja
Meteonorm	Globalna	Satno / ~10–25 km (ovisno o regiji)	Nema klasični API	Na temelju statistike	Nema API, već softver	☆☆☆☆ Koristan za TMY i analize

U nastavku je prezentovana komparativna analiza SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit i Meteonorm po mogućnostima primjene u radu solarnih elektrana. Ovi servisi se razlikuju po vrsti podataka koje nude, načinu pristupa, tačnosti, mogućnostima integracije i pogodnosti za planiranje, upravljanje i analizu proizvodnje solarne energije.

U Tabeli 2 je data uporedna analiza mogućnosti primjene.

Tabela 2: Osnovna tabela uporedbe mogućnosti primjene

Servis	Vrsta podataka	Prognoze	Historijski podaci	Satelitski podaci	Integracija sa SCADA	API pristup	Pogodno za optimizaciju	Pogodno za simulacije	Offline rad
SolCast	Satelitski + modeli	✓	✓	✓	✓ (pomoću API-ja)	✓	✓ (real-time i predikcija)	✓ (PV simulacije)	✗
Open Weather	Modeli prognoze	✓	✓ (ograničeno)	✗	✗	✓	⚠ (osn optimizacija)	✗	✗
Meteoblue	Modeli + sateliti	✓	✓	✓ (kombinovano)	⚠	✓	✓	✓	⚠
PVGIS	Satelitski + ERA5	✗	✓	✓	✗	✓ (ograničen)	⚠ (planiranje)	✓	✓
Solar Anywhere	Satelitski + modeli	✓	✓	✓	✓	✓ (uz plaćanje)	✓ (napredne analize)	✓ (bankability-grade)	✗
Weatherbit	Modeli prognoze	✓	✓	✗	✗	✓	⚠	✗	✗
Meteonorm	Kombinovani izvori	⚠	✓	✓	✗	⚠ (desktop & API)	✓ (dizajn sistema)	✓	✓

Legenda: ✓ = podržano, ⚠ = ograničeno / djelimično, ✗ = nije podržano

Analiza tačnosti obuhvata tačnost predikcija servisa koji se koriste za:

- Dnevne i satne prognoze solarne iradijacije (GHI, DNI).
- Simulacije proizvodnje fotonaponskih sustava.
- Procjene isplativosti i bankabilnosti solarnih projekata.

Kriteriji ocjene su bili:



- nMAE (normalized Mean Absolute Error): pokazuje prosječnu pogrešku predikcije u odnosu na izmjerene podatke.
- Bias: sistematska razlika između predviđenih i stvarnih vrijednosti.
- Validacija: neovisna potvrda točnosti podataka (DNV, EPRI, JRC).
- Namjena servisa: da li je alat napravljen za real-time predikciju, simulaciju ili prosječne klimatske uvjete.

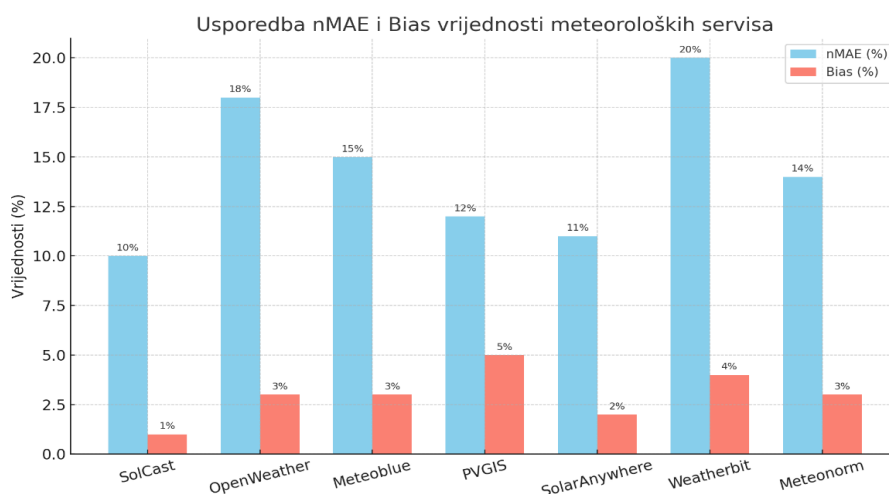
Tabelarni prikaz komparativne analize tačnosti meteo servisa je dat u tabeli 3.

Tabela 3: Komparativna analiza po tačnosti predikcije solarne radijacije

Servis	Tačnost (nMAE / Bias)	Valjanost (Validacija)	Napomena
SolCast	nMAE: 8–12%; Bias: < ±1%	Validirano od DNV, EPRI natjecanje (najprecizniji)	Globalna mreža, napredna obrada oblaka, idealan za predikcije
OpenWeather	nMAE: 15–20% (gruba interna metrika)	Ograničeno javno testirano	Nije specijaliziran za solarne aplikacije
Meteoblue	nMAE: 12–17%, Bias: do ±3%	Dobre validacije, ali slabije od SolCast-a	Kombinira višestruke izvore i modeli
PVGIS	Bias: ±5% na većini lokacija	JRC (EU) validacija	Pogodno za prosječne godišnje vrijednosti, nije za predikcije
SolarAnywhere	nMAE: 9–13%; Bias: < ±2%	Validirano na više lokacija; partneri u industriji	Bankabilan servis, ali često zahtijeva plaćenu licencu
Weatherbit	nMAE: 15–22%	Osnovna validacija, manje precizan	Fokus na vremenske uvjete, ne na solarnu radijaciju
Meteonorm	Bias: ±2–4% (TMY podaci), nMAE nije poznat	Pouzdan klimatološke baze	Idealno za simulacije, ali ne za kratkoročne prognoze

Na slici 1 je dat grafički prikaz nMAE i Bias vrijednosti analiziranih meteo servisa.

Slika 1: nMAE i Bias vrijednosti analiziranih meteo servisa



Cijena koštanja softvera (eng. software cost ili cost of software) predstavlja ukupne troškove koji nastaju tokom životnog ciklusa razvoja, kupovine, implementacije i održavanja softverskog rješenja. U širem smislu, to uključuje sve direktne i indirektne troškove povezane sa softverom. Troškovi kupovine komercijalnog softvera predstavljaju izdatke koje korisnik (firma ili pojedinac) plaća proizvođaču softvera kako bi legalno koristio određeni softverski proizvod. Ti troškovi variraju u



zavisnosti od vrste softvera, modela licenciranja, broja korisnika i dodatnih usluga. Pregled okvirnih cijena servisa dat je u tabeli 4.

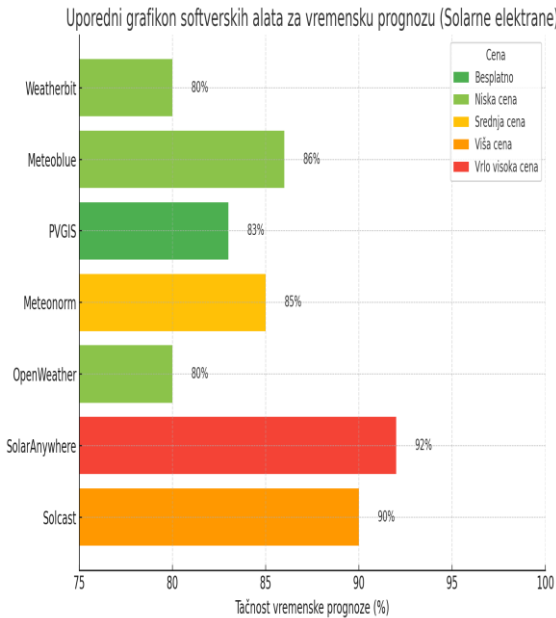
Tabela 4: Cijena korištenja servisa

Servis	Cijena korištenja	Besplatna verzija	Opis modela naplate
SolCast	Freemium: besplatno za ograničen broj zahtjeva, profesionalni planovi od cca 49+ USD/mj	Da (ograničeno)	Cijena ovisi o broju lokacija, API poziva, vrsti podataka (predikcija vs. istorijski)
OpenWeather	Freemium: osnovni paket besplatan, napredni paketi od 40+ USD/mj	Da	Ograničenja po broju API poziva; solarni API dio naprednog plana
Meteoblue	Ograničeni podaci besplatni, profesionalni planovi od 200–1000+ EUR/god	Da (pogled, bez API)	Za API pristup i precizne TMY podatke traži se licenca
PVGIS	Potpuno besplatan	Da (100%)	Financira ga Europska komisija (JRC); otvoreni pristup bez ograničenja
SolarAnywhere	Nema javne cijene; licenciranje po projektu ili godišnje (procjena 1000+ USD)	Ne	Fokusiran na utility-scale klijente; zahtijeva kontakt s prodajom
Weatherbit	Freemium: ograničeno besplatno, komercijalni planovi od 35+ USD/mj	Da	Cijena raste s API zahtjevima i geografskom pokrivenosti
Meteonorm	Plaćena licenca: desktop verzija cca 300 CHF (jednokratno)	Ne	Kupi se desktop softver s trajnom licencom, koristi se offline

Na osnovu prethodnih analiza, izvršićemo integralnu uporednu analizu najčešće korišćenih softverskih alata za vremensku prognozu u kontekstu solarnih elektrana, sa fokusom na tačnost, cijenu i primjenu.

Na slici 2 prikazan je grafikon koji prikazuje tačnost vremenske prognoze za solarne elektrane kod različitih softverskih alata, uz boje koje označavaju raspon cijena.

Slika 2: Grafikon tačnosti vremenske prognoze analiziranih meteo servisa





U tabeli 5 je data uporedna analize najčešće korišćenih softverskih alata za vremensku prognozu u kontekstu solarnih elektrana, sa fokusom na tačnost, cijenu i primjenu.

Tabela 5: Softverski alati za vremensku prognozu u solarnim elektranama

Alat	Vrsta prognoze	Tačnost	Cijena	Prednosti	Ograničenja
Solcast	Nowcasting, satno, dnevno	~10% MAE za GHI	Komercijalan (od ~€50 mjesečno)	Visoka tačnost, API, globalna pokrivenost, solarno fokusiran	Nije besplatan za kontinuirani rad
SolarAnywhere	Satno, dnevno, istorijski	~5–10% MAE	Skuplji (komercijalne licence)	Veoma precizan, idealan za velike elektrane, podrška za analizu performansi	Visoka cijena, zahtjevna integracija
OpenWeather	Do 7 dana, hourly forecast	~15–20% MAE	Besplatno (ograničeno) + API paketi od ~€30	Laka integracija, pristupačan API	Manja tačnost, nije solarno fokusiran
Meteonorm	Statistički, simulacija	dobar za srednje vrednosti	Licenca ~€290 jednokratno	Pouzdan za dugoročne proračune, koristi podatke sa stanica	Nije pogodan za real-time prognozu
PVGIS	Dugoročna simulacija, bez real-time	na nivou lokacije	Besplatan	Odličan za osnovnu analizu i simulaciju	Nema trenutne vremenske podatke ni API
Meteoblue	Do 7 dana, hourly i GHI	~12–18% MAE	Besplatno do određene granice, pro paket dostupan	Solarna predikcija dostupna, dobra pokrivenost	Nije 100% specijalizovan za solar
Weatherbit	Do 16 dana, API dostupnost	~15–20% MAE	API od €35 mesečno	Laka integracija, dobra dokumentacija	Manja preciznost za irradiance

Napomene o tačnosti (GHI – Global Horizontal Irradiance):

- MAE (Mean Absolute Error): Tipično se koristi za merenje tačnosti solarne prognoze: 5–10% MAE → vrlo dobra tačnost, 10–15% MAE → srednja tačnost, 15–25% MAE → osnovna tačnost, dovoljna za manje sisteme

Analiza lakoće korišćenja meteo servisa

Lakoća korišćenja (eng. ease of use) predstavlja jednu od ključnih dimenzija kvaliteta softverskih alata, posebno u kontekstu korisničkog iskustva (UX) i prihvatanja tehnologije. Pojam se odnosi na stepen do kojeg korisnik može intuitivno i efikasno koristiti softver bez potrebe za dodatnim naporom, obukom ili tehničkim znanjem (Davis, 1989). U okruženju koje karakteriše visoka digitalna konkurencija, softverski alati koji omogućavaju brzu i jednostavnu interakciju imaju veću stopu usvajanja i komercijalnog uspeha (Nielsen, 1993).

Lakoća korišćenja softvera (često nazvana i usability) označava koliko je neki softver jednostavan, intuitivan i efikasan za korišćenje krajnjim korisnicima, bez potrebe za dugom obukom ili tehničkim znanjem. To je jedna od najvažnijih osobina softverskog kvaliteta, jer direktno utiče na: produktivnost korisnika, brzinu usvajanja softvera u organizaciji, broj grešaka u radu, zadovoljstvo korisnika.

Model tehnološkog prihvatanja (Technology Acceptance Model – TAM), koji je razvijen krajem 1980-ih, identifikuje "perceived ease of use" kao jedan od dva glavna faktora koji utiču na odluku korisnika da prihvati određenu tehnologiju (Davis, 1989). Prema ovom modelu, lakoća korišćenja



direktno utiče na percipiranu korisnost i posredno na namjeru da se alat koristi. Lakoća korišćenja obuhvata: brzinu učenja, intuitivnost korisničkog interfejsa, jasnoću vizuelne prezentacije, efikasnost navigacije, minimalne kognitivne zahtjeve.

U industriji softverskog razvoja, lakoća korišćenja je usko povezana s agilnim razvojem, DevOps praksama i tržišnom adaptacijom alata. Softveri kao što su Slack, Notion, Canva i Figma doživjeli su rast upravo zbog svoje intuitivnosti i niskih barijera za ulazak. Takođe, istraživanja pokazuju da alati sa većom upotrebljivošću rezultuju većom produktivnošću korisnika i smanjenjem troškova obuke (International Organization for Standardization [ISO], 9241-11, 2018).

Lakoća korišćenja je od suštinske važnosti za uspeh softverskih alata u svim domenima – od obrazovanja, preko industrije, do naučnih istraživanja. Integracija principa dobrog dizajna, korisnički orijentisanog pristupa i kontinuirane evaluacije, ne samo da poboljšava iskustvo krajnjih korisnika, već i povećava konkurentsku prednost softverskih rešenja. U vremenu ubrzanih tehnoloških promena, fokus na lakoću korišćenja više nije prednost, već nužnost.

Ključne komponente lakoće korišćenja softvera su:

Element	Objašnjenje
Intuitivni interfejs	Korisnici lako shvataju kako softver funkcioniše, čak i bez uputstva.
Jednostavna navigacija	Lako se prelazi sa jedne funkcije na drugu, sve je logično organizovano.
Brza obuka	Novi korisnici mogu brzo da nauče osnovne funkcije (npr. kroz tutorijale).
Dobra dokumentacija	Postoje jasna uputstva, podrška, često i video vodiči.
Prilagodljivost	Korisnički interfejs se može prilagoditi potrebama različitih korisnika.
Jasne poruke o grešci	Kada dođe do greške, sistem jasno objašnjava šta treba ispraviti.

Kako se u radu razmatra mogućnost korišćenja meteo servisa u solarnim elektranama kao i njihova moguća integracija sa drugim softverskim rješenjima u tabeli 6 je dato poređenje lakoće korišćenja za najčešće korišćene meteopodatkovne alate u sektoru solarne energije.

Tabela 6: Poređenje lakoće korišćenja (subjektivna ocena 1-5)

Alat	Lakoća korišćenja (1-5)	Način pristupa	API	GUI (web interfejs)	Pogodno za početnike?
PVGIS	5/5	Web interfejs, CSV download	☑ (osnovni)	☑	☑ Da
Solcast	4.5/5	API + Web GUI	☑	☑	☑ Da
SolarAnywhere	2.5/5	API, web (ali ograničeno javno)	☑	Ograničeno	✗ Ne (potreban trening)
Meteonorm	2/5	Desktop softver, CSV export	✗	☑ (offline)	✗ Ne
Meteoblue	4/5	Web GUI + API	☑	☑	☑ Da
Weatherbit	4/5	API (jako jednostavan)	☑	✗ (nema GUI)	☑ Da
OpenWeather	4/5	API + osnovni GUI	☑	☑	☑ Da

Analiza API podrške i GUI pristupačnosti

Integracija API-ja (Application Programming Interface) predstavlja osnovni stub interoperabilnosti među softverskim sistemima u savremenom digitalnom okruženju. API-jevi omogućavaju različitim



aplikacijama da međusobno komuniciraju razmjenjujući podatke i funkcionalnosti preko jasno definisanih protokola i formata. U eri usluga zasnovanih na oblaku, mikroservisa, mobilnih aplikacija i IoT uređaja, efikasna i sigurna API integracija postala je suštinska za skalabilan razvoj softvera (Hasselbring, 2018).

API predstavlja skup definisanih pravila i specifikacija koje omogućavaju jednoj softverskoj komponenti da komunicira s drugom. API-jevi mogu biti lokalni (unutar aplikacije), ali sve češće predstavljaju vanjske, javno dostupne ili privatne servise koji omogućavaju pristup funkcijama baze podataka, autentifikaciji korisnika, ili eksternim servisima poput vremenskih prognoza, plaćanja ili mapiranja (Jacobson et al., 2011).

Postoje različiti tipovi API-ja, uključujući: RESTful API-jeve – najčešći oblik, koriste HTTP protokol i JSON/XML formate; SOAP API-jeve – bazirani na XML standardima, pogodni za enterprise okruženja; GraphQL API-jeve – omogućavaju fleksibilno dohvaćanje podataka iz više izvora.

Integracija API-ja omogućava:

- povezivanje više aplikacija u jedan sistem,
- automatizaciju procesa između servisa,
- brzo širenje funkcionalnosti bez dupliciranja razvoja,
- fleksibilnu izgradnju modularnih i mikroservisnih arhitektura.

Na primjer, API integracija omogućava e-commerce platformi da koristi PayPal za plaćanje, Google Maps za prikaz lokacija, ili SolCast za solarne podatke u energetske aplikacijama. Prema istraživanju McKinsey Digital (2021), organizacije koje uspješno integrišu API-jeve u svoje strategije imaju do 20% bržu isporuku softverskih rješenja.

Integracija API-ja predstavlja vitalnu komponentu savremenog softverskog inženjeringa. Efikasno korišćenje API-ja ne samo da omogućava bržu i skalabilnu implementaciju, već i povećava interoperabilnost, fleksibilnost i inovativnost digitalnih rješenja. S obzirom na sveprisutnost API-ja, razumijevanje njihovih principa, alata i sigurnosnih aspekata treba da bude ključni dio tehničkog obrazovanja i poslovne strategije.

Integracija meteoroloških servisa (kao što su SolCast, OpenWeather, Meteoblue, itd.) u softver za upravljanje ili simulaciju solarnih elektrana putem API-ja (Application Programming Interface) omogućava automatsko preuzimanje i korišćenje podataka u realnom vremenu ili za analizu.

Ključne karakteristike analiziranih alata s fokusom na mogućnost API integracije su date u tabeli 7.

Tabela 7: Ključne preporuke za API-integraciju

Alat	Prednosti	Ograničenja
Solcast	Vrhunski API, tačnost, stabilan servis, odlična dokumentacija	Viša cena u komercijalnim projektima
Weatherbit	Izuzetno čist i jasan API, dobra stabilnost, konkurentna cijena	Ograničeno za naprednu solarnu analitiku
OpenWeather	Jednostavna integracija, API-friendly, široko korišćen	Niska specijalizacija za solarne sisteme
Meteoblue	Dobar balans API-ja i preciznosti	Dokumentacija ponekad nejasna
SolarAnywhere	Vrhunski podaci, ali složen pristup API-ju i viši trošak	Potreban ugovor i napredna integracija
PVGIS	Osnovni API, dobar za povlačenje proizvodnih simulacija	Ograničen za operativne i forecast potrebe
Meteonorm	Nema API – isključeno iz ozbiljne softverske integracije	Zastarjela arhitektura



U tabeli 8 su prikazane standardne strukture i formati prenosa podataka koje koriste vodeći servisi za prognoziranje sunčevog zračenja, pri čemu se može uočiti da se razmena podataka najčešće odvija putem REST API arhitekture, dok je JSON dominantan format zbog svoje fleksibilnosti, jednostavnosti i široke primene u savremenim softverskim sistemima. Iako su Solcast i Weatherbit primarno orijentisani na JSON kao osnovni format komunikacije, OpenWeather, pored JSON-a, podržava i XML, što je značajno u sistemima gde je već implementirana XML infrastruktura i gde je potrebna kompatibilnost sa postojećim rešenjima. PVGIS, osim što omogućava preuzimanje podataka u JSON formatu putem API-ja, nudi i opciju izvoza rezultata u CSV formatu, čime se olakšava dalja analiza i obrada podataka u tabelarnim i inženjerskim alatima. Meteoblue i SolarAnywhere pružaju dodatnu fleksibilnost jer, pored JSON-a, podržavaju i CSV, dok Meteoblue dodatno omogućava NetCDF format, koji je naročito pogodan za rad sa velikim meteorološkim skupovima podataka i za napredne naučne analize. Za razliku od servisa koji se oslanjaju na online API komunikaciju, Meteonorm se pretežno bazira na generisanju i izvozu klimatskih fajlova kao što su CSV, TMY i TXT, pa se njegova primena češće vezuje za offline simulacije i dugoročne energetske proračune. Može se zaključiti da izbor formata prenosa podataka direktno utiče na mogućnosti integracije u različite softverske sisteme, jer kompatibilnost između API protokola i formata zapisa predstavlja ključni faktor za pouzdanu razmenu, obradu i dalju primenu meteoroloških i solarnih podataka.

Tabela 8: Standardni protokoli/formati prenosa podataka koje servisi koriste (putem API-ja ili preuzimanja podataka)

Servis	Podržani formati prenosa podataka	Napomena
Solcast	JSON	REST API, primarno JSON
Weatherbit	JSON	REST API, JSON format
OpenWeather	JSON, XML	JSON standard; XML podržan u pojedinim API verzijama
Meteoblue	JSON, CSV, NetCDF	API (JSON), preuzimanje podataka u CSV/NetCDF
SolarAnywhere	JSON, CSV	API (JSON), izvoz podataka u CSV
PVGIS	JSON, CSV	API vraća JSON; moguće preuzimanje CSV fajlova
Meteonorm	CSV, TMY, TXT	Preuzimanje klimatskih fajlova (nema klasični javni REST API)

Pristupačnost grafičkog korisničkog interfejsa (GUI) predstavlja ključan aspekt dizajna savremenih softverskih sistema. U eri digitalizacije, kada su svakodnevne aktivnosti, obrazovanje, poslovanje i zdravlje sve više oslonjeni na softverske alate, osiguravanje jednakog pristupa svim korisnicima, uključujući osobe sa invaliditetom, postaje ne samo tehničko, već i etičko pitanje. Pristupačnost nije luksuz, već osnovno pravo koje omogućava inkluziju i smanjuje digitalni jaz (W3C, 2018).

GUI pristupačnost odnosi se na dizajn i implementaciju korisničkih interfejsa koji omogućavaju interakciju osobama sa različitim oblicima invaliditeta – vizuelnim, slušnim, motoričkim i kognitivnim – koristeći standardizovane smjernice, kao što su Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Osnovni cilj pristupačnog GUI-ja je omogućiti da korisnici:

- percipiraju informacije i komponente interfejsa,
- mogu efikasno koristiti kontrole (tipke, menije, forme),
- imaju dovoljno vremena i fleksibilnosti za interakciju,
- koriste pomoćne tehnologije (npr. čitače ekrana, Brajevu liniju, glasovne komande) bez ograničenja.

Kako ističe Lazar et al. (2015), nepristupačan GUI direktno utiče na isključenje osoba sa invaliditetom iz obrazovnih, ekonomskih i društvenih tokova.



Pristupačan dizajn direktno doprinosi korisničkom iskustvu (UX), povećava tržišnu pristupačnost softvera i umanjuje pravne rizike zbog neusklađenosti sa regulativama.

GUI pristupačnost predstavlja važan segment inkluzivnog digitalnog društva. Poštovanjem smjernica kao što su WCAG i uključivanjem osoba sa invaliditetom u faze testiranja i dizajna, moguće je razviti softverske interfejske koji su univerzalno upotrebljivi. Pristupačnost ne bi trebalo posmatrati kao dodatak, već kao osnovni kvalitet softverskog rješenja koji unapređuje korisničko iskustvo i osigurava društvenu odgovornost.

Iako postoje jasne smjernice, istraživanja pokazuju da mnogi softverski proizvodi i dalje zanemaruju pristupačnost, posebno u privatnom sektoru i startup okruženju. Ključni izazovi uključuju:

- nedostatak svijesti i znanja među programerima i dizajnerima (Henry et al., 2014),
- dodatno vrijeme i trošak u procesu razvoja,
- konflikt između estetskog dizajna i funkcionalnosti,
- slaba testiranost aplikacija sa stvarnim korisnicima sa invaliditetom.

Prema istraživanju koje su sprovedi Buzzi et al. (2016), više od 60% mobilnih aplikacija ne zadovoljava ni osnovne kriterijume pristupačnosti.

Uporedne karakteristike analiziranih meteo servisa sa stanovišta GUI pristupačnosti date su u tabeli 9.

Tabela 9: Uporedne karakteristike GUI pristupačnosti meteo servisa

Softver / Servis	GUI dostupnost	Intuitivnost interfejsa	Navigacija	Vizuelna prezentacija	Prilagodljivost	Ocjena GUI-a (1-5)
SolCast	✓ Web portal	✓ Vrlo dobra	✓ Jasna	✓ Grafovi, mape	⚠ Ograničena	☆☆☆☆☆ (4.5)
OpenWeather	⚠ Ograničeno	⚠ Osnovno	⚠ Tehnički	✗ (nema GUI za podatke)	✗	☆☆☆☆☆ (2)
Meteoblue	✓ Web portal	✓ Dosta dobra	✓ Brza	✓ Detaljne meteomape	⚠ Ograničeno	☆☆☆☆☆ (4)
PVGIS	✓ Web interfejs	✓ Veoma jednostavno	✓ Odlično	⚠ Osnovna grafika	✗	☆☆☆☆☆ (4)
SolarAnywhere	✓ Web + API	⚠ Za napredne korisnike	⚠ Kompleksno	✓ Profesionalni prikazi	✓ (uz plaćanje)	☆☆☆☆☆ (3.5)
Weatherbit	✗ Nema GUI	✗ Nema	✗ Nema	✗	✗	☆☆☆☆☆ (1)
Meteonorm	✓ Desktop GUI	⚠ Zastarjelo	⚠ Sporije	⚠ Tabela prikazi	✓ (desktop)	☆☆☆☆☆ (3)

Legenda: ✓ = dostupno / dobro, ⚠ = ograničeno / osrednje, ✗ = nedostaje ili vrlo slabo

Analiza povrata investicije u meteo servise

ROI (Return on Investment) kod softverskih alata predstavlja mjeru koja pokazuje da li se isplati uložiti novac u određeni softver – da li ti taj alat donosi više koristi (npr. ušteda vremena, povećana produktivnost, manji troškovi) nego što košta. ROI (Return on Investment) kod meteoroloških alata pokazuje koliko koristi (finansijskih ili operativnih) neka firma ili organizacija ima od ulaganja u alat koji pruža vremenske podatke, prognoze ili analize. Drugim riječima: da li se isplati kupiti ili koristiti meteo alat u odnosu na ono što dobijamo zauzvrat? ROI kod meteo alata pokazuje koliko se isplati ulaganje u vremenske podatke i analize, i zavisi od industrije u kojoj se koristi. Što je veća zavisnost od vremenskih uslova – to je potencijalni ROI veći. ROI se računa po sljedećoj formuli:



ROI=	Dobijena korist (novac ili ušteda) – Cijena alata	X 100%
	Cijena alata	

U analizi su korišćeni određeni scenariji za svaki od alata s obzirom na njegovu mogućnost primjene.

Da bismo napravili analizu povraćaja investicije (ROI) za SolarAnywhere u kontekstu solarne elektrane, korist ćemo realne pretpostavke i formule koje se primenjuju u energetske industriji. Analiza pokazuje da li ulaganje u ovaj softver donosi mjerljive finansijske koristi u odnosu na njegovu cijenu.

Osnovne pretpostavke za analizu ROI-a

Parametar	Vrednost
Veličina solarne elektrane	1 MWp
Prosečna godišnja proizvodnja	1.300 MWh (1.300 kWh/kWp/godišnje)
Cena električne energije	80 €/MWh (ili 0.08 €/kWh)
Godišnji prihod	104.000 €
Trošak softvera SolarAnywhere	~3.000 – 5.000 € godišnje
Potencijalna ušteda / povećana dobit	1–3% tačnija prognoza → 1.040–3.120 € više
Vrijeme analize	1 godina

Konzervativni scenario (1% povećanja tačnosti)

- Dodatna dobit: 1.040 €
- Trošak softvera: 3.000 €
- ROI:

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	1040 – 3000	X 100%= - 65,3%
	Cijena alata		3000	

Dobija se: Negativan ROI, ne isplati se za male sisteme uz minimalno poboljšanje.

Realističan scenario (2.5% povećanja prihoda)

- Dodatna dobit: 2.600 €
- Trošak softvera: 3.000 €
- ROI:

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	2600 – 3000	X 100%= - 13,3%
	Cijena alata		3000	

Dobija se: Blizu nule, potencijalno isplativo uz dodatne uštede (npr. optimizacija održavanja).

Optimalni scenario (3% dobit + smanjenje penala za balansiranje mreže)

- Dodatna dobit + izbjegnuti penali: 4.500 €
- Trošak softvera: 3.000 €
- ROI:

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	4500 – 3000	X 100%= + 50,0%
	Cijena alata		3000	



Dobija se: Pozitivan ROI — naročito koristan za veće elektrane koje trguju na tržištu električne energije (dan-unaprijed modeli).

Iz ovih scenarija se može zaključiti u kojim uslovima se dobija pozitivan ROI za analizirani alat:

Veličina elektrane	Preporuka
< 500 kWp	✗ Ne isplati se — previsoka cijena u odnosu na dobit
500 kWp – 1 MWp	⚠ Granično isplativo, zavisi od poslovnog modela
> 1 MWp	☑ Isplativo ako postoji balansiranje, optimizacija i tržišna prodaja

Da bismo napravili analizu povraćaja investicije (ROI) za softver Meteonorm, koji se prvenstveno koristi za klimatsku i solarnu analizu, pretežno u fazi projektovanja i simulacije, a ne za operativnu vremensku prognozu.

Karakteristike Meteonorm softvera

Parametar	Vrijednost
Tip softvera	Statistički alat za simulaciju klime i irradiance
Primena	Projektovanje, dugoročna procena proizvodnje
Cena	~290€ jednokratno (desktop licenca)
Ažuriranje	Ručno ili uz doplatu
Fokus	Inženjerski proračuni, podrška alatima (npr. PVsyst, HOMER)

Meteonorm ne donosi direktan novčani prihod, već indirektnu uštedu te ga je moguće koristiti u sljedećim slučajevima:

- Preciznije dimenzionisanje sistema → izbjegavanje prekomjerne ili nedovoljne instalacije kapaciteta
- Tačnija simulacija performansi → smanjenje rizika investicije
- Bolja procena finansijske isplativosti → precizniji LCOE (levelized cost of energy)
- Podrška pri donošenju investicione odluke, posebno za projekte ≥ 50 kWp

Osnovne pretpostavke za analizu ROI-a

Parametar	Vrijednost
Veličina solarne elektrane	100 kWp
Investicija	~100.000 €
Greška bez Meteonorma (npr. Google PV simulacije)	$\pm 10\%$ u procjeni proizvodnje
Godišnji prihod od proizvodnje	12.000 €
Potencijalna ušteda (bolja procjena, manje grešaka)	5–10% od investicije (izbjegnuto rizik)

Scenarij 1: Ušteda 5.000 € na projektovanju (5% greške izbjegnuto)

- Trošak softvera: 290 €
- Ušteda: 5.000 €
- ROI:

ROI=	Dobijena korist - Cijena alata	X 100%=	5000 - 290	X 100%= + 1624,0%
	Cijena alata		290	



Dobija se: Izuzetno pozitivan ROI — već nakon jednog projekta

Scenarij 2: Samo manja greška (npr. 2%) – ušteda 2.000 €

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	2000 – 290	X 100%= + 589,0%
	Cijena alata		290	

Dobija se: I dalje vrlo visoka isplativost, naročito za inženjerske firme koje projektuju više sistema godišnje.

Iz ovih scenarija se može zaključiti u kojim uslovima se dobija pozitivan ROI za analizirani alat:

Tip korisnika	Isplativost
Privatni investitor (1 mali sistem)	⚠ Možda nije isplativo ako koristi PVGIS
Projektantska firma	✅ Apsolutno isplativo već nakon 1 projekta
EPC izvođač / konsalting	✅ Obavezno za optimizaciju dizajna
Operativni monitoring	❌ Nije namijenjen za real-time nadzor

Da bi napravili analizu povraćaja investicije (ROI – Return on Investment) za Solcast, moramo vidjeti šta se može analizirati:

- Kupovinu Solcast API licenci (korišćenje njihovih servisa).
- Ulaganje u projekte koji koriste Solcast podatke (npr. solarna elektrana čiji dizajn i rad se optimizuje zahvaljujući preciznim Solcast prognozama).
- Saradnju ili integraciju softverskog rešenja sa Solcast podacima.

Primjer analize ROI-a uz korišćenje SolCast podataka za optimizaciju solarne elektrane vršićemo uz sljedeće pretpostavke:

- Investitor kupuje godišnji pristup Solcast API-ju: €2.000/godišnje
- Solarni sistem (npr. 1 MW) proizvodi oko 1.500 MWh godišnje
- Precizni Solcast podaci omogućavaju 5% povećanje efikasnosti (optimizacija orijentacije, predikcija oblačnosti, bolje upravljanje baterijama)
- Cijena otkupa struje: €100/MWh
- U proračunu koristimo sljedeće:
- Dodatna proizvodnja zahvaljujući Solcast-u: 5% od 1.500 MWh = 75 MWh dodatno godišnje
- Dodatni prihod: 75 MWh × €100 = €7.500 godišnje
- Trošak korišćenja Solcast-a: €2.000 godišnje

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	7500 – 2000	X 100%= + 275,0%
	Cijena alata		2000	

Iz navedenog možemo zaključiti sljedeće:

Ako Solcast doprinosi makar 5% povećanju efikasnosti, uz navedene pretpostavke, ROI iznosi 275%, što je izuzetno isplativo.

Prava analiza zavisi od:

- Veličine solarne elektrane
- Cijene energije (lokalni feed-in tarif)
- Tačnosti meteoroloških podataka u konkretnom regionu
- Koliko je sistem upravljanja sposoban da koristi te podatke (npr. ima li bateriju? da li je hibridni sistem?)



Da bismo napravili analizu povraćaja investicije (ROI) za korišćenje Meteoblue servisa, važno je znati da je Meteoblue švajcarska kompanija koja pruža visokokvalitetne vremenske i klimatske podatke, uključujući i solarno zračenje, oblačnost, vetar, i druge faktore koji utiču na proizvodnju energije – naročito kod obnovljivih izvora (solarne, vetrogeneracije) te da njihove usluge uključuju:

- API pristup vremenskim prognozama
- Historijske vremenske podatke
- Globalni modeli (NEMS, ECMWF, GFS, itd.)
- Paketne usluge za energetske sektor

Analizu radimo pod sljedećim pretpostavkama:

- Solarni sistem: 1 MW
- Godišnja proizvodnja bez optimizacije: 1.500 MWh
- Korišćenjem Meteoblue podataka (za predikciju i optimizaciju), postiže se 3–5% više proizvodnje
- Cijena Meteoblue API paketa: €1.200 godišnje (može varirati)
- Cijena otkupa električne energije: €100/MWh

U proračunu koristimo sljedeće pretpostavke:

- Povećana proizvodnja (4% u prosjeku): $1.500 \text{ MWh} \times 4\% = 60 \text{ MWh}$ više godišnje
- Dodatni prihod: $60 \text{ MWh} \times €100 = €6.000$ dodatno godišnje
- Trošak Meteoblue servisa: €1.200 godišnje

ROI=	Dobijena korist - Cijena alata	X 100%=	6000 - 1200	X 100%= + 400,0%
	Cijena alata		1200	

Iz navedenog se može zaključiti da ako korišćenje Meteoblue podataka donosi makar 4% povećanje efikasnosti solarne proizvodnje, ROI iznosi 400%, što ukazuje na visoko isplativu investiciju.

Weatherbit je meteorološka platforma koja nudi:

- API pristup vremenskim podacima (trenutni, prognoze, istorijski)
- Solarne parametre (npr. globalno horizontalno zračenje – GHI)
- Oblačnost, temperaturu, padavine, vetar itd.
- Pristupačne pakete za developere, firme i energetske sektor

U poređenju sa Solcast i Meteoblue, Weatherbit je cjenovno povoljniji, ali sa manjom specijalizacijom za solarni sektor.

ROI analizu za korišćenje Weatherbit podataka za upravljanje solarnom elektranom uradićemo sa sljedećim pretpostavkama:

- Solarni sistem: 1 MW
- Godišnja proizvodnja bez optimizacije: 1.500 MWh
- Korišćenje vremenskih prognoza poboljšava operativno upravljanje (predikcija, punjenje baterija, redukcija gubitaka)
- Očekivano povećanje proizvodnje: 2–3%
- Cijena Weatherbit API paketa (Enterprise ili Energy): €900 godišnje
- Cijena otkupa električne energije: €100/MWh



Proračun ROI:

- Povećana proizvodnja (2.5% prosjek): $1.500 \text{ MWh} \times 2.5\% = 37.5 \text{ MWh}$ dodatno godišnje
- Dodatni prihod: $37.5 \text{ MWh} \times €100 = €3.750$
- Trošak Weatherbit servisa: €900 godišnje

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	3750 – 900	X 100%= + 316,7%
	Cijena alata		900	

Može se zaključiti da u ovom scenariju, ROI iznosi oko 317%, što predstavlja visok povraćaj investicije za vrlo nizak godišnji trošak. Korišćenjem Weatherbit podataka možete značajno unaprediti predikciju i planiranje rada solarnih sistema, čak i ako je povećanje efikasnosti samo 2–3%.

OpenWeather (poznat i kao OpenWeatherMap) je globalna meteorološka platforma koja nudi:

- API pristup za trenutne vremenske uslove, prognoze i istorijske podatke
- Solarne parametre (npr. Global Horizontal Irradiance – GHI, oblačnost, UV indeks)
- Veoma pristupačne besplatne i plaćene pakete
- Mogućnost integracije sa IoT i energijom

OpenWeather nije specijalizovan za solarne sisteme, ali pruža širok spektar osnovnih meteoroloških podataka.

ROI analizu za korišćenje OpenWeather podataka za upravljanje solarnom elektranom uradićemo sa sljedećim pretpostavkama:

- Solarni sistem: 1 MW
- Godišnja proizvodnja bez optimizacije: 1.500 MWh
- Korišćenjem vremenskih prognoza (oblačnost, GHI), postiže se 1.5–2.5% povećanje efikasnosti (npr. za upravljanje inverterima, punjenjem baterija)
- Cijena OpenWeather API plana: €500 godišnje (tipično za poslovni nivo)
- Cijena otkupa energije: €100/MWh

Proračun ROI:

- Dodatna proizvodnja (2% prosjek): $1.500 \text{ MWh} \times 2\% = 30 \text{ MWh}$ više godišnje
- Dodatni prihod: $30 \text{ MWh} \times €100 = €3.000$
- Trošak OpenWeather servisa: €500 godišnje

ROI=	Dobijena korist – Cijena alata	X 100%=	3000 – 500	X 100%= + 500,0%
	Cijena alata		500	

Na osnovu izvršenog proračuna, možemo zaključiti da čak i uz skromno povećanje efikasnosti (2%), ROI za OpenWeather iznosi 500%, zahvaljujući niskoj ceni servisa. To ga čini odličnom opcijom za:

- Manje solarne sisteme
- Pilot-projekte
- Sisteme bez potrebe za visoko specijalizovanim podacima



Međutim, OpenWeather nudi visoki ROI zbog niske cijene, ali tačnost solarnih podataka nije na nivou Solcast-a. Idealno je rješenje za:

- Startape
- Manje fotonaponske sisteme
- Softverske platforme koje kombinuju više izvora

SolarAnywhere je proizvod kompanije Clean Power Research i jedan je od najpouzdanijih izvora satelitski zasnovanih podataka o solarnom zračenju u industriji. Fokusiran je isključivo na analizu, simulaciju i predikciju solarne proizvodnje i koristi se za:

- Procjenu resursa (GHI, DNI, POA)
- Simulaciju performansi fotonaponskih sistema
- Real-time i forecast podatke
- Bankabilne (finansijski validne) podatke za projektovanje velikih solarnih elektrana

ROI analizu za korišćenje SolarAnywhere podataka za optimizaciju solarnog projekta uradićemo sa sljedećim pretpostavkama:

- Solarna elektrana: 10 MW
- Godišnja proizvodnja bez optimizacije: ~15.000 MWh
- Precizna procena performansi uz SolarAnywhere podatke može donijeti: Bolje dimenzionisanje sistema, Smanjenje gubitaka, Tačnije predikcije za ugovore (PPA, grid obaveze)
- Očekivano povećanje prihoda/efikasnosti: 2–4%
- Cijena godišnjeg pristupa za SolarAnywhere Sites + Forecasts: €5.000–€10.000 (u zavisnosti od nivoa i lokacije)
- Cijena otkupa struje (PPA): €100/MWh

Proračun ROI:

- Dodatna proizvodnja (3% prosjek): $15.000 \text{ MWh} \times 3\% = 450 \text{ MWh}$ dodatno godišnje
- Dodatni prihod: $450 \text{ MWh} \times €100 = €45.000$
- Trošak SolarAnywhere servisa: ~€8.000 godišnje (srednji scenario)

ROI=	Dobijena korist - Cijena alata	X 100%=	45000 - 8000	X 100%= + 462,5%
	Cijena alata		8000	

U ovom primjeru, ROI iznosi oko 460%, što pokazuje da se korišćenje SolarAnywhere servisa za velike elektrane izuzetno isplati, naročito u fazama:

- Projektovanja (tačne simulacije uz bankabilne podatke)
- Radnog planiranja (forecast + performance loss tracking)
- Izvještavanja prema investitorima

PVGIS je besplatan online alat koji omogućava:

- Procjenu solarne proizvodnje bilo gdje u svijetu (posebno Evropi, Africi, Aziji)
- Pristup istorijskim i prosječnim solarnim podacima (GHI, DNI, POA)
- Računanje očekivane proizvodnje solarnih panela uz definisane gubitke, orijentaciju i tilt
- Preuzimanje podataka u CSV formatu za dalju analizu

PVGIS je potpuno besplatan, ali se ne koristi za real-time predikcije (nije pogodan za operativno upravljanje sistemom).

ROI analizu za korišćenje PVGIS podataka u fazi projektovanja solarnih elektrana uradićemo sa sljedećim pretpostavkama:



- Korisnik koristi PVGIS u fazi planiranja sistema (dozvole, proračuni, PPA)
- Pomoću PVGIS simulacije:
- Izbegava se netačna dimenzionisanja
- Dobijaju se konzervativne, ali pouzdane proizvodne projekcije
- Alternativa bi bila kupovina komercijalnih bankabilnih podataka (npr. SolarAnywhere ili Solargis) po ceni od €5.000+

Scenario 1: Startup koristi PVGIS umesto plaćenog servisa

- Trošak PVGIS: €0
- Ušteda: €5.000 (na račun izbjegnute kupovine podataka)
- ROI formula kada je investicija = 0:

U ovom slučaju, pošto je investicija = 0, možemo reći da je ROI tehnički beskonačan (ili 100% isplativo) jer se ostvaruje puna korist bez troška.

Scenario 2: PVGIS kao pomoć pri dimenzionisanju male solarne elektrane (10 kW)

- Trošak za korišćenje PVGIS: €0
- Izbegnuta greška u dimenzionisanju (npr. inverter izabran optimalno) štedi oko €500 u opremi i radu
- Ušteda godišnje zahvaljujući boljem projektovanju i nižim gubicima: ~€200
- Ukupna korist: €700+
- Investicija: €0

PVGIS ima izuzetno visok ROI jer je besplatan alat koji donosi stvarne koristi.

Idealno se koristi za:

- Ranu fazu projektovanja
- Procjenu potencijala solarnih sistema
- Izradu predinvesticionih analiza

Ograničenja PVGIS-a:

- Nema real-time forecast podatke
- Nema API pristup za kompleksne aplikacije (iako postoji osnovni API za generisanje proizvodnih simulacija)
- Nije bankabilan alat za ozbiljne investitore (ali može pomoći kao dopuna)

Idealna primjena:

- Mali i srednji investitori
- Akademska i tehnička analiza
- Rano dimenzionisanje i edukacija
- Freelance solarni inženjeri i konsultanti

Zbirna analiza ROI data je u tabeli 10.

**Tabela 10: Analiza realnog ROI potencijala meteo servisa za korištenje kod solarnih elektrana**

Servis	Trošak (€/godišnje)	Potencijalna ušteda / dodatni prihod (€)	ROI (%)	Opis koristi
SolCast	~2.400 €	~7.000 €	~190%	Visoka tačnost prognoze, real-time API, poboljšanje predikcije i upravljanja
SolarAnywhere	~3.000–6.000 €	~9.000 €	~100–200%	Precizni podaci za utility-scale farme, dobra simulacija i predikcija
Meteoblue	~1.200–2.000 €	~4.000–5.000 €	~150–250%	Dobar balans cijene i kvaliteta, odličan za srednje elektrane
Meteonorm	~750 € (desktop)	~1.500 €	~100%	Dobar alat za projektovanje i simulaciju, nije real-time
PVGIS	0 € (besplatno)	~800–1.000 €	∞ (besplatno)	Izvanredan alat za planiranje, slab u operativnom upravljanju
OpenWeather	~600–1.200 €	~1.000 €	~50–80%	Osnovna vremenska prognoza, nije precizna za solarne elektrane
Weatherbit	~500–1.000 €	~800 €	~30–60%	Osrednja tačnost, ograničena korist za solarne sisteme

Na osnovu ranije navedenog, može se analizirati i uticaj greške u predviđanju proizvodnje solarnih elektrana na dnevne finansijske gubitke operatera, pri čemu je za analizu uzeta greška od 5% u prognozama iradijacije i proizvodnje. Za servise SolCast i SolarAnywhere, koji karakteriše visoka preciznost prognoze, greška od 5% dovodi do relativno malih dnevnih gubitaka, jer visoka tačnost omogućava optimalno planiranje proizvodnje i balansiranje u mreži, dok PVGIS, iako besplatan, pokazuje slične ili nešto veće gubitke zbog niže frekvencije ažuriranja i ograničene mogućnosti real-time integracije. Servisi Meteoblue i Meteonorm, koji kombinuju srednju preciznost sa različitim cijenama, pokazuju umeren nivo dnevnih finansijskih gubitaka, jer se pogreške u predikciji djelomično kompenzuju korišćenjem rezervnih kapaciteta i fleksibilnih operativnih strategija, dok OpenWeather i Weatherbit, iako pristupačni, proizvode veće dnevne gubitke zbog manje tačnih predikcija i niže granularnosti podataka.

Matematički model za procjenu dnevnih gubitaka LLL može se predstaviti formulom:

$L =$	$P_{nom} * Error * C_{energy}$

gdje P_{nom} predstavlja nominalnu dnevnu proizvodnju elektrane (kWh), $Error$ je relativna greška predikcije (u ovom slučaju 0,05), a C_{energy} predstavlja cijenu energije po kWh. Primjenom ove formule, dnevni gubici za elektranu kapaciteta 1 MW, pri prosječnoj cijeni od 0,1€ po kWh, iznose približno 5% nominalnog prihoda, što daje gubitke od oko 500€ dnevno, dok se za preciznije



servise kao što su SolCast i SolarAnywhere gubici smanjuju na 250–300€ zbog manjih stvarnih odstupanja u predviđanju.

Analiza po servisima pokazuje da implementacija naprednog servisa sa visokom preciznošću predikcije direktno smanjuje finansijske gubitke i povećava ROI, dok korišćenje opštih meteoroloških servisa povećava rizik od neplaniranih smanjenja proizvodnje. Ovaj model ističe ekonomsku važnost izbora servisa, jer i mala greška u predviđanju od 5% može imati kumulativni uticaj na mjesečne i godišnje prihode operatera, naročito za velike elektrane ili portfelje više elektrana.

Na kraju, možemo zaključiti da servis SolCast i SolarAnywhere pružaju najbolju kombinaciju preciznosti i pouzdanosti, što omogućava smanjenje dnevnih gubitaka i bolje planiranje održavanja i skladištenja energije, dok servisi niže preciznosti zahtijevaju dodatne mjere mitigacije rizika kako bi se ograničili finansijski gubici.

Diskusija i integralna analiza meteo servisa

Diskusija rezultata komparativne analize predstavlja ključni segment istraživanja, jer omogućava tumačenje dobijenih podataka u širem kontekstu postojećih saznanja i teorijskih okvira. Primarni cilj ovog dijela je identifikovati obrasce, sličnosti i razlike među analiziranim entitetima te ih povezati sa prethodnim istraživanjima i praktičnim implikacijama (Yin, 2018). U komparativnoj analizi, naglasak nije isključivo na kvantitativnom prikazu podataka, već i na kvalitativnom razumijevanju faktora koji mogu uticati na rezultate (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).

Pritom, diskusija ne treba samo ponavljati ranije iznesene nalaze, nego ih kritički razmotriti u svjetlu teorijskih postavki i empirijskih dokaza iz relevantne literature (Creswell & Creswell, 2018). Korišćenje komparativnog pristupa omogućava istraživaču da sagleda odnos između varijabli u različitim okruženjima, što je posebno značajno u interdisciplinarnim istraživanjima gdje se faktori međusobno prepliću i utiču na konačne rezultate (Ragin, 2014).

Takav analitički okvir doprinosi ne samo validaciji dobijenih nalaza, već i formiranju preporuka za buduća istraživanja i praktičnu primjenu rezultata, čime se osigurava veća relevantnost i upotrebljivost istraživanja (Bryman, 2016).

Iz tabele 2 se može izvesti detaljna analiza po kategorijama moguće primjene meteo servisa:

Planiranje i dizajn solarne elektrane

- Najpogodniji alati: PVGIS, Meteonorm, Meteoblue, SolarAnywhere
- Opis: Ovi alati nude dugoročne istorijske podatke (npr. 10+ godina), uključujući globalnu horizontalnu iradijaciju (GHI), direktnu normalnu iradijaciju (DNI), difuznu iradijaciju itd.

Operativno upravljanje i predikcija

- Najpogodniji alati: SolCast, SolarAnywhere, Meteoblue
- Opis: Ovi servisi nude kratkoročne (do 7 dana) i intra-dnevne (do nekoliko minuta) prognoze, koje se mogu koristiti za: Upravljanje baterijama, Donošenje odluka o mrežnom balansiranju, Predikciju proizvodnje

Simulacije i analize performansi

- Najpogodniji alati: Meteonorm, Meteoblue, SolarAnywhere
- Opis: Idealni su za simulacije kroz softvere kao što su PVSyst, PV*SOL itd., jer nude podatke kompatibilne s tim alatima.



API pristup i integracija

- Najbolje opcije: SolCast, SolarAnywhere, OpenWeather, Meteoblue
- Opis: Nude RESTful API-je koji omogućavaju automatizovano preuzimanje i obradu podataka za potrebe SCADA sistema, energy management platformi itd.

Licenciranje i dostupnost

- Besplatni alati: PVGIS, djelimično Meteonorm, djelimično OpenWeather
- Komercijalni alati: SolCast, SolarAnywhere, Meteoblue (za proširene podatke)
- Opis: Besplatni alati su korisni za osnovno planiranje, dok komercijalni nude tačnije i frekventnije podatke uz veću cijenu.

U zavisnosti od tipa elektrane u kojoj se planira primjenjivati neki od softverskih alata, može se ustanoviti i preporuka:

Tip elektrane	Preporučeni servisi
Mala krovna elektrana	PVGIS, Meteonorm, OpenWeather
Industrijska elektrana	SolCast, Meteoblue, SolarAnywhere
Velika solarna farma	SolarAnywhere, SolCast, Meteoblue
Ostroge/off-grid sistem	Meteonorm, PVGIS, Meteoblue

Kao zaključak na osnovu ovih kriterijuma, može se navesti:

- Za predikciju i real-time upravljanje su najbolji SolCast i SolarAnywhere (visoka preciznost, napredne opcije, ali i cijena).
- Za planiranje i simulaciju odlični su PVGIS, Meteonorm i Meteoblue (širok spektar historijskih i kombinovanih podataka).
- OpenWeather i Weatherbit su dobri za osnovnu vremensku prognozu, ali im nedostaje specifična orijentacija na solarnu energiju.
- Meteoblue je odličan balans između cijene, tačnosti i pokrivenosti.

Iz analize tačnosti prikazane u tabeli 3 možemo zaključiti da:

- SolCast se ističe kao najtačniji servis za kratkoročne predikcije solarne radijacije, što je potvrđeno u EPRI evaluaciji i DNV validaciji. Idealan je za komercijalne i utility-scale projekte.
- SolarAnywhere je također visoko precizan i koristi se u profesionalnim okruženjima, ali često zahtijeva plaćene API-je i specijalizirane alate.
- Meteoblue i Meteonorm su dobar izbor za simulacije i analizu lokacije, ali nisu najbolji za real-time predikcije.
- PVGIS je besplatan i pouzdan alat za prosječne godišnje podatke, no nije prilagođen za operativnu predikciju.
- OpenWeather i Weatherbit nisu specijalizirani za solarne elektrane i imaju nižu tačnost.

Na osnovu uvida u cijene korišćenja anliziranih meteo servisa datih u tabeli 4, može se zaključiti sljedeće:

- SolCast i Weatherbit koriste freemium modele: osnovni uvid besplatan, napredne mogućnosti (API, predikcije) se plaćaju po korištenju.
- PVGIS je jedini potpuno besplatan i otvoren servis, ali bez naprednih real-time funkcionalnosti.
- SolarAnywhere i Meteonorm ciljaju ozbiljne korisnike: prvi putem profesionalnih licenci, a drugi kroz jednokratnu desktop licencu.
- Meteoblue je srednje rješenje – pogodniji za desktop simulacije, ali skupo ako se koristi kao API servis.



Na osnovu provedene analize, može se na osnovu cilja koje korisnik želi samo po ovom kriterijumu, zaključiti sljedeće:

Cilj korisnika	Preporučeni servis
Besplatne TMY simulacije	PVGIS
Niska cijena s predikcijama i API-em	SolCast (ograničeni planovi)
Bankabilni profesionalni alat	SolarAnywhere ili Meteonorm
Web pregled i osnovna dostupnost	Meteoblue ili OpenWeather (freemium)
Desktop simulacije bez stalne veze	Meteonorm

Na osnovu rezultata prikazane analize lakoće korišćenja date u tabeli 6, može se utvrditi za svaku od analiziranih alata koje su mu prednosti, nedostaci i za koje svrhe ga je najbolje koristiti:

PVGIS:

- Prednosti: Izuzetno jednostavan web interfejs, odmah vidljivi rezultati, bez prijave.
- Nedostaci: Nema forecast ili real-time podatke.
- Idealno za: Brze analize, edukaciju, početnike.

Solcast:

- Prednosti: Jasna dokumentacija, dobar GUI za male projekte, besplatni API krediti za testiranje.
- Nedostaci: Naprednije funkcije zahtevaju API znanje.
- Idealno za: Inženjere, developere i sistem-integratore.

SolarAnywhere:

- Prednosti: Visoko precizni, bankabilni podaci.
- Nedostaci: Kompleksan sistem pristupa, često kroz ugovor, slab GUI, API zahteva inženjerski rad.
- Idealno za: EPC kompanije, finansijske institucije.

Meteonorm:

- Prednosti: Duga istorija, mnogo lokacija i formata.
- Nedostaci: Zastarali GUI (desktop), nema API, kompleksno za nove korisnike.
- Idealno za: Konsultantske firme i korisnike PVsyst-a.

Meteoblue:

- Prednosti: Lep web interfejs (Solar Forecast, Maps), jednostavna API integracija.
- Nedostaci: Potrebna registracija, neki podaci su "premium".
- Idealno za: Male firme i istraživače.

Weatherbit:

- Prednosti: Vrlo jasan API, dobra dokumentacija, jednostavan za integraciju.
- Nedostaci: Nema GUI; rad isključivo kroz API.
- Idealno za: Web/app developere i firme sa IT timom.

OpenWeather:

- Prednosti: Poznat i rasprostranjen, dobar za početnike, brzo se integriše.
- Nedostaci: Ograničeni solarni parametri (nije specijalizovan za solarne sisteme).
- Idealno za: Početne projekte i generalno planiranje.

Zbog svega navedenog u prethodnim analizama, preporuka je da se s obizorm na tip korisnika te njegove sklonosti i znanje u korišćenju softverskih alata sličnog tipa, koriste sljedeći alati:



Korisnik	Najlakši alat za upotrebu
Početak/edukacija	PVGIS, OpenWeather
Developer/softver tim	Solcast, Weatherbit
Solarni inženjer (freelancer)	Meteoblue, PVGIS
Konzultant/EPC firma	Solcast, SolarAnywhere
Banka/investitor	SolarAnywhere, Meteonorm

Kao dio analize meteo servisa, urađeno je i poređenje SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit i Meteonorm po GUI pristupačnosti (grafički korisnički interfejs). Fokus je na tome koliko su ti alati vizuelno jasni, intuitivni i dostupni običnim korisnicima bez naprednog tehničkog znanja. Prilikom analize utvrđeno je sljedeći tipovi GUI, kao i prednosti i nedostaci. Na osnovu navedenog, mogu se i kvantifikovati rezultati na osnovu ocjene po pristupačnosti GUI-ja (1 najgore – 5 najbolje):

Softver	Ocjena
SolCast	4.5
Meteoblue	4.0
PVGIS	4.0
SolarAnywhere	3.5
Meteonorm	3.0
OpenWeather	2.0
Weatherbit	1.0

te se može zaključiti da:

- Najpristupačniji GUI-jevi imaju SolCast, Meteoblue i PVGIS, pogodni i za inženjere i za operatore bez tehničkog znanja.
- Weatherbit i OpenWeather su praktično neupotrebljivi bez API integracije – nemaju korisnički orijentisano vizuelno sučelje.
- SolarAnywhere nudi profesionalni izgled, ali je više orijentisan na stručnjake i zahtijeva napredno znanje.
- Meteonorm je solidan alat, ali mu nedostaje modernizacija GUI-ja.

Upoređivanje SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit i Meteonorm po ROI (povraćaju investicije) znači procijeniti koliko se isplati ulaganje u svaki od ovih servisa u kontekstu poboljšanja efikasnosti solarne elektrane, smanjenja troškova, boljih predikcija i većih prihoda od prodaje energije. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 9, može se zaključiti sljedeće:

Najviši ROI

SolCast i SolarAnywhere:

- Odlična preciznost (nMAE ispod 8%)
- Idealni za optimizaciju rada, posebno u real-time i za predikciju
- Iako skuplji, omogućavaju veće uštede kroz smanjene gubitke

Dobar balans troška i koristi

Meteoblue:

- Dobar API, precizni modeli, realna cijena
- Koristan za srednje i male elektrane s povremenom analizom



Alati za planiranje, ne za upravljanje

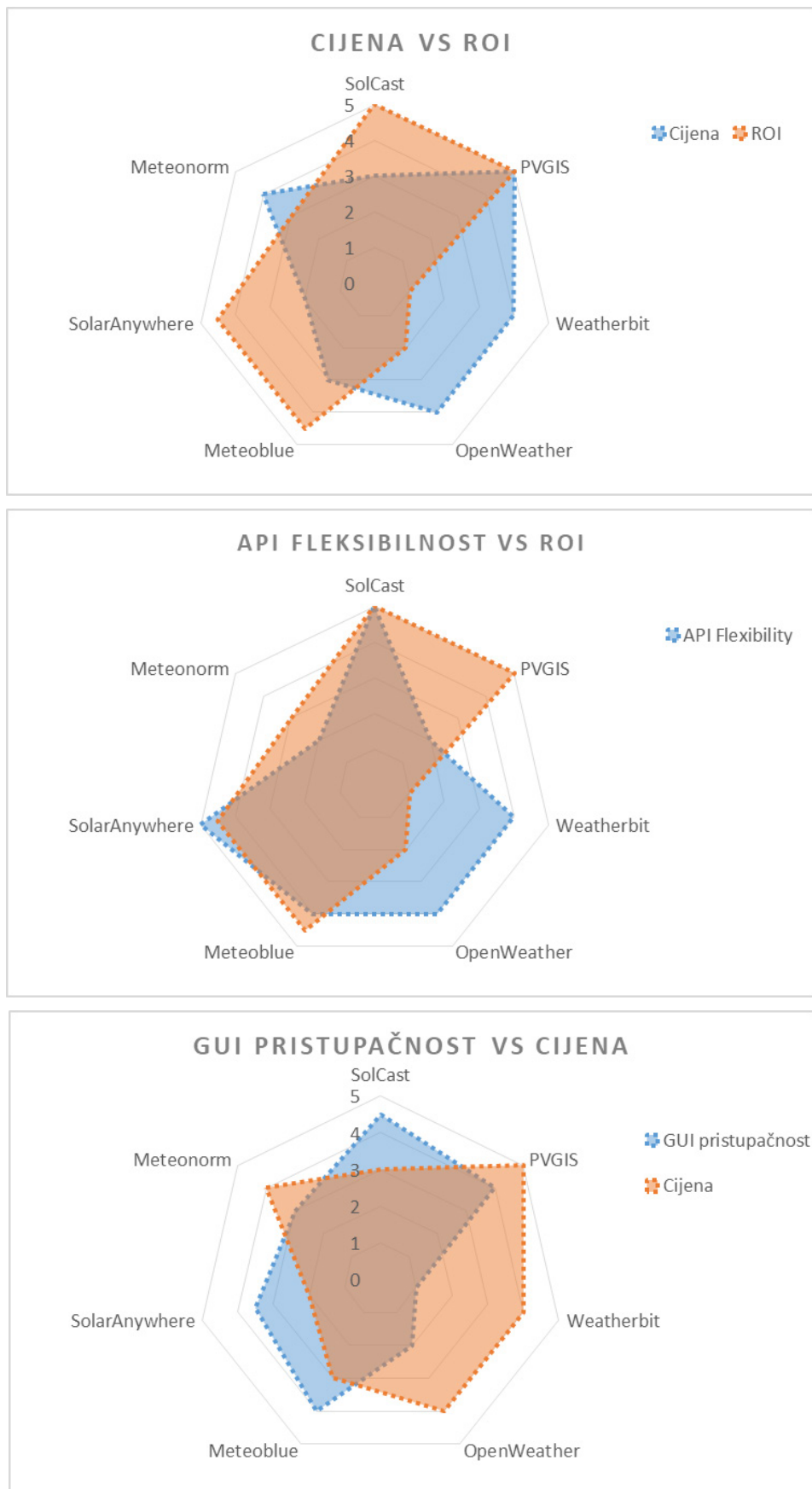
PVGIS i Meteonorm:

- Visok ROI u fazi dizajna i projektovanja
- Nisu korisni za operativno upravljanje ili predikciju

Niži ROI

- OpenWeather i Weatherbit:
- Niska preciznost za solarne aplikacije
- Korisni za osnovnu vremensku prognozu, ali nedovoljni za pouzdanu optimizaciju solarne proizvodnje

Na slici 3 su prikazani dijagrami uporednih karakteristika servisa, pri čemu je svaki servis analiziran po ključnim ekonomskim, tehničkim i korisničkim parametrima, tako da se može vidjeti njegova ukupna efikasnost u radu solarnih elektrana. Dok Cijena i ROI omogućavaju uvid u ekonomsku isplativost servisa, API fleksibilnost se istovremeno koristi kako bi se procijenila sposobnost integracije podataka u softverske sisteme, dok GUI pristupačnost pokazuje koliko je rad sa servisom jednostavan i pregledan. SolCast i SolarAnywhere, iako skuplji, pokazuju visoku ROI vrijednost, što sugerira da je njihova ekonomska efikasnost bolja u dugoročnom radu, dok PVGIS, iako besplatan, nudi visoku isplativost zbog minimalnih troškova. Meteoblue balansira između cijene i funkcionalnosti, pa se može smatrati optimalnim izborom kada je potrebno postići dobar odnos između ulaganja i koristi, dok OpenWeather i Weatherbit, iako pristupačniji po cijeni, imaju niži ROI, što ukazuje na manju ekonomsku prednost. Kada se uzme u obzir API fleksibilnost, SolCast i SolarAnywhere se ističu visokom prilagodljivošću, što znači da se podaci mogu jednostavno integrisati u SCADA ili EMS sisteme, dok PVGIS i Meteonorm pokazuju ograničenu integraciju. Uzimajući u obzir GUI pristupačnost, SolCast i Meteoblue nude intuitivno korisničko iskustvo, dok Weatherbit i OpenWeather zahtijevaju više tehničkog znanja za efikasno korišćenje. Analiza ovih parametara omogućava investitorima i inženjerima da donesu informisane odluke, jer se jasno vidi kako trošak, povraćaj investicije i tehnička fleksibilnost međusobno nadopunjuju. Prikazivanje svih tri kombinacije u obliku radar dijagrama omogućava vizuelno poređenje, tako da se brzo uoče prednosti i slabosti svakog servisa, a također se olakšava komunikacija rezultata u akademskom ili profesionalnom okruženju. Konačno, ove tabele i dijagrami služe kao smjernice za odabir optimalnog servisa, jer povezuju ekonomsku, tehničku i korisničku perspektivu, a time doprinose boljoj planifikaciji i upravljanju solarnih elektrana.

**Slika 3: Uporedne karakteristike alata za vremenske i solarne podatke sa po dva kriterijuma**

Uzevši u obzir sljedeće kriterijume:

- Lakoća korišćenja
- Preciznost za solarne sisteme
- Cena / pristupačnost
- API podrška
- GUI pristupačnost

na slici 4 je prikaz radarskog grafikona koji upoređuje alate za vremenske i solarne podatke po navedenih pet kriterijuma.

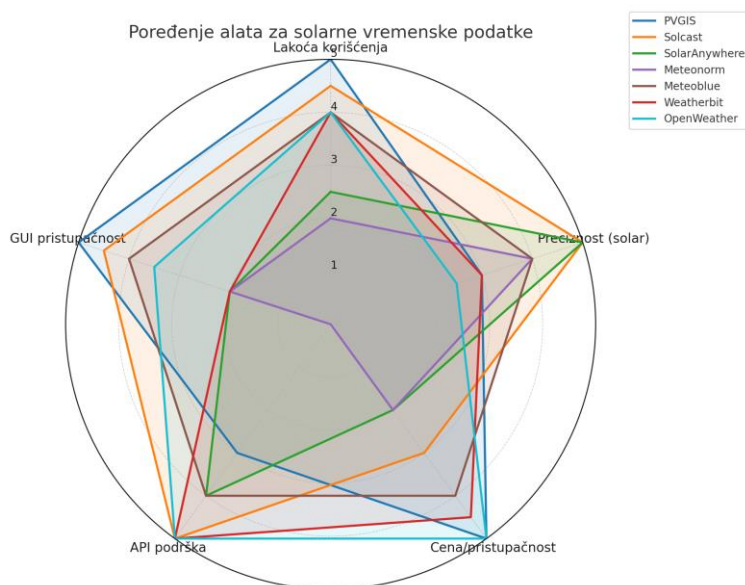
Sa radarskog grafikona može se odmah vidjeti:

- PVGIS dominira u jednostavnosti i pristupačnosti, ali nema najvišu preciznost.
- Solcast i SolarAnywhere vode u preciznosti i API integraciji.
- Weatherbit i OpenWeather su balans između cene i jednostavnosti.
- Meteonorm ima najmanju lakoću korišćenja, ali i dalje nudi kvalitetne podatke.

U zavisnosti od potreba i želje korisnika za ispunjavanje određene karakteristike meteo servisa u donosu na druge karakteristike, najbolje rješenje je izabrati na sljedeći način:

- Ako je tačnost ključna (komercijalni sistem, prodaja energije) – investirati u Solcast ili SolarAnywhere.
- Ako se želi besplatan i solidan alat za početak – koristiti PVGIS za osnovnu analizu i OpenWeather API za real-time vremenske podatke.
- Ako je cilj projektovanje sistema, Meteonorm je optimalan.

Slika 4: Uporedne karakteristike alata za vremenske i solarne podatke po pet kriterijuma



U odnosu na vrstu potreba, može se preporučiti sljedeće:

Potreba	Preporuka
Industrijski nivo, visoka preciznost	SolarAnywhere, Solcast
Integracija u SCADA/EMS sistem	Solcast, Meteoblue API
Osnovno planiranje, budžetska analiza	PVGIS, OpenWeather
Dugoročno projektovanje	Meteonorm, PVGIS
Napredna predikcija sa AI	Solcast + vlastiti ML model (npr. u Pythonu)



ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazani su izazovi izazove sa kojima se susreću svi učesnici u elektroenergetskom sektoru pri projektovanju i proizvodnji električne energije uz korišćenje softverskih alata za vremensku prognozu, a prije svega fokusirali smo se na solarne elektrane kao vid obnovljivih izvora energije.

Solarna energija je jedan od ključnih stubova održivog razvoja i borbe protiv klimatskih promjena. Njen značaj raste iz godine u godinu, kako zbog ekoloških razloga, tako i zbog ekonomske isplativosti i dostupnosti. Iako postoje tehnički i regulatorni izazovi, prednosti solarne energije su jasne i nedvosmislene. Kroz nastavak tehnološkog razvoja i političku podršku, solarna energija ima potencijal da postane primarni izvor energije budućnosti.

Vremenska prognoza predstavlja naučnu procjenu budućih vremenskih uslova zasnovanu na analizi trenutnih meteoroloških podataka i simulacijama atmosferskih procesa. Ona ima ključnu ulogu u radu solarnih elektrana, jer direktno utiče na proizvodnju električne energije, upravljanje sistemom, planiranje održavanja i povezivanje sa elektroenergetskom mrežom.

Meteo servisi predstavljaju ključnu komponentu za efikasno i profitabilno upravljanje solarnim elektranama. Njihova sposobnost da pružaju pravovremene i tačne podatke, kao i jednostavna integracija u postojeće sisteme, čini ih nezaobilaznim alatom u savremenoj energetskej praksi. Ulaganje u kvalitetne meteo podatke se, kroz smanjenje gubitaka i povećanje prihoda, brzo isplati.

Meteo servisi kao što su SolCast, SolarAnywhere, Meteoblue, OpenWeather, Weatherbit, Meteororm i PVGIS koriste napredne numeričke modele i satelitske podatke kako bi generisali vremenske informacije visoke preciznosti. Ovi servisi su dostupni preko online platformi i u većini slučajeva putem RESTful API-ja, što omogućava njihovu jednostavnu integraciju u SCADA sisteme, softvere za predikciju proizvodnje i energetske menadžment sisteme (EMS).

Meteorološki (meteo) servisi imaju ključnu ulogu u optimizaciji rada solarnih elektrana. Korišćenjem preciznih vremenskih podataka moguće je poboljšati planiranje, upravljanje i održavanje solarnih sustava. Hipoteza o pozitivnom utjecaju meteoroloških servisa na učinkovitost rada solarnih elektrana potvrđena je kroz teorijsku analizu i date primjere. Za budući razvoj preporučuje se daljnje ulaganje u digitalne alate, strojno učenje i lokalizirane meteorološke modele.

Investicija u kvalitetan meteo servis može povećati prihode elektrane za 5–15% godišnje, smanjiti troškove predikcionih grešaka i optimizovati raspodelu resursa. Povraćaj investicije (ROI) zavisi od veličine elektrane, tipa servisa i njegove tačnosti. Premium servisi kao što su SolCast i SolarAnywhere ostvaruju ROI i do 150–200% zahvaljujući visokoj preciznosti.

Provedena analiza meteoroloških servisa pokazala je da izbor odgovarajućeg alata može značajno uticati na efikasnost, pouzdanost i ekonomsku isplativost rada solarnih elektrana. Servisi poput SolCast i SolarAnywhere istakli su se po visokom nivou prediktivne preciznosti, dok su alati poput OpenWeather i Weatherbit ponudili povoljniji odnos cijene i funkcionalnosti. S druge strane, Meteoblue, PVGIS i Meteororm pokazali su stabilne performanse i dobru mogućnost integracije s drugim softverskim rješenjima, što ih čini pogodnim za projekte s kompleksnim operativnim zahtjevima.

Rezultati analize potvrđuju da ne postoji univerzalno najbolji meteo servis, već da optimalan izbor zavisi od specifičnih potreba i prioriteta projekta – bilo da je naglasak na tehničkoj preciznosti, brzini pristupa podacima, troškovnoj efikasnosti ili kompatibilnosti s postojećim sistemima upravljanja. Uvođenje kvalitetnog meteo servisa u rad solarne elektrane ne samo da povećava predvidljivost proizvodnje, već i doprinosi smanjenju operativnih rizika i unapređenju strateškog planiranja.

Konačno, rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao praktičan vodič investitorima, operatorima i inženjerima, te kao osnova za daljnja istraživanja koja bi obuhvatila širi spektar geografskih i



klimatskih uslova, kao i analizu novih, tehnološki naprednijih servisa koji se tek pojavljuju na tržištu.

LITERATURA

1. Bakir, H., Ghali, K., Ghaddar, N., & Srour, I. (2021). Optimization of solar PV systems operation based on weather forecasts. *Renewable Energy*, 165, 176–189. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.031>
2. Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed.). Oxford University Press.
3. Buzzi, M. C., Buzzi, M., Leporini, B., & Senette, C. (2016). An empirical study on mobile applications accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 15(4), 537–545. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0423-3>
4. Clean Power Research. (n.d.). SolarAnywhere. <https://www.solaranywhere.com>
5. Copernicus Climate Change Service. (2023). Climate data store. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. <https://cds.climate.copernicus.eu>
6. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
7. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
8. Esser, F., & Hanitzsch, T. (Eds.). (2012). *Handbook of comparative communication research*. Routledge.
9. European Commission. (n.d.). Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
10. Hasselbring, W. (2018). Microservices for scalability: Keynote talk abstract. In *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings* (pp. 1–2). <https://doi.org/10.1145/3183440.3194961>
11. Henry, S. L., Abou-Zahra, S., & Brewer, J. (2014). The role of accessibility in a universal web. In *Proceedings of the 11th Web for All Conference*. <https://doi.org/10.1145/2596695.2596719>
12. International Organization for Standardization. (2018). ISO 9241-11: Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts.
13. Jacobson, D., Brail, G., & Woods, D. (2011). *APIs: A strategy guide*. O'Reilly Media.
14. Kaur, T., Singh, M., & Aggarwal, R. (2021). Solar PV power forecasting using weather parameters. *Energy Reports*, 7, 3941–3953. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.07.017>
15. Lazar, J., Goldstein, D. F., & Taylor, A. (2015). *Ensuring digital accessibility through process and policy*. Morgan Kaufmann.
16. Martin, L., Farkas, C., Rodríguez-Benítez, F. J., & Pozo-Vázquez, D. (2020). Solar irradiance forecasting at different time horizons using numerical weather prediction models. *Renewable Energy*, 145, 1149–1160. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.089>
17. McKinsey Digital. (2021). *APIs: Building blocks of modern digital strategy*. <https://www.mckinsey.com>
18. Meteoblue. (n.d.). Meteoblue weather and climate. <https://www.meteoblue.com>
19. Meteonorm. (n.d.). Meteonorm software. <https://meteonorm.com>
20. Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
21. Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press.
22. OECD. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
23. OpenWeather. (n.d.). OpenWeather API. <https://openweathermap.org>
24. Pedro, H. T. C., & Coimbra, C. F. M. (2020). Assessment of forecasting techniques for solar power production with weather data. *Solar Energy*, 195, 220–235. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.081>



25. Perez, R., Kivalov, S., Schlemmer, J., Hemker, K., Renné, D., & Hoff, T. E. (2013). Validation of short- and medium-term operational solar radiation forecasts in the US. *Solar Energy*, 84(12), 2161–2172. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.08.014>
26. Pfenninger, S., & Staffell, I. (2016). Long-term patterns of European PV output using 30 years of validated hourly reanalysis and satellite data. *Energy*, 114, 1251–1265. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.060>
27. Pickvance, C. (2001). Four varieties of comparative analysis. *Journal of Housing and the Built Environment*, 16(1), 7–28. <https://doi.org/10.1023/A:1011533211467>
28. Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press.
29. Rihoux, B., & Ragin, C. C. (Eds.). (2009). *Configurational comparative methods: Qualitative comparative analysis (QCA) and related techniques*. SAGE Publications.
30. Solcast. (n.d.). Solar data and forecasting. <https://solcast.com>
31. Voyant, C., Notton, G., Kalogirou, S., Nivet, M. L., Paoli, C., Motte, F., & Fouilloy, A. (2017). Machine learning methods for solar radiation forecasting: A review. *Renewable Energy*, 105, 569–582. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.12.095>
32. W3C. (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
33. Weatherbit. (n.d.). Weatherbit API. <https://www.weatherbit.io>
34. Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METEORO SERVICES FOR APPLICATION AT SOLAR POWER PLANTS

Abstract

The development of information technologies and their integration into the production of electricity from renewable sources are becoming synonymous with the interdisciplinarity of modern scientific achievements. A particularly important role in this process is held by meteorological services, which represent a key factor in the operation of solar power plants. These services enable accurate forecasting of solar irradiance, temperature, and other relevant atmospheric parameters, which directly affect production planning, load management, and the assessment of economic feasibility. This paper presents a comparative analysis of several meteorological services—SolCast, OpenWeather, Meteoblue, PVGIS, SolarAnywhere, Weatherbit, and Meteonorm—with a focus on accuracy, reliability, cost, and related return-on-investment potential, as well as the functionality of the user interface, ease of use, and integration capabilities with other software solutions. The findings of this study can serve as guidelines for investors, solar power plant operators, and development engineers in selecting the optimal meteorological service, depending on the technical and economic priorities of the project.

Key words: meteorological services, solar power plants, comparative analysis, production forecasting, API integration, solar radiation forecasting.



Primljeno: 30.10.2025.

Prihvaćeno: 27.07.2026.godine

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605175H

SPORTSKI, AVANTURISTIČKI I PUSTOLOVNI TURIZAM, RAZVOJ KROZ SPORTSKE NAUKE I UTJECAJ NA RAZVOJ TURIZMA

Amer Hodžić.

Ustanova: Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikta BiH, Pedagoški fakultet;
e-mail: amerhodzicsa@gmail.com.

Apstrakt

Razvoj znanja u području sportskih nauka i sporta postaje sve značajniji faktor u oblikovanju suvremene ekonomije turizma. Ovaj rad istražuje kako naučna dostignuća, inovacije i profesionalizacija u sportu doprinose jačanju turističke ponude i stvaranju novih ekonomskih vrijednosti. Kroz interdisciplinarni pristup povezuju se segmenti sportskog obrazovanja, istraživanja, menadžmenta i tehnologije s turističkim razvojem destinacija. Poseban naglasak stavljen je na koncept sportskog turizma – kao spoja sportskog iskustva i turističkog doživljaja – te na ulogu akademske zajednice u kreiranju znanja koje potiče održivi rast i konkurentnost. Analiza pokazuje da primjena znanja iz sportskih nauka (npr. kineziologije, sportske medicine, menadžmenta sportskih događaja i marketinga) omogućava unapređenje kvalitete usluga, povećanje zadovoljstva turista i diversifikaciju turističke ponude. Istovremeno, razvoj sportskih infrastruktura i edukacija stručnog kadra generiraju multiplikativne ekonomske efekte kroz zapošljavanje, promociju destinacija i internacionalizaciju turističkog tržišta. Zaključno, rad potvrđuje da sinergija između sportskih nauka, sporta i turizma predstavlja važan razvojni potencijal.

Ključne riječi: Sportske nauke, sport, ekonomija turizam

1. UVOD

Svjesni činjenice da se naše društvo i sama država Bosna i Hercegovina nalaze u procesu tranzicije, država posvećuje malo pažnje sportu i turizmu u cjelini, a posebno pitanju privlačenja stranih turista. Atraktivnost jedne države i njenu prepoznatljivost uvelike su mijenjali sportaši, sportska takmičenja i manifestacije, neovisno koliko je geografski i ekonomski jaka ista. Koliko razvoj određenih nauka u ovom slučaju sportskih, kroz edukaciju stručnjaka i razvoj projekata na bazi naučnih istraživanja može ubrzati i povećati pozitivne učinke u prostoru navedenog. Bosna i Hercegovina saobraćajno-geografskom smislu ima poseban položaj i značaj, koji se ogleda u vitalnim komunikacijskim vezama, prije svih pravac sjever-jug, koji ide dolinama rijeka Bosne i Neretve. Teritorij Bosne i Hercegovine je poveznica srednjoeuropskih i mediteranskih regija. Prirodno geografska obilježja Bosne i Hercegovine, javni i privatni sektor sa adekvatnim javnim politikama uz akademsku i stručnu zajednicu bi mogao stvoriti brzi kvalitetni ekonomski prostor pozitivnog razvoja i prepoznatljivosti Bosne i Hercegovine globalno ali za sada to nije slučaj. Kroz analizu aktivnosti i stanja u prostoru angažmana akademske i stručne zajednice, potencijala i konkretne veze utjecaja sportskih nauka na opstojnost i dalji razvoj sportskog, pustolovnog i



avanturističkog turizma u cilju pozitivnih ekonomskih i društvenih promjena. Kako predstaviti ukratko neopisivo važnu temu, posebno u kontekstu našeg društva a koja žele preći iz faze „akademske izolacije” u fazu „društveno i ekonomski relevantne nauke”, pokretača pozitivnih konkretnih promjena u društvene zajednice. Danas najvećim dijelom, Akademska zajednica, koja bi trebala biti motor razvoja, u mnogim slučajevima djeluje kao zatvoreni prostor, često odvojena od realnih potreba privrede i društva. Usprkos činjenici da se objavljuje i publicira značajan broj naučnih radova, njihov društveni i ekonomski utjecaj ostaje ograničen. Nedostatak povezanosti akademske zajednice, javnog, privatnog sektora, industrije ekonomije se reflektira kroz mnoge aspekte: istraživanja se rijetko dobivaju svoju potvrdu kroz praktične inovacije, fakulteti i instituti rijetko surađuju sa privredom, što za posljedicu ima da mladi obrazovani kadrovi odlaze u inostranstvo tražeći dinamičnije okruženje. Javne politike se ne oslanjaju dovoljno na naučne dokaze. Stanje "uspavanosti", akademske zajednice je generirano je mnogim utjecajima od aktualnih politika, koje već dugo vremena predstavlja modus operandi osiguravanja opstojnosti akademske zajednice i političkih elita. Nadalje evidentna prisutnost problema, koji ogleđaju kao: strukturalni nedostatak sistemskih mehanizama za transfer znanja:

- tehnološki parkovi,
- fondovi za inovacije i
- zajednički projekti,

kulturološki-prihvaćena akademska kultura većinom nagrađuje teorijski rad i citate, a ne praktične rezultate, financijski problemi koji reflektiraju kroz, nedostatak ulaganja u istraživanje i razvoj. Nedostatak fokusa na primijenjena istraživanja i probleme u prostoru komunikacije koji opet pridonose slaboj vidljivost i neadekvatnoj ili skoro nikakvoj komunikaciji između univerziteta i realnog sektora. Sve pobrojano ima za posljedice: privreda se oslanja na uvoz znanja umjesto na domaće inovacije. Društvo gubi povjerenje u akademske institucije. Obrazovni sistem ne prati potrebe tržišta rada. Naučni potencijal zemlje ostaje neiskorišten. Cilj ovog rada je da predstavi mogući inicijalni prostor. Okvir ideja prijedloga i rješenja koji bi trebali da budu implementirani kroz polja aktivnosti. Stvaranje strateških partnerstava između univerziteta i industrije, uvođenje mjerljivih kriterija društvene relevantnosti naučnog rada, razvoj inovacijske infrastrukture (start-up inkubatori, istraživačko-razvojni centri). Mali impuls ka podršci interdisciplinarnih i primijenjenih projekata, jačanje i unapređenje komunikacije prezentiranja rezultata naučnih istraživanja. Prostor ovog rada je odnos sportskih nauka i sporta u mogućnostima razvoja lokalne zajednice kroz razvoj ekonomije turizma. Tako da nauka ponovo postane puls društva, da se znanje vrati u službu razvoja, a univerziteti postanu laboratorije budućnosti, a ne arhive prošlosti.

2.METODE

Ovaj pregledni rad je realiziran bazi sistematičnoj pristupu i analizi proučavanja prostora sporta i sportskih nauka i stvarnih i mogućih pozitivnih utjecaja na ekonomski i društveni razvoj i prepoznatljivost geografskog prostora. Svrha ove rada je bila da se identificira, potom sagleda sveobuhvatnom analizom moguć i konkretni utjecaj sinergije naučno potvrđenih znanja i činjenica iz oblasti sportskih nauka na ekonomski razvoj društvene zajednice.

2.1 Strategija pretraživanja

Ovaj rad je pregledni znanstveni članak. Primarni izvor istraživanja temelji se na proučavanju literature i drugih stručnih radova. Većina literature, akademskih i stručnih radova, knjiga i publikacija, statističkih podataka prikupljeni su iz dostupnih knjižnih fondova i putem interneta. Prikupljanje objavljenih radova, izvješća i konkretnih zvaničnih podataka pronađeni su putem platformi: Google Scholar, Academia.edu, Web of Science, Mdpi journal, Researchgate, Pubmed i Scribd sa kombinacijom ključnih riječi, u vremenskom periodu od 1966. do 2024. godine.



Tabela 1. Tabelarni prikaz upotrijebljenih baza podataka, riječi i kombinacija istih za pretrage baza.

Platforma - baza podataka	Odabrane riječi za pretragu
Google Scholar,	TS =("adventure tourism, outdoor sport tourism and activities ")AND TS AND PY = (1980–2024) TS =(" sports tourism, sports and recreational tourism") AND TS AND PY = (1966–2024) TS =("adventure tourism, outdoor sport tourism and activities statistic")AND TS AND PY = (1980–2024)
Academia.edu	
Web of Science	
Researchgate.	
Mdpi journal	
Scribd	
PubMed	

Izvor: izrada autora

2.2 Kriteriji uključivanja i isključivanja

Provedeno prikupljanje literature upotrebom adekvatnih metoda pretraživanja. Potom je ocjenjena prihvatljivost za uključivanje odabranih radova na osnovu njihovih naslova i sažetaka. Nakon toga je primijenjen isti pristup selekcije, na potpunoj analizi tekstova i prihvatljivih publikacija. Nakon analize selekcije svi radovi su podvrgnuti procesu evaluacije za uključivanje. Naučni radovi statistička, izvješća i istraživanja, publikacije, koji su ispitivale utjecaj sportskog, avanturističkog i pustolovnog turizma na razvoj ekonomije i prepoznatljivosti društvene zajednice. Prostor istraživanja ovog rada je obuhvatio objavljene relevantne radove na engleskom jeziku, pregledna, longitudinalna istraživanja, cross opservacijska istraživanja. Radi aktualnosti teme za prostor Bosne i Hercegovine, obuhvaćeni su svi objavljeni, naučni i stručni radovi sa ciljem kompariranja, dobivenih podataka i zaključaka odabrane teme sa istima, objavljenih na razini Evropske unije i zemalja članica Evropske unije. Radovi su odabrani na temelju njihove relevantnosti za istraživačka pitanja, empirijske ili teorijske strogosti i objavljivanja u renomiranim časopisima. Dodatno je prikupljen broj objavljenih relevantnih radova za temu ovog rada, kroz popise referenci već selekcioniranih radova. Za potrebe istraživanja i realizacije ovog rada svi relevantni odabrani radovi, uključuju autora, godinu izdanja, godinu objavljivanja, rezultate istraživanja i zaključke. Za analizu podataka korištena je narativna sinteza nalaza, što je zahtijevalo sumiranje i predstavljanje rezultata obuhvaćenog istraživanja na logičan i razumljiv način.

2.3. Ekstrakcija podataka.

Za realizaciju ovog istraživačkog rada korišten je unaprijed odabrani fond literature, na osnovu opisanih kriterija uključivanja i isključivanja, prethodno prikupljenih knjiga, publikacija i naučnih radova putem navedenih kriterija. Prikupljenom bazom literature i znanstvenih radova identificirano je 90. referentnih jedinica. Nakon čitanja, analizom naslova, sažetaka, pojedini tekstovi i radovi isključeni su kroz utvrđene kriterije. Daljom usporedbom sadržaja i naslova ostvarena je druga faza eliminacija, shodno kriteriju putem kojeg je utvrđeno višekratno ponavljanje potpuno istog sadržaja. Svi odabrani radovi su detaljno zadovoljili kriterije za uvrštavanje u analizu i provedbu istraživačkog rada.



3. Rezultati istraživanja prostor nastanka, definicija i utjecaja: Turizam, sportski turizam, avanturistički pustolovni turizam.

3.1 Pojam turizam.

Turizam je važna grana ekonomije. Vrsta privredne djelatnosti u kojoj ljudi privremeno borave izvan mjesta svog stalnog mjesta boravka. Ciljevi turista su: odmor, rekreacija bavljenje ili promatranje sportskih takmičenja i sportsko rekreacijskih aktivnosti, razonoda, liječenje, obilazaka kulturno-historijskih ili prirodnih znamenitosti. Kako bi suvremeni turizam bio mnogo bolje definiran, proučavan je i proučava se sa obuhvatom svih njegovih aspekata. Tako je svjetska trgovinska organizacija i statistička komisija Ujedinjenih nacija, WTO i UNSTAT (1994.) odredila novu definiciju pojma turizma : „Turizam obuhvaća sve aktivnosti osoba na putovanju i prilikom boravka u mjestima izvan njihova uobičajenog prebivališta u razdoblju ne duljem od jedne godine, a u svrhu odmora, poslovnih i ostalih razloga“. Ovom definicijom je po prvi put obuhvaćeno putovanje osoba na različite destinacije, koje osim samog putovanja, uključuje i boravak i sve aktivnosti na destinaciji. Turizam u mjestima tranzita potiče one aktivnosti koje su različite od uobičajenih aktivnosti rezidentnog stanovništva, a putovanje ima privremen i kratkoročan karakter. Danas je u većini zemalja prihvaćena opća konceptijska definicija turizma, Svjetske turističke organizacije (UNWTO,1999.). Konceptija u kojoj turizam uključuje sve aktivnosti proizašle iz putovanja i boravka osoba izvan njihove uobičajene sredine ne dulje od jedne godine radi odmora, poslovnog putovanja i drugih razloga nevezanih uz aktivnosti za koje bi primili ikakvu naknadu u mjestu koje posjećuju. Osnovna jedinica za proučavanje turizma jeste turist. Svaka osoba (putnik) koja na putovanju izvan svoga mjesta stalnog boravka (domicila) provede najmanje 24 sata, ali ne dulje od jedne godine. Samo putovanje (koje ima obilježja privremenoga boravka i na koje je krenuo dobrovoljno) poduzima radi odmora, razonode, rekreacije i relaksacije, obiteljskih, zdravstvenih, poslovnih, profesionalno-stručnih i sličnih razloga. UNWTO, definira turistu kao posjetitelja, tj. osobu koja putuje izvan svoje sredine kraće od 12 mjeseci i glavna svrha njezina putovanja nije vezana za obavljanje neke lukrativne aktivnosti u mjestu koje posjećuje. Zbog boljeg i efikasnijeg praćenja turističkih kretanja, Svjetska turistička organizacija je na osnovu donesenih definicija, sačinila podjelu(klasifikaciju) u dvije grupe motiva za turistička putovanja koje bi trebale da se statistički prate u državama svijeta na slijedeći način (UNWTO. klasifikacija 2007,2008.).

Tabela 2 UNWTO. Klasifikacija(2007,2008.):

Odmor, slobodno vrijeme i rekreacija: razgledavanje znamenitosti, posjet prirodnim ili umjetno kreiranim mjestima, sudjelovanje u sportskim ili kulturnim aktivnostima , bavljenje sportom (skijanje, jahanje, golf, tenis, ronjenje, surfanje, planinarenje, itd.) Posjete plaže, bazene i svim sadržajima za rekreaciju i zabavu, krstarenje, kockanje, pohađanje ljetnih kampova za mlade, odmor, restorani, posjećivanje objekata specijaliziranih za dobrobit (tj. wellness hoteli), fitness	Kupovina : ova kategorija uključuje: kupnju robe široke potrošnje za vlastitu i osobnu upotrebu .
Posjet prijateljima i rodbini: ova kategorija uključuje, na primjer, aktivnosti kao što je posjet rodbini ili prijateljima; obiteljski događaj; kratkotrajna njega bolesnih ili starih itd.	Tranzit: ova kategorija se sastoji od zaustavljanja prolazak prostora (mjesta) bez specifične svrhe;
Obrazovanje i obuka: ova kategorija uključuje, na primjer, tečajeve, programe studija, stjecanje specifičnih vještina ,studij, jezične, stručne ili druge posebne tečajeve,	Ostalo: ova kategorija uključuje, na primjer, volonterski rad ,poduzimanje bilo kojeg drugog privremene neplaćene aktivnosti koje nisu uključene drugdje, itd.
Zdravstvena i medicinska njega: ova kategorija uključuje, na primjer, primanje usluge iz bolnica, klinika, domova za oporavak zdravstvene i socijalne ustanove, posjećivanje lječilišta odmarališta, kozmetičke operacije itd. Ova kategorija uključuje samo kratkoročne tretmane do godinu dana	Vjera/hodočašće: ova kategorija uključuje, na primjer, vjerskih obreda susreti i događanja, hodočašća i sl.



Poslovni i profesionalni: ova kategorija uključuje : prisustvovanje, konferencijama ili kongresima, sajmovi , izložbe, držanje predavanja, sudjelovanje u misijama nevladinih organizacija; sudjelovanje u akademskim istraživanjima, programiranje turističkih putovanja, ugovaranje smještaja prijevoza itd. ;sportske aktivnosti. Navede definicije, Svjetske turističke organizacije (UNWTO,2007;2008.), definirani prostori i pojmovi su stvoreni u nastojanju da se što preciznije, uspostavljanjem konkretnih odgovarajućih i preciznih statističkih standarda vrši praćenje i mjerenje kretanja i frekvencija unutar turizma i predstavljaju tehničke ili operativne definicije.

Izvor: izrada autora na osnovu UNWTO. Klasifikacija(2007,2008.)

3.2 Funkcije turizma

Veliki broja zemalja širom svijeta bilo da su ekonomski razvijene u razvoju ili ne razvijene, svoj ukupni privredni proizvod u velikoj mjeri grade ili oslanjaju privredne aktivnosti u prostoru turizma. Osnovne funkcije suvremenoga turizma dijele se na socijalno društvene - neekonomske i ekonomske.

Socijalne društvene funkcije turizma djeluju u smjeru zadovoljavanja potreba pojedinaca i grupa ljudi u smislu stjecanja novih znanja ,saznanja , iskustava itd. . i većinom su u direktnoj vezi sa glavnim motivima za kretanja unutar turizma. Ukoliko dalje razmotrimo navedeno društvene funkcije turizma možemo podijeliti u 2 pravca djelovanja: direktni utjecaj na čovjeka u kojima zadovoljava svoje zdravstvene, rekreacijske i kulturne potrebe. Indirektni utjecaj na društvenu zajednicu u obrazovnom , socijalnom i političkom prostoru .

Ekonomske (privredne) funkcije, turizma obuhvaćaju sva njegova djelovanja koja su usmjerena na izrazito ekonomske ciljeve i koja rezultiraju određenim privrednim rezultatima . Osnovni ekonomski učinci, koji se ostvaruju razvojem turizma jesu: aktiviranje turističkih potencijala, omogućavanje turističkog privređivanja, zapošljavanje prometnih kapaciteta, povećavanje zaposlenosti, aktiviranje nerazvijenih područja, poboljšavanje devizne bilance i dr.

Neekonomske (društvene) funkcija turizma, su sve one funkcije koje djeluju povezano na same turiste i društvo koje u pravilu ne teže postizanju privrednih ciljeva. Ove su se funkcije prve pojavile u historijskom smislu, pa se smatra da turizam ne može postojati bez neekonomskih motiva i funkcija ističu u teorijskom objašnjenju (Laškarin i Galičić 2016.).

Tabela 3.Funkcije turizma.

FUNKCIJE TURIZMA		
EKONOMSKE	NEEKONOMSKE (DRUŠTVENE)	
Multiplikativna	Čovjek pojedinac	Društvena zajednica
Razvojna	Zdravstvena	Socijalna
Zapošljavanje	Kulturno-obrazovna	Političko-ideološka
Uravnoteženje platne bilance		
Međunarodna razmjena dobara		

Izvor : izrada autora prema Laškarin i Galičić (2016.).

3.3 Turistička destinacija

Turistička destinacija je mjesto konzumacije turističkog proizvoda i provođenja slobodnog vremena (odvijanja aktivnosti). Promatra se kao prostorna jedinica u kojoj se ostvaruje turistički promet temeljem raspolaganja turističkim kapacitetima. Može se promatrati u širem smislu kao regija koja uključuje pod sobom više turističkih centara. Turistička ponuda unutar turističke destinacije podrazumijeva da svaka turistička usluga unutar iste destinacije , sadrži tri grupe činitelja ponude (Vukonić, 1995.) a to su: Atraktivni činitelji ponude (turističke atrakcije u destinaciji),



Komunikativni činitelji ponude (prometni uvjeti za pristup destinaciji) i Receptivni činitelji ponude (smještaj i prehrana u destinaciji).

Iznimnost atraktivnog činitelja turističke ponude u tom trokutu čini njegova ne nadomjestivost jer turisti u turističku destinaciju poglavito dolaze zbog turističkih atrakcija, a ne zbog smještajnih kapaciteta ili dobre prometne povezanosti turističke destinacije s emitivnim područjima. (Kušen, 2002) .To je razlog da se turizam može razviti samo u područjima koja posjeduju potencijalne ili realne turističke atrakcije, iz čega slijedi zaključak da turističke atrakcije u turističkom gospodarstvu imaju funkciju njegove „sirovine“, tj. da su njegov temeljni resurs (Walsh-Heron, Stevens 1990.)

Tabela 4. Turistički resursi

TEMELJNI TURISTIČKI RESURSI	OSTALI IZRAVNI TURISTIČKI RESURSI	NEIZRAVNI TURISTIČKI RESURSI
1.1. Turističke atrakcije (potencijalne i realne)	2.1. Turističko ugostiteljske građevine 2.2. Turistički uređaji 2.3. Turističke zone 2.4. Turistička mjesta 2.5. Turističke destinacije 2.6. Turističke agencije 2.7. Turističke informacije i promidžbeni materijali 2.8. Turistički kadrovi 2.9. Turistička educiranost lokalnog stanovništva 2.10. Turistička organiziranost destinacije 2.11. Sustav turističkog informiranja	3.1. Očuvani okoliš 3.2. Komunalna infrastruktura i sadržaji društvenog standarda 3.3. Geoprometni položaj 3.4. Prometna povezanost 3.5. Dobra prostorna organizacija kraja 3.6. Privlačno oblikovane zgrade, ulice, trgovi, perivoji, gradski parkovi i očuvani kulturni krajolik 3.7. Mirnodopsko stanje i politička stabilnost 3.8. Ostali resursi

Izvor : izrada autora prema Kušen (2002.)

3.4 Turistička destinacija

Destinacija je skup turističkih sistema i ista je definirana u prostoru svojih karakteristika poznatih kao 6.A (Cooper, Fletcher, Gilbert, Shepherd, Wanhill 1998; Buhalis, 2000):

Tabela 5. Karakteristike turističke destinacije 6.A

Attractions - Atrakcije	Accessibility - Pristup	Activities-Aktivnosti u destinaciji, marketing, razvoj, koordinacija
Amenities - Receptivni sadržaji	Available packages - Paket aranžmani	Ancillary - Pomoćne usluge

Izvor: izrada autora prema (Cooper, Fletcher, Gilbert, Shepherd, Wanhill 1998; Buhalis, 2000)

3.4.1. Destinacijski menadžment

Upravljanje odredištem je „koordinirano upravljanje svim elementima koji čine turizam jedne turističke destinacije ili odredište (atrakcije, sadržaji, pristup, marketing i cijene) .Odgovorno i održivo upravljanje destinacijom treba podrazumijevati proces koji učinkovito i skladno se bavi interakcijama između posjetitelja, industrije koja im služi. Zatim zajednice i okoliša koja ih ugošćuje u širem smislu (prirodni i kulturni resursi). (UNWTO, 2019.). Destinacijski menadžment ili skraćeno (DMO), – upravljanje destinacijom kroz aktivnosti dionika (stakeholder) destinacije s ciljem razvoja partnerstava i konkurentnost na globalnom tržištu. Destinacijski menadžment je pojam i aktivnost



koja se sve češće upotrebljava i koristi u kontekstu suvremenog turizma. Zbog složenosti turističkih proizvoda, sve zadaće destinacijskog menadžmenta je potrebno pažljivo planirati, organizirati, voditi i kontrolirati, uz vrlo visoku razinu brige o ljudskim resursima. (Magaš, Vodeb i Zadel, 2018.). Temeljnim zadaćama menadžmenta i menadžmenta turističke organizacije možemo smatrati (Magaš, Vodeb i Zadel, 2018.): osiguranje normativnog okvira, osiguranje kooperativnog i složnog djelovanja različitih grupa u sustavu organizacije, osiguranje strateške konkurentnosti i povećanje vrijednosti preduzeća i destinacije.

3.4.2 Konkurentnost turističke destinacije

Konkurentnost turističke destinacije, postala je, kako za znanstvenu javnost tako i za turističke destinacije, vrlo važan predmet istraživanja. Konkurentnost turističke destinacije predstavlja sposobnost da destinacija poveća turističku potrošnju. Destinacija treba da privlači znatno više turista pružajući im iskustva i doživljaje koji ih zadovoljavaju i koji se pamte, a da to istovremeno rade na profitabilan način uz poboljšanje stanja stanovnika destinacije. i očuvanje resursa za buduće generacije. (Čorluka, 2019.). Kada razmatramo procese upravljanja destinacijskog menadžmenta sa aspekta konkurentnosti destinacije imamo pet vrsta aktivnosti destinacijskog menadžmenta koji imaju potencijalno važnu ulogu (Dwyer i Kim, 2003.): **utjecaj na konkurentnost destinacije, upravljanje destinacijskim marketingom, planiranje i razvoj destinacije, organizacija destinacijskog menadžmenta, razvoj ljudskih resursa i upravljanje okolišem.** Autorski dvojac Dwyer i Kim, navedeno prema Čorluka (2019.), uvode novu odrednicu konkurentnosti turističke destinacije pod kategoriju „uvjeti potražnje“. Uslovi koji podrazumijevaju: **svijest o turističkoj destinaciji u očima potencijalne potražnje, percepcije potražnje o destinaciji i preferencije potražnje.** Svijest o destinaciji generirati će se putem adekvatnih reklamnih aktivnosti, što će za posljedicu imati u očima potražnje stvoriti određenu percepciju o destinaciji te utjecati na broj posjeta.

3.4.3 Marketing menadžment turističke destinacije

Moderna koncepcija marketinga, shvaća marketing kao koncepciju upravljanja destinacijom u kojoj su u interesu ciljeva destinacije. Obuhvaćaju sve aktivnosti dosljedno usmjerene prema sadašnjim i budućim zahtjevima tržišta. Glavni cilj je usmjeravanje svih aktivnosti destinacije prema tržištu. Koncepcija marketinga turističke destinacije treba da bude usvojeni dokument po kojem se realizira marketing turističke destinacije. Dokument za koji postoji obveza konstantne provjere i čija se uspješnost dokazuje na tržištu a odvija najčešće u pet faza (Magaš, Vodeb i Zadel, 2018.): analiza; koncepcija; oblikovanje; realizacija i kontrola.

Tabela 6. Analiza okruženja, analiza tržišta i analiza destinacije.

Analiza okruženja		
Bližeg okruženja - lokalne prilikama		Daljeg okruženja
Struktura stanovništva, položaj, klima, pristupačnost,		Lokalne, regionalne i nacionalne prilike i politiku
Općim gospodarskim razvojem: konjunkturu, stanjem dohotka, uključujući nezaposlenost kao indikator opće potražnje za putovanjem, cijenama i inflacijom,		Trendovi na međunarodnom turističkom tržištu s posebnim osvrtom na kretanja na primarnim tržištima destinacije
Općim turističkim trendovima: smanjenjem ili povećanjem broja putovanja, novim prijevoznim sredstvima,		Kretanja na tržištima od posebnog značaja za destinaciju.
Tehničkim razvojem: novim tehnologijama, kompjutorskim rezervacijama i sl.		Globalne trendove na međunarodnom turističkom tržištu
Analiza tržišta	Analiza konkurentnosti turističke destinacije (naći adekvatne destinacije za usporedbu sa sličnom strukturom)	Analize turističkih destinacija konkurencije



Kretanje broja turista	Položajem (geografskim)	preuzima se isti proizvod ili koncepcija konkurencije,
Prosječnu dužinu boravka	Ukupnog broja posjetitelja	modificira se ponuda konkurencije,
Broj turističkih noćenja	Veličinom	traži se „rupa na tržištu“, razvija se strategija kakvu konkurencija nema.
Kretanje broja turista	Dobiti dovoljno informacija o konkurentnoj destinaciji,	
Motive dolaska i vrstu putovanja	Doći do odgovarajućih zaključaka za svoju destinaciju.	
Sezonalnost	Analiza konkurentnosti destinacije podrazumijeva analizu osnovna obilježja turističke ponude a najčešće:	
Socio-demografska obilježja turističke potražnje	Osnovne zemljopisne značajke i dostupnost	
Organizaciju putovanja	Turistička resursna osnova destinacije	
Organizacija prijevoza	Lokalna turistička organizacija	
Vrsta smještaja	Turistička nadogradnja	
Način prehrane	Turistički „imidž“ destinacije	
Turistička potrošnju	Turistička resursna osnova destinacije	
Izvor: izrada autora prema Magaš, Vodeb i Zadel (2018.).		

Na osnovi analize okruženja, tržišta i destinacije slijedi jedna od najvažnijih faza marketinškog menadžmenta – strateška dijagnoza, tj. interpretacija podataka. Na taj se način uviđaju vlastite mogućnosti i razvija marketinška strategija putem mnogobrojnih modela.

Tabela 7. Faze razvoja marketinške strategije

Strateški marketing ciljeve turističkoga razvoja i marketinških aktivnosti destinacije	
Ciljevi turističkoga razvoja i marketinških aktivnosti	Strategije marketinga destinacije.
Ciljevi u odnosu na proizvod	Strategiju pozicioniranja
Ciljevi u odnosu na tržišta	Strategiju proizvoda
Ciljevi u odnosu na tržišnu promociju.	Strategiju tržišta
	Strategiju promocije.
Izvor: izrada autora prema Magaš, Vodeb i Zadel (2018.).	

U trećoj fazi (oblikovanje) konkretizira se i oblikuje strateška koncepcija, proizvodna, prodajna i komunikacijska politika. Koja izravno prelazi u realizaciju (četvrta faza realizacija). Peta faza (kontrola) ne smatra se uvijek samostalnom (dijelom spada i u četvrtu fazu), krajnja kontrola zapravo ima najvažniju zadaću. Samo ako se što točnije i brže kontrolira, marketinške su mjere bile uspješne. Inače, kontrola je marketinga sastavni dio svih razina marketinškog menadžmenta. (Magaš, Vodeb i Zadel, 2018.).

3.4.4 Brendiranje turističke destinacije

Brendiranje turističke destinacije predstavlja dalji proces nadgradnje marketinga i menadžmenta turističke destinacije. Sam proces rada na brendiranju turističke destinacije predstavlja sredstvo ostvarivanja veće prepoznatljivosti iste među mnogima. Prema autorima Cotleru i Kelleru brend možemo definirati na sljedeći način: "Brend predstavlja marku, ime, pojam, termin, znak, simbol, dizajn i kombinacija svega navedenog, čija je namjena identificiranje dobara ili usluga jednog



poslodavca (proizvođača, ponuđača, prodavača) ili grupe te njihovo razlikovanje od konkurencije.” (Cotler i Keller 2008.). Brendiranje predstavlja dugotrajan proces izgradnje i planiranja kvaliteta unutar turističke destinacije (Jakičić, Lončarić i Bolfek 2012.). Ovaj proces ima četiri ključne faze: identificiranje i osnivanje pozicije brenda, planiranje i implementacija marketing programa brenda, mjerenje i interpretiranje performansi brenda i razvijanje i održavanje vrijednosti brenda. Cilj je brendiranja otkriti i istaknuti jedinstvene attribute određene destinacije, te je na taj način učiniti prepoznatljivom i drugačijom od ostalih, odnosno utjecati na povećanje broja turista. Brendiranje ima za cilj porast inozemnih ulaganja, očuvanje i promicanje vlastitog identiteta i tradicije. Brendiranje pridonosi jačanju kvalitete življenja općenito imidža destinacije. Izradi konačnog brend koncepta prethodi golemi istraživački i praktični rad, iskustvo u kreiranju turističkih proizvoda izradi strateških marketinških planova na području turizma (Tomljenović, 2003).

3.5 Suvremeni sport

Suvremeni sport danas predstavlja ogroman prostor koji je karakteriziran svojom poticajnosti, masovnošću, popularnošću, sveprisutnosti, komunikativnosti, važnosti, atraktivnosti. Kao takav, u suvremenom društvu sport postaje predmetom interesa raznih profila naučnika. Sport je, „jedna od temeljnih društvenih institucija. Sport je društveni fenomen i integralni dio suvremenog društva pa stoga postaje predmetom zanimanja za istraživanje sociologa (Perasović i Bartoluci, 2007.). Isto tako, sport je institucionalizirana natjecateljska aktivnost jer se temelji na standardiziranim, unaprijed određenim pravilima, a uključuje snažno tjelesno naprezanje ili upotrebu relativno kompleksnih tjelesnih vještina u kojem je sudjelovanje motivirano kombinacijom osobnog zadovoljstva i vanjskih nagrada. (Coakley i Pike, 2014.). Fenomen suvremenog sporta izrazito je višeznačan, odnosno njime se može baviti s fizikalno-motoričkog stanovišta. Sport se istodobno može promatrati, kao i profesija, privredna djelatnost i kao širi društveni i humanistički fenomen. Može se zaključiti kako sport uključuje mnoge znanstvene discipline s kojima je interdisciplinarno povezan, ali se jasno povezuje i obuhvaća poslovnu djelatnost. U tom smislu sport obuhvaća osim aktivnosti i poslovno poduzetništvo, profitno i neprofitno, usmjereno na rekreaciju, kineziterapiju, natjecateljske sportove, znanost i edukaciju i na slobodno vrijeme. **Sport kao kompleksan pojam može biti shvaćen i kao aktivnost i kao djelatnost.** Brojni i razni pristupi sportu, njegovo različito shvaćanje i posljedično, njegovo različito definiranje, rezultira potrebom za uvođenjem sustavne koncepcije. Koncept koji bi pridonio boljem sagledavanju (općeg) značenja, a samim tim i uloge sporta u životu pojedinaca i društva u cjelini (Novak, 2006.).

3.5.1. Sportska takmičenja, sportsko rekreacijski događaji

Sportska takmičenja su dio svakodnevnice suvremenog društva. Dio su svakodnevice medijskog izvještavanja, privrednog i društvenog angažmana u manjoj i većoj mjeri. Koliki je taj prostor unutar svakodnevnih aktivnosti manje ili šire društvene zajednice je uvijek povezan za značajem nekog sportskog takmičenja ili sportsko rekreacijske manifestacije. Shodno tome mnogi autori su se bavili proučavanjem sportskih takmičenja i sportskih događaja. Kao rezultat tog rada nastala je podjela sportskih takmičenja i sportskih događaja. Vrste sportskih takmičenja i vrste sportskih događaja (Gammon, 2020):

Tabela 8. Vrste sportskih takmičenja i vrste sportskih događaja (Gammon, 2020):

•Specijalni (posebni) sportski događaji	•Sportski događaji njegovanja sportske historije (baštine), sportske parade i sportski festivali
•Mega Sportski događaji (Olimpijske igre, Paraolimpijske igre, Svjetska nogometna prvenstva)	•Sportski događaji manjeg formata (sportsko rekreacijski događaji)
•Hallmark sportski događaji (Roland Garros Otvoreno prvenstvo Francuske u tenisu, Londonski Maraton)	

Izrada autora prema Gammon, 2020).



Tabela 9. Obilježja sportskih događaja na osnovu literature - obilježja sportskih događaja kako ih percipira javnost.

	<i>Obilježja sportskih događaja na osnovu literature</i>	<i>Obilježja sportskih događaja kako ih percipira javnost</i>
1	Privlačenje turista ili razvoj turizma	Broj sudionika
2	Ograničenog trajanja	Međunarodna pozornost
3	Biti jedinstvena jednokratna ili rijetka pojava	Poboljšanje imidža i ponosa regije domaćina
4	Podizanje svijesti, imidža ili profila regije	Uzbudljivo iskustvo
5	Privlačenje medijske pažnje	
6	Imaju veliki ekonomski utjecaj	
7	Biti neobičan ili jedinstven	

Izvor: izrada autora prema Jago i Shaw (1999.), Gammon (2020.).

3.5.2 Suvremeni sport i turizam – Pojam, nastanak oblici i definicija sportskog turizma

Ukoliko želimo ukratko opisati i objasniti sportski turizam možemo navesti da je sportski turizam pojava sa mnogo lica i puno definicija. Prije nego objasnimo pojavnost i oblike sportskog turizma potrebno je objasniti u formi definicije šta je sportski turizam. Prva akademska publikacija o sportskom turizmu pojavila se 1966. zahvaljujući britanskom središnjem vijeću za fizičku rekreaciju (Anthony, 1966.). Godine 1970. Williams i Zelinsky proučavali su potencijal mega-sportskih događaja. Tijekom osamdesetih godina akademici su se u svojim istraživanjima fokusirali na ekonomske koristi ove vrste sportskih događaja. Od devedesetih godina, polje interesiranja i istraživanja je raslo i diversificiralo svoj interes, usprkos istraživanju definicija ovog polja, sportskog turizma još uvijek je donekle ne definirana. (Sánchez, Leal, Medina, Mansilla, Travé, Milano i Soro, 2018.). „Putovanje temeljeno na slobodnom vremenu koje pojedince privremeno odvodi izvan njihovog doma zajednice za sudjelovanje u fizičkim aktivnostima, za gledanje fizičkih aktivnosti ili za štovanje atrakcije povezane s tjelesnim aktivnostima” (Gibson, 1998.). Ovom definicijom Gibson objedinjuje prethodno spomenuto i ukazuje na tri različite potkategorije sportskog turizma: Aktivni sportski turizam, preradbeni (event) sportski turizam, i nostalgijski sportski turizam. Sportski turizam je specifični oblik turizma u kojem je sport glavni motiv putovanja i boravaka turista u određenoj turističkoj destinaciji Bartoluci” (Bartoluci, 2004.); „Turizam i sport su vrlo slični sijamskim blizancima. Obje pojave su ključne komponente jedne nove svjetske kulture u nastajanju, koja pomaže da putovanja i sportski događaji čine svijet manjim mjestom”. (Keller, 2002.).

3.5.3 Nastanak sportskog turizma

Sportski turizam, turistička kretanja koje je inicirao sport možemo identificirati kao konkretan i činjenični motiv vezan za turistička putovanja. Putovanja povezanim sa posjetom drevnih Olimpijskih igara radi sudjelovanja na sportskim natjecanjima u Olimpiji. Povijest turističke mobilnosti uzrokovane sportskim aktivnostima datira još od 776. prije nove ere (Yildiz, 2015.). Entuzijazam za sport je bio raširen čak i u šesnaestom stoljeću na francuskim dvorovima, u Engleskoj, Španiji, Italiji, Njemačkoj. Javni sportovi na otvorenom, događaji su privlačili sudionike i gledatelje bez razlike u klasi. U Kraljevoj deklaraciji o sportu (1617.), James I., pokušao je napraviti razliku između dopuštenih i nedopuštenih sportova. Naglasio je umjereno 'zakonito' provoditi rekreaciju za svoje 'dobre ljude', potrebu za bavljenjem iste radi povećanja za pripravnosti vojske te promicanje igara i sporta nedjeljom i blagdanima (Huggins, 2017.). Golf je bio jako popularna



igra već u 17. stoljeću, igra se još uvijek igrala na javnom terenu koristeći sve vrste improvizirane opreme, (Lowerson, 1994.). Prva službena pravila za golf su napisana u Leithu, primorskom odmaralištu vrlo blizu Edinburgha sredinom 18. stoljeća, 1744. (Green, 1987.).

Sportski turizam ukoliko promatramo korijene i prve oblike pojavnosti, vežu se za Antičku Grčku. Sport nakon toga ostaje prisutan globalno, do održavanja prvih modernih Olimpijskih igara. U periodu srednjeg vijeka sport pratio razvoj društva i čovjeka i stvorio prve oblike sportske rekreaciju koju poznajemo danas. Sva kretanja sportaša, turista posjetitelja od prvih obnovljenih modernim Olimpijskih igara Atena 1894. pa sve do današnjih Olimpijskih igara podrazumijevala je veliki angažman asocijacija velikih društvenih zajednica i ekonomija za organizaciju i realizaciju tako velikog sportskog događaja. Sva ta kretanja možemo i sagledavamo kao prostor sportskog turizma, koji sa svojim efektima djeluje mnogo šire i kompleksnije na čovjeka, društvo i ekonomiju. Danas kroz brojne radove autora i sportski turizam osim svoje rane pojavnosti u povijesti čovječanstva i sveopćom prisutnošću i poliranošću predstavlja snažan prostor komunikacije i promocije. „Općenito govoreći, doprinos sporta, aktivnim i pasivnim sudionicima, široko je priznat i prihvaćen.“ (Zauhar, 2004). Činjenica je da sport priznat i prihvaćen od svojih samih početaka do danas turizam i turističke destinacije trebaju i dalje graditi simbiotičke modele održivog rasta turizma i sportskog turizma. „Sport je postao sve važniji element u turističkoj industriji, a 'potrebe' turista često se identificiraju međunarodnim pružanjem sportskih sadržaja i iskustava. Ta područja uključuju razvoj sportskih odmarališta i sportskih odmora (uključujući krstarenja); izgradnju sportskih muzeja, mnoštvo multi-sportskih festivala i svjetskih prvenstava, kao što su Olimpijske igre i Svjetsko prvenstvo i sportskih objekata u nacionalnim parkovima“ (Redmond, 1991).

3.5.4 Suvremeni sportski turizam

„Današnje potrebe za putovanjem uglavnom je stvorilo društvo, a pečat im daje svakodnevica. Ljudi putuju jer se ondje gdje žive više ne osjećaju dobro; ondje gdje rade i ondje gdje stanuju. Prije im je potrebno odvajanje od tereta koji ih svakodnevno pritišću na radu, u vlastitu stanu, u slobodnom vremenu, da bi nakon toga mogli krenuti dalje. Radom sve više ovladava tehnika. Rad mora biti sve funkcionalniji, njime sve više upravljaju drugi. Ljudi osjećaju jednoličnost dnevnih zbivanja, hladnu racionalnost tvornica, ureda, stambenih zgrada i prometnih postrojenja, osjećaju osiromašivanje međuljudskih odnosa, potiskivanje duše, gubitak prirode i prirodnosti. (Krippendorf, 1986). Sportski turizam, predstavlja selektivni oblik turizma koji osim svog konstantnog rasta unutar same grane turizma pojavljuje se u formama i pod nazivima drugih oblika selektivnog turizma. Zbog svoje povezanosti sa Vrhunskim i amaterskim sportom ima posebnu privlačnost i atraktivnost. „Sportski turizam je složen fenomen koji nije samo jednostavan zbroj sporta i turizma. Sličan i drugačiji od sporta i turizma pojedinačno, sportski turizam je višestruk i postoji pod različitim oblicima i imenima. Sudionici putuju kako bi sudjelovali u sportu, gledati sport i posjetiti sportske atrakcije. Ovisno o različitom sudjelovanju (aktivni ili pasivni) i motivacijski čimbenici, sportski turisti susreću se s različitim iskustvima kao Krajnja vrijednost koju traže. Sportsko turističko iskustvo doista je složena (i) pojedinačna konstrukcija koja uključuje Motivacijske, emocionalne, socijalne, ekološke, organizacijske i fizičke osobine.“ (Perić i sur., 2018).

3.5.5 Oblici turizma i sportski turizam

Po klasifikaciji Svjetske turističke organizacije, UNWTO (2019.), te predloženim definicijama, unutar suvremenog turizma postoji 14 vrsta prostora istog sa uspostavljenim definicijama, selektivnih oblika turizma, uključujući i sportski turizam:

**Tabela 10: Klasifikacija Svjetske turističke organizacije ,UNWTO (2019.),**

Kulturni turizam	Medicinski turizam
Ekoturizam	Poslovni turizam može biti spojen sa svakim selektivnim oblikom turizma
Ruralni turizam u definiciji UNWTO obuhvaća sportsko rekreacijsku aktivnost ribolov.	Gastronomski turizam;
Avanturistički turizam Pustolovni turizam u definiciji UNWTO obuhvaćen sport	Obalni, pomorski i turizam na unutarnjim vodama u definiciji UNWTO obuhvaćen sport;
Zdravstveni turizam	Gradski turizam
Wellness turizam, u definiciji obuhvaćen sport	Planinski turizam u definiciji UNWTO obuhvaćen sport
Edukacijski obrazovni turizam , u definiciji UNWTO obuhvaćen sport;	Sportski turizam

Izvor: izrada autora prema „Svjetska turistička organizacija ,UNWTO (2019.),

Ukratko ukoliko kroz prisutnost sporta i sportsko rekreacijskih aktivnosti po zvaničnoj podjeli turizma na 14 oblika kroz analizu njihovih definicija po UNWTO klasifikaciji. Unutar tih 14 oblika, u 6 selektivnih oblika turizma imamo veću ili manju zastupljenost sporta i sportsko rekreacijskih aktivnosti kroz definirane prostore uz sam sportski turizam. Shodno navedenom sportski turizam predstavlja veliko dio turističkog prostora i snažan alat u smislu integralnog razvoja turizma u cijelosti. Kako bi bilo jasnije shvatili o kakvim se turističkim kretanjima radi, odnosno u kakvim uvjetima djeluju sportski stručnjaci u turizmu treba definirati pojam sportskog turizma i sportskih stručnjaka u turizmu bez kojih isti ne bi bio izvodiv niti atraktivan. Sportski turizam svrstavamo u tzv. specifične oblike turizma koji se zasnivaju na motivaciji za putovanjem. Važno je za njihovo razlikovanje u kojoj motivacija za putovanjem i sadržaj boravka u određenoj turističkoj destinaciji jeste sport i sportsko-rekreacijska aktivnost. Tako sportski turizam definiramo kao „turizam u kojem je sport glavni motiv putovanja i boravka turista u turističkom odredištu.“ (Bartoluci, 2003). Sportski se turizam pojavljuje u različitim oblicima i to: Takmičarski sportski turizam, Zimski sportsko-rekreativni turizam i Ljetni sportsko-rekreativni turizam. Pod pojmom takmičarski sportski turizam podrazumijevaju se "sva putovanja radi učestvovanja u određenim sportskim takmičenjima (nadmetanjima), od domaćih do međunarodnih" (Bartoluci, 2003.). Osnovni motiv putovanja jeste neka sportska manifestacija (Sportski događaj), bilo da učesnici aktivno učestvuju u njoj (sportaši) ili su pak, pasivni učesnici (gledaoci). S druge strane, sportsko-rekreativni turizam podrazumijeva bavljenje turista tim aktivnostima, odnosno „kao motiv turističkih putovanja u suvremenom turizmu sve se više javlja sportska rekreacija kojom se aktivno bave turisti na odmoru. Sportska rekreacija po pravilu nema ni takmičarski niti gledateljski karakter. To je sportska aktivnost turista izabrana po sopstvenom izboru sa svrhom zadovoljavanja potreba za kretanjem, igrom, aktivnim odmorom i razonodom.“ (Relac i Bartoluci, 1987). Zimski sportsko-rekreativni turizam se najčešće upražnjava u planinskim zimskim centrima, kao i na moru, a ljetni na moru, u planinama, na rijekama, jezerima i sl. Postoje sportsko-rekreativne aktivnosti karakteristične za pojedinu sezonu, pa se tako u okviru zimskog sportsko-rekreativnog turizma pojavljuje se : skijanje, skijaško trčanje, klizanje, sportske igre na snijegu i ledu i druge. Okvir ljetnog sportsko-rekreativnog turizma pojavljuje se: šetnja, trčanje, planinarenje, sportovi na vodi, sportske igre, golf, tenis, jahanje itd. (Bartoluci, 2003). Zato se naš interes kao društva ogleda u dijelu sportskog turizma u kojem se turisti pojavljuju kao aktivni učesnici u raznim sportsko-rekreativnim aktivnostima u kojima je uloga sportskih stručnjaka ovdje izuzetno naglašena. Oni su ti koji kreiraju, organiziraju, ali i provode brojne sportsko-rekreativne programe koji se pružaju u okviru sportsko-rekreativnog turizma. Neki od sportsko-rekreativnih programa koji se obavljaju kao sastavni dio turističke ponude su (Bartoluci, 2003):

**Tabela 11. Uloga sportskih stručnjaka**

Iznajmljivanje različitih sportskih objekata,	Sportske igre, turniri i razna takmičenja,
Korištenje sportskih objekata i opreme,	Sportsko-zabavne atrakcije
Škole učenja raznih sportskih vještina,	

Izvor: izrada autora prema . (M. Bartoluci, 2003.).

Sastavni dio turističke ponude predstavljaju sportski i sportsko - rekreativni programi. S obzirom na njihovu raznolikost i specifičnost, stručnjaci koji mogu kvalitetno kreirati, organizirati, ali i provoditi ovakve programe moraju biti stručno usavršeni. Pri tome je naglašena uloga sportskih animatora kao nositelja programa sportske animacije. Uloga sportskih animatora se ne svodi samo na poznavanje sportskih aktivnosti nego i svih drugih aktivnosti animacije te komunikacije s gostima, zahtjevi koji se postavljaju pred njih su dosta visoki. Pored specifičnih znanja i vještina turizma i sportsko-rekreativnih programa moraju posjedovati određene psihofizičke osobine, talent i osjećaj za kontakt s gostom, turistom kao i određeni nivo sportskog obrazovanja.

3.6. Avanturistički i pustolovni turizam. Pustolovni i avanturistički turizam razlike i podjela.

Geografski položaj te prirodno klimatska obilježja kako za Bosnu i Hercegovinu tako i za susjedne zemlje iz okruženja avanturistički turizam predstavlja idealan prostor za promoviranje lokalne zajednice i pozitivnu promjenu u broju posjetitelja određenog geografskog prostora . Svjetska turistička organizacija u podjeli turizma obuhvata avanturistički turizam i isti definira. Što bi to bio pustolovni turizam ? Odgovor na ovo pitanje je donijelo: Svjetsko Udruženje pustolovnog turizma (Adventure Travel Trade Association, ATTA), **koje definira avanturistički turizam, kao putovanje koje uključuje sljedeća tri elementa: fizičku aktivnost, prirodno okruženje i kulturno uranjanje.** Dok za definiranje pustolovnog turizma, Svjetsko Udruženje pustolovnog turizma, po njihovoj klasifikaciji **i definiciji, pustolovni turizam predstavljaju aktivnosti koje zahtijevaju dvije komponente: fizičku aktivnost i prirodno okruženje.** Putovanja koja uključuju sve tri dimenzije obično nude turistima najpotpunije iskustvo avanturističkog putovanja. Avanturistički turizam može biti domaći ili međunarodni. Kretanja i sva putovanja u turizmu , da bi bili prepoznata kao turistička aktivnost moraju ista uključivati noćenje, ali ne trajati dulje od godinu dana. „Avanturistički turizam je svjetska industrija s ukupnim godišnjim prometom od oko 1 bilijun američkih dolara (Buckley, 2010). Samo u SAD-u, opseg sektora turizma na otvorenom procijenjen je na 730 milijardi američkih dolara godišnje (Udruga Outdoor Industry Association, 2007.). Čini se da postoji nekoliko razloga za snažan rast podsektora avantura u turističkoj industriji. Rekreativna na otvorenom u zemljama u razvoju postaje sve više komercijalizirana, jer stanovništvo u sve više urbaniziranim sredinama . Rekreativna oprema je postala softiciranija i skuplja. A kako su velike zemlje u razvoju, poput Kine i Indije, postale bogatije, stvorile su velike domaće industrije avanturističkog turizma.“ (Buckley, 2010)

3.6. 1 Vrste avanturističkog turizma

Dvije su glavne kategorije pustolovnih aktivnosti, (HARD) teški avanturistički turizam ili (SOFT) meki avanturistički turizam .Najlakši način da se pustolovno putovanje identificira kao tvrda ili meka avantura je njegova primarna aktivnost. To su aktivnosti visokog rizika i zahtijevaju visoku razinu specijaliziranih vještina, Teška avantura dok „SOFT“ meki avanturistički turizam sudjelovanje u istom ne zahtjeva. Za bolje razumijevanje podjele u avanturistički sport je podijeljen na sljedeći način Aktivnosti u avanturističkom sportu:

**Tabela 12. Vrste avanturističkog turizma**

Aktivnosti koje pripadaju avanturističkom sportu sa klasifikacijom na laki i teži oblik avanturističkog turizma . Oznaka drugi označava aktivnost koja spada u drugi vid turističke aktivnosti turista u turističkoj destinaciji .	
Aktivnost	Tip po težini angažmana učesnika-ca
Arheološke ekspedicije	Soft
Učestvovanje u festivalima- sajmovima	Drugi
Backpacking- turizam s naprtnjačom(ruksak)	Soft
Birdwatching- Promatranje ptica	Soft
Camping Kampiranje	Soft
Canoeing- Vožnja, kanuom	Soft
Istraživanja špilja	Hard
Climbing A penjanje, planine stijene ledene plohe	Hard
Cruise Krstarenje	Drugi
Kulturne aktivnosti	Drugi
Eko turizam	Soft
Edukacijski programi	Soft
Ekološki održive aktivnosti	Soft
Pecanje / Pecanje na mušicu	Soft
Upoznavanje mjesta	Drugi
Planinarenje	Soft
Jahanje	Soft
Lov	Soft
Kajak/more/rijeka	Soft
Učenje novog jezika	Drugi
Orijentiranje -Orienteering	Soft
Rafting	Soft
Istraživačke ekspedicije	Soft
Safari	Soft
Jedrenje	Soft
Ronjenje na bocu	Soft
Ronjenje s disaljkom	Soft
Skijanje daskanje	Soft
Surfanje	Soft
Treking	Hard
Pješačke ture	Drugi
Posjete prijateljima – posjete porodici	Drugi
Posjete historijskim mjestima	Drugi
Volonterski turizam	Soft

Izvor: izrada autora prema : Udruženje za pustolovna putovanja (ATTA) ATTA klasifikaciji i Classification by The George Washington University (GW), the Adventure Travel Trade Association (ATTA), and Xola Consulting (Xola) Adventure Travel Market in 2009.

3.7 Učinci sportskog turizma

Ukoliko sagledamo utjecaje sporta na užu i širu društvenu zajednicu, doći ćemo do zaključka da isti ima utjecaj na društvene i ekonomske stanja i tokove društva. Na tim područjima sport ima određene društvene (humanističke) i ekonomske funkcije (Relac i Baroluci, 1987.). Tako da utjecaj sporta u društvu djeluje na iste prostore kao i turizam. Radom na daljim istraživanjima vezanim za ekonomske utjecaje sporta u razvijenim zemljama autor Bartoluci (2003.), donosi zaključke na osnovu istraženih činjenica da sport u razvijenim zemljama generira brojne ekonomske učinke pa time postaje važan faktor u ekonomskom razvoju. Ekonomski učinci sporta ostvaruju se na makro i mikro razini (Bartoluci,2003).

**Tabela 13. Ekonomski učinci sporta**

Ekonomski učinci sporta	
Makroekonomski učinci sporta se ogledaju u:	Mikroekonomski učinci sporta se ogledaju u:
Industiji sportskih proizvoda	Sportskim organizacijama
Trgovina sportskih proizvoda	Sportskim preduzećima
Graditeljstvo sportskih objekata	Velikih sportskih priredbi
Turizmu	
Povećanju proizvodnosti (produktivnost)	
Smanjenju troškova bolovanja	
Organizaciji velikih sportskih priredbi	

Izvor: izrada autora prema (Bartoluci,2003.).

3.8 Ekonomski učinci i neekonomski učinci sportskog turizma

Funkcije turizma pojašnjene su osnovne funkcije turizma utjecaja na društvenu zajednicu. Donosi činjenice vezane za učinak sporta na društvenu zajednicu u oba utjecaja dokazano je da stvara efekte na društvene (humanističke) i ekonomske i vrši jake utjecaje na tokove i kretanja unutar društva u cjelini.

Tabela 14. Društvena funkcija sportskog turizma

Zdravstvena funkcija	Zdravstvena funkcija sporta i rekreacije najbolje ostvaruje u prirodi na otvorenom(sunce, voda i zrak) postaje vrlo jak motiv za putovanje i postaje snažan impuls razvoja turizma. Brojna istraživanja dokazuju da bavljenje sportom i sportskom rekreacijom sprječava bolesti suvremenog društva(mišićno - skeletnog i srčano žilnih sustava, duševnih bolesti i poboljšava funkcionalne sposobnosti čovjeka. Najvažnija zdravstvena funkcija sporta je da različitim sportskim i rekreacijskim programima pozitivno djeluje na očuvanje i poboljšanje zdravlja turista
Odgojno	Sportski turizam Sport i sportska rekreacija ima obrazovnu funkciju koja se manifestira učenjem novih vještina (tenis, golf ,skijanje, jahanje, jedrenje itd. Istodobno ova funkcija ne djeluje ne samo obrazovnu razinu turista, nego djeluje i odgojno kroz prostor stvaranja navika za bavljenje određenim sportom
Obrazovna (edukacijska)	Edukacijska funkcija sportskog turizma se ogleda u upoznavanju, novih kultura, religija itd.
Socijalna	Tokom aktivnosti u sportskom turizmu (sportu, sportsko rekreacijskim aktivnostima za vrijeme odmora ljudi se upoznaju, zbližavaju bez obzira na socijalne i druge razlike.
Politička	Sportska i sportsko rekreacijska takmičenja podrazumijeva putovanja u druge države, Sport je poslanik mira među državama i ljudima. Sportska dostignuća su najbolja promocija zemlje.

Izvor: izrada autora prema (Bartoluci i Čavlek 2007.).

**Tabela 15. Ekonomske funkcija sportskog turizma**

Devizna funkcija	Visoki devizni učinak
Funkcija u zapošljavanju	Zapošljava veliki broj radnika (radno intenzivna djelatnost)
Funkcija razvoju nerazvijenih i ruralnih krajeva	Pokretač razvoja nerazvijenih krajeva i područja
Multiplikativna funkcija	Multiplikator, faktor razvoja svih djelatnosti, poljoprivreda, prodaja i iznajmljivanje opreme, trgovina, promet, ugostiteljstvo i drugo
Konverzijska funkcija	Komparativne prednosti putem kojim se mogu iskoristiti resursi koji nemaju karakter robe (sunce, rijeka, planina kulturno – povijesna baština itd.

Izvor: izrada autora prema (Bartoluci i Čavlek 2007.).

3.9 Rezultati istraživanja o učincima sporta i sportskog turizma u sinergiji s zvaničnim politikom upravljanja. Geografsko ekonomski prostor Evropske unije i zemalja evropske unije. Geografsko ekonomski prostor Bosne i Hercegovine

3.9.1 Rezultati istraživanja o učincima sporta i sportskog turizma u sinergiji s zvaničnim politikom upravljanja. Geografsko ekonomski prostor Evropske unije i zemalja evropske unije Geografsko ekonomski prostor evropske unije. 3.2

Ključni statistički podaci. U 2022. godini, u EU je sektoru sportskih aktivnosti bilo oko 190.000 poduzeća koja su generirala približno 29 milijardi eura dodane vrijednosti (value added) i 60 milijardi eura ukupnog prometa (turnover). U EU-u je u 2023. godini bilo oko 1,5 do 1,6 milijuna zaposlenih u sportskom sektoru, što iznosi približno 0,8 % ukupnog zaposlenja. Vlade EU su u 2023. godini izdvojile ukupno €67,6 milijardi za usluge rekreacije i sporta, što čini oko 0,8 % ukupnih državnih izdataka, odnosno oko 0,4 % BDP-a EU-a. Prema izvješću, doprinos sporta ukupnom BDP-u EU-a iznosi otprilike 2,12 %, dok je doprinos sportu zaposlenju oko 2,7 % (na temelju starijih podataka za 2012. godinu), znači da je otprilike svaki 47., euro i svaki 37., zaposleni u EU-u povezan sa sportom. Kod kućanstava EU, u 2020. godini prosječno 1,2 % ukupne potrošnje kućanstava odlazilo je na sportske proizvode i usluge, s velikim razlikama među državama članicama.

3.9.1.1 Veličina tržišta sportskog turizma u Europi. Doprinos sportskog turizma u EU ekonomiji

Prema analizi tržišta, tržište sportskog turizma u Europi je 2023. procijenjeno na 259.324,1 milijuna dolara(USD). Očekuje se da će do 2030. narasti na 812.385,7 milijuna dolara(USD), uz prosječnu godišnju stopu rasta (CAGR) od ~ 17,7 % u razdoblju 2024-2030. Prema drugom izvoru (Tornos News), sport-turizam čini oko 10 % ukupne globalne turističke potrošnje. Europa se navodi kao regija s najvećim udjelom u globalnom sportskom turizmu. Na primjer: izvještaj navodi da je Europa predviđena da preuzme ~ 57 % tržišnog udjela za sportski turizam u razdoblju 2020-2025. (news.itb.com). Zbog važnosti posjedovanja još preciznijeg statističkog praćenja sportskog turizma postoji inicijativa za usklađivanje statistike sporta na razini EU kako bi se dobile usporedivije slike kroz projekt: ("harmonising sports statistics") „Harmonizacija statistike sporta“ (sport.ec.europa.eu). Zbog navedenih izazova prikupljanja podataka, podaci za sportski turizam su specifični su, pa se često koriste širi podaci iz prostora sport i turizam. Treba navesti kako već sada Evropska unija ubog važnosti sportskog turizma realizira solidno statističko praćenje kretanja unutar tog segmenta. Sportski turizam u Europi je značajan i vrlo brzo raste. Može se očekivati da će isti imati udio u ukupnoj turističkoj potrošnji te nastaviti rasti, u navedenim okvirima uz



prosječnu godišnju stopu rasta „CAGR“¹: od ~ 17,7 % u razdoblju 2024-2030. Za destinacije i zemlje članice to znači priliku: sport-turizam može pružiti dodatnu potrošnju, produžiti sezonu, i diversificirati ponudu (npr. ne samo sunce-more). Za politiku i planiranje: važan je razvoj infrastrukture, ponude sportskih aktivnosti, događaja i promocije kako bi se iskoristio rast. Također, bolje prikupljanje podataka pomaže u strateškom odlučivanju.

3.9.1.2 Ponašanje i motivacija turista u sportskom turizmu unutar Evropske unije.

Izveštaj za Europu navodi da sport-turisti troše više od prosječnog turista, te da sportske aktivnosti omogućuju turističku potrošnju i izvan glavne sezone. Primjer: u Njemačkoj su najčešći sportovi za „sportske turističke izlete“ bili skijanje (4,8 milijuna putovanja), snowboarding (1,4 milijuna putovanja), ronjenje (1,2 milijuna putovanja), jedrenje (0,4 milijuna putovanja), surfanje (0,3 milijuna putovanja). Prema jednoj anketi u Europi: „više od jedne trećine, Europljana planira sportski odmor“. Travel Daily News International Sportska uključenost, involviranost populacije Evropske unije u prisustvovanju sportskim takmičenjima i eventima. U 2022., u 3 zemlje članice EU (Irska ~40%, Luksemburg ~38%, Nizozemska ~37%) više od jedne trećine stanovništva starijeg od 16 godina prisustvovalo je sportskom događaju uživo u prethodnih 12 mjeseci. (European Commission) Kod 23 zemlje članice, manji od jedne trećine stanovništva prisustvovalo je sportskim događajima. Najniža stopa bila je ~7 % u Bugarskoj i Rumunjskoj. (European Commission).

3.9.2 Rezultati istraživanja o učincima sporta i sportskog turizma u sinergiji s zvaničnim politikom upravljanja. Geografsko ekonomski prostor Bosne i Hercegovine

Rezultati istraživanja kroz objavljene naučne i stručne u Bosni i Hercegovini donosi pojednostavljeno formulirano upravo onoliko koliko je akademska i stručna zajednica aktivna u polju ekonomije i privrede. Treba istaći također činjenicu da zvanične javne politike kroz prezentacije u medijima, pravaca djelovanja državnih struktura u prostoru turizma i sportskog turizma ističu konkretnu namjere podrške projektima razvoja turizma, sporta i sportskog turizma, no konkretna stvarna podrška izostaje većinom. Shodno tome sasvim je razumljiv ishod rezultata istraživanja vezan za sportski, avanturistički i pustolovni turizam. Rijetki naučni i stručni radovi uz rijetke statističke izvještaje ne mogu dati ni približno stvarnu sliku stanja i mogućnosti vezanih za sportski, avanturistički i pustolovni turizam. Rezultati kroz provedeno istraživanje u segmentu objavljenih naučnih i stručnih radova u prostoru istraživanja ovog rada donose konkretne činjenice. Broj objavljenih radova je ukupno 9, koji se bave razvojem i statistikama vezanim za sportski turizam u Bosni i Hercegovini. Važno je napomenuti da unutar navedenog broja samo 4 rada donose egzaktnu statističku brojeve za sportski, avanturistički i pustolovni turizam. Nažalost statistička izvješća su vezana za određeni geografski prostor, kanton ili regiju:

- The Impact of Tourism, Sports Tourism and Other Selective Forms of Tourism on Employment in Sarajevo Canton. „Utjecaj turizma, sportskog turizma i drugih „selektivnih oblika turizma“ na zaposlenost u Kantonu Sarajevo. (A. Hodžić; T. Huremović. 2023.) . Pokriva regionalni nivo (Sarajevo Kanton) i daje uvid u brojka, kako sportski i sportsko rekreativni turizam može utjecati na zapošljavanje.

¹ Godišnja stopa rasta (CAGR) mjeri stopu prinosa investicije – kao što je zajednički investicijski fond ili fond obveznica – tokom investicionog perioda, kao što je 5 ili 10 godina. CAGR se također naziva stopom povrata prihoda od investicijske vrijednosti.



- U radu „The State of Sports and Recreational Tourism in Sarajevo Canton” za kanton Sarajevo 2011 to 2021 donosi egzaktno podatke vezan udio dolazaka turista i koji se kretao u rasponu od: 31,65 % u 2017., do 15,28 % u 2021., sa podatkom da dužina turističkih posjeta turista u Kantonu Sarajevo, se kreće u rasponu od 1,7 do 2 dana. (A. Hodžić T. Huremović 2022)
- “Analysis of realized activities of the tourist community of Sarajevo Canton and their presentation through the website and social networks for the promotion of sports tourism and tourism.” Hodžić, A., Huremović, T., & Džibrić, D. (2023). Rad donosi konkretne statističke brojeve o broju učeća turističke zajednice na sajmovima turizma, broju održanih sportskih takmičenja, broju podržanih sportsko rekreacijskih programa i proizvoda na teritoriji Kantona Sarajevo sa statističkom analizom i rezultatima turističke zajednice na promociji aktivnosti i ponude putem medija i socijalnih mreža. Ograničenje i ovog rada se ogleda u ne postojanju podataka na razini Bosne i Hercegovine.
- „Perspectives of the Development of Sports Tourism in Bosnia and Herzegovina“ A. Bulatović, L. Vučićević, E. Lolić. (2025.) ERAZ 2026. Razvoj sportskog turizma u BiH, ključne prilike i izazovi odličan akademski rad, koji donosi, procjenu na osnovu skupljenih podataka, različite razine vlasti u Bosni i Hercegovini izdvajaju oko 28 milijuna KM godišnje, odnosno 14,3 milijuna eura, za financiranje raznih sportskih događaja, klubova i udruga, kao i za izgradnju i obnovu infrastrukture. Iako precizni podaci nisu dostupni, s obzirom na procjene od oko 3,47 milijuna stanovnika, može se zaključiti da Bosna i Hercegovina godišnje ulaže 4,1 euro po glavi stanovnika u sport.
- „Inventory and Ranking of Sports and Recreational Events in the Areas of Sarajevo and Istočno Sarajevo”(Š.Čišija, M. Osmanović, E. Ajanović, R. Mirić 2024) pokriva sportske i rekreativne događaje i procjenu njihove turističke vrijednosti. Ustanovljen broj o 115 različitih sportskih događaja u 25 sportova. Objavljeni rad donosi brojke vezane za određeni geografski prostor na za cijelu državu.
- “The development of sports, recreation and adventure tourism in tourist-geographical regions of Bosnia and Herzegovina” (A. Bidžan H. Gekić 2015). Rad u zaključku donosi potvrdu za sportski, avanturistički i pustolovni turizam, da se radi “o brzo rastućem turističkom proizvodu”.
- „Sports and Recreational Facilities -Drivers of Modern Tourism in Bosnia and Herzegovina,, (A. Đukić V. Kojić 2023). Sportske i rekreativne infrastrukture kao pokretači modernog turizma u BiH. Fokus istraživanja je bio usmjeren na infrastrukturu i konceptualni pristup vrednovanja sportsko rekreativne infrastrukture, nema detaljnih kvantitativnih podataka za cijelu zemlju.
- Izvještaj o turizmu općenito – „Turizam u BiH u 2023. oborio rekorde”. (Indikator 2024). Navodi da je u 2023. ostvaren broj posjeta 1.733.071 (rastući za 17,3 % u odnosu na 2022.) i noćenja 3.645.839 (rast za 13,2 %) Ovo izvješće odnose podatke za sektor turizam, nema podataka za sportski, avanturistički i pustolovni turizam, ali daju okvir za veličinu turističkog sektora.
- Primjeri sportskih turističkih aktivnosti: rafting na rijekama: Una, Vrbas, Neretva; planinski biciklizam, paragliding, penjanje. (Adventure tourism in Bosnia & Herzegovina. <https://www.herzegdaytours.com/> 2016.). stručni članak koji apostrofira segmente u kojima Bosna i Hercegovina ima znakovite prednosti u odnosu na druge zemlje u smislu razvoja sportskog, avanturističkog i pustolovnog turizma.



Diskusija: Ovaj je bio usmjeren i realiziran s ciljem sveobuhvatnog sagledavanja odnosa nauke, sportskih nauka, akademske i stručne zajednice te ekonomije, privrede društva kroz prostor zajedničkog imenitelja sportski, avanturistički i pustolovni turizam. Realizirani rad donosi kratka pojašnjena pojavnosti, definicija, važnosti i utjecaja koje danas u suvremenom društvu nosi sportski, avanturistički i pustolovni turizam u smislu pozitivnog razvoja lokalne i šire društvene zajednice. Također rad je trebao da ponovo istakne inertnost akademske i stručne zajednice kao i zvaničnih politika u smislu aktivnijeg razvoja privrede na temeljima struke i nauke. Učinjenom analizom objavljenih radova u rezultatima istraživanja, zajednički nazivnik ograničenja je potpuni izostanak statističkih izvještaja do nepotpunih statističkih podataka u prostoru turizma, sportskog, avanturističkog i pustolovnog turizma.

ZAKLJUČAK

Kroz prezentiranje rezultata istraživanja može se konstatirati. Neovisno na masivna ograničenja u smislu ne postojanja statističkih podataka u prostoru turizma, sportskog, avanturističkog i pustolovnog turizma, jedan ne tako veliki broj pripadnika akademske zajednice Bosne i Hercegovine daje veliki doprinos boljem razumijevanju činjenica na koji način sportski turizam može mijenjati pozitivno ekonomiju i društvo. Kroz njihov angažman i bez konkretne podrške javnog i privatnog sektora u smislu osiguravanja materijalne uvjeta za kvalitetna istraživanja, sasvim je razumljiva činjenica da realizira mali broj naučnih ili stručnih radova u prostoru turizma, sportskog, avanturističkog i pustolovnog turizma, koji usprkos svim navedenim ograničenjima donose kvalitetne i važne zaključke kao smjernice budućeg razvoja.

Konkretno vrlo kratak zaključak na osnovu istraživanja, vezanog za objave naučnih i stručnih čajanaka u prostoru konkretnih statističkih brojeva o dolascima i sportsko rekreativnim aktivnostima turista na teritoriji Bosne i Hercegovine skoro da i ne postoji. Statistički zavodi i uredi na teritoriji Bosne i Hercegovine bilježe samo broj dolazak gostiju i njihovu dužinu boravka u destinaciji. Ne postoje statistička izvješća o broju dolazaka turista, njihovim aktivnostima i dužini boravka, kada govorimo o sportskom turizmu, avanturističkom i pustolovnom turizmu. Jedan od glavnih uvjeta za sveobuhvatni razvoj sportskog turizma, avanturističkog i pustolovnog turizma donošenje odluka razvoje politika i odgovarajućih promotivnih strategija u područja sportskog turizma avanturističkog turizma i turizma, uopće za privlačenje gostiju a potom investicija, jest dostupnost pouzdanih statističkih podataka. Da bi se razumio doprinos sportskog i avanturističkog turizma u nekoj društvenoj zajednici ili državi uopće društvu, te uvjerile vlade kreatori propisa (zvanične politike) da se ozbiljnije pozabave prostorima turizma. Potrebno je u tom cilju za sportski i avanturistički turizma, konkretno znati i imati u vidu, njihov ekonomski značaj, izravni, neizravni i inducirani utjecaj na radna mjesta, BDP, trgovinu i investicije na lokalnoj i globalnoj razini, kroz prostor takozvanog, „Satelitskog računa turizma „(TSA), koji može osiguravati konkretne podatke za neku državu.

LITERATURA

1. Andrijašević, M. Bartoluci, et. al.: (1999.) Animacija u hotelijersko-turističkoj ponudi (str. 153-164), Opatija: Hrvatska udruga hotelijera i restoratera. Opatija, 1999.
2. Anthony, D. (1966), Sport and Tourism, London, Central Council for Physical Recreation 1966. Sport and Tourism, London 1966.: CCPR
3. ATMR. (2010.), Adventure tourism market report 2010. A study by: The George Washington University School of Business, The Adventure Travel Trade Association, and Xola Consulting. 2010. All rights reserved. (online) dostupno adventuretravel.biz/wp-content/uploads/adventure_travel_market_082610.pdf pristupljeno 25.09.2022.
4. Bartoluci M.; Čavlek N. i sur, (2007) „Turizam i sport - razvojni aspekti / Tourism and sport“ - aspects of development, Školska knjiga Zagreb. 2007.



5. Bartoluci, M. (2004). Menedžment u sportu i turizmu. Bartoluci, Mato (ur.). Kineziološki fakultet ; Ekonomski fakultet. Zagreb. 2004.
6. Bartoluci, M. (1997). Ekonomika i menedžment sporta. HAZU, Fakultet za fizičku kulturu, monografija. Zagreb, 1997.
7. Bartoluci, M. (2003). Ekonomika i menedžment sporta, Zagreb. 2003.
8. Bidžan A. Gekić H. (2015). • "The development of sports, recreation and adventure tourism in tourist-geographical regions of Bosnia and Herzegovina". October 2015 Conference: International Tourism and Hospitality Management Conference Sarajevo, Bosnia and Herzegovina At: Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
9. Buckley, R. (2010). „Adventure Tourism Management“ .Elsevier. First edition 2010. Printed in Great Britain 2010 .
10. Buhalis, D. (2000). Marketing the Competitive Destination of the Future. *Tourism Management*, 21: 97-116.
11. Bulatović A., Vučićević Lolić, E. (2025.) (konferencijski rad) ERAZ 2026 Razvoj sportskog turizma u BiH
12. Coakley and Pike (2014) Publisher : McGraw Hill Higher Education Publication date : 16 May 2014.
13. Cooper, C., Fletcher, J., Gilbert, D., Fyall, A., Wanhill, S. (1998/2008). *Tourism Principles and Practice*. Harlow: Financial Times/ Prentice Hall.
14. Čavlek, N. (1998). *Turoperator i svjetski turizam*. Golden Marketing Zagreb, 1998.
15. Čišija Š. Osmanović M., Ajanović E., Mirić R (2024)- *Journal of Tourism and Hospitality Management*
16. Ćorluka G. (2019). *Organizacija turizma*. Sveučilište u Splitu. Sveučilišni odjel za stručne studije. 2019.
17. Đukić A. Kojić V. (2023). „Sports and Recreational Facilities -Drivers of Modern Tourism in Bosnia and Herzegovina „. (A. Đukić V. Kojić 2023). FIRST INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE SPORTICOPEDIA-SMB2023 BELGRADE, October 1314 DOI: <https://doi.org/10.58984/smbic2301189d> Published 2025.
18. Galičić, V. & Laškarin, M. (2016), *Principi i praksa turizma i hotelijerstva*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Opatija.
19. Gammon, S. (2020) *Sports events: Typologies, people and place*. 2020. Routledge
20. Gibson H. J. (1998) „Active sport tourism: who participates?“ Article in *Leisure Studies* 1998. *Leisure Studies*. Volume 17, 1998 - Issue 2. Taylor & Francis.
21. Gibson H. J. (1998) „Sport Tourism: A Critical Analysis of Research“ *Sport Management Review*, 1998, 1, 45–76. 1998. SMAANZ.
22. Hodžić A . Huremović T. (2022) The State of Sports and Recreational Tourism in Sarajevo Canton” za kanton Sarajevo 2011 to 2021. June 2022 Sport Scientific And Practical Aspects International Scientific Journal of Kinesiology 19(1):23-35 DOI:10.51558/1840-4561.2022.19.1.23
23. Hodžić A . Huremović T. (2023) .The Impact of Tourism, Sports Tourism and Other Selective Forms of Tourism on Employment in Sarajevo Canton. „Utjecaj turizma, sportskog turizma i drugih “selektivnih oblika turizma” na zaposlenost u Kantonu Sarajevo. 2023 Sport Scientific And Practical Aspects International Scientific Journal of Kinesiology 20(1):23- DOI:10.51558/1840-4561.2023.20.1.23
24. Hodžić A. Huremović, T., & Džibrić, D. (2023). “Analysis of realized activities of the tourist community of Sarajevo Canton and their presentation through the website and social networks for the promotion of sports tourism and tourism.” A Hodžić, T Huremović - Sport Scientific And Practical Aspects, 2022.
25. Huggins, M. (2017.). „Early Modern Sport“. Published Taylor and Francis Journals 29 Apr 2021.
26. Jago, L.K. and Shaw, R.N. (1999) Consumer Perceptions of Special Events: A Multi-stimulus Validation. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 8(4): 1–21.



27. Jakičić, Lončarić i Bolfek (2012.). Polazišta za brendiranje Slavonije kao turističke destinacije Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues VOL.XXV
28. Keller, P. (1998), A General Study of Snow Tourism and Winter Sports, Basic Report, 1st World Congress on Snow Tourism, Escaldes-Engordy, p. 38.
29. Keller, P. (1998), A General Study of Snow Tourism and Winter Sports, Basic Report, 1st World Congress on Snow Tourism, Escaldes-Engordy, p. 38.
30. Keller, P. (2002). Sport & Tourism: Introductory Report. World Conference on Sport and Tourism, Barcelona, 2001. Madrid. WTO.
31. Keller, P. (2002). Sport & Tourism: Introductory Report. World Conference on Sport and Tourism, Barcelona, 2001. Madrid. WTO.
32. Kim, W., Jun, H.M., Walker, M., Drane, D. (2015). Evaluating the perceived social impacts of hosting large-scale sport tourism events: Scale development and validation. Tour. Manag. 2015, 48, 21–32.
33. Kotler, P. i Keller, K.L. (2008). Upravljanje marketingom, 12. izdanje. Zagreb: MATE d.o.o.
34. Kotler, P., Wong, V., Saunders, J. i Armsrong, G. (2015). Osnove marketinga. Zagreb: MATE d.o.o.
35. Krippendorff J (1986) „Tourism in the system of industrial society“ Jost Krippendorff Annals of Tourism Research Volume 13, Issue 4, 1986, Pages 517-532
36. Kušen, E., „Turistička atrakcijska osnova“ Institut za turizam, Zagreb
37. L. Dwyer & C. Kim(2003) Destination Competitiveness: Determinants and Indicators Current Issues in Tourism Vol. 6, No 5, 2003
38. Lowerson, J.R. (1994.) Golf for all? The problems of municipal provision J.R.Lowerson First published by E & FN Spon. First edition 1994
39. Magaš,Vodeb i Zadel, 2018.:Menadžment turističke organizacije i destinacije. Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu
40. Novak I. (2006.). Sportski marketing i industrija sporta . Izdavač Maling d.o.o. 2006.
41. Outdoor Industry Association (OIA) 2007 report, Outdoor Industry Association Sustainability Working Group. (SWG) 2007Perasović i Bartoluci, (2007.). Sociologija i prostor, 45 (2007) 175 (1): 105–1192007 Institut za društvena istraživanja u Zagrebu – Institute for Social Research in Zagreb.Sva prava pridržana – All rights reserved
42. Perić M., et al. (2018). Active event sport tourism experience: the role of the natural environment, safety and security in event business models. Int. J. Sus. Dev. Plann. Vol. 13, No. 5.2018. pp. 758–772.
43. Racaut, L. (1997). The "Book of Sports" and Sabbatarian Legislation in Lancashire, 1579-1616. Published Journal: Northern History Year: 1997.
44. Redmond, G. (1991). Changing styles of sports tourism: Industry/consumer interactions in Canada, the USA, and Europe. In M. T. Sinclair & M.J. Stabler (Eds.), The tourism industry: An international analysis (pp. 107–120).Wallingford, UK: CABInternational.
45. Relac, M., Bartoluci, M. (1987). Turizam i sportska rekreacija. Zagreb: Informator. 32. Republic of Croatia-Central Bureau of Statistics 1987. Zagreb.
46. Sánchez, S., Leal, M.P., Medina X.,Mansilla, J., Travé, R., Milano, C., Soro, E. (2018). Sport tourism as a driver for cultural and territorial identity: reflections on the methodological aspects of a research in progress. International Journal of Scientific Management and Tourism, 2018. 4-1pp. 485-494.
47. Tomljenović, R. (2003). Iskustva destinacijskog menadžmenta u Hrvatskoj, znanstveni skup „Konkurentnost Konkurentnost turističke destinacije“, Zbornik radova, Institut za turizam. Zagreb, 2003.
48. UNSTAT, UNWTO. (1994.), Recommendations on Tourism Statistics, RTS, Department forEconomic and Social Information and Policy Analysis, Statistical Division, Series M,No.83., New York: United Nations.
49. UNWTO (2019). Tourism , Définitions du tourisme de l'OMT“ Published by the World Tourism Organization (UNWTO), Madrid, 2019



50. UNWTO (2019). Tourism , Définitions du tourisme de l'OMT“ Published by the World Tourism Organization (UNWTO), Madrid, 2019.
51. UNWTO. (1999) Revised on 20 December 1999 UP-DATE of the Recommendations on Tourism Statistics UN-WTO – Series M No. 83 (1994)
52. UNWTO. (2007.) A Practical Guide to Tourism Destination Management. WTO - World Tourism Organization (2007). Published and printed by the World Tourism Organization, Madrid, Spain First printing 2007 World Tourism Organization – ISBN 978-92-844-1243-3
53. UNWTO. (2007.) 2008. International Recommendations for Tourism Statistics, Madrid: World Tourism Organisation.
54. Williams, A., Zelinsky, W.(1970). On some patterns in international tourist flows, Economic Geography, 46. Pp. 549-567.
55. Yildiz, Z. (2015.). Spor Turizmi, Tarihçesi ve Olimpiyat Oyunlarının Turistik Tanıtıma Katkısı International Journal of Sport Cultural and Science · January 2015 Special Issue on the Proceedings of the 4th ISCS Conference – PART B August 2015
56. Z. Yildiz, (2015.). Spor Turizmi, Tarihçesi ve Olimpiyat Oyunlarının Turistik Tanıtıma Katkısı International Journal of Sport Cultural and Science · January 2015 Special Issue on the Proceedings of the 4th ISCS Conference – PART B August 2015
57. Zauhar, J.(2004) Historical perspectives of sports tourism John Zauhar Journal of Sport Tourism I published Taylor and Francis
58. Internet izvori :
59. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/86783.pdf> Pristup 26 oktobar .2025.
60. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/86783.pdf> Pristup 26 oktobar .2025.
61. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/44953.pdf> Pristup 26 oktobar .2025.
62. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/92213.pdf> Pristup 26 oktobar .2025.
63. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/659449/EPRS_BRI%282021%29659449_EN.pdf
64. <https://www.euoffice.euolympic.org/household-expenditure-on-sporting-goods-and-services-disparities-across-the-eu>. Pristup 23oktobar .2025.
65. <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/sports-tourism-market/europe>. Pristup 23oktobar .2025.
66. <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/sports-tourism-market/europe>. Pristup 23oktobar .2025.
67. <https://www.tornosnews.gr/en/tourism-businesses/thematic-tourism/51521-expedia-sports-tourism-accounts-for-10-of-global-tourism-spend.html> Pristup 23oktobar .2025.
68. <https://www.cbi.eu/market-information/tourism/sport-tourism/market-potential>. Pristup 20 oktobar .2025.
69. <https://news.itb.com/topics/sports/europe-sports-tourism-growth>. Pristup 20 oktobar .2025.
70. <https://www.cbi.eu/sites/default/files/pdf/research/1518.pdf?>
71. <https://www.traveldailynews.com/regional-news/1-in-3-europeans-plan-on-sporting-holiday-in-2022>. Pristup 20 oktobar .2025.
72. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/128134.pdf>. Pristup 20 oktobar .2025.
73. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/86783.pdf>. Pristup 20 oktobar .2025.
74. <https://sport.ec.europa.eu/news/harmonising-sports-statistics-how-and-why-new-reports-on-eu-wide-methods-published>. Pristup 20 oktobar .2025.
75. BIH



76. <https://snagalokalnog.ba/en/sports-tourism-attracted-the-most-guests-to-herzegovina-in-the-first-quarter-pre-pandemic-figures-are-expect>. Pristup 20 oktobar .2025.
77. <https://sarajevotimes.com/sports-tourism-in-central-bosnia-attracts-more-and-more-tourists>. Pristup 20 oktobar .2025.
78. https://www.efsa.unsa.ba/ef/sites/default/files/peer_sebs_tourism_report_clean_2022.04.05. Pristup 20 oktobar .2025.
79. <https://www.herzegdaytours.com/active-and-andventure-tourism-in-bosniaherzegovina>. Pristup 20 oktobar .2025.
80. <https://turizambih.ba/wp-content/uploads/2021/11/2021-2027-HUMAN-CAPITAL-NEEDS-ASSESSMENT-and-FORECAST.pdf>?
81. <https://bosnia4u.com/active-adventure-tourism>. Pristup 20 oktobar .2025.
82. <https://www.sportspa.ftos.untz.ba/index.php/sportspa/article/view/245?utm>
83. <https://eraz-conference.com/perspectives-of-the-development-of-sports-tourism-in-bosnia-and-herzegovina>. Pristup 20 oktobar .2025.
84. <https://smbconference.edu.rs/sporticopedia/index.php/smb/article/view/> Pristup 20 oktobar .2025.
85. <https://indikator.ba/EKONOMIJA/ArtMID/420/ArticleID/6438/Turizam-u-BiH-u-2023-> Pristup 20 oktobar .2025.
86. <https://www.geografija.pmf.unsa.ba/jthm/files/jt10/13%20Cisija%20et%20al%20pp%20185-198.pdf>. Pristup 20 oktobar .2025.
87. <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11803632.pdf> 2005. Pristup 21 oktobar .2025.
88. <https://www.scribd.com/document/797260279/EBSCO-FullText-2024-10-02>. . Pristup 21 oktobar .2025.
89. [https://www.herzegdaytours.com/active-and-andventure-tourism-in-bosniaherzegovina/..](https://www.herzegdaytours.com/active-and-andventure-tourism-in-bosniaherzegovina/) Pristup 21 oktobar .2025.

SPORTS, ADVENTURE, AND WILDERNESS TOURISM: DEVELOPMENT THROUGH SPORTS SCIENCES AND ITS IMPACT ON TOURISM DEVELOPMENT

Abstract

The development of knowledge in the field of sports sciences and sports is becoming an increasingly significant factor in shaping the contemporary tourism economy. This paper explores how scientific achievements, innovations, and professionalization in sports contribute to strengthening the tourism offering and creating new economic values. Through an interdisciplinary approach, it connects the segments of sports education, research, management, and technology with the tourism development of destinations. Special emphasis is placed on the concept of sports tourism—as a blend of sports experience and tourist experience—as well as the role of the academic community in generating knowledge that drives sustainable growth and competitiveness. The analysis shows that the application of knowledge from sports sciences (e.g., kinesiology, sports medicine, sports event management, and marketing) enables the improvement of service quality, increases tourist satisfaction, and diversifies the tourism offering. At the same time, the development of sports infrastructure and the education of professional staff generate multiplier economic effects through employment, destination promotion, and the internationalization of the tourism market. In conclusion, the paper confirms that the synergy between sports sciences, sports, and tourism represents an important developmental potential.

Keywords: sports sciences, sports, tourism economy.



Primljeno: 23.03.2026

Prihvaćeno: 23.06.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605198K

INSTITUT ZASTARJELOSTI U BOSNI I HERCEGOVINI – PRAVNI OKVIR I PRIMJENA U RAZLIČITIM GRANAMA PRAVA

Miloš Krsmanović, mr

Visokoškolska ustanova Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Pravni fakultet, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: milos.krsmanovic@privrednaakademija.edu.ba

Milomir Čodo, dr

Visokoškolska ustanova Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Pravni fakultet, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: milomir.codo@yahoo.com

Srđan Tomić, mr

Visokoškolska ustanova Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Pravni fakultet, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: srdjant985@gmail.com

Apstrakt

Rad analizira pravni institut zastarjelosti u Bosni i Hercegovini, s posebnim osvrtom na njegov pojam, pravnu prirodu i značaj u različitim granama prava. Zastarjelost predstavlja vremensko ograničenje mogućnosti ostvarivanja prava pred nadležnim organima, čime se postiže ravnoteža između interesa povjerioca i dužnika, ali i osigurava pravna sigurnost. U radu se razmatra primjena ovog instituta u građanskom, krivičnom i upravnom pravu, kao i u poreskim i drugim upravnim stvarima. Posebna pažnja posvećena je razlikama u zakonodavstvu unutar Bosne i Hercegovine, naročito između entiteta, što može dovesti do pravne neujednačenosti i nesigurnosti u praksi. Takođe se analiziraju različiti zastarni rokovi, njihova svrha, prekid i zastoje zastarjelosti, kao i izuzeci od primjene ovog instituta, posebno kod najtežih krivičnih djela. U oblasti upravnog i poreskog prava ukazuje se na specifičnosti primjene zastarjelosti, uključujući obavezno postupanje organa po službenoj dužnosti. Zaključno, rad potvrđuje da institut zastarjelosti ima ključnu ulogu u očuvanju pravne sigurnosti, efikasnosti pravnog sistema i pravičnosti u ostvarivanju prava i obaveza.

Ključne riječi: zastarjelost, pravna sigurnost, obligaciono pravo, krivično pravo, upravno pravo, poresko pravo, zastarni rokovi, Bosna i Hercegovina, pravni sistem.

UVOD

Predmet istraživanja ovog rada je pravni institut zastarjelosti u Bosni i Hercegovini, s posebnim osvrtom na njegov pojam, pravnu prirodu i ulogu u domaćem pravnom sistemu. Institut zastarjelosti ne izostaje ni u jednom savremenom pravnom poretku, on predstavlja način vremenskog ograničenja prava na ostvarivanje potraživanja. Nakon proteka zakonom utvrđenog roka, povjerilac gubi mogućnost prisilnog ostvarivanja svoje tražbine pred sudom, iako sama obveza ne prestaje postojati. Institut zastarjelosti uvodi se uglavnom zbog pravne sigurnosti, da bi dugovi nastali u daljoj prošlosti ne bi ostali neriješeni, a sudski sporovi trebaju biti vođeni dok su



dokazi pouzdani. Zastarjelost nastupa kada protekne zakonom određeno vrijeme u kome je povjerilac moga zahtijevati ispunjenje obaveze (Radovanov, 2009). Primjena ovog instituta obuhvata različita pravna područja. U Bosni i Hercegovini ga regulišu i građansko, obligaciono pravo, krivično pravo, radno, upravno i socijalno pravo. Rad će stoga obrađivati kako opšta načela, tako i specifične institute zastarjelosti u pojedinim pravnim granama. Proučavanje zastarjelosti predstavlja važan dio pravne teorije i prakse, jer donosi ravnotežu između interesa povjerilaca i dužnika te služi osiguranju pravne sigurnosti i pravde. Na temelju relevantne stručne literature, zakonske regulative i sudske prakse, postavljena je i hipoteza: Zastarjelost je institut koji utiče na vladavinu prava i pravnu sigurnost.

Zastarjelost u građanskom pravu

Institut zastarjelosti predstavlja prestanak prava zahtijevati ispunjenje obaveze nakon proteka zakonom određenog vremena. Važno je istaći da sud na zastarjelost ne pazi po službenoj dužnosti, zastara proizvodi pravno dejstvo samo ako se dužnik pozove na nju prigovorom u postupku. Ako dužnik propusti istaći prigovor zastarjelosti, sud će dosuditi zahtjev kao pravno osnovan, čak i nakon isteka roka zastare. Takođe, nije dopušteno ugovorom mijenjati trajanje zastarnih rokova, ni produžavati ni skraćivati ih, niti ugovoriti da zastarjelost uopće neće teći određeno vrijeme. Dužnik se ne može unaprijed odreći prava na zastaru prije nego što zakonski rok protekne. Međutim, ako dužnik nakon isteka roka dobrovoljno ispuni zastarjelu obavezu, nema pravo tražiti povrat isplaćenog uz obrazloženje da je dug bio zastario. Slično tome, ako je zastarjela tražbina bila obezbijedena zalogom ili hipotekom, povjerilac se može namiriti samo iz opterećene stvari (predmeta zalog) i to pod uslovom da je zalog držao ili pravovremeno upisao. Sporedna potraživanja (poput kamata, troškova, ugovornih kazni) prate sudbinu glavne tražbine i zastarijevaju zajedno sa njom (ZOO RS, 1993, 1996, 2001, 2003 i 2004). Zakoni o obligacionim odnosima propisuju različite zastarne rokove zavisno od vrste potraživanja. U opštem pravilu, potraživanja zastarijevaju za 5 godina, ako posebnim zakonom nije određen drugačiji rok. Ovdje postoji pravna neusklađenost unutar BiH. Zakon o obligacionim odnosima Federacije BiH propisuje opšti zastarni rok od pet godina, dok zakon Republike Srpske zadržava desetogodišnji rok zastarjelosti. Ovakva razlika u entitetskim propisima ocijenjena je neodrživom sa stanovišta ustavnog principa jedinstvenog tržišta u BiH. U praksi to znači da se, npr., u Federaciji tražbina iz ugovornog odnosa zastarijeva za pet godina od dospelosti, dok bi u Republici Srpskoj ekvivalentna tražbina zastarjela tek po isteku deset godina, što stvara pravnu nesigurnost. Osim opšteg roka, zakon predviđa skraćene rokove zastarjelosti za određene vrste potraživanja: Povremena potraživanja (periodične obaveze koje dospijevaju u određenim razmacima, npr. zakupnina, kamate, anuiteti, rente, alimentacija i sl.) zastarijevaju za 3 godine od dospelosti svakog pojedinačnog davanja (ZOO RS, 1993, 1996, 2001, 2003 i 2004). Pravo iz kojeg proističu povremena davanja (npr. pravo na alimentaciju) samo po sebi se gasi protekom 5 godina od dospelosti najstarijeg neispunjenog davanja nakon kojeg dužnik više nije vršio plaćanja. Kad nastupi zastara samog tog prava, povjerilac više ne može zahtijevati ni buduće obroke ni one dospjele prije nastupanja zastare. Međutim, zakon izričito propisuje da zakonsko pravo na izdržavanje (alimentaciju) ne može zastarjeti, dakle, potraživanja zakonskog izdržavanja (npr. dječja alimentacija) ne podliježu zastari. Međusobna potraživanja pravnih lica iz ugovora o prometu robe i usluga, kao i potraživanja naknade troškova u vezi s tim ugovorima, zastarijevaju za 3 godine (ZOO RS, 1993, 1996, 2001, 2003 i 2004). Jednogodišnji rok zastare predviđen je za izričito nabrojane posebne slučajeve potraživanja komunalnog tipa, prvenstveno radi zaštite potrošača. Tako za 1 godinu zastarijevaju: potraživanja naknade za isporučenu električnu energiju, toplinsku energiju, plin i vodu, kao i naknade za dimnjačarske usluge i održavanje čistoće – pod uslovom da su usluge izvršene za potrebe domaćinstva. Ovi kratki rokovi opravdavaju se potrebom da se takve obaveze brzo utvrde i naplate, s obzirom na njihovu učestalost i relativno male iznose.



Zastarjelost u krivičnom pravu

Zastarjelost se odnosi na prestanak prava države na krivično gonjenje, odnosno na izvršenje krivičnih sankcija, zbog proteka određenog vremena (Joksić, 2019). Primjena ovog instituta ima svoje pravno i političko uporište. Protekom vremena, gubi se smisao primjene krivične prinude prema licu koje nije vršilo nova krivična djela. Država se primjenom zastarjelosti odriče prava na kažnjavanje učinioca krivičnog djela. Tim se izrazom "zastarjelost" obuhvataju dvije vrste rokova: zastarjelost krivičnog gonjenja i zastarjelost izvršenja kazne. Ova ustanova ima prvenstveno materijalnopравни karakter, jer utiče na kažnjivost djela i mogućnost izricanja/izvršenja kazne. Njeno opravdanje nalazi se u tome da protek vremena dovodi do slabljenja društvenog interesa za kažnjavanje, otežavanja dokazivanja i zaboravljanja djela, pa se nakon dugog perioda gubi legitimnost kažnjavanja. Istovremeno, institut zastarjelosti doprinosi pravnoj sigurnosti, sprječavajući da učinilac predugo ostane u neizvjesnosti hoće li biti gonjen ili kažnjen. Ipak, zbog zaštite interesa žrtava i društva, zakon za teža krivična djela predviđa duže rokove zastarjelosti ili čak njihovo potpuno isključenje. Zastarjelost krivičnog gonjenja se odnosi na prestanak prava države na krivično gonjenje, odnosno pokretanje krivičnog postupka, zbog učinjenog krivičnog djela, usljed proteka određenog vremena. Po isteku tog roka više nije dopušteno pokretanje ili nastavak krivičnog postupka, već se eventualna optužba mora odbiti zbog zastarjelosti. Riječ je o mješovitom pravnom institute kojim se onemogućava primjena krivičnog materijalnog prava (utvrđivanje krivice, i dr.) i krivičnog procesnog prava (vođenje krivičnog postupka i dr.). U BiH ovaj institut je opšte primjene, dnosi se na sva krivična djela, osim onih izričito izuzetih. Rokovi zastarjelosti variraju u zavisnosti od težine propisane kazne za djelo kao izraza njegove društvene opasnosti. Time zakonodavac obezbjeđuje da teža krivična djela imaju duže rokove gonjenja, dok lakša zastarijevaju brže, čime se održava razmjernost. Krivično zakonodavstvo u BiH je složeno, jer postoji Krivični zakon Bosne i Hercegovine (KZ BiH) na nivou države, kao i entitetski krivični zakoni (Federacije BiH i Republike Srpske) te zakon Brčko distrikta. Svi ovi propisi uređuju rokove zastarjelosti na sličan način, uz manje razlike. U načelu, rok se određuje prema najstrožoj zaprijećenoj kazni za predmetno djelo. Na primjer, prema članu 14. KZ BiH propisano je da krivično gonjenje ne može biti preduzeto nakon 35 godina od učinjenja krivičnog djela za koje je propisana kazna dugotrajnog zatvora, 20 godina za djelo s propisanom kaznom zatvora preko 10 godina, 15 godina za djelo s kaznom zatvora preko 5 godina, 10 godina za djelo s kaznom zatvora preko 3 godine, 5 godina za djelo s kaznom zatvora preko 1 godine, 3 godine za djelo s kaznom zatvora do 1 godine ili za djelo za koje je zaprijećena samo novčana kazna (KZ BiH, 2003, 2004, 2005, 2006, 2010, 2014, 2015, 2018, 2021, 2023 i 2023). Identične rokove u članu 15. predviđa i Krivični zakon Federacije BiH kao i Krivični zakon Brčko distrikta. Krivični zakonik Republike Srpske (KZ RS) donekle odstupa. On uvodi još rigorozniju podjelu za najteža djela, pa tako prema KZ RS zastarjelost nastupa nakon: 40 godina za djela s propisanom kaznom preko 20 godina, 30 godina za kaznu preko 15 godina, 25 godina za kaznu preko 10 godina, 20 godina za kaznu preko 5 godina, 15 godina za kaznu preko 3 godine, 10 godina za kaznu preko 1 godine i 5 godina za djela s kaznom do 1 godine ili novčanom kaznom (KZ RS, 2017). Ova pooštrena skala uvedena je KZ RS iz 2017. godine (izmijenjena 2021), nakon stručne polemike u javnosti, s ciljem da se dužim rokovima spriječi da teža krivična djela izmaknu gonjenju. Kod krivičnih djela za koja je propisano više vrsta kazni (npr. alternativno zatvor ili novčana kazna), mjerodavna je najteža kazna u rasponu. Dakle, ako je zaprijećena npr. kazna zatvora do 3 godine ili novčana kazna, rok zastare računa se prema zatvoru. Za pokušaj krivičnog djela, rok se računa prema kazni propisanoj za dovršeno djelo. Ako postoji sticaj više djela, zastara se cijeni odvojeno za svako djelo ponaosob, a ne kumulativno za sva zajedno. Nije moguće da zastara za pomaganje ili saučesništvo nastupi prije nego za izvršioca, jer saučesništvo dijeli pravnu sudbinu glavnog djela. U slučaju krivičnih djela koja su ostvarena kroz više radnji u okviru zločinačkog udruženja, sudska praksa je zauzela stav da takva djela gube individualnost te se zastara računa prema cjelovitom složenom djelu, ne za svaku radnju posebno. Opšti princip je da zastarijevanje počinje teći od dana kada je krivično djelo učinjeno. Ipak ako posljedica krivičnog djela nastupi kasnije, zastarjelost krivičnog gonjenja počinje teći od danas kad je nastupila posljedica (Joksić, 2019). Međutim, zakon poznaje posebna pravila za određene vrste delikata. Radi zaštite žrtava, KZ RS i KZ Brčko distrikta propisuju da zastara za krivična djela protiv polnog integriteta, braka i porodice



učinjena na štetu djeteta počinje teći od dana kada žrtva postane punoljetna. Time se maloljetnim žrtvama daje dodatno vrijeme da prijave djelo nakon što steknu zrelost.) Zastarjelost izvršenja kazne nastaje protekom određenog roka od dana pravosnažnosti presude (Ignjatović, 2007). Dakle, iako je počinilac osuđen, država gubi mogućnost da kaznu sprovede ako je došlo do prevelikog vremenskog odmaka. Ova vrsta zastarjelosti štiti osuđenika od neizvjesnosti i državne neefikasnosti. Ako država dugo ne može ili ne želi da izvrši sankciju, poslije određenog vremena smatraće se da je svrha kažnjavanja izgubila smisao. Zastarjelost izvršenja kazne je, kao i zastara gonjenja, opšti institut i odnosi se na sve vrste kazni i krivičnih sankcija, osim izuzetaka propisanih zakonom. Propisani rokovi se i ovdje razlikuju prema težini izrečene kazne. Prema članu 16. KZ BiH (a isto tako čl. 17. KZ FBiH, čl. 17. KZ BD), kazna se ne može izvršiti kada od pravosnažnosti presude istekne 35 godina u slučaju izrečene kazne dugotrajnog zatvora, 20 godina ako je izrečena kazna zatvora preko 10 godina, 15 godina ako je izrečena kazna zatvora preko 5 godina, 10 godina ako je izrečena kazna zatvora preko 3 godine, 5 godina ako je izrečena kazna zatvora preko 1 godine, 3 godine ako je izrečena kazna zatvora do 1 godine ili je izrečena samo novčana kazna. Krivični zakonik RS ponovo predviđa nešto drugačije rokove za svoje područje. 40 godina za kaznu preko 20 godina, 30 godina za kaznu preko 15 godina, 25 godina za kaznu preko 10 godina, 20 godina za kaznu preko 5 godina, 15 godina za kaznu preko 3 godine, 10 godina za kaznu preko 1 godine, 5 godina za kaznu do 1 godine ili novčanu. (KZ RS, 2017). Uz to, KZ RS posebno naglašava da izvršenje kazne doživotnog zatvora ne zastarijeva, što je u skladu s opštim pravilom da najteža kazna nema vremenskog ograničenja. Ostali zakoni (FBiH, BD, BiH) nisu imali institut doživotnog zatvora u vrijeme donošenja, već "kaznu dugotrajnog zatvora" kao posebnu kategoriju. Za sporedne kazne i mjere (novčane kazne kao sporedne, mjere bezbjednosti odnosno sigurnosne mjere) predviđeni su kraći rokovi zastarjelosti izvršenja. Tako, npr. prema KZ BiH, zastara izvršenja novčane kazne izrečene kao sporedne nastupa za 2 godine od pravosnažnosti presude, zastara izvršenja mjera obaveznog psihijatrijskog liječenja ili oduzimanja predmeta za 5 godina, zabrana vršenja poziva/djelatnosti toliko dugo koliko je određeno trajanje te mjere. Slično regulišu i KZ FBiH i KZ BD dok KZ RS propisuje jedinstven rok od 5 godina za izvršenje novčane kazne (bilo kao glavne ili sporedne) i za sve mjere bezbjednosti, što je unificirano nakon ispravke ranijih nelogičnosti u tom zakoniku. Kao i kod gonjenja, postoji apsolutna zastara izvršenja kazne. Ona nastupa kada istekne dvostruko više vremena od propisanog roka za relativnu zastaru izvršenja. Međutim, KZ RS unosi malu razliku, "zastarjelost izvršenja kazne nastaje u svakom slučaju kad protekne dvaput onoliko vremena koliko se po zakonu traži za zastarjelost izvršenja kazne, ali ona ne može nastupiti ukoliko je izvršenje kazne u toku." Time se sprječava paradoks da usred izdržavanja duge kazne nastupi zastara pa osuđeni mora biti pušten. U ostalim zakonima takva eksplicitna odredba ne postoji, ali se podrazumijeva da teoretski do tog slučaja ne bi ni došlo jer je "izvršenje u toku" nespojivo sa neizvršenošću kazne koju zastara pretpostavlja. U krivičnom zakonodavstvu u BiH propisani su izuzeci kada zastarjelost ne može nastupiti, bez obzira na protek vremena. Ovi izuzeci se odnose prvenstveno na najteža krivična djela koja predstavljaju povredu međunarodnog humanitarnog prava i univerzalnih vrijednosti, gdje prevladava stav da zločini takvog karaktera ne smiju ostati nekažnjeni zbog protoka vremena. U kontekstu BiH to su: ratni zločini, genocid i zločini protiv čovječnosti.

Zastarjelost u upravnom pravu

U oblasti upravnog prava, zastarjelost se javlja u specifičnom kontekstu. Odnosi se kako na prava i obaveze građana prema javnopravnim tijelima, tako i na ovlaštenja organa uprave da nakon proteka određenog roka pokrenu ili nastave postupke radi ostvarivanja ili nametanja obaveza. U ovom radu analizirana je zastarjelost u upravnim postupcima i upravnim stvarima (uključujući poreske predmete), te relevantne rokove za žalbe i upravne sporove, oslanjajući se isključivo na zakonodavstvo BiH, entiteta i Brčko distrikta, uz prikaz komentara i sudske prakse. U opštem upravno-procesnom zakonodavstvu ne postoji jedinstvena opšta odredba koja propisuje zastarjelost ostvarivanja prava ili izvršenja obaveza u svim upravnim stvarima. Za razliku od obligacionog prava, gdje je opšti rok zastarjelosti definisan u upravnom postupku primjenjuju se posebna pravila određena materijalnim propisima za pojedine upravne oblasti. Zakon o upravnom postupku Federacije BiH fokusira se na proceduralne rokove (poput rokova za žalbe, donošenje



rješenja, izvršenje i sl.), dok institut zastarjelosti prepušta posebnim zakonima. Sudska praksa je potvrdila da se na upravne postupke ne mogu supsidijarno primjenjivati odredbe Zakona o obligacionim odnosima o zastari, osim ako poseban propis to izričito predviđa. Primjera radi, Vrhovni sud FBiH zauzeo je stav da se prilikom oglašavanja upravnog akta ništavim ne mogu primjenjivati odgovarajuće odredbe iz obligacionog prava, čime je istaknuto da se upravni institut ništavosti rješenja (pa i vremenska ograničenja za pokretanje takvih postupaka) mora tumačiti isključivo prema upravnom zakonodavstvu. Ipak, koncept zastarjelosti nije nepoznat upravnom pravu. On se pojavljuje u pojedinim materijalnim upravnim propisima i kroz pravila o vremenskom ograničenju pravosnažnosti upravnih akata. Prava stranaka u upravnom postupku obično ne zastarijevaju ukoliko nisu ostvarena, osim ako poseban zakon propisuje prekluzivne rokove za podnošenje zahtjeva. Tako, recimo, pravo na podnošenje zahtjeva za određeno upravno rješenje (npr. legalizacija građevine, priznavanje statusa branitelja, socijalna davanja) može biti vremenski ograničeno materijalnim propisom. U suprotnom, stranka može pokrenuti postupak bilo kada, a organ je dužan riješiti po zahtjevu. Ne postoji opšta "zastarjelost" prava na podnošenje zahtjeva. Nasuprot tome, obaveze subjekata utvrđene upravnim aktom mogu zastarjeti u pogledu izvršenja, ako propisi to predvide. Kada upravni akt nametne određenu obavezu stranci (npr. rješenje inspekcije kojim se nalaže uklanjanje nelegalno izgrađenog objekta ili plaćanje novčane kazne u upravnom postupku), postavlja se pitanje da li organ uprave može tu obavezu izvršavati neograničeno dugo. Rješenje postaje izvršno po isteku roka za žalbu ili dostavljanjem stranci pravosnažnog rješenja, a ako se njime nalaže radnja – ostavlja se primjeren rok za dobrovoljno izvršenje, nakon čega se može pristupiti administrativnom izvršenju (ZUP FBiH, 1998, 1999, 2022). Međutim, ako organ uprave ne sprovede izvršenje odmah, zakon ne propisuje opšti rok zastarjelosti za pokretanje ili sprovođenje administrativnog izvršenja. U praksi, pravila zastarjelosti izvršenja nalazimo u posebnom zakonodavstvu, poput propisa o prekršajima (gdje izvršenje kazne zastarijeva u određenom roku) ili poreskih propisa (zastarjelost naplate poreznih obaveza, o čemu više u narednom poglavlju). Upravni postupak poznaje i rokove nakon kojih se više ne mogu preispitivati pravosnažne odluke. Naprimjer, ZUP FBiH propisuje da se obnova upravnog postupka ne može tražiti po isteku pet godina od dana dostavljanja konačnog rješenja stranci, osim u izuzetnim slučajevima teških povreda poput krivičnog djela. Slično tome, poništavanje ili ukidanje rješenja po pravu nadzora, kojim nadređeni organ ispravlja nezakonito pravosnažno rješenje, ograničeno je vremenom radi zaštite pravne sigurnosti. ZUP FBiH taksativno navodi razloge za poništaj po nadzoru (npr. rješenje donio nenadležan organ, postoji ranije pravomoćno rješenje u istoj stvari, rješenje je iznudjeno ili rezultat pritiska itd.) i propisuje rok od 5 godina od pravosnažnosti rješenja za poništaj zbog većine tih razloga, odnosno 1 godine za neke manje teške povrede (poput mjesne nenadležnosti), dok za slučajeve rješenja donesenog pod prisilom nema vremenskog ograničenja. Takođe, ukidanje rješenja (što se razlikuje od poništenja po pravnom dejstvu) zbog očigledne povrede materijalnog zakona moguće je najduže u roku od 1 godine od konačnosti. Ovi rokovi pokazuju nastojanje zakonodavca da uskladi dva načela, načelo zakonitosti (ispraviti nezakonita rješenja) i načelo pravne sigurnosti (ograničiti trajanje pravne neizvjesnosti). Ustavni sud BiH je u više navrata istakao da pravna sigurnost zahtijeva postojanje razumnog roka za preispitivanje konačnih odluka te da se stečena prava stranaka ne smiju neograničeno dovoditi u pitanje. Stoga su gore navedeni vremenski okviri važni. Nakon njihovog proteka, organi uprave više ne mogu službenom intervencijom poništiti ili izmijeniti konačno rješenje. Zaključno, zastarjelost u upravnom postupku kao opšti institut nije izričito uređen jedinstvenim pravilom, ali vremenska ograničenja za ostvarenje ili prisilno izvršenje upravnih prava i obaveza ipak postoje kroz mrežu posebnih propisa i instituta. Upravni organi su dužni paziti na eventualnu zastarjelost po službenoj dužnosti, tamo gdje je propisana. Tako npr. ako bi stranka podnijela zahtjev za izvršenje nekog rješenja nakon mnogo godina, organ treba provjeriti da li je izvršenje još uvijek pravno dopušteno ili je obaveza prestala protekom vremena.



Primjena zastarjelosti u poreskim i drugim upravnim stvarima

Poreski sistem jedne zemlje čini ukupnost svih oblika poreza (Kulić, 2012). Poreski propisi u BiH najjasnije i najpreciznije uređuju institute relativne i apsolutne zastare. S obzirom da je oporezivanje u nadležnosti entiteta i države, postoje posebni zakoni o poreskom postupku na svakom nivou. U Federaciji BiH primjenjuje se Zakon o Poreznoj upravi FBiH, dok RS ima Zakon o poreskom postupku. Brčko distrikt, takođe, ima svoje poreske propise, uglavnom usklađene sa entitetskim principima. Prema Zakonu o Poreznoj upravi FBiH, razlikuju se zastara prava na utvrđivanje poreske obaveze (tzv. zastara razreza) i zastara prava na naplatu poreza. Pravo poreskog organa da utvrdi (razreže) porez zastarijeva u opštem roku od 5 godina od isteka godine u kojoj je porezna prijava podnesena ili je istekao zakonski rok za njeno podnošenje (Zakon o poreznoj upravi FBiH, 2002, 2004, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 i 2022). Drugim riječima, ako poreski obveznik uredno prijavi porez, nakon 5 godina od te prijave, poreska uprava više ne može donijeti rješenje kojim dodatno utvrđuje obavezu za tu poresku godinu. Isti petogodišnji rok važi i za pokretanje postupka utvrđivanja poreske kazne vezane za određeni porez. Izuzetno, nema zastare za utvrđivanje u slučaju poreske utaje ili nepredavanja poreske prijave, tada se porez može utvrditi u svako doba. Rok zastarjelosti utvrđivanja prekida se svakom službenom radnjom preduzetom radi utvrđivanja poreza. Nakon prekida, rok počinje teći iznova, ne računajući proteklo vrijeme prije prekida. Ovo praktično znači da ako je unutar pet godina pokrenut postupak poreske kontrole ili donesen prvostepeni akt, zastara se prekida i od tog momenta računanje počinje ispočetka, što efektivno produžava mogućnost utvrđivanja obaveze (ali u FBiH zakonu, za razliku od nekih drugih, nije propisan poseban apsolutni rok – teoretski, stalnim prekidima postupak utvrđivanja može ići u nedogled, iako je to rijetko u praksi). Pravo na naplatu poreza u FBiH uređen je takođe petogodišnjim rokom. Utvrđena poreska obaveza može se prisilno naplatiti putem mjera prinudne naplate ili sudskim putem samo ako je postupak naplate započet u roku od 5 godina od dana dospijeca obaveze za plaćanje (ili dana izvršnosti rješenja kojim je porez utvrđen). I ovdje vrijedi pravilo da preduzimanje svake radnje naplate prekida zastaru naplate. Bitno je naglasiti da, za razliku od građanskih potraživanja, u poreskim stvarima organ pazi na zastaru po službenoj dužnosti. Poreska uprava ne smije naplatiti zastarjeli poreski dug. Ako protekne zakonom propisani rok, obaveza se ima otpisati. Čak više, ako bi poreski obveznik dobrovoljno platio porez nakon nastupanja zastare, smatra se da je platio nedugovanu obavezu te ima pravo tražiti povrat tog iznosa. Ovo je značajna razlika u odnosu na civilno pravo, gdje dužnik koji dobrovoljno ispunji zastarjelu (civilnu) obavezu ne može tražiti povrat. U poreskom pravu zastarjela obaveza prestaje u potpunosti, i njenim plaćanjem nastaje osnov za restituciju, što potvrđuje i činjenica da poreski organi po službenoj dužnosti otpisuju zastarjele poreske obaveze. Dakle, zastara u poreskom odnosu ima za posljedicu prestanak i prava i obaveze, radi zaštite javnog interesa i povjerenja građana u fiskalni sistem. Poreska uprava je obavezna voditi evidenciju o rokovima zastare i prilikom svakog potraživanja provjeriti da li je rok istekao. U slučaju nastupanja zastare, dužna je obustaviti postupak naplate i otpisati dug. Poresko zakonodavstvo Republike Srpske doživjelo je izmjene u pogledu zastare. Prema starijim propisima, RS je imala kraći relativni rok zastare naplate (npr. 3 godine) uz apsolutni rok od 6 godina, što znači da, bez obzira na prekide, nakon 6 godina od dospijeca poreza nastupala bi zastara bezuslovno. Razlog uvođenja apsolutne zastare bio je da se onemogućiti teoretski neograničeno produženje duga stalnim prekidima (što je bilo moguće u FBiH). Novi Zakon o poreskom postupku RS pojednostavio je sistem. Ukinut je relativni rok, a uveden samo apsolutni rok od 10 godina za prinudnu naplatu poreza od dana izvršnosti obaveze. To znači da Poreska uprava RS sada ima dugoročniji rok, ali konačan. Po isteku 10 godina od pravosnažnosti rješenja ili dospijeca prijavljene obaveze, više ne može naplatiti taj porez, bez obzira na preduzete radnje. Vrijedi spomenuti da zakon u RS propisuje jedno izuzeće od zastarijevanja koje nije prisutno u FBiH (Zakon o poreskom postupku RS, 2020 i 2022). Porezi i doprinosi za penzijsko i invalidsko osiguranje (PIO) ne zastarijevaju uopšte. Ova odredba ima za cilj zaštitu fondova socijalne sigurnosti. Obaveze poslodavaca za doprinose ne mogu prestati zbog proteka vremena, što je opravdano javnim interesom osiguranja prava iz penzijsko-invalidskog osiguranja. U praksi, to znači da će se dug po osnovu doprinosa uvijek moći potraživati, premda ostaje pitanje ustavnosti apsolutnog isključenja zastare. Brčko distrikt u svojim poreskim propisima takođe predviđa rokove zastare koji su uglavnom



harmonizovani sa entitetskim. Za direktne poreze Distrikta (npr. porez na dohodak, nekretnine), Zakon o poreznoj upravi Brčko distrikta propisuje rokove vrlo slične federalnim, 5 godina za utvrđivanje i 5 za naplatu, uz prekid zastare radnjama i obavezno računanje zastare ex officio. Za indirektne poreze (PDV, akcize, carine) koji su u nadležnosti Uprave za indirektno oporezivanje BiH, primjenjuju se odredbe Zakona o postupku indirektnog oporezivanja (državnog zakona). Taj zakon, takođe, sadrži institute relativne i apsolutne zastare za PDV obaveze, slično entitetskim pravilima, što osigurava jedinstven režim na teritoriji cijele BiH u oblasti PDV-a. Pored poreza, institut zastare je značajan i u prekršajnom pravu, koje se može posmatrati kao dio upravnog prava (sankcionisanje regulatornih povreda). Zakoni o prekršajima FBiH i RS propisuju zastaru pokretanja prekršajnog postupka i zastaru izvršenja izrečenih sankcija. Primjera radi, u FBiH se prekršajni postupak ne može pokrenuti kad protekne 1 godina od učinjenog prekršaja za lakše prekršaje (kazna do 3.000 KM), odnosno 2 godine za teže prekršaje (kazne preko 3.000 KM), dok apsolutna zastara gonjenja nastupa 2 odnosno 4 godine od počinjenja (dvostruko od relativne) (Zakon o prekršajima FBiH, 2014, 2022 i 2025). Izvršenje izrečene novčane kazne u prekršajnom postupku zastarijeva, u pravilu, za 2 godine od pravosnažnosti rješenja o prekršaju. Ove odredbe sprječavaju da građani budu kažnjavani ili prisilno naplaćivani za prekršaje nakon proteka dugog vremena, čime se štiti pravna sigurnost i svrha kažnjavanja, sankcija gubi smisao ako se izrekne ili provodi prekasno. Takođe, u inspekcijskim postupcima postoje indikacije instituta zastarjelosti. Iako opšti Zakon o inspekcijama možda ne propisuje rok zastare za mjere inspektora, pojedini materijalni propisi mogu ograničiti ovlaštenja inspekcije vremenom. Naprimjer, zakoni o građenju često propisuju da se bespravna gradnja može naložiti za rušenje u određenom roku od izgradnje. Ako organ propusti djelovati u tom periodu, kasnije se može smatrati da je nastupila svojevrsna "materijalna zastara" nelegalne gradnje kroz institut legalizacije. U slučaju upravno-imovinskih stvari (denacionalizacija, eksproprijacija), opet su posebni zakoni ti koji određuju da li zahtjevi zastarijevaju ili ne. Sumirajući, upravne oblasti poreza, prekršaja i drugih javnih davanja detaljno regulišu rokove zastare kako za pokretanje postupaka tako i za izvršenje odluka. Zajednička karakteristika jeste da zastara u javnopravnim odnosima djeluje ex officio (organ je dužan paziti na nju), da se razlikuju relativna zastara (koja se prekida radnjama organa) i apsolutna zastara (koja nastupa po isteku fiksnog roka bez obzira na prekide), te da nakon nastupa zastare državni organ gubi nadležnost da ostvari to pravo a obaveza stranke prestaje. Sudska praksa entitetskih sudova uglavnom potvrđuje primjenu ovih pravila. Na primjer, Vrhovni sud RS u jednoj odluci odbacio je tužbu Poreske uprave protiv rješenja drugostepenog organa koji je utvrdio zastaru, naglasivši da je pravilno otpisan porezni dug jer je istekao apsolutni rok zastare naplate (slučaj u kojem je organ pokušao naplatiti potraživanje starije od 6 godina). Slično, Sud BiH, u okviru svoje upravne nadležnosti nad indirektnim porezima, primjenjuje odredbe o zastari PDV obaveza (npr. ako Uprava za indirektno oporezivanje donese naknadno rješenje o dugu PDV izvan zakonskog roka, Sud BiH će takvo rješenje poništiti zbog zastarjelosti prava na razrez).

Zaključak

Institut zastarjelosti predstavlja jedan od ključnih mehanizama savremenog pravnog sistema Bosne i Hercegovine, čija je osnovna funkcija osiguranje pravne sigurnosti, stabilnosti pravnih odnosa i efikasnosti pravne zaštite. Njegova primjena u različitim granama prava – građanskom, krivičnom, upravnom i poreskom – pokazuje da zastarjelost ima višestruku pravnu i društvenu ulogu, prilagođenu specifičnostima svakog pravnog područja. U građanskom pravu zastarjelost doprinosi ravnoteži između interesa povjerioca i dužnika, ograničavajući mogućnost prinudnog ostvarivanja potraživanja nakon proteka zakonom propisanih rokova, pri čemu njena primjena zavisi od isticanja prigovora zastare. U krivičnom pravu zastarjelost predstavlja ograničenje prava države na krivično gonjenje i izvršenje kazni, uz istovremeno postojanje izuzetaka za najteža krivična djela, čime se postiže balans između principa pravičnosti i potrebe zaštite osnovnih društvenih vrijednosti. U upravnom i poreskom pravu zastarjelost ima posebnu dimenziju, jer organi javne vlasti na nju paze po službenoj dužnosti, čime se dodatno štiti pravna sigurnost građana i povjerenje u javne institucije. Zaključno, institut zastarjelosti potvrđuje svoju temeljnu ulogu u očuvanju pravne sigurnosti,



efikasnosti pravnog sistema i pravičnosti u ostvarivanju prava i obaveza, te ostaje nezaobilazan instrument savremenog pravnog poretka Bosne i Hercegovine, čime je potvrđena hipoteza H1.

LITERATURA

1. Ignjatović, A. (2007), Krivično pravo opšti deo, Privredna akademija, Novi Sad.
2. Joksić, I. (2019), Krivično pravo opšti deo, Univerzitet Privredna akademija, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad.
3. Krivični zakon Bosne i Hercegovine, („Službeni glasnik Bosne i Hercegovine“ broj: 3/2003, 32/2003 – ispravka, 37/2003, 54/2004, 61/2004, 30/2005, 53/2006, 55/2006, 8/2010, 47/2014, 22/2015, 40/2015, 35/2018, 46/2021, 31/2023 i 47/2023).
4. Krivični zakonik Republike Srpske, („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj: 64/2017).
5. Kulić, M. (2012), Poresko pravo, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad.
6. Radovanov, A. (2009), Obligaciono pravo opšti deo, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad.
7. Zakon o obligacionim odnosima Republike Srpske, („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj: 17/1993, 3/1996, 37/2001 – drugi zakon, 39/2003 i 74/2004).
8. Zakon o poreskom postupku Republike Srpske, („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj: 78/2020 i 37/2022).
9. Zakon o poreznoj upravi Federacije Bosne i Hercegovine, („Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine“ broj: 33/2002, 28/2004, 57/2009, 40/2010, 29/2011 – odluka Ustavnog suda, 27/2012, 7/2013, 71/2014, 91/2015 i 44/2022).
10. Zakon o prekršajima Federacije Bosne i Hercegovine, („Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine“ broj: 63/2014, "Sl. glasnik BiH", br. 41/2022 - odluka US BiH i 68/2022 - odluka US BiH i "Sl. novine FBiH", br. 19/2025).
11. Zakon o upravnom postupku Federacije Bosne i Hercegovine, („Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine“ broj: 2/1998, 48/1999 i 61/2022)

STATUTE OF LIMITATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA – LEGAL FRAMEWORK AND APPLICATION IN DIFFERENT BRANCHES OF LAW

Abstract

This paper analyzes the legal institution of the statute of limitations in Bosnia and Herzegovina, with particular emphasis on its concept, legal nature, and significance across various branches of law. The statute of limitations represents a temporal limitation on the exercise of rights before competent authorities, thereby ensuring a balance between the interests of creditors and debtors, as well as legal certainty. The paper examines the application of this institution in civil, criminal, and administrative law, as well as in tax and other administrative matters. Special attention is given to differences in legislation within Bosnia and Herzegovina, particularly between entities, which may lead to legal inconsistency and uncertainty in practice. Furthermore, various limitation periods, their purpose, interruption and suspension, as well as exceptions to their application—especially in relation to the most serious criminal offenses—are analyzed. In the field of administrative and tax law, specific aspects of the application of limitation periods are highlighted, including the obligation of authorities to consider them ex officio. In conclusion, the paper confirms that the statute of limitations plays a key role in ensuring legal certainty, the efficiency of the legal system, and fairness in the realization of rights and obligations.

Keywords: statute of limitations, legal certainty, law of obligations, criminal law, administrative law, tax law, limitation periods, Bosnia and Herzegovina, legal system.



Primljeno: 10.04.2026

Prihvaćeno: 23.06.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605206M

KOMPARATIVNA ANALIZA SIMULACIONIH SOFTVERA ZA OBUKU VOZAČA

Bogdan Mirković, dr

Univerzitet „Union“ Beograd, Srbija, Računarski fakultet, Trg Republike 6/VI, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: bmirkovic@raf.rs

Apstrakt

U savremenim saobraćajnim sistemima, obuka vozača predstavlja ključni faktor sigurnosti i efikasnosti, pri čemu simulacioni softveri zauzimaju centralnu ulogu u razvoju vozačkih vještina i kognitivnih sposobnosti. Ovaj rad predstavlja integralnu komparativnu analizu šest odabranih simulacionih softvera – City Car Driving, STISIM Drive, DriveSim, SCANer Studio, BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2 – prema sedam ključnih parametara: realističnost simulacije, interaktivnost, fleksibilnost scenarija, sistem evaluacije korisnika, jednostavnost korišćenja, tehnički zahtjevi i troškovi implementacije. Analiza je pokazala da profesionalni simulatori, kao što su DriveSim i SCANer Studio, nude najviši nivo realizma, evaluacije i fleksibilnosti scenarija, ali zahtijevaju visoke tehničke standarde i značajne troškove implementacije, dok edukativni softveri (City Car Driving i STISIM Drive) balansiraju između dostupnosti, funkcionalnosti i jednostavnosti korišćenja. Alternativni i komercijalni softveri (BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2) pružaju ekonomične i vizuelno atraktivne simulacije, ali sa ograničenom sposobnošću evaluacije performansi vozača. Diskusija rezultata ukazuje na mogućnost kombinacije različitih tipova softvera kako bi se postigao optimalan balans između realističnog iskustva, evaluacije i dostupnosti, dok budući razvoj simulacionih sistema uključuje integraciju VR/AR tehnologija, adaptivnih sistema učenja, smanjenje troškova i povezanost sa realnim saobraćajnim sistemima, čime se očekuje sveobuhvatna i efikasna obuka vozača.

Ključne riječi: simulacioni softver, obuka vozača, realističnost, evaluacija, VR tehnologija, fleksibilnost scenarija.

UVOD

Obuka vozača predstavlja jedan od najznačajnijih segmenata savremenih saobraćajnih sistema, imajući u vidu sve veću kompleksnost saobraćajnog okruženja i porast broja učesnika u saobraćaju. Efikasna edukacija vozača direktno utiče na smanjenje rizika od saobraćajnih nezgoda, unapređenje bezbjednosti i povećanje ukupne efikasnosti saobraćaja. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organization), saobraćajne nezgode predstavljaju jedan od vodećih uzroka smrtnosti u svijetu, što dodatno naglašava značaj kvalitetne obuke vozača (World Health Organization, 2023).

Savremeni saobraćajni sistemi zahtijevaju od vozača ne samo tehničke vještine upravljanja vozilom, već i razvijene kognitivne sposobnosti, kao što su percepcija rizika, donošenje odluka i prilagođavanje dinamičnim uslovima u saobraćaju. U tom kontekstu, obuka vozača ima važnu ulogu u razvoju odgovornog ponašanja i saobraćajne kulture. Ranija istraživanja pokazuju da adekvatno strukturirani programi obuke mogu značajno doprinijeti smanjenju broja nezgoda, posebno kod mladih i neiskusnih vozača (Hatakka et al., 2002).



Pored bezbjednosnog aspekta, obuka vozača ima i značajan društveno-ekonomski uticaj. Smanjenje broja nezgoda direktno utiče na smanjenje troškova zdravstvenog sistema, materijalnih gubitaka i gubitka produktivnosti. Prema analizama World Bank, ulaganje u kvalitetnu obuku vozača predstavlja jednu od najefikasnijih strategija za unapređenje bezbjednosti saobraćaja i smanjenje ekonomskih gubitaka (World Bank, 2020).

Tradicionalne metode obuke vozača, koje se uglavnom zasnivaju na teorijskoj nastavi i praktičnoj vožnji u realnim saobraćajnim uslovima, suočavaju se sa brojnim ograničenjima. Jedan od glavnih problema jeste nemogućnost izlaganja kandidata svim potencijalno opasnim situacijama koje se mogu javiti u saobraćaju. Zbog bezbjednosnih razloga, instruktori često izbjegavaju rizične scenarije, što može dovesti do nedovoljne pripremljenosti vozača za stvarne krizne situacije (Mayhew & Simpson, 2002).

Pored toga, kvalitet obuke u realnim uslovima zavisi od mnogih faktora, uključujući vremenske prilike, gustinu saobraćaja i individualni pristup instruktora. Ova varijabilnost može dovesti do neujednačenog nivoa znanja i vještina među kandidatima. Takođe, tradicionalna obuka često ne omogućava sistematsko praćenje i analizu performansi vozača, što otežava identifikaciju slabosti i njihovo ciljano unapređenje.

Još jedan značajan nedostatak odnosi se na troškove i logističke izazove. Održavanje vozila, potrošnja goriva i ograničeno vrijeme obuke predstavljaju dodatno opterećenje za auto-škole i polaznike. Osim toga, realno okruženje ne omogućava ponavljanje identičnih situacija, što je važno za proces učenja i usvajanje pravilnih reakcija u saobraćaju (Ker, Roberts, Collier, Beyer, & Bunn, 2005).

Razvoj digitalnih tehnologija značajno je transformisao obrazovne procese u različitim oblastima, uključujući i obuku vozača. Savremeni pristupi edukaciji sve više se oslanjaju na upotrebu simulacija, virtualne realnosti (VR) i vještačke inteligencije (AI), čime se omogućava interaktivnije, sigurnije i efikasnije učenje. Digitalne tehnologije omogućavaju kreiranje kontrolisanih okruženja u kojima se mogu simulirati različiti saobraćajni scenariji, uključujući i one visokog rizika, bez ugrožavanja bezbjednosti učesnika.

Primjena simulacionih softvera u edukaciji omogućava standardizaciju procesa obuke, što doprinosi ujednačenijem kvalitetu edukacije. Takođe, digitalni sistemi omogućavaju detaljno praćenje performansi korisnika, analizu grešaka i prilagođavanje obuke individualnim potrebama. Prema istraživanjima, upotreba simulacija može značajno unaprijediti proces učenja kroz aktivno uključivanje korisnika i ponavljanje kompleksnih zadataka (Salas, Wildman, & Piccolo, 2009).

Pored toga, razvoj digitalnih tehnologija omogućava veću dostupnost obrazovanja, smanjenje troškova i fleksibilnost u učenju. Integracija savremenih tehnologija u proces obuke vozača predstavlja važan korak ka modernizaciji saobraćajnih sistema i unapređenju bezbjednosti na putevima. U tom smislu, digitalna transformacija edukacije ne samo da dopunjuje tradicionalne metode, već postaje njihov neizostavan dio.

Simulacije u edukaciji

U savremenim naučnim i tehnološkim okvirima, simulacija se sve češće prepoznaje kao metod koji se koristi za analizu, razumijevanje i unapređenje složenih sistema, pri čemu njena primjena obuhvata širok spektar oblasti, uključujući obrazovanje, inženjerstvo, medicinu i saobraćaj. Imajući u vidu rastuću kompleksnost realnih sistema, kao i potrebu za njihovim sigurnim i efikasnim proučavanjem, simulacija predstavlja ne samo alat za istraživanje, već i značajno sredstvo za edukaciju i obuku.

Simulacija se može definisati kao proces imitacije rada realnog sistema kroz izgradnju modela koji reprodukuje njegove ključne karakteristike, pri čemu se, uz pomoć odgovarajućih matematičkih i računarskih metoda, omogućava analiza ponašanja sistema u različitim uslovima bez potrebe za direktnim uticajem na stvarni sistem (Banks et al., 2010). Drugim riječima, simulacija



podrazumijeva kreiranje apstraktnog prikaza realnosti, koji, iako pojednostavljen, zadržava suštinske elemente potrebne za razumijevanje funkcionalnosti i dinamike sistema.

Modelovanje realnih sistema, kao sastavni dio simulacije, predstavlja složen proces u kojem se identifikuju relevantne varijable, odnosi među njima i zakonitosti koje upravljaju njihovim ponašanjem, pri čemu je neophodno uspostaviti balans između preciznosti modela i njegove praktične primjenjivosti. Naime, dok previše pojednostavljen model može dovesti do netačnih zaključaka, prekomjerno detaljan model može biti neefikasan i teško primjenjiv u praksi, te se stoga u procesu modelovanja teži optimalnom nivou apstrakcije (Law, 2015). Upravo zahvaljujući ovoj sposobnosti da se kompleksni sistemi predstave na razumljiv i kontrolisan način, simulacija omogućava eksperimentisanje, predviđanje i donošenje odluka u uslovima koji bi u realnosti bili skupi, opasni ili nemogući za reprodukciju.

U kontekstu obrazovanja, simulacija zauzima sve značajnije mjesto, budući da omogućava aktivno učešće korisnika u procesu učenja, pri čemu se teorijska znanja povezuju sa praktičnim iskustvom kroz interakciju sa modeliranim okruženjem. Za razliku od tradicionalnih metoda, koje se često zasnivaju na pasivnom usvajanju informacija, simulacioni pristupi podstiču razvoj kritičkog mišljenja, donošenje odluka i rješavanje problema, što ih čini posebno pogodnim za obuku u složenim i dinamičnim oblastima (Salas et al., 2009).

Uloga simulacija u učenju ogleda se u njihovoj sposobnosti da omoguće ponavljanje različitih scenarija, kao i prilagođavanje procesa edukacije individualnim potrebama korisnika, čime se postiže viši nivo efikasnosti u odnosu na standardne metode. Osim toga, simulacije pružaju mogućnost učenja kroz greške, odnosno omogućavaju korisnicima da eksperimentišu i donose odluke bez straha od realnih posljedica, što dodatno doprinosi razvoju samopouzdanja i kompetencija.

Kada je riječ o prednostima u odnosu na tradicionalne metode, potrebno je naglasiti da simulacije, pored veće interaktivnosti i fleksibilnosti, omogućavaju i standardizaciju procesa obuke, čime se smanjuju razlike u kvalitetu edukacije između različitih korisnika. Takođe, simulacioni sistemi omogućavaju detaljno praćenje performansi, što olakšava evaluaciju i unapređenje procesa učenja, dok tradicionalni pristupi često ne nude takav nivo analitičke podrške (Gaba, 2004).

Primjena simulacije u oblasti saobraćaja predstavlja jedan od najznačajnijih primjera njene praktične vrijednosti, posebno kada je riječ o obuci vozača, gdje je neophodno obezbijediti sigurno okruženje za sticanje iskustva u različitim saobraćajnim situacijama. Simulacioni sistemi omogućavaju reprodukciju realnih uslova vožnje, uključujući različite vremenske prilike, gustinu saobraćaja i nepredvidive događaje, čime se korisnicima pruža prilika da razviju odgovarajuće reakcije i vještine bez izlaganja stvarnom riziku (Fisher, Rizzo, Caird, & Lee, 2011).

Kroz upotrebu simulacija u obuci vozača, moguće je sistematski razvijati sposobnosti kao što su percepcija rizika, donošenje odluka i upravljanje stresom, koje su ključne za bezbjedno učestvovanje u saobraćaju. Istovremeno, simulacioni sistemi omogućavaju ponavljanje specifičnih scenarija, što je u realnim uslovima teško ostvarivo, te na taj način doprinose dubljem razumijevanju saobraćajnih situacija.

Razvoj simulacije u saobraćaju ima dugu istoriju, koja seže do mehaničkih i elektromehaničkih uređaja korištenih sredinom 20. vijeka, dok su savremeni sistemi, zahvaljujući napretku računarskih tehnologija, grafike i vještačke inteligencije, dostigli visok nivo realističnosti i funkcionalnosti. Ovaj kontinuirani razvoj ukazuje na sve veću ulogu simulacija u unapređenju bezbjednosti saobraćaja, kao i na njihovu buduću integraciju u standardne programe obuke vozača.

Simulacioni sistemi za obuku vozača

Simulacioni sistemi za obuku vozača predstavljaju savremene tehnološke platforme koje, zahvaljujući integraciji naprednih računarskih modela, interaktivnih interfejsa i senzorskih tehnologija, omogućavaju realističnu reprodukciju složenih saobraćajnih situacija u kontrolisanim



uslovima, pri čemu se istovremeno obezbjeđuje visok nivo bezbjednosti i efikasnosti procesa učenja. Njihova primjena postaje sve značajnija u kontekstu savremenih saobraćajnih sistema, budući da istraživanja ukazuju na to da simulaciona obuka može značajno unaprijediti vozačke vještine, naročito u domenu percepcije rizika i donošenja odluka u kompleksnim situacijama (Alonso et al., 2023; Krasniuk et al., 2024).

Simulacioni sistem za obuku vozača može se definisati kao integrisano tehnološko rješenje koje omogućava imitaciju realnog procesa upravljanja vozilom putem kombinacije softverskih i hardverskih komponenti, pri čemu softver modeluje saobraćajno okruženje, ponašanje vozila i interakciju sa drugim učesnicima, dok hardverski elementi omogućavaju fizičku i senzornu interakciju korisnika sa sistemom. U savremenim sistemima, ova integracija se dodatno unapređuje primjenom naprednih grafičkih tehnologija i simulacije fizikalnih procesa, čime se postiže visok nivo realizma (Piaseczna et al., 2024).

U ranim fazama razvoja, simulacioni sistemi su se uglavnom oslanjali na osnovne grafičke prikaze i pojednostavljene modele kretanja, pri čemu je njihov primarni cilj bio demonstracija osnovnih principa upravljanja vozilom, dok su ograničenja u procesorskoj snazi i grafičkim mogućnostima značajno uticala na njihov kvalitet. Međutim, sa razvojem računarskih tehnologija, posebno u oblasti grafičkih procesora i real-time simulacija, omogućeno je kreiranje znatno kompleksnijih i realističnijih sistema, koji su u stanju da simuliraju širok spektar uslova vožnje, uključujući različite vremenske prilike, konfiguracije puteva i interakciju sa drugim učesnicima u saobraćaju (Piaseczna et al., 2024).

Dalji razvoj simulacionih softvera dodatno je ubrzan integracijom tehnologija kao što su virtualna realnost i vještačka inteligencija, koje omogućavaju ne samo poboljšanje vizuelnog i funkcionalnog aspekta simulacije, već i razvoj adaptivnih sistema koji se mogu prilagoditi individualnim karakteristikama korisnika. Naime, primjena algoritama vještačke inteligencije omogućava analizu ponašanja vozača u realnom vremenu, kao i generisanje personalizovanih scenarija obuke, čime se značajno povećava efikasnost učenja i kvalitet stečenih vještina (Krasniuk et al., 2024).

Istovremeno, interakcija korisnika i sistema predstavlja vrlo važan aspekt funkcionisanja ovih platformi, budući da korisnik kroz upravljanje vozilom u virtuelnom okruženju prima kontinuirane povratne informacije, dok sistem paralelno registruje njegove akcije i analizira obrasce ponašanja. Ova dvosmjerna komunikacija omogućava ne samo aktivno učenje, već i razvoj adaptivnih modela obuke, koji se prilagođavaju individualnim potrebama korisnika, čime se značajno unapređuje efikasnost edukacije (Krasniuk et al., 2024).

Razvoj simulacionih softvera za obuku vozača predstavlja rezultat dugotrajnog tehnološkog i naučnog napretka, koji je, usljed potrebe za unapređenjem bezbjednosti saobraćaja i efikasnosti edukacije, doveo do transformacije tradicionalnih metoda obuke u sofisticirane digitalne sisteme, pri čemu se, zahvaljujući integraciji naprednih računarskih tehnologija, postiže visok nivo realizma, interaktivnosti i prilagodljivosti. Iako su prvi oblici simulacije vožnje bili relativno jednostavni i ograničeni u pogledu funkcionalnosti, savremeni simulacioni softveri karakterišu kompleksni modeli ponašanja vozila, realistični vizuelni prikazi i mogućnost generisanja dinamičnih saobraćajnih scenarija, čime se značajno unapređuje proces obuke (Fisher, Rizzo, Caird, & Lee, 2011).

Simulacioni sistemi za obuku vozača mogu se klasifikovati prema nivou složenosti i realizma na statičke, dinamičke i simulatore zasnovane na virtualnoj realnosti, pri čemu svaka od ovih kategorija ima specifične karakteristike i primjene.

Statički simulatori predstavljaju osnovni oblik simulacije, budući da ne uključuju fizičko kretanje kabine, već se fokusiraju na vizuelnu i funkcionalnu reprodukciju vožnje, što ih čini pogodnim za početne faze obuke. Nasuprot tome, dinamički simulatori uključuju pokretne platforme koje reprodukuju sile i kretanja vozila, čime se postiže viši nivo realizma i omogućava bolje razumijevanje dinamike vožnje, što je posebno značajno u profesionalnoj obuci (Burdzik et al., 2024).



Savremeni trendovi ukazuju na sve veću primjenu simulatora zasnovanih na virtualnoj realnosti, koji omogućavaju potpuno uranjanje korisnika u simulirano okruženje, pri čemu se postiže visok stepen interaktivnosti i fleksibilnosti. Ovi sistemi omogućavaju simulaciju kompleksnih i rizičnih scenarija, koji se teško mogu reprodukovati u realnim uslovima, čime značajno doprinose unapređenju procesa obuke (Alonso et al., 2023).

Jedna od najvažnijih funkcionalnosti simulacionih softvera jeste mogućnost simulacije različitih saobraćajnih uslova, uključujući vremenske prilike, konfiguraciju puteva i ponašanje drugih učesnika u saobraćaju, čime se korisnicima omogućava sticanje iskustva u širokom spektru situacija. Ovakav pristup doprinosi razvoju sposobnosti prilagođavanja i anticipacije, koje su ključne za bezbjedno upravljanje vozilom (Piaseczna et al., 2024).

Pored toga, simulacioni sistemi omogućavaju reprodukciju opasnih i kritičnih situacija, kao što su iznenadne prepreke ili nepredvidivo ponašanje drugih učesnika, pri čemu korisnici mogu razvijati adekvatne reakcije bez stvarnog rizika. Istraživanja pokazuju da ovakav vid obuke može značajno unaprijediti sposobnost reagovanja u stresnim situacijama i smanjiti vjerovatnoću nastanka nezgoda (Alonso et al., 2023).

Konačno, savremeni simulacioni softveri omogućavaju detaljno praćenje i evaluaciju vozača, budući da prikupljaju i analiziraju podatke o različitim aspektima vožnje, uključujući brzinu, vrijeme reakcije i poštovanje saobraćajnih pravila. Na osnovu ovih podataka moguće je identifikovati slabosti i prilagoditi proces obuke individualnim potrebama korisnika, čime se postiže veći nivo efikasnosti i kvalitetniji ishodi učenja, iako se naglašava da simulaciona obuka treba da bude dopuna, a ne zamjena za realnu vožnju (Krasniuk et al., 2024).

Komparativna analiza simulacionih softvera

U cilju sprovođenja objektivne i metodološki utemeljene komparativne analize simulacionih softvera za obuku vozača, neophodno je definisati skup relevantnih kriterijuma koji omogućavaju sistematsko poređenje njihovih funkcionalnih i tehničkih karakteristika, pri čemu se posebna pažnja posvećuje aspektima koji direktno utiču na kvalitet procesa obuke, efikasnost učenja i praktičnu primjenjivost sistema u realnim uslovima. Savremena istraživanja ukazuju na to da evaluacija simulacionih sistema mora obuhvatiti više dimenzija, uključujući tehničke performanse, korisničko iskustvo i ekonomske faktore, kako bi se dobila cjelovita slika njihove vrijednosti (Alonso et al., 2023; Piaseczna et al., 2024).

Jedan od ključnih kriterijuma jeste realističnost simulacije, koja se odnosi na stepen u kojem simulacioni softver uspijeva da reprodukuje stvarne uslove vožnje, uključujući vizuelni prikaz okruženja, fiziku kretanja vozila i ponašanje drugih učesnika u saobraćaju. Visok nivo realizma omogućava korisnicima da razviju odgovarajuće perceptivne i motoričke vještine, dok nedostatak realističnosti može ograničiti prenos naučenih obrazaca ponašanja u realne situacije (Burdzik et al., 2024).

Pored realizma, značajan kriterijum predstavlja interaktivnost, koja podrazumijeva nivo uključenosti korisnika u simulaciono okruženje, kao i kvalitet povratnih informacija koje sistem pruža tokom obuke. Interaktivni sistemi omogućavaju korisnicima aktivno učešće u procesu učenja, čime se podstiče razvoj kritičkog mišljenja i donošenja odluka, što je od posebnog značaja u složenim i dinamičnim saobraćajnim situacijama (Krasniuk et al., 2024).

Fleksibilnost scenarija takođe predstavlja važan aspekt evaluacije, budući da se odnosi na mogućnost kreiranja i prilagođavanja različitih saobraćajnih situacija u skladu sa potrebama obuke. Softveri koji omogućavaju generisanje širokog spektra scenarija, uključujući rijetke i opasne situacije, pružaju značajno veću vrijednost u odnosu na sisteme sa ograničenim mogućnostima konfiguracije (Alonso et al., 2023).

Sistem evaluacije korisnika predstavlja još jedan ključni kriterijum, jer omogućava praćenje performansi vozača kroz analizu različitih parametara, kao što su brzina, vrijeme reakcije,



preciznost upravljanja i poštovanje saobraćajnih pravila. Napredni sistemi evaluacije koriste algoritme za obradu podataka kako bi identifikovali greške i pružili personalizovane preporuke za unapređenje, čime se povećava efikasnost procesa obuke (Piaseczna et al., 2024).

Ekonomski aspekti, odnosno troškovi implementacije, imaju značajan uticaj na izbor simulacionog softvera, posebno u kontekstu obrazovnih institucija i auto-škola, koje često raspolažu ograničenim resursima. Troškovi obuhvataju ne samo nabavku softvera, već i hardversku opremu, održavanje i obuku instruktora, te je stoga neophodno razmotriti odnos između cijene i funkcionalnosti sistema.

Jednostavnost korištenja predstavlja važan faktor, budući da kompleksni i teško razumljivi sistemi mogu negativno uticati na proces učenja i smanjiti motivaciju korisnika. Intuitivan interfejs i lakoća upravljanja omogućavaju bržu adaptaciju korisnika i efikasnije korištenje simulacionog sistema, što je posebno važno u početnim fazama obuke (Krasniuk et al., 2024).

Na kraju, tehnički zahtjevi predstavljaju praktičan aspekt evaluacije, koji uključuje hardverske i softverske uslove potrebne za implementaciju i korištenje sistema. Softveri koji zahtijevaju visoko specijalizovanu opremu mogu pružiti bolji kvalitet simulacije, ali istovremeno mogu biti manje dostupni, dok sistemi sa nižim tehničkim zahtjevima omogućavaju širu primjenu, ali često uz određene kompromise u pogledu performansi (Burdzik et al., 2024).

Na kraju, sveobuhvatna evaluacija simulacionih softvera zahtijeva integrisani pristup koji uzima u obzir sve navedene kriterijume, budući da nijedan pojedinačni aspekt ne može samostalno odrediti kvalitet i efikasnost sistema, već se njihova stvarna vrijednost ogleda u međusobnoj usklađenosti tehničkih, funkcionalnih i ekonomskih karakteristika.

Osnovne karakteristike analiziranih simulacionih softvera

U cilju sprovođenja metodološki utemeljene i analitički relevantne komparativne analize simulacionih softvera za obuku vozača, neophodno je izvršiti selekciju reprezentativnih sistema koji obuhvataju različite nivoe tehnološke složenosti, funkcionalnosti i praktične primjene, pri čemu se, radi postizanja uravnoteženog istraživačkog pristupa, preporučuje izbor softvera iz više kategorija, uključujući edukativne, profesionalne i alternativne simulacione platforme. Ovakav pristup omogućava sveobuhvatno sagledavanje prednosti i ograničenja pojedinačnih sistema, kao i identifikaciju njihovog doprinosa procesu obuke vozača (Alonso et al., 2023; Krasniuk et al., 2024).

U okviru kategorije edukativnih i istraživačkih simulacionih softvera, kao reprezentativni primjeri izdvajaju se City Car Driving i STISIM Drive, budući da oba sistema zauzimaju značajno mjesto u procesu obuke i istraživanja ponašanja vozača. Prvi od navedenih softvera odlikuje se visokim stepenom pristupačnosti, intuitivnim korisničkim interfejsom i realističnom simulacijom urbanih saobraćajnih uslova, zbog čega je posebno pogodan za početnu obuku vozača, dok drugi omogućava naprednu konfiguraciju scenarija i detaljnu analizu performansi korisnika, čime se svrstava među standardne alate u akademskim istraživanjima i eksperimentalnim studijama.

Kada je riječ o profesionalnim i industrijskim simulatorima, u analizu je svrsishodno uključiti DriveSim i SCANeR Studio, s obzirom na to da ovi sistemi pružaju visok nivo realizma i tehničke sofisticiranosti, te se koriste u kontekstu profesionalne obuke i razvoja saobraćajnih sistema. DriveSim se ističe po svojoj sposobnosti integracije sa različitim hardverskim konfiguracijama i primjeni u realnim obučnim centrima, dok SCANeR Studio omogućava kompleksno modelovanje saobraćajnih scenarija i interakcija, što ga čini posebno pogodnim za istraživanja i validaciju različitih saobraćajnih modela (Burdzik et al., 2024).

U trećoj kategoriji, koja obuhvata alternativne i komercijalno dostupne simulacione platforme, kao reprezentativni primjeri izdvajaju se BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2, koji, iako primarno nisu razvijeni kao edukativni alati, posjeduju određene karakteristike koje ih čine relevantnim za komparativnu analizu. BeamNG.drive se posebno izdvaja po naprednom modelu fizike vozila i realističnoj simulaciji sudara, što omogućava analizu dinamičkih aspekata vožnje, dok Euro Truck



Simulator 2 pruža detaljnu simulaciju dugolinijske vožnje i logističkih aspekata transporta, čime doprinosi razumijevanju korisničkog iskustva i percepcije realizma (Piaseczna et al., 2024).

Izbor po dva softvera iz svake od navedenih kategorija omogućava postizanje ravnoteže između dubine i širine analize, pri čemu se obezbjeđuje dovoljno različitih perspektiva za poređenje, ali i održava fokus na ključnim karakteristikama simulacionih sistema. Na taj način, komparativna analiza ne samo da dobija na metodološkoj validnosti, već omogućava i donošenje relevantnih zaključaka o efikasnosti, primjenjivosti i budućem razvoju simulacionih softvera za obuku vozača.

Za potrebe komparativne analize simulacionih softvera za obuku vozača izvršen je izbor šest reprezentativnih sistema, pri čemu su obuhvaćene tri ključne kategorije: edukativni, profesionalni i alternativni simulacioni softveri, kako bi se omogućilo sveobuhvatno poređenje njihovih funkcionalnosti i primjenjivosti.

U kategoriji edukativnih i istraživačkih rješenja odabrani su City Car Driving i STISIM Drive, budući da prvi omogućava realističnu simulaciju osnovnih uslova gradske vožnje i pogodan je za početnu obuku, dok drugi pruža napredne mogućnosti kreiranja scenarija i analize ponašanja vozača, te se često koristi u naučnim istraživanjima.

U okviru profesionalnih simulatora izabrani su DriveSim i SCANer Studio, s obzirom na to da oba sistema nude visok nivo realizma i tehničke sofisticiranosti, pri čemu je DriveSim fokusiran na praktičnu obuku vozača, dok SCANer Studio omogućava kompleksno modelovanje i istraživačku primjenu.

Konačno, u kategoriji alternativnih simulacionih platformi odabrani su BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2, jer, iako nisu primarno edukativni, omogućavaju analizu specifičnih aspekata simulacije, kao što su fizika vozila i korisničko iskustvo, čime doprinose potpunijem sagledavanju kvaliteta simulacionih sistema.

Na ovaj način, odabrani softveri omogućavaju uravnoteženu i relevantnu komparativnu analizu, obuhvatajući različite pristupe i nivoe složenosti simulacije.

Komparativna analiza simulacionih softvera po kriterijumu realističnosti simulacije

Realističnost simulacije predstavlja jedan od kriterijuma u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, budući da direktno utiče na mogućnost transfera stečenih znanja i vještina iz virtuelnog u realno saobraćajno okruženje, pri čemu savremena istraživanja naglašavaju da viši nivo realizma doprinosi boljem razumijevanju dinamike vožnje, kao i razvoju adekvatnih reakcija u složenim situacijama (Alonso et al., 2023; Piaseczna et al., 2024).

Kada je riječ o edukativnim simulatorima, City Car Driving odlikuje se relativno visokim stepenom vizuelne i funkcionalne realističnosti, posebno u kontekstu simulacije urbanih saobraćajnih uslova, uključujući saobraćajnu signalizaciju, ponašanje drugih učesnika i osnovne fizikalne karakteristike vozila, iako određena pojednostavljenja u modelovanju dinamike vozila mogu ograničiti njegovu primjenu u naprednijim fazama obuke. Nasuprot tome, STISIM Drive, iako grafički manje sofisticiran, pruža visok nivo funkcionalne realističnosti kroz precizno modelovanje scenarija i ponašanja vozača, što ga čini posebno pogodnim za istraživanja percepcije rizika i donošenja odluka (Krasniuk et al., 2024).

U okviru profesionalnih simulatora, DriveSim postiže visok nivo realizma zahvaljujući integraciji sa naprednim hardverskim komponentama, uključujući pokretne platforme i specijalizovane upravljačke sisteme, čime se omogućava reprodukcija fizičkih sila i osjećaja vožnje, što je od ključnog značaja za razvoj motoričkih vještina. S druge strane, SCANer Studio se ističe po izuzetno visokom stepenu realističnosti u modelovanju kompleksnih saobraćajnih sistema, uključujući interakciju više vozila, infrastrukture i različitih uslova okruženja, pri čemu se koristi u naprednim istraživanjima i validaciji saobraćajnih modela (Burdzik et al., 2024).

Kada je riječ o alternativnim simulacionim platformama, BeamNG.drive predstavlja jedan od najnaprednijih sistema u pogledu fizikalnog modelovanja vozila, budući da koristi detaljne soft-



body simulacije koje omogućavaju realističan prikaz deformacija i dinamike kretanja, čime nadmašuje mnoge tradicionalne simulatore u ovom segmentu. Međutim, njegov nedostatak leži u ograničenoj simulaciji saobraćajnog okruženja i edukativnih funkcionalnosti. Nasuprot tome, Euro Truck Simulator 2 pruža visok nivo vizuelnog realizma i imerzije kroz detaljno modelovane puteve, okruženje i uslove vožnje, iako pojednostavljeni fizikalni modeli i nedostatak analitičkih alata ograničavaju njegovu primjenu u formalnoj obuci (Piaseczna et al., 2024).

Na kraju, može se zaključiti da realističnost simulacije varira među analiziranim softverima u zavisnosti od njihove namjene i tehnološke strukture, pri čemu profesionalni sistemi postižu najviši nivo ukupnog realizma kroz integraciju hardvera i softvera, dok edukativni i alternativni sistemi nude parcijalne prednosti, bilo u domenu vizuelne prezentacije ili fizikalnog modelovanja, što ukazuje na potrebu za njihovom kombinovanom upotrebom u cilju postizanja optimalnih rezultata u obuci vozača.

U tabeli 1 prikazana je komparativna analiza realističnosti simulacije na osnovu vizuelnih, fizikalnih i funkcionalnih karakteristika, pri čemu profesionalni simulatori postižu najviši nivo ukupnog realizma, dok alternativni sistemi nude visoku realističnost u pojedinačnim aspektima.

Tabela 1: Komparativna analiza realističnosti simulacije simulacionih softvera

Softver	Vizuelna realističnost	Fizikalni model vozila	Realističnost saobraćajnog okruženja	Ukupna ocjena realističnosti
City Car Driving	Visoka (realistični gradski scenariji)	Srednja (pojednostavljena fizika)	Visoka (saobraćaj, signalizacija)	Visoka za osnovnu obuku
STISIM Drive	Srednja (manje napredna grafika)	Srednja	Visoka (fleksibilni scenariji)	Visoka funkcionalna realističnost
DriveSim	Visoka	Visoka (uz hardversku podršku)	Visoka	Visoka funkcionalna realističnost
SCANeR Studio	Vrlo visoka	Vrlo visoka	Vrlo visoka (kompleksni sistemi)	Izuzetno visoka
BeamNG.drive	Visoka	Izuzetno visoka (soft-body fizika)	Srednja	Visoka (posebno za fiziku)
Euro Truck Simulator 2	Vrlo visoka	Srednja	Visoka (detaljna okolina)	Visoka (ali ograničena za edukaciju)

Komparativna analiza simulacionih softvera po kriterijumu interaktivnosti

Interaktivnost predstavlja jedan od parametara u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, budući da direktno utiče na nivo angažovanosti korisnika, kvalitet procesa učenja i razvoj kognitivnih i motoričkih vještina, pri čemu savremena istraživanja naglašavaju da viši stepen interaktivnosti doprinosi efikasnijem usvajanju znanja i boljem transferu naučenih obrazaca ponašanja u realne saobraćajne situacije (Krasniuk et al., 2024; Alonso et al., 2023).

U okviru edukativnih simulacionih sistema, City Car Driving pruža solidan nivo interaktivnosti kroz real-time upravljanje vozilom, kao i kroz dinamičnu reakciju saobraćajnog okruženja na postupke korisnika, iako su mogućnosti prilagođavanja scenarija i dubinske analize ograničene. Nasuprot tome, STISIM Drive se ističe višim nivoom interaktivnosti, budući da omogućava detaljnu konfiguraciju scenarija i adaptivno ponašanje sistema, čime se korisniku pruža aktivnija uloga u procesu simulacije i istraživanja.

Kada je riječ o profesionalnim simulatorima, DriveSim omogućava visok nivo interaktivnosti zahvaljujući integraciji sa naprednim hardverskim komponentama, uključujući upravljačke sisteme i senzore, čime se postiže realistična povratna sprega između korisnika i sistema. Međutim, SCANeR



Studio nadmašuje većinu drugih sistema u ovom segmentu, jer omogućava kompleksnu interakciju između više entiteta u simulaciji, uključujući vozila, infrastrukturu i različite scenarije, što ga čini izuzetno pogodnim za napredna istraživanja i simulaciju realnih saobraćajnih sistema (Burdzik et al., 2024).

U kategoriji alternativnih simulacionih platformi, BeamNG.drive pruža visok nivo interaktivnosti u domenu fizikalne simulacije, omogućavajući korisniku detaljnu kontrolu nad vozilom i njegovim ponašanjem, dok Euro Truck Simulator 2 nudi bogato korisničko iskustvo kroz interakciju sa okruženjem i simulaciju različitih zadataka u transportu, iako mu nedostaju napredne analitičke i edukativne funkcije (Piaseczna et al., 2024).

Na kraju, može se zaključiti da profesionalni simulatori ostvaruju najviši nivo interaktivnosti zahvaljujući integraciji kompleksnih sistema i mogućnosti adaptivne simulacije, dok edukativni i alternativni sistemi pružaju zadovoljavajući nivo interakcije, ali sa određenim ograničenjima u pogledu fleksibilnosti i dubine korisničkog angažmana. U tabeli 2 dat je pregled navedenih karakteristika.

Tabela 2: Komparativna analiza interaktivnosti simulacionih softvera

Softver	Nivo interaktivnosti	Karakteristike interakcije
City Car Driving	Srednji	Real-time upravljanje, osnovna reakcija okruženja
STISIM Drive	Visok	Fleksibilni scenariji, adaptivno ponašanje sistema
DriveSim	Visok	Hardverska integracija, realistična povratna sprega
SCANeR Studio	Vrlo visok	Kompleksna interakcija sistema i više učesnika
BeamNG.drive	Visok	Napredna kontrola fizike vozila
Euro Truck Simulator 2	Srednji	Interakcija sa okruženjem i zadacima

Komparativna analiza simulacionih softvera po kriterijumu fleksibilnosti scenarija

Fleksibilnost scenarija predstavlja jedan od ključnih kriterijuma u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, budući da se odnosi na mogućnost kreiranja, modifikovanja i prilagođavanja različitih saobraćajnih situacija u skladu sa specifičnim ciljevima obuke, pri čemu savremena istraživanja ukazuju na to da veći stepen fleksibilnosti omogućava efikasnije učenje kroz izlaganje korisnika širokom spektru realnih i rizičnih scenarija (Alonso et al., 2023; Krasniuk et al., 2024).

U okviru edukativnih simulacionih sistema, City Car Driving nudi ograničenu fleksibilnost scenarija, budući da korisnicima omogućava izbor unaprijed definisanih situacija i osnovno podešavanje uslova vožnje, kao što su vremenski uslovi ili gustina saobraćaja, ali ne pruža napredne alate za detaljno modelovanje kompleksnih scenarija. Nasuprot tome, STISIM Drive se ističe visokim stepenom fleksibilnosti, jer omogućava kreiranje prilagođenih scenarija putem specijalizovanih alata, uključujući definisanje ponašanja drugih učesnika u saobraćaju i konfiguraciju različitih parametara okruženja, što ga čini posebno pogodnim za istraživanja i eksperimentalnu obuku.

Kada je riječ o profesionalnim simulatorima, DriveSim pruža visok nivo fleksibilnosti kroz mogućnost integracije različitih scenarija i prilagođavanja simulacije potrebama korisnika, iako je njegova konfiguracija često vezana za specifične hardverske sisteme. S druge strane, SCANeR Studio predstavlja jedan od najnaprednijih sistema u ovom domenu, budući da omogućava detaljno modelovanje kompleksnih saobraćajnih sistema, uključujući višestruke učesnike, infrastrukturne elemente i dinamične uslove, čime se postiže izuzetno visok nivo fleksibilnosti scenarija (Burdzik et al., 2024).



U kategoriji alternativnih simulacionih platformi, BeamNG.drive omogućava značajnu fleksibilnost u kreiranju scenarija kroz otvoreni pristup i mogućnosti modifikacije okruženja i vozila, što korisnicima pruža slobodu eksperimentisanja, iako nedostatak standardizovanih edukativnih alata može ograničiti njegovu primjenu u formalnoj obuci. Nasuprot tome, Euro Truck Simulator 2 nudi ograničenu fleksibilnost scenarija, budući da je većina sadržaja unaprijed definisana, iako određeni stepen prilagođavanja postoji kroz modifikacije i dodatke koje razvija zajednica korisnika (Piaseczna et al., 2024).

Na osnovu prethodnog, može se zaključiti da najveći stepen fleksibilnosti scenarija pružaju profesionalni i istraživački simulatori, dok edukativni i komercijalni sistemi nude ograničenije, ali često dovoljno funkcionalne mogućnosti za osnovnu obuku, pri čemu izbor softvera treba uskladiti sa ciljevima i nivoom složenosti procesa obuke. U tabeli 3 dat je pregled fleksibilnosti scenarija odabranih simulacionih softvera.

Tabela 3: Komparativna analiza fleksibilnosti scenarija simulacionih softvera

Softver	Nivo fleksibilnosti scenarija	Karakteristike
City Car Driving	Nizak	Unaprijed definisani scenariji, osnovna podešavanja
STISIM Drive	Srednji	Napredno kreiranje i prilagođavanje scenarija
DriveSim	Visok	Integracija scenarija i prilagodljivost sistemu
SCANeR Studio	Visok	Kompleksno modelovanje saobraćajnih sistema
BeamNG.drive	Vrslo visok	Otvoren sistem, modifikacije i eksperimentisanje
Euro Truck Simulator 2	Nizak – srednji	Ograničeni scenariji, modovi zajednice

Komparativna analiza simulacionih softvera po kriterijumu sistema evaluacije korisnika

Sistemi evaluacije korisnika predstavljaju aspekt simulacionih softvera za obuku vozača, budući da omogućavaju praćenje, analizu i povratnu informaciju o performansama vozača, uključujući greške, vrijeme reakcije, pridržavanje saobraćajnih pravila i sposobnost reagovanja u rizičnim situacijama. Savremena istraživanja naglašavaju da kvalitetni evaluacioni sistemi doprinose poboljšanju procesa učenja, jer pružaju objektivne podatke koji se mogu koristiti za prilagođavanje nastavnih metoda i scenarija (Alonso et al., 2023; Krasniuk et al., 2024).

U edukativnim simulacionim softverima, City Car Driving nudi osnovne funkcije praćenja vožnje, uključujući evidentiranje prekršaja i jednostavne statistike, što omogućava osnovnu evaluaciju, ali ne pruža detaljnu analizu performansi u realnom vremenu. Nasuprot tome, STISIM Drive integrira napredne alate za praćenje i evaluaciju, uključujući mogućnost bilježenja reakcija vozača, procjenu rizika i analizu donošenja odluka, čime omogućava precizniju povratnu informaciju i bolje usmjeravanje obuke.

Profesionalni simulatori, poput DriveSim i SCANeR Studio, posjeduju napredne evaluacione module koji omogućavaju praćenje detaljnih parametara vožnje, uključujući dinamičke reakcije na različite scenarije, ergonomsku analizu i integraciju sa vanjskim senzorima i telemetrijom. SCANeR Studio, posebno, omogućava sveobuhvatnu analitiku učinka vozača u kompleksnim saobraćajnim sistemima, što ga čini pogodnim za profesionalnu obuku i istraživanja u saobraćajnoj sigurnosti (Burdzik et al., 2024).



Alternativni softveri, poput BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2, iako primarno nisu razvijeni za edukativne svrhe, omogućavaju određeni nivo evaluacije kroz praćenje ponašanja vozila i rezultata zadataka, ali im nedostaju sofisticirani alati za analizu učinka i generisanje izvještaja, što ograničava njihovu upotrebu u formalnoj obuci (Piaseczna et al., 2024).

Na osnovu analize, može se zaključiti da profesionalni simulatori nude najnaprednije sisteme evaluacije korisnika, dok edukativni softveri omogućavaju zadovoljavajuće evaluacione funkcije za osnovnu i srednju obuku, dok alternativni i komercijalni sistemi omogućavaju parcijalnu analizu performansi, najviše u svrhu demonstracije i vježbanja. U tabeli 4 dat je prikaz komparativne analize po parametrima sistema evaluacije korisnika.

Tabela 4: Komparativna analiza sistema evaluacije korisnika simulacionih softvera

Softver	Nivo evaluacije	Karakteristike evaluacije
City Car Driving	Nizak - srednji	Osnovno praćenje grešaka i statistike
STISIM Drive	Visok	Praćenje reakcija, analiza odluka, procjena rizika
DriveSim	Visok	Dinamičko praćenje parametara, integracija sa senzorima
SCANeR Studio	Vrlo visok	Sveobuhvatna analitika performansi u kompleksnim scenarijima
BeamNG.drive	Srednji	Praćenje kretanja i performansi vozila, ograničena analiza učinka
Euro Truck Simulator 2	Srednji	Praćenje rezultata zadataka, osnovna povratna informacija

Komparativna analiza jednostavnosti korišćenja simulacionih softvera

Jednostavnost korišćenja predstavlja značajan kriterijum u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, jer utiče na efikasnost procesa obuke, brzinu usvajanja vještina i smanjenje grešaka koje nastaju zbog kompleksnog korisničkog interfejsa. Savremena literatura ističe da intuitivni i lako prilagodljivi sistemi omogućavaju veću angažovanost korisnika, bolju koncentraciju na zadatke vožnje i smanjuju kognitivno opterećenje, što je posebno važno kod početnika i mladih vozača (Alonso et al., 2023; Krasniuk et al., 2024).

U edukativnim simulacionim sistemima, City Car Driving se odlikuje visokom jednostavnošću korišćenja zahvaljujući intuitivnom korisničkom interfejsu, jednostavnoj konfiguraciji scenarija i real-time povratnoj informaciji, što ga čini pogodnim za početnike i srednje napredne korisnike. Nasuprot tome, STISIM Drive, iako nudi napredne funkcionalnosti, zahtijeva određeni nivo tehničkog predznanja, posebno pri kreiranju prilagođenih scenarija i analizi rezultata, čime se njegova jednostavnost korišćenja smanjuje u poređenju sa praktičnijim edukativnim softverima.

Profesionalni simulatori, poput DriveSim i SCANeR Studio, generalno imaju kompleksnije korisničke interfejse i zahtijevaju specifičnu obuku operatera zbog integracije sa naprednim hardverskim komponentama i širokog spektra evaluacionih funkcionalnosti. SCANeR Studio, naročito, pruža izuzetno moćne alate za kreiranje i evaluaciju scenarija, ali njihova složenost može predstavljati prepreku za neiskusne korisnike ili za brzu implementaciju u obrazovnim programima (Burdzik et al., 2024).

Među alternativnim platformama, BeamNG.drive nudi srednji nivo jednostavnosti korišćenja, budući da omogućava slobodno eksperimentisanje, ali bez unaprijed definisanih edukativnih alata, dok Euro Truck Simulator 2 odlikuje se visokom jednostavnošću korišćenja zahvaljujući intuitivnom korisničkom interfejsu, vizuelno privlačnom okruženju i jednostavnim zadacima, što ga čini pogodnim za simulaciju dugolinijske vožnje i opšte upoznavanje sa saobraćajem, iako njegova edukativna vrijednost ostaje ograničena (Piaseczna et al., 2024).



U zaključku, može se konstatovati da edukativni softveri i komercijalni simulatori poput City Car Driving i Euro Truck Simulator 2 nude najveću jednostavnost korišćenja, dok profesionalni i istraživački sistemi, uprkos naprednim funkcionalnostima, zahtijevaju dodatnu obuku i tehničku pripremu, što je važno uzeti u obzir prilikom implementacije u programe obuke vozača. U tabeli 5 dat je prikaz jednostavnosti korišćenja razmatranih softvera.

Tabela 5: Komparativna analiza jednostavnosti korišćenja simulacionih softvera

Softver	Nivo jednostavnosti korišćenja	Karakteristike
City Car Driving	Visok	Intuitivan interfejs, jednostavna konfiguracija, real-time povratna informacija
STISIM Drive	Srednji	Napredne funkcionalnosti, zahtijeva tehničko predznanje
DriveSim	Srednji	Kompleksan interfejs, integracija sa hardverom
SCANeR Studio	Nizak - srednji	Moćni alati, složen interfejs, zahtijeva obuku
BeamNG.drive	Srednji	Otvoren sistem, slobodno eksperimentisanje
Euro Truck Simulator 2	Visok	Intuitivan, vizuelno privlačan, jednostavni zadaci

Komparativna analiza tehničkih zahtjeva simulacionih softvera

Tehnički zahtjevi predstavljaju kriterijum u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, budući da određuju nivo potrebnog hardvera, operativnih sistema i dodatnih komponenti potrebnih za optimalan rad simulatora. Savremena literatura ističe da softveri sa nižim tehničkim zahtjevima omogućavaju lakšu implementaciju u edukativnim institucijama i za početnike, dok profesionalni i istraživački simulatori, iako tehnološki zahtjevniji, omogućavaju viši nivo realizma i funkcionalnosti, ali zahtijevaju značajna ulaganja u hardver i infrastrukturu (Alonso et al., 2023; Burdzik et al., 2024).

U edukativnim softverima, City Car Driving ima relativno niske tehničke zahtjeve, budući da može raditi na standardnim računarima sa grafičkom karticom srednjeg ranga, što omogućava jednostavnu implementaciju u školama i obuka vozača početnog nivoa. STISIM Drive zahtijeva nešto napredniji hardver, posebno za simulaciju kompleksnih scenarija i višestrukih vozila, ali i dalje ostaje u domenu računarskih sistema srednjeg nivoa, čime se olakšava njegova upotreba u istraživačkim ili edukativnim okruženjima.

Profesionalni simulatori, DriveSim i SCANeR Studio, posjeduju visoke tehničke zahtjeve, uključujući snažne radne stanice, integraciju sa pokretnim platformama, senzorskim uređajima i naprednom grafikom, što omogućava vrhunski realizam i evaluaciju, ali značajno ograničava dostupnost i povećava troškove implementacije (Krasniuk et al., 2024).

U kategoriji alternativnih simulacionih platformi, BeamNG.drive zahtijeva snažan procesor i grafičku karticu zbog soft-body fizike i realističnog ponašanja vozila, dok Euro Truck Simulator 2 ima umjerene tehničke zahtjeve i može raditi na standardnim računarima, čime omogućava jednostavnije uvođenje u edukativni ili hobi kontekst, iako sa ograničenim edukativnim funkcionalnostima (Piaseczna et al., 2024).

U zaključku, može se konstatovati da tehnički zahtjevi značajno variraju među softverima, pri čemu profesionalni simulatori nude najviši nivo funkcionalnosti i realizma, ali zahtijevaju kompleksan hardver i infrastrukturu, dok edukativni i komercijalni softveri nude kompromis između



performansi i dostupnosti, što ih čini pogodnim za širu primjenu. U tabeli 6 je dat prikaz analize tehničkih zahtjeva.

Tabela 6: Komparativna analiza tehničkih zahtjeva simulacionih softvera

Softver	Nivo tehničkih zahtjeva	Karakteristike
City Car Driving	Nizak – srednji	Standardni računar, osnovna grafika
STISIM Drive	Srednji	Napredniji hardver za kompleksne scenarije
DriveSim	Visok	Snažne radne stanice, hardverska integracija, pokretne platforme
SCANeR Studio	Vrlo visok	Kompleksni sistemi, integracija sa senzorima i pokretnim simulatorima
BeamNG.drive	Srednji - visok	Snažan procesor i grafika zbog soft-body fizike
Euro Truck Simulator 2	Srednji	Standardni računar, optimizovan softver

Komparativna analiza troškova implementacije simulacionih softvera

Troškovi implementacije predstavljaju ključni parametar u evaluaciji simulacionih softvera za obuku vozača, jer uključuju cijenu softverske licence, potrebnog hardvera i dodatne opreme, što direktno utiče na dostupnost i održivost programa obuke. Savremena literatura naglašava da je balans između funkcionalnosti i troškova presudan za odlučivanje o izboru simulatora, posebno u edukativnim institucijama sa ograničenim budžetom (Alonso et al., 2023; Burdzik et al., 2024).

Edukativni softveri poput City Car Driving imaju relativno niske troškove implementacije, sa licencom koja košta oko 40–50 € i minimalnim zahtjevima za hardver, čime se omogućava široka primjena u školama i centrima za obuku. STISIM Drive zahtijeva višu početnu investiciju, koja uključuje softver (~2,500 €) i standardni računar srednjeg nivoa (~1,000 €), što predstavlja srednji nivo troškova implementacije, ali pruža naprednije funkcionalnosti i fleksibilnost scenarija.

Profesionalni simulatori, kao što su DriveSim i SCANeR Studio, zahtijevaju značajnija ulaganja. Licenca za softver može iznositi od 15,000 € do 50,000 €, dok hardverska konfiguracija sa pokretnim platformama i senzorima može koštati dodatnih 30,000–100,000 €, što čini ove sisteme skupim, ali sa izuzetno visokim nivoom realizma, evaluacije i fleksibilnosti scenarija (Krasniuk et al., 2024).

Među alternativnim i komercijalnim softverima, BeamNG.drive ima licencu koja košta oko 35–60 €, dok napredna konfiguracija računara može koštati 1,500–2,000 €, čime se postiže umjerena cijena za visoku fizičku realističnost. Euro Truck Simulator 2 je najpristupačniji, sa cijenom licence od oko 20–30 € i minimalnim hardverskim zahtjevima, što omogućava ekonomičnu implementaciju, ali uz ograničenu edukativnu funkcionalnost i evaluaciju (Piaseczna et al., 2024).

Na osnovu analize, može se zaključiti da troškovi implementacije značajno variraju, pri čemu profesionalni sistemi predstavljaju visoko ulaganje sa naprednim funkcionalnostima, dok edukativni i komercijalni softveri nude povoljnija rješenja sa kompromisom između cijene i funkcionalnosti. U tabeli 7 je dat prikaz analize troškova implementacije.

**Tabela 7: Komparativna analiza troškova implementacije simulacionih softvera**

Softver	Trošak softvera	Trošak hardvera	Ukupni procijenjeni trošak
City Car Driving	40-50€	500-800€	540-850€
STISIM Drive	~2.500€	~1.000€	~3.500€
DriveSim	15.000—50.000€	30.000—100.000€	45.000—150.000€
SCANeR Studio	20.000—50.000€	40.000—100.000€	60.000—150.000€
BeamNG.drive	35-60€	1.500-2.000€	1.535-2.060€
Euro Truck Simulator 2	20-30€	500-700€	520-730€

Integralna analiza i diskusija rezultata

Simulacioni softveri za obuku vozača predstavljaju element modernih saobraćajnih sistema kojem se sve više poklanja pažnja i koji se sve više koriste, jer omogućavaju bezbjedno i kontrolisano učenje vozačkih vještina, razvoj kognitivnih sposobnosti i pripremu za rizične situacije u realnom saobraćaju (Alonso et al., 2023). Savremeni softveri se razlikuju po parametrima kao što su realističnost simulacije, interaktivnost, fleksibilnost scenarija, sistemi evaluacije korisnika, jednostavnost korišćenja, tehnički zahtjevi i troškovi implementacije. Cilj ove analize bio je da se komparativno ocijeni šest odabranih softvera: City Car Driving, STISIM Drive, DriveSim, SCANeR Studio, BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2, kako bi se identificirale njihove prednosti, ograničenja i mogućnosti primjene u edukativnim i profesionalnim kontekstima. Podaci su prikupljeni iz recentne literature (2023–2024) i dostupnih tržišnih izvora, uz fokus na funkcionalne karakteristike i tehničke specifikacije softvera. Kompletna komparativna analiza data je u tabeli 8.

Tabela 8: Komparativna analiza simulacionih softvera

Softver	Realističnost simulacije	Interaktivnost	Fleksibilnost scenarija	Sistem evaluacije korisnika	Jednostavnost korišćenja	Tehnički zahtjevi	Troškovi implementacije
City Car Driving	Visoka	Srednji	Nizak	Nizak - srednji	Visok	Nizak - srednji	540-850€
STISIM Drive	Visoka	Visok	Srednji	Visok	Srednji	Srednji	~3.500€
DriveSim	Visoka	Visok	Visok	Visok	Srednji	Visok	45.000—150.000€
SCANeR Studio	Izuzetno visoka	Vrlo visok	Visok	Vrlo visok	Nizak - srednji	Vrlo visok	60.000—150.000€
BeamNG.drive	Visoka	Visok	Vrlo visok	Srednji	Srednji	Srednji - visok	1.535-2.060€
Euro Truck Simulator 2	Visoka	Srednji	Nizak - srednji	Srednji	Visok	Srednji	520-730€

Analiza svih sedam parametara jasno ukazuje na značajne razlike među simulacionim softverima u pogledu njihove primjene, funkcionalnosti i pristupačnosti. Profesionalni simulatori, kao što su DriveSim i SCANeR Studio, nude najviši nivo realističnosti simulacije, fleksibilnosti scenarija i evaluacije korisnika, što ih čini pogodnim za napredne obuke profesionalnih vozača i istraživanja u



saobraćaju. Njihova sposobnost da integrišu pokretne platforme, senzorske sisteme i kompleksne scenarije omogućava precizno mjerenje performansi vozača i realno testiranje reakcija u kritičnim situacijama. Međutim, visoka složenost interfejsa, zahtjevi za specijalizovanim hardverom i visoki troškovi implementacije predstavljaju značajne prepreke za širu primjenu u školama ili manjim obukama, gdje se prioritet daje jednostavnosti korišćenja i pristupačnosti (Burdzik et al., 2024).

Edukativni softveri, kao što su City Car Driving i STISIM Drive, balansiraju između funkcionalnosti i pristupačnosti. City Car Driving se odlikuje visokom jednostavnošću korišćenja i niskim troškovima, što ga čini idealnim za početnike, osnovne obuke i hobi korisnike, ali ograničena fleksibilnost scenarija i evaluacija korisnika može smanjiti efektivnost obuke u profesionalnom kontekstu. STISIM Drive nudi naprednije evaluacione funkcionalnosti i veću fleksibilnost u kreiranju scenarija, što omogućava prilagođavanje obuke različitim profilima vozača, ali zahtijeva veće tehničko predznanje i znatnije početne investicije (~3,500 €), što može biti prepreka za manja obrazovna okruženja (Alonso et al., 2023).

Alternativni i komercijalni softveri, kao što su BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2, pokazuju interesantnu dinamiku: iako nisu primarno razvijeni za edukativne svrhe, omogućavaju visok nivo interaktivnosti i vizuelne realističnosti u određenim segmentima. BeamNG.drive se ističe zbog napredne soft-body fizike, što omogućava detaljno praćenje ponašanja vozila u različitim scenarijima, dok Euro Truck Simulator 2 nudi jednostavnu i vizuelno atraktivnu simulaciju dugolinijske vožnje, što ga čini pogodnim za inicijalno upoznavanje sa vožnjom i osnovne edukativne module. Njihova ograničena sposobnost evaluacije i nedostatak naprednih instrumenata za analizu performansi vozača čini ih pogodnim više za demonstracije i vježbanje osnovnih vještina nego za profesionalnu obuku (Piaseczna et al., 2024).

Uzimajući u obzir sve parametre, može se zaključiti da izbor softvera mora biti prilagođen specifičnim ciljevima obuke i resursima institucije. Profesionalni simulatori su optimalni za napredne obuke i istraživanja, edukativni softveri za formalnu obuku mladih vozača i početnika, dok alternativni softveri nude ekonomičnu i jednostavnu platformu za eksperimentalno učenje i osnovno upoznavanje sa vožnjom. Ova analiza također sugerise da kombinacija više tipova softvera u jednoj obuci može pružiti optimalan balans između realističnosti, dostupnosti i evaluacije učinka, čime se povećava efikasnost i sigurnost učenja (Krasniuk et al., 2024).

Dodatno, u kontekstu budućih trendova, očekuje se da će integracija VR/AR tehnologija, adaptivnih sistema učenja i veće interoperabilnosti sa realnim saobraćajnim sistemima omogućiti kombinaciju profesionalnog realizma i jednostavne implementacije, čime će simulacioni softveri postati sveobuhvatni alati za obuku vozača svih nivoa.

ZAKLJUČAK

Kompletna komparativna analiza šest odabranih simulacionih softvera – City Car Driving, STISIM Drive, DriveSim, SCANer Studio, BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2 – pokazuje jasne razlike u funkcionalnostima, tehničkim zahtjevima i pristupačnosti, što naglašava potrebu za promišljenim izborom softvera u zavisnosti od ciljeva obuke i dostupnih resursa. Profesionalni simulatori, poput DriveSim i SCANer Studio, ističu se izuzetno visokim nivoom realističnosti simulacije, fleksibilnosti scenarija i evaluacije korisnika, čime omogućavaju napredne edukativne i istraživačke primjene, ali njihova složenost, visoki tehnički zahtjevi i značajni troškovi implementacije ograničavaju njihovu primjenu u manjim edukativnim centrima.

Edukativni softveri, kao što su City Car Driving i STISIM Drive, balansiraju između dostupnosti i funkcionalnosti, pružajući dovoljno realistične i interaktivne simulacije za početnike i srednje napredne vozače, uz relativno niske troškove i jednostavno korišćenje, dok alternativni i komercijalni softveri (BeamNG.drive i Euro Truck Simulator 2) omogućavaju ekonomičnu implementaciju i vizuelno atraktivnu interakciju, ali sa ograničenim evaluacionim i edukativnim kapacitetom.



Integralna analiza potvrđuje da kombinacija različitih tipova softvera u jednoj obuci može pružiti optimalan balans između realističnog iskustva, dostupnosti i evaluacije performansi, čime se poboljšava kvalitet obuke i sigurnost učenja. Implementacija takvih kombinovanih modela može omogućiti progresivni prelazak od jednostavnijih simulacija ka profesionalnim, što je posebno korisno u obrazovnim i obučnim centrima sa različitim profilima polaznika.

Razvoj simulacionih softvera u narednim godinama očekuje značajan napredak u nekoliko ključnih oblasti:

- Integracija VR i AR tehnologija – omogućava stvaranje potpunog osjećaja prisutnosti u simulaciji, povećava realizam vožnje i efikasnost učenja, te smanjuje rizik od kognitivnog preopterećenja kod polaznika.
- Adaptivni sistemi učenja – korišćenje algoritama veštačke inteligencije za personalizaciju scenarija, povratne informacije i automatsku prilagodbu zadataka prema performansama vozača, što može značajno unaprijediti individualni napredak.
- Smanjenje troškova i povećanje dostupnosti – optimizacija softvera i hardverskih zahtjeva omogućava širu primjenu u školama, manjim edukativnim centrima i hobi okruženjima, čime se demokratizuje obuka vozača.
- Povezivanje sa realnim sistemima i infrastruktura – interoperabilnost sa pametnom infrastrukturom, telemetrijskim sistemima i vozilima u realnom saobraćaju omogućava praćenje performansi, istraživanje sigurnosnih rizika i pripremu vozača za kompleksne saobraćajne situacije.
- Ekološki i održivi pristupi – budući simulatori mogu smanjiti potrebu za praktičnom vožnjom u ranim fazama obuke, čime se doprinosi smanjenju emisije CO₂ i povećanju održivosti obuke vozača.

Na kraju može se konstatovati da iako trenutni softveri pokrivaju širok spektar funkcionalnosti, budući razvoj će težiti kombinaciji realističnog iskustva, adaptivnosti, jednostavnosti korišćenja i ekonomičnosti. To će omogućiti sveobuhvatnu i efektivnu obuku vozača, prilagođenu različitim nivoima znanja, tipovima vozila i specifičnim saobraćajnim okruženjima, čime će se unaprijediti sigurnost i kompetentnost u savremenim saobraćajnim sistemima.

LITERATURA

1. Alonso, F., Faus, M., Riera, J. V., Fernandez-Marin, M., & Useche, S. A. (2023). Effectiveness of driving simulators for drivers' training: A systematic review. *Applied Sciences*, 13(9), 5266.
2. Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-event system simulation* (5th ed.). Pearson.
3. Burdzik, R., et al. (2024). Designing and planning of studies of driver behavior at pedestrian crossings using whole-vehicle simulators. *Applied Sciences*, 14(10), 4217.
4. Fisher, D. L., Rizzo, M., Caird, J. K., & Lee, J. D. (2011). *Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology*. CRC Press.
5. Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in health care. *Quality and Safety in Health Care*, 13(suppl 1), i2–i10.
6. Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A., & Hernetkoski, K. (2002). Advanced driver training improves driver safety? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(3), 207–220.
7. Ker, K., Roberts, I., Collier, T., Beyer, F., & Bunn, F. (2005). Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
8. Krasniuk, S., Toxopeus, R., Knott, M., McKeown, M., & Crizzle, A. M. (2024). The effectiveness of driving simulator training on driving skills and safety in young novice drivers: A systematic review of interventions. *Journal of Safety Research*, 91, 20–37.
9. Law, A. M. (2015). *Simulation modeling and analysis* (5th ed.). McGraw-Hill.



10. Mayhew, D. R., & Simpson, H. M. (2002). The safety value of driver education and training. *Injury Prevention*, 8(suppl 2), ii3–ii8.
11. Piaseczna, N., et al. (2024). Driving reality vs. simulator: Data distinctions. *Electronics*, 13(14), 2708.
12. Salas, E., Wildman, J. L., & Piccolo, R. F. (2009). Using simulation-based training to enhance management education. *Academy of Management Learning & Education*, 8(4), 559–573.
13. World Bank. (2020). Road safety management capacity reviews and safe system projects guidelines. Washington, DC: World Bank.
14. World Health Organization. (2023). Global status report on road safety. Geneva: WHO.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF DRIVER TRAINING SIMULATION SOFTWARE

Abstract

In modern traffic systems, driver training represents a crucial factor for safety and efficiency, with driving simulation software playing a central role in the development of driving skills and cognitive abilities. This study presents a comprehensive comparative analysis of six selected driving simulation software platforms – City Car Driving, STISIM Drive, DriveSim, SCANeR Studio, BeamNG.drive, and Euro Truck Simulator 2 – evaluated across seven key parameters: simulation realism, interactivity, scenario flexibility, user evaluation systems, ease of use, technical requirements, and implementation costs.

The analysis revealed that professional simulators, such as DriveSim and SCANeR Studio, provide the highest levels of realism, user evaluation, and scenario flexibility, but require advanced technical infrastructure and substantial implementation costs. Educational software, including City Car Driving and STISIM Drive, balances accessibility, functionality and usability, while alternative and commercial software, such as BeamNG.drive and Euro Truck Simulator 2, offers cost-effective and visually engaging simulations, though with limited capabilities for evaluating driver performance.

The discussion highlights the potential for combining different types of software to achieve an optimal balance between realistic experience, assessment, and accessibility. Future developments are expected to include VR/AR integration, adaptive learning systems, reduced implementation costs, and interoperability with real traffic systems, thereby enabling comprehensive and effective driver training.

Key words: driving simulation software, driver training, realism, evaluation, VR technology, scenario flexibility.



Primljen: 11.02.2026
Prihvaćen: 27.07.2026.
UDK: 338+62
DOI: 10.7251/AKPR26052231

OPIS PROJEKTA TRANSPORTNOG SISTEMA

MA Anel Ikanović bch.ing. održavanja energetske postrojenja*

Dr. sc. Amir Softić dipl.ing. el.teh.*

Sažetak

Prilikom izrade ovog projekta vodilo se računa kod izbora opreme i materijala kojim raspolaže rudnik, tako da je provedena maksimalna unifikacija, čime je olakšana izrada, rukovanje i održavanje. Takođe u projektu je predviđena izrada pokretnih usipnih koševa, zbog jednostavnijeg i jeftinijeg rješenja, pri čemu je zadržana mogućnost usipa otkrivke (materijala) na svakom dijelu podužne konstrukcije transportera. Posebna pažnja posvećena je brisanju gumene trake i uslovima za čišćenje materijala ispod transportera. Preporučuje se korištenje mehaničke lopate koja je razvijena u saradnji sa proizvođačem bagera gusjeničara. Ono što se još preporučuje jeste isti bager na kojem je riješena ugradnja kuke i hidrauličnog vitla, za zamjenu girlandi (zavješanih valjčanih slogova), nakon demontaže mehaničke lopate što će ukupno povećati iskoristivost bagera kao neproizvodne mašine.

Ključne riječi: transportni sistem, trakasti transporter, grabuljasti transporter, valjci, motor, spojnica, reduktor, drobilica, jalovina, otkrivka, ugalj.

1. UVOD

Ovaj projekat ima zadatak da se usaglašavanjem i uklapanjem postojećih, tj. ranije nabavljenih elemenata transportnog sistema uklapi u novoprojektovano stanje trase, dužina, visina i svega ostalog. Transportni sistem za otkrivku od PK Turija do PK Čubrić transportuje otkrivku na dužini oko 3424m. On se sastoji od postrojenja za drobljenje otkrivke (drobilica) i od tri transportera sa gumenom trakom MT-1, MT-2 i MT-3. Svi transporteri imaju slične pogonsko-natezne stanice sa unificiranim pogonima koji se kasnije mogu dograđivati ukoliko bude potrebe, do maksimalno 4 pogona, te analognu podužnu konstrukciju i povratno – presipne stanice. U ovom projektu transportnog sistema opisana je primjena kombinovanog sistema za otkrivku sa polustacionarnim drobilničnim postrojenjima, transporterima sa gumenom trakom i odlagačem.

2. PRIKAZ POSTOJEĆEG STANJA

2.1. Postrojenja za drobljenje otkrivke (jalovine)

Ovo postrojenje se instalira u otkopnom prostoru PK Turija gdje prihvata i priprema rovnu otkrivku za transport transporterima sa gumenom trakom. Sastoji se od prijemnog integritanog lančanog transportera, udarne valjčane drobilice i koritastog transportera predajne trake. Dornja strana korita je zatvorena lančanim grabuljastim transporterom sa širinom korita 1470 mm koga pokreće dvostrani pogon instalisane snage 2 x 160 kW. Grabuljasti transporter ima ulogu dozera.

* Univerzitet "Privredna akademija" Brčko district BiH, Fakultet tehničkih nauka, Petra Kočića 6, 76000 Brčko district BiH, e-mail: anel.ikanovic@hotmail.com

* JP Elektroprivreda Bosne i Hercegovine, d.d. Podružnica Elektrodistribucija Tuzla a.softic@epbih.ba

Trakasti transporter $N=2 \times 22 \text{ kW}$ sakuplja otkrivku iz procesa drobljenja, koju ubacuje na transportni sistem (transporter MT-1). Protočna udarna valjčana drobilica sa jednim udarnim valjkom služi za drobljenje krupnih komada na granulaciju – 300mm. Drobilicu pogone dva elektro motora od po 315kW. Ukupna instalisana snaga na postrojenju za drobljenje otkrivke iznosi 994 kW, sa ukupnom masom postrojenja od cca 280t.



Slika 1. Sklapanje postrojenja za drobljenje otkrivke

2.2. Transporteri sa gumenim trakama MT-1, MT-2 i MT-3

MT-1 služi za transport otkrivke od postrojenja za drobljenje do presipnog mjesta na transporter MT-2. Tehničke karakteristike transportera MT-1 su sljedeće: $B=1800 \text{ mm}$ - širina gumene trake, $L=580,74 \text{ m}$ - dužina transportera, $H=105 \text{ m}$ - visina dizanja, $v=4,67 \text{ m/s}$ - brzina gumene trake, $N=3 \times 800 \text{ kW}$ (6000V) - ukupna snaga i napon, $G=624,63 \text{ t}$ - ukupna masa transportera. MT-2 služi za transport otkrivke sa transportera MT-1 na transporter MT-3. Tehničke karakteristike transportera MT-2 su sljedeće: $B=1800 \text{ mm}$, $L=1066,1 \text{ m}$, $H=67 \text{ m}$, $v=4,67 \text{ m/s}$, $N=3 \times 800 \text{ kW}$ (6000V), $G=760 \text{ t}$. Tehnološka uloga MT-3 transportera je da transportuje otkrivku sa transportera MT-3 na odlagalište PK Čubrić. Tehničke karakteristike transportera MT-3 su: $B=1800 \text{ mm}$, $L=1777 \text{ m}$, $H=33,6 \text{ m}$, $v=4,67 \text{ m/s}$, $N=3 \times 800 \text{ kW}$ (6000V), $G=1010,98 \text{ t}$. Za odvijanje tehnološkog procesa u transportnom sistemu za otkrivku nije potrebna industrijska ili tehnološka voda. Potrebna je samo voda za piće za potrebe posada na postrojenjima za drobljenje, pogonsko-nateznim stanicama, presipima.



Slika 2. Pogonsko – natezna stanica transportera MT-1. MT-2 i MT-3



Slika 3. Povratno – presipna stanica (B-1800), MT-1, MT-2 i MT-3

3. TEHNOLOŠKI OPIS

3.1. *Prijem otkrivke u sistem*

U procesu dobijanja otkrivke, prema usvojenoj tehnologiji prijemu otkrivke u sistem prethodi proces otkrivanja, miniranja i utovara otkrivke u kiper kamione, koji se vrši bagerima ili dreglajnama. Odminirana otkrivka do postrojenja za pripremu transportuje se kamionima koji direktno kipaju otkrivku u prijemni lančani transporter postrojenja za drobljenje otkrivke. U slučaju da se vrši intervencija na prijemnom lančanom transporteru (ili je on trenutno pun) kamion istresa otkrivku na prijemni plato ispred lančanog transportera koji je napravljen za tu svrhu. Nakon toga otkrivka se ubacuje utovarivačem ili buldozerom kupi i ubacuje u čeliju prijemnog transportera. Takođe mora se paziti na dinamičke udare, vožnju nazad, brzinu koji su urađeni u projektu. Otkrivka se mora postepeno istresati, kamioni zvučnim i svjetlosnim signalima zaustavljati.

3.2. *Prelaz sa diskontinuiranog na kontinuirani transport*

Tehnološku ulogu prelaza sa diskontinuiranog na kontinuirani transport vrši prijemni lančani transporter i udarna valjčana drobilica, kao i vezni transporter i transporter sa gumenom trakom MT-1. Kamioni istresaju otkrivku na prijemni transporter, koji može primiti minimalnu količinu otkrivke sa jednog kamiona, lančani (grabuljasti) transporter zatvara donju stranu sa svijetlom širinom korita od 1470 mm sa dvostranim pogonom i planetarnim reduktorom, praktično je dozer koji dozira otkrivku u proces drobljenja u sinhronizaciji sa protokom drobilice. Grabuljasti transporter je čelične robusne izvedbe posebno konstruisan za date uslove rada, a fina regulacija kapaciteta doziranja materijala vrši se regulacijom brzine kretanja lanaca grabuljastog transportera od 0,13 do 0,38 m/s.

3.3. *Drobljenje otkrivke*

Poslije drobljenja iz postrojenja izlazi otkrivka granulacije 300 mm. Drobilica je protočna-udarna valjčana i postavljena je na integralni lančani transporter, koji je konstruktivno prilagođen da može opsluživati drobilicu. U slučaju zaglavlivanja krupnih komada jalovine ispod rotora drobilice reagovat će automatika drobilice koja isključuje pogon grabuljastog transportera i lance uključuje na povratni hod nazad. Zaglavljeni komad se vraća za 100mm nazad i oslobađa zaglavljeni rotor, čime se omogućava pristup odstranjivanja komada koji je prouzrokovao zastoј.

3.4. Izlaz otkrivke iz postrojenja

Sve količine otkrivke koje ulaze u postrojenje iz njega izlaze kroz proces drobljenja, a preko lančanog (grabuljastog) transportera. Frakcije iz procesa drobljenja padaju na vezni transporter koji ih transportuje i preko pogonskog bubnja ubacuje u usipni koš na transporter MT-1. Ovaj transporter je izlazni element iz postrojenja za pripremu otkrivke.

3.5. Transport otkrivke unutar kopa

Kontinuiran transport otkrivke unutar kopa, od postrojenja za drobljenje do transportera MT-2, vrši se transporterom MT-1 na dužini cca 581m. Karakteristike ove izvedbe su: pogonsko-natezna i povratno-presipna stanica, kao i podužna konstrukcija postavljeni na metalne pragove-pontone. Ova konstrukcija omogućava premještanje odnosno produživanje transportera. On se može produživati u zavisnosti razvoja kopa. Prenosni presipi (usipni koš sa amortizacionim valjcima) se ugrađuju na ovaj transporter MT-1. Tako je konstruisan i proizveden da se može postaviti iznad podužnih sekcija na bilo kom mjestu, a obično je to mjesto presipa otkrivke sa postrojenja za drobljenje na transporter MT-1. Prenosni presipi su sastavni dio ovog transportera i omogućavaju presipanje otkrivke bez rasipanja.



Slika 4. Usipni koš – prenosivi (B-1800)

3.6. Transport otkrivke od kopa Turija do odlagališta PK Čubrić

Transport se vrši transporterima sa gumenom takom MT-1, MT-2 i MT-3. Pogonsko-natezne i povratno-presipne stanice transportera MT-1, su identične sa transporterom MT-2 i MT-3. Natezne stanice su konstruktivno riješene u sklopu pogonskih stanica sa nateznim kolicima, nateznim bubnjem i vitlom za natezanje. Uzdužne sekcije B-1800 ovih transportera su stacionarne izvedbe, postavljene na metalnim pragovima. Na svakim cca 300m na podužnoj konstrukciji urađeni su prelazi preko transportera.



Slika 5. Prelaz preko transportera

4. OPIS OPREME

4.1. Pogonsko-natezna stanica PNS 1800 (1/4) x800kW/4,67 - za transportere MT-1, MT-2 i MT-3

Tipska konstrukcija PNS 1800 izrađena je za ugradnju maksimalno 4 pogona snage 800kW na dva pogonska bubnja prečnika 1600mm. Na portalu glavnog nosača postavljena je klizna staza nateznog bubnja. Sistem koturača na nateznom bubnju i prednjem stubu prenosi silu natezanja trake na dvobubanjski vitao koji je zavješten na konzoli zadnjeg stuba. Snaga vitla je 2x15kW i obezbjeđuje vučnu silu od 70kN po svakom užetu, tj. ukupnu silu zatezanja od $(7+7) \times 70 = 980\text{kN}$ na nateznom bubnju, odnosno 490kN silu natezanja u traci. Na produženim stubovima je dograđena platforma za smještaj elektroopreme cjelokupnog transportera. Pristup na platformu i ostala bitna mjesta za održavanje i kontrolu rada riješen je stepeništem sa obje strane. Noseća čelična konstrukcija stanice je podešena da se kompletna stanica sa oslonjenim mostom može prenositi uz pomoć transportne platforme nosivosti 300t. Presipanje materijala na prednjoj konzoli u presipnoj haubi podešava se odbojnikom pomoću vijaka sa bočnih prolaza. Brisanje i čišćenje trake vrši se na prednjem pogonskom bubnju grubim, tangencijalnim brisačem sa tri fina (VIBREKS) brisača. Materijal od grubog brisača pada direktno u presip, a sa tri fina brisača na dodatni prašni transporter B-2000, L=6,9m smještenim ispod nosača prednje konzole. Prašni transporter ima sopstveni pogon $N=7,5\text{kW}$ i radi po potrebi. Transporter sa usmjerivačima materijala predstavlja jednu cjelinu i vezan je preko poluga sa šest osovinica za konzolu, brisanje na nateznom bubnju je plužnim čistačem i strugačem bubnja. Na zadnjem stubu stanice konzolno je zavješten pogonski (drugi) bubanj, a prelazni most se zgloбно oslanja na poprečni nosač ove konzole. U sklopu zavještenja bubnja riješena je i ugradnja tenzometra, za mjerenje sile u traci, na poluzi za oslanjanje bubnja. Duž prelaznog mosta i pogonske stanice ugrađene su vodilice materijala radi zaštite ljudi od slučajnog spadanja većih komada transportovanog materijala sa trake. Stubovi stanice se oslanjaju na masivne pontone koji prenose vertikalna opterećenja od mase stanice i horizontalna opterećenja od sila u traci na teren, bez posebnog sidrenja. Osnovni elementi PNS:

A) POGON TRANSPORTERA SASTOJI SE OD:

1. Trofaznog asinhronog VN kliznokolutnog elektromotora
2. Trostepeni reduktor
3. Kočiona spojnica
4. Dvočeljusne kočnice sa



Slika 6. Reduktori NKC Š-1415-800kW

B) BUBNJEVI

Na stanici su ugrađena dva pogonska bubnja.

C) SISTEM NATEZANJA SASTOJI SE OD:

1. Pogon vitla 15kW
2. Zatezni vitao 2x70kN
3. Sistema od 2x8 užetnjača $\phi 400$ za diferencijalno natezanje za 2x7 uvećanom silom na nateznom bubnju
4. Čelično uže $\phi 20$ ukupne dužine 122,24 m po jednom bubnju nazivne prekidne sile 270kN od pocinčane žice zatezne čvrstoće 1800N/mm².



Slika 7. Pogon nateznog vitla 15kW

D) SISTEM VALJAKA ZA VOĐENJE TRAKE

Svi valjci ugrađeni na PNS su identične konstrukcije sa valjcima na uzdužnoj konstrukciji transportera. Oni su raspoređeni tako dodatna naprezanja trake pri prelazu iz ravne u koritasti oblik budu značajno manja od dozvoljenih, a da opterećenje valjaka ne pređe dozvoljenu vrijednost.



Slika 8. Sistem valjaka za vođenje trake

E) PRESIP B-1800

Na mjestu odbacivanja materijala sa trake ugrađen je odbojnik materijala za obaranje kinetičke energije materijala i njegovo uvođenje na sljedeći transporter. Sam odbojnik je elastično uležišten na nosećem ramu uz mogućnost podešavanja u dva pravca, radi boljeg centriranja materijala. Odbojnik je obložen oblogama. Uz to je površina ispresijecana vertikalnim limovima koji omogućavaju stvaranje tampona od transportnog materijala čime je smanjeno trošenje površine odbojnika. Podešavanje odbojnika se vrši ručno sa podesta na samom presipu.

F) PLATFORMA ELEKTRO OPREME

Na koti +8,8 m ugrađena je posebna platforma za smještaj neophodne elektro opreme transportera i upravljačke kabine. Na platformu je montiran kontejner sa upravljačkom kabinom i NN razvodom kao i drugi kontejner sa VN razvodom i trafo boksom. Pored ova dva kontejnera nalazi se i kućica upuštača za pokretanje pogona transportera. Upravljačka kabina služi za smještaj rukovaoca transportera i komunikacionih uređaja.

G) NOSEĆA ČELIČNA KONSTRUKCIJA

Sve sile u traci preko bubnjeva prenose se na noseću čeličnu konstrukciju koja sa stepenicama i podestima čini jednostavnu cjelinu. Konstrukcija je izrađena od limova i profila u zavarenoj izvedbi do dimenzija pogodnih za transport do mjesta ugradnje. Većina odgovornih spojeva koji se moraju izvesti pri montaži izvedena je vijčanim spojevima sa prenapregnutim vijcima. Sva stepeništa i podesti snabdjeveni su odgovarajućim ogradama i norobranima, a gazišta su demontažna od plosnog čelika toplocinčana nakon zavarivanja i ravnjanja.

H) PRELAZNI MOST

Za svodenje gumene trake na standardnu uzdužnu konstrukciju postavljen je prelazni most sa gazištem sa strane transportera. Noseća konstrukcija je zavarena od profila i lima. Oslonac mosta na noseću čeličnu konstrukciju je kuglasti zglobov, a na terenu je limeni ponton.

I) VODILICA MATERIJALA

Duž prelaznog mosta i pogonske stanice na dijelu transportera gdje materijal spadanjem sa trake može ugroziti bezbjednost radnika na prolazima ili oko PNS postavljene su vodilice materijala izrađene od lima i profila.

4.2. Uzdužna sekcija (MS-1098)

Sekcija služi za prenošenje vertikalnih opterećenja od materijala i gumene trake kao i za montažu šina koje služe kao staza presipnih i potpornih kolica ili za premještaj transportera. Na nosećoj strani ugrađeno je pet trovaljčanih slogova, a na povratnoj strani jedan dvovaljčani slog na prvoj četvrtini nailazeće trake na povratne valjke. Za ravnomjeran raspored opterećenja ležaja srednji valjak u gornjem nosećem slogu je kraći u odnosu na bočne valjke. Povratni valjci su iste dužine i nalaze na razmacima 6250mm. Svi valjci su sa kućištima od sivog lima i plaštom od čelične šavne cijevi posebno kalibrirane sa stjenkom debljine 5mm.



Slika 9. Uzdužne sekcija



Slika 10. Girlande – trovaljčani slogovi (B-1800)

Valjci su svornim vijcima povezani međusobno u slogove i pomoću uske vješaju se na uzdužni nosač sekcije. Ovako izrađeni slogovi u odnosu na fiksno postavljene valjke u nosačima imaju sljedeće evidentne prednosti, jednostavna montaža i demontaža uz pomoć specijalnog vitla na bageru ili cjevopolagaču bolje vođenje transportne trake u koritu transportera – lakše centriranje, manji otpori kretanja u toku starta transportera zbog mogućnosti sloga da se prilagođava opterećenju trake od materijala. Valjci su trajno podmazani mašću i labirintim zaptivačima zaštićeni od prodora prašine u prostor ležaja. Konstrukcija omogućava zamjenu ležaja i masti prilikom revizije. Veza kućišta ležaja i plašta je presovani spoj.

Kućišta su izrađena od sivog liva termički obrađenog u cilju obezbjeđenja potrebne nosivosti za predviđena opterećenja. Mašinskom obradom svih elemenata obezbijeđena je centričnost masa, što bitno doprinosi mirnom radu i malim dinamičkim opterećenjima transportera.

4.3. Povratno-presipna stanica B-1800 (MS-1113)

Namijenjena je za prihvatanje materijala pri utovaru, te za prenošenje sila na repu transportera. Povratno-presipna stanica sadrži usipni koš za prijem materijala, gornje i donje valjčane slogove, povratni bubanj, pluzni brisač i noseću konstrukciju na limenim pontonima.

4.4. Pribor za sidrenje

Služi za prenošenje sila povratne stanice transportera na teren. Prenosjenje sile ostvaruje se pomoću zatega i ukopanih betonskih blokova (2 komada ili više, ovisno o sili). Zatega sadrži čelično uže i vijak. Vijak je samokočiv i obezbjeđuje držanje sile od 200kN.



Slika 11. Sidrena posuda - armirano betonski blok

4.5. Usipni koš – prenosivi (MS-1169)

Služi za prihvatanje materijala sa drobilnog postrojenja – veznog transportera. Po konstrukciji identičan kao i usipni koš na povratnoj stanici s tim da je koš otvoren s obje strane. Time je omogućeno da na jednom transporteru može biti ugrađeno više koševa kao i da bude ugrađen drugi



transporter u nizu transportera, tj. da kroz koš prolazi transporter već djelimično ili u potpunosti opterećen materijalom.

4.6. Uređaj za prevrtanje – okretanje trake

Primjenjuje se na dugačkim transporterima koji prevoze abrazivne i ljepljive materijale, gdje klasično čišćenje ne daje zadovoljavajuće efekte. Prevrtanjem donje, prljave strane trake za 180° osigurava se dodir trake sa čistom stranom čime se sprečava lijepljenje materijala i produžava vijek trajanja gumenim prstenova na povratnim valjcima. Prevrtanje donjeg kraka gumene trake izvodi se u paru jedan uređaj na glavi, jedan uređaj na repu transportera. Postoje tri načina prevrtanja trake: slobodno, vođeno i oslonjeno.

5. UPRAVLJANJE

5.1. Osnovni koncept

Transportni sistem se daljinski upravlja iz dispečerskog centra koji je smješten u kontejneru, na najpovoljnijoj lokaciji. Daljinski nadzor i upravljanje zadatak je upravljačko – informacionog sistema odnosno da daje tačan i precizan uvid u trenutno i opšte stanje sistema opreme i transporta otkrivke, dispečeru u dispečerskom centru (D.C.). Na osnovu prethodnog dispečer donosi odluke, koje realizira direktnim izdavanjem komandi preko raspoloživih tastatura ili centralne komandne table (CKT), u DC. Dispečer koordinira i usmjerava rad pojedinih rukovaoca i stručnih službi na kopu telefonom ili radio vezom. Strojevi – postrojenja su elementi sistema i njima se može upravljati na više načina i to:

1. Daljinsko (centralno) upravljanje sa blokadom,
2. Pojedinačno (lokalno) upravljanje sa blokadom,
3. Pojedinačno (lokalno) upravljanje bez blokade.

Svi zaštitni i kontrolni elementi aktivni su za sva tri navedena načina upravljanja. Prije svakog starta automatski se daje optički i zvučni signal kao upozorenje. Koristi se centralno (daljinsko) upravljanje sa blokadom iz DC računarom koji ima program za automatski start i planski stop. Ako bi došlo do kvara na centralnom upravljanju (pad ili nestanak napona, prekid nekog kabla i sl.) uslovi za dalji rad sistema, automatski se omogućavaju, lokalnim upravljanjem bez intervencije dispečera ili električara. Upravljačko – informacioni sistem pored daljinskog upravljanja treba da obezbijedi i sljedeće: daljinsku kontrolu svih elemenata transportnog sistema, na svakom elementu sistema kontrolišu se parametri bitni za pouzdan rad prema zahtjevima konkretnog elementa – stroja, vizuelno prezentiranje trenutnog stanja sistema, obrada, registracija i protokolisanje prikupljenih podataka i informacija. Unutar sistema opreme i transporta otkrivke, kao i cjelokupnog rudnika obezbjeđuje se kvalitetne govorne komunikacije za prenos kompleksnih upravljačkih informacija. Automatsko daljinsko (centralno) upravljanje sa blokadom iz distributivnog centra (DC) obezbjeđuje: pokretanje transportera MT-3, MT-2, MT-1 i zaustavljanje postrojenja za drobljenje otkrivke i transportera MT-1, MT-2 do MT-3 tako da kod namjernog isključivanja transportnog sistema, sistem ostane prazan odnosno ostane bez materijala. Ulaznim elementom (postrojenje za pripremu – drobljenje otkrivke) i izlaznim elementom (odlagač), sistema upravljaju rukovaoci postrojenja iz komandnih kabina. Tehnološki procesi kod ovih postrojenja (drobljenje otkrivke i odlaganje otkrivke) moraju se konstantno vizuelno pratiti. Pored toga što se navedenim (ulaznim i izlaznim) elementima sistema ručno upravlja, oni su ipak blokadama vezani sa ostalim elementima sistema u jednu cjelinu, tako da je: puštanje postrojenja za drobljenje otkrivke u rad uslovljeno je radom transportera MT-1 i puštanje ostalog dijela sistema od transportera MT-2 do tranportera MT-3 uslovljeno je radom odlagača, odnosno svih elemenata u nizu.



5.2. Informacije

Pored praćenja sistema kao cjeline, za pouzdan rad sistema prate se odvojeno i pojedinačno elementi sistema, odnosno svi relevantni parametri unutar samog elementa. Svaka pozicija mora imati signal radi – ne radi. Kod postrojenja za pripremu – drobljenje otkrivke prati se: napon sabirnice, struja motora grabuljastog dodavača, struja motora drobilice, struja motora transportera sa gumenom trakom i trenutni protok materijala – otkrivke. Dva mjerna instrumenta se postavljaju u komandnoj kabini postrojenja za pripremu – drobljenje otkrivke. Informacije se dostavljaju preko sekundarne stanice iz postrojenja za pripremu u dispečerski centar (DC). Kod transportera sa gumenom trakom: zatezanje gumene trake, isključenje u nuždi, bočno skretanje trake, opterećenost pogonskog motora, osigurači VN motora, hitno isključenje na pogonskoj stanici, proklizavanja trake, kontrola otkaćenosti kočnica, temperatura u namotajima VN motora i ulaznom ležaju reduktora i pritisak u SFG – kontakterima.

5.3. Dispečerski centar

Ukoliko se definiše dispečerski centar za cijeli kop u njega će se prenijeti oprema iz kontejnera. Opremu dispečerskog centra čine: dispečerski pult, centralna prenosna jedinica, sistematski softwar, alfa numerički ekran, serijski štampač, prostor i priključci za semigrafički displej za vizelizaciju izlaznih podataka o stanju sistema, aplikacioni softver, primarnu stanicu, radio stanicu, telefon, svu ostalu pomoćnu opremu i inventar potrebni za rad centra i osoblja u centru prema važećim propisima. Na štampaču se vrši hronološka registracija događaja u sistemu transporta otkrivke, greška u radu telemetrijskih stanica i komunikacionog kanala u vidu jednorednih alarmnih izvještaja.

5.4. Govorne komunikacije

Za govorne komunikacije unutar sistema pripreme – drobljenja, transportera i odlaganja otkrivke kao i unutar rudnika koriste se radio veza i telefon.

5.5. Radiofonija

Za radio vezu iskorištena je ranija frekvencija u području od 60MHz. Radiofonsku instalaciju u sistemu čine:

1. Centralna radio stanica sa 4 kanala
2. Fiksne radio stanice, 4 komada sa 4 kanala postavljeni na elementima transportnog sistema (postrojenja – strojevi) i to: postrojenje za pripremu – drobljenje otkrivke, pogonska stanica transportera MT-1, pogonska stanica transportera MT-2, pogonska stanica transportera MT-3 i odlagač – proces odlaganja na PK Čubrić.

6. MJERE ZAŠTITE

Bilo kakve popravke, podmazivanje, čišćenje i regulisanje na uređajima smiju se vršiti samo nakon što se izvrši isključenje električne struje. Isključenje i uključanje električne struje će se vršiti na način predviđen uputstvom za rukovanje i održavanje elektro-uređaja na postrojenju. Opravku transportnih uređaja, otvaranje mašinskih ili električnih sklopova (zamjena osigurača ili sijalica, nabacivanje bimetala i dr.) mogu vršiti samo stručno obučeni radnici određeni od strane tehničkog rukovodioca. Ostalim licima bez obzira na njihove stručne kvalifikacije, zabranjeno je da vrše bilo kakve opravke. Bilo kakve opravke podmazivanja, čišćenja i regulisanja na uređajima smiju se vršiti isključivo nakon što se izvrši isključenje električne struje. Isključenje i uključanje električne struje vršit će se na način predviđen uputstvom za rukovanje i održavanje elektro uređaja na transportnom sistemu. Za suštinske promjene potrebni su odgovarajući elaborati odnosno projekti koji moraju da budu u saglasnosti sa proizvođačem opreme. Za rad se ne smiju upotrebljavati



transporteri na kojima su oštećeni bitni sastavni dijelovi osim u slučaju manjih oštećenja trake. Takvi dijelovi se mogu staviti u pogon samo po izričitom naredbom tehničkog rukovodioca, odnosno dispečera ukoliko ga je tehnički rukovodioc ovlastio. Valjci, bubnjevi, zavrtnji za pričvršćivanje bubnjeva, uređaji za čišćenje, zatezne stanice i ostali dijelovi moraju se kontrolisati i održavati prema uputstvima koje je dao proizvođač, naročito u pogledu rokova i upotrijebljenog materijala. Dijelovi valjci, bubnjevi, zavrtnji za pričvršćivanje bubnjeva, uređaji za čišćenje, zatezne stanice i ostali dijelovi moraju se pregledati pri svakoj primopredaji smjene, a nađeno stanje mora se unositi u knjigu primopredaje. Za vrijeme rada transportera mora se svakih 15 dana izvršiti detaljan pregled konstrukcije i obrtnih dijelova, a uočeni nedostaci moraju se unijeti u knjigu redovnih pregleda transportnih sistema. Pogonski, povratni, zatezni i okretni bubnjevi obezbijeđeni su zaštitnim uređajima od slučajnog dodira dok je postrojenje u pogonu. Na pogonskoj stanici svakog transportera mora se nalaziti tablica sa karakteristikama transportera. Na njoj mora biti naznačen naziv proizvođača opreme, tip opreme i fabrički broj, godina proizvodnje i brzina trake. Sva električna postrojenja, uređaji i instrumenti na transporterima, zajedno sa dovodom električne energije, moraju biti u skladu sa važećim propisima i važećim standardima, koji se odnose na električna postrojenja, uređaje i instrumente. Komandne kabine na pogonskim stanicama, kao i zatvorene električne prostorije, ne smiju se upotrebljavati kao sklonište u slučaju nevremena. Ulaz u takve prostorije dozvoljen je samo ovlaštenim licima, i o tome treba da stoji upozorenje na vidnom mjestu. U sistemu transportera mora postojati telefonska i radio veza između pojedinih rukovaoca na pogonskim stanicama i dispečera. Na odgovarajućim pristupačnim mjestima postavljeni su aparati za početno gašenje požara pomoću CO₂. Uz aparat mora biti postavljeno uputstvo za rukovanje. Aparat se nakon upotrebe mora se odmah zamijeniti.

6.1. Mjere zaštite pri radu dispečerskog centra

Informaciono – upravljački sistem transportnog sistema za uglj omogućava: daljinsko upravljanje iz dispečerskog centra sistema uglja, daljinsku kontrolu svih elemenata sistema. Na svakom elementu se kontrolišu parametri bitni za pouzdan rad sistema vizuelno prezentiranje stanja sistema, te registraciju, obradu i protokolisanje svih prikupljenih informacija. Da bi se transportni sistem stavio u pogon potrebno je da budu ispunjeni sljedeći uslovi: da nema smetnje u sistemu zatezanja trake, da nisu proradile zaštite od preopterećenja pogonskih motora, da nisu aktivirani detektori bočnog skretanja trake na pogonskoj i povratnoj stanici, da nisu pregorili VN osigurača motora, da nije aktiviran sistem za nužno isključenje poteznim užetom, da nisu aktivirani tasteri za hitno isključenje na pogonskoj stanici, da nije djelovala kontrola brzine (proklizavanja) transportne trake, da nije djelovala kontrola otkočenosti kočnica svih pogona, da nije prekoračena dozvoljena temperatura u namotajima pogonskih motora odnosno u ulaznom ležajnom sloju reduktor – motor, da nije došlo do pada pritiska gasa SF₆ u VN konstantovanim ispod 1,5 bar, da nije dostignut maksimalan nivo uglja u bunkeru, da je prisutan upravljački napon. Dispečer može zaustaviti transportni sistem pomoću izdavanja pojedinačnih komandi. Iz dispečerskog centra se može isključiti bilo koji transporter, a ostali transporteri će se prema šemi zaustaviti tek kada se isprazne. Dispečer ne smije dati naređenje da se pusti u pogon sistem dok prethodno nije od svih rukovaoca na pogonskim stanicama transportera primio obavještenje da su transporteri spremni za pokretanje. Rukovaoc transportera smije izvijestiti dispačera o spremnosti za rad tek kada se u to lično uvjeri kontrolnim pregledom. Dispečer mora da vodi evidenciju o eventualnim kvarovima, o porukama i obavještenjima koje prima od rukovaoca transportera i mora preduzimati odgovarajuće mjere. Pri manjim nedostacima dispačer procjenjuje i određuje da li je će se sistem transportera zaustaviti i nedostatak odmah otkloniti ili će se sačekati njegovo prvo redovno odnosno vanredno zaustavljanje.



7.REMONT I ODRŽAVANJE

Rudnik mrkog uglja Banovići u svojoj organizacionoj šemi ima radnu jedinicu za tekuće održavanje. U neposrednoj blizini rudnika locirana je firma koja je specijalizovana za montažno – demontažne radove i investiciono održavanje tehnološko – mašinske rudarske opreme, što znači da može biti nosilac kompletne demontaže postojećeg i montaže novoprojektovanog transportnog sistema. Postojeća skladišta rezervnih dijelova moraju se dopuniti obaveznim rezervnim dijelovima prema dokumentaciji proizvođača odnosno isporučioaca. Jedan od osnovnih zahtjeva investitora bio je da se kod projektovanja samo sistema stvore objektivni uslovi za efikasno održavanje. Cijelom dužinom transportnog sistema predviđen je pristupni put, kojim terensko vozilo može dopremiti alat i rezervne dijelove za intervenciju i otklanjanje kvarova. Oko svake pogonske stanice transportera izrađen je montažni plato koji poslije montaže i puštanja transportera u rad ostaje i za održavanje. Indikacija kvara ima poseban značaj za održavanje. Na transportni sistem je ugrađen upravljačko – informacioni sistem kojim se iz dispečerskog centra prate svi značajni parametri sistema. Svi kvarovi na pretećim elementima automatski se indiciraju u dispečerskom centru.

7.1.Održavanje opreme za transport

U postojećoj organizaciji RMU Bnaovići već postoji organizovana i opremljena jedinica koja se bavi održavanjem postojeće opreme za transport, pripremu, utovar i odlaganje (transportne trake, postrojenja za pripremu i utovar, te odlaganje). Kadrovski i opremom osposobljeni su za tekuće održavanje za koje su zaduženi rukovodioci pojedinih mašina. Održavanje mehanizacije podrazumijeva: čišćenje mašine i pojedinih sklopova te zamjenu ulja i maziva, nakon izrađenih broja radnih sati po uputstvu proizvođača opreme. Promjena ulja i pretakanje vršit će se na predviđenom mjestu. Remont mašina vršit će specijalizovane ustanove, prema ukazanoj potrebi ili planskom remontu kojeg će propisati glavni tehnički rukovodilac zajedno sa mašinskim poslovođom. U okviru preduzeća moći će se popraviti samo manji kvarovi na mehanizaciji. Upute o načinu održavanja pojedinih mašina mora dati glavni tehnički rukovodilac u uputstva za rukovanje i održavanje. Zadatak je da propiše uslove vođenja evidencije o dnevnom, sedmičnom i periodičnom pregledu kako mehanizacije za transport kao i svih sklopova na njoj.

7.2.Osnovna uputstva za održavanje transportera sa gumenom trakom

7.2.1.Bubnjevi

Bubnjeve potpuno obložiti gumom sa kanalima u oba pravca potrebno je pridržavati se obaveznog smijera okretanja pod prijetnjom da se platno odlijepi od oboda. Ukoliko se uprkos brisača za čišćenje trake formiraju naslage materijala, treba ih ukloniti prije nego se stvrdnu. Naslage skidati isključivo kada transporter ne radi i kada je obezbijeđen od slučajnog uključenje.

7.2.2.Reduktori

Pridržavajući se uputstva za reduktore, uljem napuniti reduktor do pokazivača nivoa. Kontrolu nivoa paviti nakon mirovanja pogona od najmanje 1 sa, a svakih 15 dana. Ulje dolijevati samo po potrebi.

7.2.3.Pokretni valjci bez mazalica

Reparatura valjaka i izmjena maziva vrši se u zatvorenoj prostoriji. Rastavljanje valjaka na radilištu ne preporučuje se budući da uslovi rada ne dozvoljavaju takav postupak. Pažljivo očistiti ležajeve.



7.2.4. Centriranje transportne trake

Skretanje na donjoj strani bubnja. Podesiti donji valjak blizu bubnja. Ukoliko se traka pomijera u desno, vratiti desnu stranu valjka nazad ili lijevu stranu pomjeriti naprijed. Skretanje na gornjoj strani bubnja. Podesiti tri sistema valjka blizu bubnja, ukoliko se traka pomijera u desno, pomjeriti desnu stranu nosača naprijed ili lijevu stranu nosača vratiti nazad. Skretanje trake u osi transportera. Na mjestu skretanja trake podesiti gornje sisteme valjaka. Prije centriranja trake provjeriti okomitost osa bubnjeva na osu transportera. Transportnu taku nikad ne centrirati djelovanjem na bubnjeve koji su pravilno montirani.

7.2.5. Preporuke za eksploataciju transportera

Poslije svakog zaustavljanja uređaja, prije početka rada i u toku rada preporučuje se: provjeriti podmazivanje na svim mjestima koja su naznačena u planu podmazivanja, kontrolisati nivo ulja u reduktoru, provjeriti položaj i pritegnutost nateznih vijaka na povratnom bubnju, kontrolisati pritegnutost bubnjeva na postoljima, kontrolisati stanje obloga na bubnjevima, izgled bokova i bokova transportne trake, kontrolisati centriranost i izgled, kontrolisati stanje gumenih uložaka na brisačima, očistiti sva mjesta uz transporter od eventualno nagomilanog materijala, prašine i drugih stranih tijela, zapažati sve pojave u odnosu na raniji preiod rada (vibracije, šumovi) te blagovremenim intervencijama spriječiti eventualne neispravnosti. Posebno treba naglasiti da oštećenja na: bubnju, oblogama, plaštevima, vratilima i osovinama dovode do progresivnog oštećenja transportne trake, a time i dužeg zastoja za opravku, izmjenu dijela ili cjelokupne transportne trake.

8. ELEKTRO PODLOGA

Osnovne podloge za elektro dio

- a) Naponi:
 - glavnih motora 6000V i 500V (400V)
 - oprema za održavanje 220V
 - osvjetljenje 220V
 - upravljanje 24V
- b) Zaštita:
 - od previsokog napona dodira
 - zaštitno uzemljenje od izolovanih sistema
- c) Mehanička zaštita:
 - motora IP-65
 - motora IP-33.

Kao što je navedeno pogon transportera se sastoji od trofaznog asinhronog visokonaponskog kliznokolutnog elektromotora „SEVER“ tip ZPN 6200/6 sljedećih karakteristika:

- Snaga 800 Kw
- Brzina 985 obr/min
- Radni napon 6 Kv (50 Hz)
- Oblik zaštite B3
- Zaštita IP54
- Izvodnice statora – gore (lijevo ili desno)
- Ivodnice rotora – gore (lijevo ili desno)
- Smjer obrtanja – oba smjera (lijevo ili desno)
- Masa motora 6880 kg
- Nazivna struja 94 A
- Napon rotora 1005 V
- Klasa izolacije F
- Termistorska kontrola (PTC) temperature, namotaja i ležaja



- Ugrađen grijač motora za sušenje
- Za pokretanje elektromotora isporučene su kućice upuštača tip EUP-4X800 (3X800) sa elektronskim programatorom VP-16 sljedećih karakteristika:
- Upuštanje automatsko 16 stepeni
- Polazni moment struja 78% M_n/I_n
- Maksimalni skokovi momenta struje do 137% M_n/I_n
- Vrsta otpornika – suhi pločasti
- Zaštita IP za kućice
- Zaštita IP 32 za otpornik.

Kod sistema za natezanje rekli smo da ima pogon vitla 15kW, a on je sastavljen od trofaznog asinhronog elektromotora „SEVER“ tip ZKDT 160 L-6A sljedećih karakteristika:

- Snaga 15 kW pri ED=25%
- Brzina 925 obrt/min
- Oblik B3
- Zaštita IP54
- Radni napon 500 V / 50 Hz
- Elastične kočne spojnice KS-3, prečnika kočnog doboša 315 mm za maksimalni moment pogona 290 Nm
- Dvočeljušne kočnice tipa DK-315 sa podizačem EHT 32 VF, prečnika 315 mm za moment kočenja 155 Nm
- Trostepenog reduktora tipa NKC 770 Š sa prenosnim odnosom 125 i snagom 15 kW

Ukupna masa pogona sa postoljem cca 1500 kg.

8.1. Određivanje snage za pogon trakastog transportera

Snaga motora računa se na sljedeći način:

$$P = \frac{P_T}{\eta}, \text{ gdje je:}$$

P_T ukupna snaga pogona, a nju računamo prema formuli $P_T = P_L + P_Q \pm P_H + P_A$

P_L snaga praznog hoda računa se prema formuli:

$$P_L = \frac{V}{1000} C \times f \times L \times (m_R + 2m_G)g$$

$C=1,06$ koeficijent dužine transportera

Masa rotirajućih dijelova

$$m_R = m_O + m_U = 62 + 40 = 102 \text{ kg/m}$$

g - ubrzanje zemljine teže m/s^2

$m_G=70$ masa gumene trake kg/m

$f= 0,027$ (-) koeficijent kotrljanja

pa iz svega navedenog slijedi da je:

$$P_L = \frac{4,67}{1000} 1,06 \times 0,027 \times 1770(102 + 2 \times 70) \times 9,81 = 564 \text{ kW}$$

P_Q je snaga horizontalnog kretanja materijala

$$P_Q = \frac{V}{1000} \times C \times f \times L m_L \times G, \text{ gdje je:}$$

$$m_L = \frac{Q_m}{3,6V} = \frac{5625}{3,6 \times 4,67} = 335 \text{ kg/m}, \text{ pa je:}$$

$$P_Q = \frac{4,76}{1000} \times 1,06 \times 0,027 \times 1777 \times 335 \times 9,81 = 780 \text{ kW}$$

P_H je snaga dizanja materijala i računa se po formuli

$$P_H = \pm \frac{V}{1000} H \times m_L \times g$$



$$P_H = \pm \frac{4,67}{1000} 33,6 \times 335 \times 9,81 = 515 \text{ kW}$$

P_A je snaga ubrzanja materijala na presipu i računa se po formuli

$$P_A = \frac{Q_m}{3600} v \times (v - v_0) = \frac{5625}{3600} 4,47(4,47 - 0) = 34 \text{ kW}$$

Ukupnu snagu pogona računamo po prije navedenoj formuli

$$P_T = P_L + P_Q \pm P_H + P_A = 564 + 780 + 515 + 34 = 1893 \text{ kW}$$

Nakon ovog možemo izračunati snagu motora:

$$P = \frac{P_T}{\eta} = \frac{1893}{0,93} = 2035 \text{ kW}$$

ZAKLJUČAK

To je najveća poslijeratna investicija od 51 milion KM, a mehanizacija je domaće proizvodnje, nastala u TTU Tuzli. Transportnim sistemom za odvoz otkrivke, koja predstavlja jalovinu, odnosno površinski sloj zemlje ispod koje se nalazi ugalj, na PK Turija olakšan je transport jalovinske mase koja se odvozi prema krateru zatvorenog površinskog kopa Čubrić. Trebaju se uzeti u obzir svi faktori utjecaja i poštovati sva ograničenja. Za ostvarivanje projektnog cilja potrebno je jasno definirati ciljeve projekta, odrediti obuhvat, analizirati troškove, prepoznati ograničenja, izraditi vremenski plan, dodijeliti odgovornosti za izvršavanje aktivnosti, a sve kako bi se projekt realizirao u okviru planiranog obuhvata, vremena i troškova. Ulaganjem u postrojenja, tj. ovim transportnim sistemom rudnik će udvostručiti proizvodnju. Plan rudnika je da u narednih 8 godina transportni sistem nakon eksploatacije PK Turija bude premješten na drugu lokaciju. Rudnik će imati velike uštede u radu damper kamiona koji će u narednom periodu biti manje aktivirani za oko 50% (manja potrošnja goriva, guma i još ušteda zbog brzine transportovanja otkrivke u krater PK Čubrić).

LITERATURA

- [1] Dokumentacija RMU „BANOVICI“
- [2] Dokumentacija TTU ENERGETIK Tuzla



DESCRIPTION OF THE TRANSPORT SYSTEM PROJECT

Anel Ikanović¹

Amir Softić²

Abstract

During the development of this project, the focus was on the selection of equipment and materials at the disposal of the mine, so that maximum unification was carried out, thus handling, maintenance and construction was facilitate. Also in the project, the creation of mobile filling baskets is foreseen, due to a simpler and cheaper solution, while the possibility of filling the overburden (material) on each part of the longitudinal structure of the conveyor is retained. Special attention is paid to wiping the rubber band and the conditions for cleaning the material under the conveyor. It is recommended to use a mechanical shovel that was developed in cooperation with the manufacturer of crawler excavators. What is also recommended is the same excavator on which the installation of a hook and hydraulic winch is solved, to replace garlands (suspended roller beams), after dismantling the mechanical shovel, which will increase the overall usability of the excavator as a non-production machine.

Keywords: transport system, belt conveyor, rake conveyor, rollers, motor, coupling, reducer, crusher, tailings, overburden, coal.

¹ University "Economics Academy" Brčko District BiH, Faculty of Technical Sciences, Petra Kočića 6, 76000 Brčko district BiH, e-mail: anel.ikanovic@hotmail.com

² JP Elektroprivreda Bosne i Hercegovine, d.d. Podružnica Elektrodistribucija Tuzla a.softic@epbih.ba



Primljeno: 30.03.2026

Prihvaćeno: 23.06.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605240DJ

UTICAJ VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA PRIRODNE JEZIKE

Miloš Đurković, mr

Visokoškolska ustanova Univerzitet „Privredna akademija“ Brčko distrikt BiH, Pravni fakultet, Petra Kočića 6, 76100 Brčko distrikt BiH

E-mail: milos.djurkovic@privrednaakademija.edu.ba

Bogdan Mirković, dr

Univerzitet „Union“ Beograd, Srbija, Računarski fakultet, Trg Republike 6/VI, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: bmirkovic@raf.rs

Apstrakt

Razvoj vještačke inteligencije (VI) značajno je transformisao prirodne jezike, utičući na način pisanja, prevođenja i komunikacije u digitalnom prostoru. Savremeni jezički modeli, zasnovani na dubokom učenju, omogućavaju očuvanje i digitalizaciju jezika, povećanu dostupnost znanja i podršku učenju jezika. Istovremeno, njihova primena nosi rizike homogenizacije izraza, dominacije globalnih jezika i smanjenja dijalekatske raznolikosti. Ovaj rad analizira pozitivne i negativne uticaje VI na prirodne jezike, sa posebnim osvrtom na BHS jezički prostor, naglašavajući sociolingvističke i etičke implikacije.

Ključne reči: veštačka inteligencija, prirodni jezici, NLP, jezička raznolikost, BHS jezici

UVOD

Razvoj vještačke inteligencije (VI) u posljednjim decenijama radikalno je transformisao način na koji ljudi proizvode, obrađuju i interpretiraju jezik, jer su savremeni sistemi za obradu prirodnog jezika postali sastavni dio obrazovanja, medija i svakodnevne komunikacije (Russell & Norvig, 2021). Iako je jezik tradicionalno posmatran kao isključivo ljudska sposobnost koja reflektuje kognitivne i društvene procese, pojava velikih jezičkih modela pokazuje da se lingvistički obrasci mogu statistički modelovati i generisati uz visok stepen koherentnosti (Jurafsky & Martin, 2023). Budući da su sistemi poput ChatGPT postali široko dostupni, njihova upotreba utiče ne samo na način pisanja i prevođenja tekstova nego i na formiranje novih komunikacijskih normi u digitalnom prostoru (OpenAI, 2023). Istovremeno, kako algoritmi uče iz velikih količina javno dostupnih tekstova, oni reprodukuju postojeće jezičke i kulturne obrasce, ali ih i dodatno učvršćuju kroz automatizovanu distribuciju sadržaja (Bender et al., 2021). Ovaj proces je značajan jer se odvija u globalizovanom okruženju u kojem engleski jezik dominira digitalnim resursima, pa tehnološki razvoj može produbiti neravnotežu između velikih i malih jezika (Crystal, 2003). Međutim, dok jedni autori naglašavaju da AI doprinosi demokratizaciji znanja i većoj dostupnosti informacija, drugi upozoravaju da prekomjerna oslonjenost na automatizovane sisteme može dovesti do homogenizacije izraza i slabljenja individualnog stilskog identiteta (Floridi & Chiriatti, 2020). Značaj ove teme dodatno se ogleda u činjenici da su jezičke tehnologije integrisane u obrazovne i profesionalne kontekste, čime utiču na procese učenja, evaluacije i stvaranja znanja (Luckin et al., 2016). Stoga je proučavanje uticaja VI na prirodne jezike ključno za razumijevanje savremenih



društvenih promjena, jer se na presjeku tehnologije i lingvistike oblikuju novi modeli komunikacije koji će dugoročno redefinisati odnos između čovjeka i jezika (Russell & Norvig, 2021).

Razvoj VI započinje sredinom XX vijeka, kada je Alan Turing postavio teorijske temelje za razmatranje mogućnosti da mašine simuliraju ljudsku inteligenciju, posebno kroz koncept Turingovog testa kao kriterija procjene mašinskog mišljenja (Turing, 1950). Sam pojam VI formalno je uveden 1956. godine na Dartmouth konferenciji, koju je organizovao John McCarthy, a definisan je kao naučna disciplina koja proučava i razvija sisteme sposobne da obavljaju zadatke koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju, uključujući zaključivanje, učenje i razumijevanje jezika (McCarthy et al., 2006). U savremenoj literaturi, VI se često određuje kao skup metoda i tehnologija koje omogućavaju računarima da simuliraju kognitivne procese karakteristične za ljudsko mišljenje (Russell & Norvig, 2021).

U ranim fazama razvoja dominirali su simbolički i logički pristupi, zasnovani na pravilima i eksplicitnom predstavljanju znanja, ali su ograničenja takvih sistema dovela do razvoja statističkih metoda i mašinskog učenja krajem XX vijeka. Poseban napredak ostvaren je razvojem dubokih neuronskih mreža, koje omogućavaju obradu velikih količina podataka i prepoznavanje kompleksnih obrazaca, čime je otvoren put ka savremenim jezičkim modelima (Goodfellow et al., 2016).

Paralelno s razvojem VI razvijala se i oblast obrade prirodnog jezika (Natural Language Processing – NLP), koja proučava interakciju između računara i ljudskih jezika. Prirodni jezici definišu se kao istorijski i društveno oblikovani sistemi znakova koje ljudi spontano usvajaju i koriste za komunikaciju, za razliku od formalnih jezika koji su konstruisani i strogo normirani (Crystal, 2003). Obrada prirodnog jezika obuhvata zadatke kao što su mašinsko prevođenje, prepoznavanje govora, analiza sentimenta i generisanje teksta (Jurafsky & Martin, 2023).

Rani sistemi mašinskog prevođenja iz 1950-ih godina bili su zasnovani na pravilima i dvojezičnim rječnicima, ali su često davali ograničene rezultate, dok su statistički modeli 1990-ih i kasnije neuronski modeli značajno unaprijedili kvalitet prevoda i generisanja teksta. Savremeni sistemi poput Google Translate i ChatGPT demonstriraju sposobnost obrade i generisanja jezika na nivou koji je ranije bio nezamisliv, čime se potvrđuje transformativni karakter savremene VI (OpenAI, 2023).

Savremeni razvoj VI i jezičkih tehnologija stoga predstavlja prelazak sa rigidnih, pravilo-zasnovanih sistema na adaptivne modele koji uče iz velikih količina podataka, čime se redefiniše odnos između tehnologije i prirodnih jezika i otvaraju nova istraživačka pitanja u lingvistici, kognitivnim naukama i društvenim studijama tehnologije.

Cilj ovog rada je analizirati uticaj VI na prirodne jezike, s fokusom na obostrane efekte i sociolingvističke implikacije, te istražiti kako savremeni jezički modeli oblikuju stil, strukturu i raznolikost jezika, dok istovremeno prirodni jezici utiču na performanse i pristrasnosti AI sistema. Ključna istraživačka pitanja uključuju uticaj AI na jezičku raznolikost i očuvanje dijalekata, doprinos standardizaciji jezika i homogenizaciji stilova pisanja, sociolingvističke i etičke implikacije šire primjene AI, te potencijal AI alata za očuvanje manjih jezika. Metodologija rada zasniva se na kvalitativnoj analizi literature i teorijskoj obradi postojećih studija, uključujući naučne članke, knjige i tehničke izvještaje o razvoju AI i jezičkih tehnologija, s posebnim naglaskom na obradu prirodnog jezika (NLP) i velike jezičke modele (LLM). Analiza obuhvata komparativno sagledavanje pozitivnih i negativnih uticaja AI, pregled empirijskih istraživanja o interakciji ljudi i AI u pisanju i učenju jezika, te kritičko razmatranje etičkih i sociolingvističkih pitanja sa posebnim osvrtima na Bosnu i Hercegovinu i njene dominantne jezike, što omogućava sveobuhvatan uvid u kompleksnu dinamiku između tehnologije i jezika u savremenom društvu.



Teorijski okvir

U ovom dijelu rada biće data osnova za razumijevanje međusobnog odnosa VI i prirodnih jezika, fokusirajući se na ključne koncepte i istorijski razvoj tehnologija. Prvo, jezik se analizira kao društveni i kognitivni fenomen, pri čemu se razmatra kako jezik oblikuje ljudsku komunikaciju, identitet i društvene norme, ali i kako se koristi za izražavanje kreativnosti i kognitivnih sposobnosti (Crystal, 2003). Zatim, fokus prelazi na razvoj obrade prirodnog jezika (NLP), uključujući rane sisteme mašinskog prevođenja, statističke modele i savremene pristupe dubokog učenja i velikih jezičkih modela, koji omogućavaju da AI razumije, generiše i interaktivno obrađuje ljudski jezik (Floridi & Chiriatti, 2020). Ova teorijska osnova omogućava sagledavanje kako AI alati utiču na jezik u praksi i služi kao okvir za dalje razmatranje pozitivnih, negativnih i etičkih implikacija.

Jezik kao društveni i kognitivni fenomen

Jezik predstavlja složen društveni i kognitivni fenomen koji ne samo da omogućava komunikaciju, već oblikuje način na koji ljudi misle, procesiraju informacije i interpretiraju svijet oko sebe. On je ključni medij za prenošenje znanja, kulturnih vrijednosti i društvenih normi, te istovremeno reflektuje strukturu i dinamiku društva u kojem se koristi. Sociolingvistički pristupi jeziku naglašavaju da je jezik u potpunosti uvjetovan društvenim okolnostima, jer različite društvene grupe koriste specifične dijalekte, sociolekte i registre koji izražavaju status, pripadnost, moć i kulturni kapital (Labov, 1972). Takvi obrasci upotrebe jezika pokazuju kako jezik ne funkcioniše samo kao alat za prenošenje poruke, već i kao instrument socijalne interakcije i konstrukcije identiteta, pri čemu promjene u jeziku često odražavaju promjene u društvenoj hijerarhiji, normama i vrijednostima.

Pored društvene dimenzije, jezik ima i kognitivnu funkciju, jer strukture i obrasci jezika utiču na način na koji pojedinci organizuju misli, kategorizuju informacije i rješavaju probleme. Kognitivna lingvistika ističe da je jezik integralno povezan sa mišljenjem, tako da gramatičke strukture, sintaksički obrasci i leksičke kategorije oblikuju percepciju svijeta, dok istovremeno omogućavaju apstraktno i kreativno izražavanje. Na primjer, izbor metafora, idiomatskih izraza i stilskih figura u jeziku može otkriti kulturne obrasce mišljenja, dok fleksibilnost jezika omogućava pojedincima da artikulišu nove koncepte ili prilagode postojeće obrasce novim situacijama.

Identitet je neraskidivo povezan sa jezikom jer jezik omogućava pojedincima i grupama da izraze lične, socijalne i kulturne identitete. Kroz jezik se signaliziraju pripadnost određenoj zajednici, obrazovanje, profesionalni status ili geografsko porijeklo, a promjene u govoru često prate promjene u identitetu, što može uključivati i promjenu društvenih uloga ili integraciju u nove kulturne kontekste (Norton, 2013). Osim toga, jezik služi kao sredstvo afirmacije kolektivnog identiteta, što se naročito vidi u manjinskim zajednicama ili grupama koje nastoje očuvati jezik i kulturne specifičnosti unatoč pritisku dominantnih jezika i globalizacije.

Jezik je također dinamičan sistem koji se stalno razvija i prilagođava novim kontekstima, tehnologijama i komunikacijskim potrebama. Povijest jezika pokazuje da su promjene u leksiku, morfologiji, sintaksi i pragmatici neprestani proces, a ubrzani razvoj digitalnih komunikacija i interakcija sa VI dodatno transformiše obrasce upotrebe jezika. Digitalni mediji, društvene mreže i alati poput ChatGPT omogućavaju bržu širenje novih izraza, pojednostavljivanje sintaktičkih struktura i stvaranje hibridnih oblika jezika, što ilustruje kako jezik prilagođava svoja pravila i norme potrebama komunikacije u savremenom dobu. Takva dinamičnost omogućava jeziku da ostane funkcionalan i relevantan u različitim društvenim i tehnološkim kontekstima, ali istovremeno postavlja pitanja o očuvanju tradicionalnih dijalekata i kulturnih obrazaca unutar jezika.



Sve u svemu, jezik se može sagledavati kao višedimenzionalni fenomen u kojem se prepliću društvene, kognitivne i tehnološke dimenzije, a njegovo proučavanje zahtijeva interdisciplinarni pristup koji uključuje sociolingvistiku, kognitivnu lingvistiku i istraživanje uticaja tehnologije na komunikaciju. Dinamičnost jezika, njegova uloga u konstrukciji identiteta i sposobnost adaptacije na nove kontekste čine ga centralnim objektom analize u savremenom dobu, posebno kada se uzme u obzir interakcija sa VI i digitalnim medijima koji oblikuju načine na koje ljudi koriste i razumiju jezik.

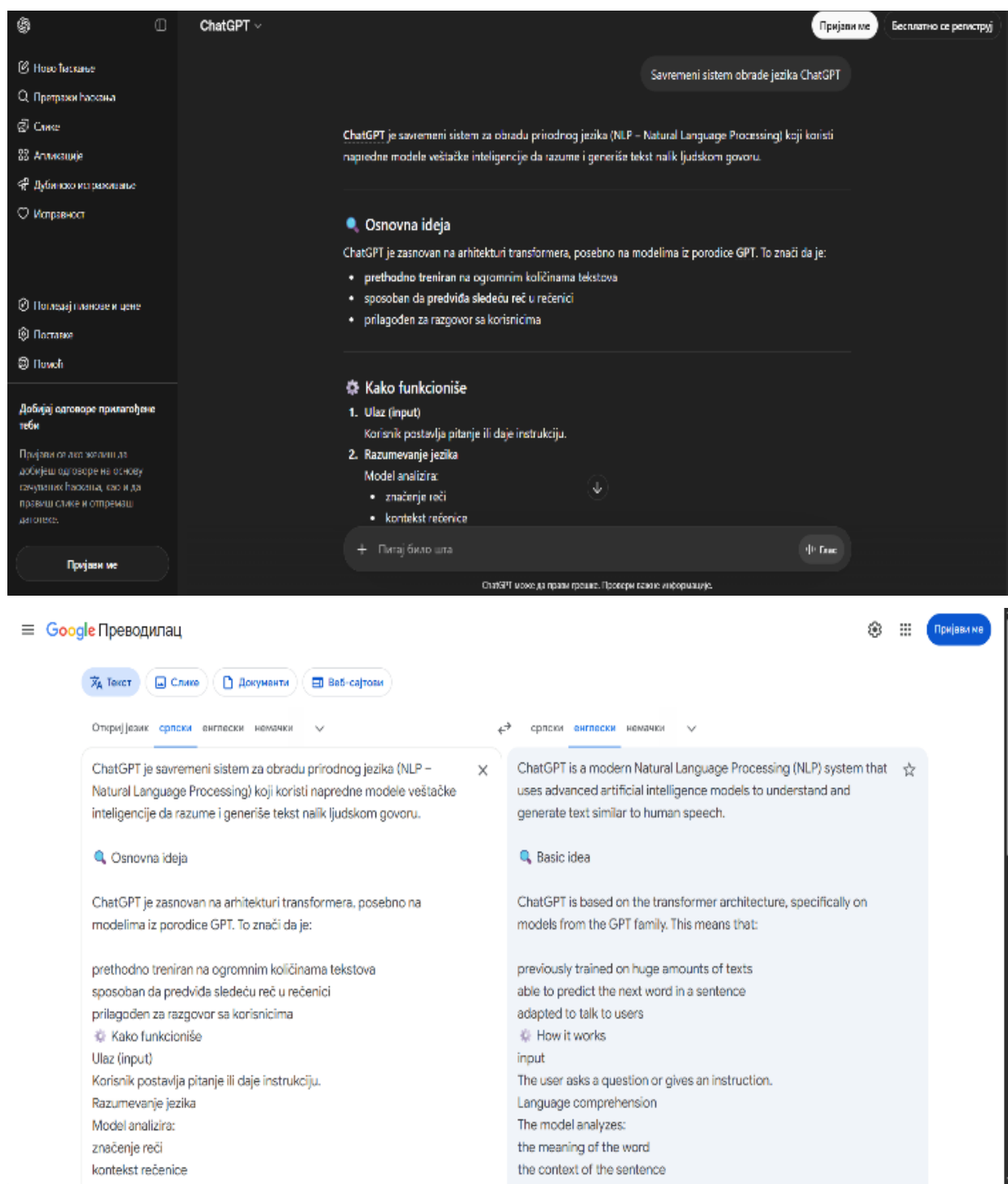
Razvoj obrade prirodnog jezika

Razvoj obrade prirodnog jezika (Natural Language Processing – NLP) predstavlja oblast VI koja se bavi interakcijom između računara i ljudskih jezika, s ciljem da mašine razumiju, interpretiraju i generišu tekst ili govor na prirodan način. Rani sistemi mašinskog prevođenja iz 1950-ih i 1960-ih bili su primarno zasnovani na pravilima i dvojezičnim rječnicima, pri čemu su algoritmi prevodili riječi ili fraze bez dubljeg razumijevanja konteksta, što je često dovodilo do neprirodnih ili netačnih rezultata (Hutchins, 2005). Kako su količine digitalnog teksta rasle, tokom 1990-ih razvijeni su statistički modeli, koji su omogućili sistemima da uče obrasce jezika na osnovu vjerovatnosti pojavljivanja riječi i fraza u paralelnim korpusima. Ovaj pristup značajno je poboljšao kvalitet prevođenja i omogućio prve automatizovane sisteme koji mogu interpretirati kontekstualne obrasce, iako su i dalje bili ograničeni u razumijevanju semantike i složenih struktura.

Prekretnica u razvoju NLP-a desila se sa pojavom dubokog učenja i neuronskih mreža, koje omogućavaju modelima da obrađuju ogromne količine podataka i prepoznaju kompleksne obrasce u jeziku bez eksplicitnog programiranja pravila. Takvi sistemi, poznati kao veliki jezički modeli (Large Language Models – LLM), sposobni su za generisanje koherentnog i kontekstualno prilagođenog teksta, prevođenje, sažimanje informacija i čak odgovaranje na pitanja u prirodnom jeziku (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Primjeri savremenih sistema uključuju ChatGPT (Slika 1a), koji omogućava interaktivnu komunikaciju sa korisnicima kroz generisani tekst na više jezika, i Google Translate (Slika 1b), koji pruža automatski prevod između stotina jezika koristeći neuronske mreže i sofisticirane statističke modele. Ovi sistemi demonstriraju kako je NLP evoluirao od jednostavnog prevođenja riječi do složenih modela sposobnih za razumijevanje i generisanje jezika u realnom kontekstu, što ima direktan uticaj na komunikaciju, obrazovanje i digitalnu pismenost u savremenom društvu.

U Bosni i Hercegovini jezik se ne može sagledavati isključivo kao apstraktni sistem znakova, već kao snažan društveni i kognitivni fenomen koji odražava kompleksnu istorijsku i kulturnu dinamiku zemlje. Lingvistički radovi i zbirke iz BiH ističu da je prostor Bosne i Hercegovine karakterisan jedinstvenom jezičkom situacijom u kojoj BHS jezici koegzistiraju, dijeleći jezički temelj, ali istovremeno noseći različite identitetske i sociokulturne konotacije (Halilović, 2014). Ova višestruka jezička realnost ukazuje na to da je jezik u BiH istovremeno sredstvo komunikacije i izraz društvene pripadnosti, jer se kroz njegove varijante manifestuju historijski obrasci kontakta, razdvajanja i zajedničkog upotrebljavanja.

Jedan od značajnijih domaćih jezičkih izvora jeste opsežna monografija *Jezik u Bosni i Hercegovini*, koja nudi istorijski pregled jezičkog razvoja od srednjovjekovnih tekstova, preko književnih tradicija bosanskih franjevaca i alhamijado literature do savremenih standardiziranih oblika jezika, pokazujući kontinuitet i promjene u jeziku kroz stoljeća (Mønnesland, 2005). Ova i slična djela pokazuju da jezička evolucija u BiH ne prati linijarni tok, već je usko povezana s društvenim, kulturnim i politološkim okolnostima, što se ogleda i u standardizaciji, ali i u varijetetima i dijalektima koji su ostali živi u usmenoj tradiciji.



Slika 1: Primjeri savremenih sistema obrade jezika: a) ChatGPT, b) Google Translate

Sociolingvistička istraživanja, poput onih koji se bave jezičkim pejzažom i translanguaging praksama u Sarajevu, pokazuju kako se jezik svakodnevno koristi u različitim dijelovima grada, često fluidno prelazeći između standarda BHS jezika, s vidljivim uticajem istorijskih i etničkih faktora (Tankosić, 2021). Ovakve studije osnažuju shvatanje jezika kao društvenog fenomena, gdje govor nije samo kod za prenošenje značenja već instrument identiteta i socijalne interakcije.

Posebna pažnja lokalnih lingvista poput Senahida Halilovića ukazuje na složenost jezičke situacije u BiH i potrebu za razumijevanjem jezika ne samo kroz gramatičke norme, već i kroz društvene uloge



koje jezik igra u zajednici (Halilović, 2014). Takva perspektiva podržava ideju da je jezik u BiH istovremeno kognitivni alat kojim pojedinci strukturiraju i artikuliraju misli te društveni resurs koji gradi i održava zajednice.

Ukupno gledano, domaća literatura o jeziku u Bosni i Hercegovini naglašava da se jezik ne može posmatrati odvojeno od društvenih konteksta i kognitivnih funkcija, već mora biti razumljen kao živ, dinamičan i višeslojan fenomen koji oblikuje i reflektira identitet, historiju i socijalne relacije unutar društva.

POZITIVNI UTICAJI VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA PRIRODNE JEZIKE

Digitalizacija i očuvanje jezika

VI i savremeni jezički modeli imaju značajan potencijal za unapređenje prirodnih jezika, jer omogućavaju nove načine očuvanja, analize i širenja jezičkih resursa. Jedan od najvažnijih pozitivnih aspekata je digitalizacija i očuvanje jezika, što uključuje kreiranje digitalnih korpusa, arhiviranje rječnika i dokumentovanje ugroženih jezika, čime se doprinosi njihovoj dugoročnoj održivosti (Crystal, 2003). Pored toga, AI olakšava povećanu dostupnost znanja jer omogućava automatsko prevođenje i sažimanje informacija, što korisnicima širom svijeta omogućava pristup obrazovnim i stručnim materijalima na različitim jezicima (Luckin et al., 2016). Takođe, AI pruža podršku učenju jezika kroz interaktivne alate, automatizovanu korekciju teksta i personalizovane sisteme za učenje, čime se unapređuje proces sticanja jezičkih kompetencija i povećava efektivnost obrazovanja (Bai et al., 2023). Ove primjene ilustruju kako VI može biti snažan instrument u očuvanju, širenju i unapređenju prirodnih jezika, što čini njihovu integraciju u savremeni jezički i obrazovni kontekst ključnom za budućnost komunikacije.

Povećana dostupnost znanja

Jedan od pozitivnih uticaja VI na prirodne jezike ogleda se u značajnom povećanju dostupnosti znanja, što ima dalekosežne posljedice na obrazovanje, istraživanje i profesionalnu praksu. AI alati omogućavaju lakši pristup informacijama jer korisnici mogu brzo pretraživati, sažimati i analizirati velike količine tekstualnih podataka, čime se znatno smanjuje vrijeme potrebno za pronalaženje relevantnih informacija i povećava efikasnost učenja i istraživanja (Luckin et al., 2016). Algoritmi bazirani na dubokim neuronskim mrežama mogu identifikovati ključne informacije iz opsežnih korpusa, klasifikovati sadržaj prema temama i čak generisati sažete prikaze složenih tekstova, što omogućava korisnicima da se fokusiraju na bitne aspekte sadržaja, umjesto da gube vrijeme na pretraživanje nebitnih informacija.

Pored toga, automatsko prevođenje obrazovnih i naučnih sadržaja omogućava globalno širenje znanja jer materijali koji su izvorno dostupni samo na jednom jeziku postaju pristupačni široj publici. Ovo posebno doprinosi manjinama jezika i zajednicama koje tradicionalno imaju ograničen pristup međunarodnoj literaturi, jer omogućava pristup istraživačkim člancima, udžbenicima i online kursovima koji bi im inače bili nedostupni (Crystal, 2003; OpenAI, 2023). Savremeni prevodilački sistemi, poput Google Translate, koriste napredne neuronske modele i statističke metode kako bi pružili visokokvalitetne prevode, uzimajući u obzir kontekst, gramatičke obrasce i idiomatske izraze, čime se značajno smanjuje rizik od nesporazuma ili gubitka značenja u prijevodu.

Ova tehnologija ne samo da doprinosi akademskom i profesionalnom pristupu informacijama, već i olakšava svakodnevnu komunikaciju i praktičnu primjenu znanja. Na primjer, student ili istraživač može brzo prevoditi naučne članke sa stranih jezika, analizirati podatke i integrisati ih u vlastiti rad, dok profesionalci u međunarodnim kompanijama mogu pristupati dokumentaciji i priručnicima na jezicima koje ne poznaju. Time AI doprinosi demokratizaciji znanja, smanjenju jezičkih barijera i stvaranju globalnog obrazovnog i profesionalnog prostora, u kojem informacije mogu biti dijeljene i primijenjene bez obzira na geografske ili jezičke granice. U tom smislu, VI djeluje kao katalizator za širenje obrazovnih i naučnih resursa, čime se omogućava inkluzivniji pristup znanju i podržava kontinuirani profesionalni i akademski razvoj širom svijeta.



Podrška učenju jezika

VI značajno doprinosi učenju jezika kroz različite interaktivne alate i aplikacije koje omogućavaju aktivno uključivanje učenika u proces sticanja jezičkih vještina. Interaktivni alati, poput chatbotova i AI-pomoćnika, omogućavaju korisnicima da komuniciraju na ciljanom jeziku u realnom vremenu, postavljaju pitanja, dobijaju povratne informacije i vježbaju govorne i pisane vještine u sigurnom i podržavajućem okruženju (Bai et al., 2023). Takva vrsta učenja podstiče angažovanost i motivaciju, jer učenik aktivno učestvuje u simulaciji stvarnih komunikacijskih situacija, umjesto da pasivno usvaja znanje iz udžbenika.

Personalizovano učenje predstavlja još jedan značajan doprinos AI, jer sistemi mogu prilagoditi sadržaj, tempo i težinu zadataka individualnim potrebama učenika. Na osnovu analize prethodnih odgovora, grešaka i brzine učenja, AI može preporučiti dodatne vježbe, prilagoditi lekcije ili predložiti alternativne metode učenja, čime se maksimizira efikasnost i omogućava učeniku da napreduje vlastitim tempom (Luckin et al., 2016). Ovakav pristup smanjuje frustraciju i gubitak motivacije kod učenika, jer učenje postaje fokusirano na stvarne potrebe i sposobnosti pojedinca.

Automatizovana lektura i korekcija teksta dodatno poboljšava proces učenja, jer omogućava korisnicima da odmah dobiju povratnu informaciju o gramatičkim, leksičkim i sintaksičkim greškama. Savremeni AI sistemi ne samo da označavaju greške, već predlažu ispravke, objašnjavaju pravila i čak sugerišu alternativne formulacije koje zvuče prirodnije u ciljanom jeziku (Bai et al., 2023; OpenAI, 2023). Ova funkcionalnost pomaže učenicima da brzo uoče i isprave svoje greške, razvijajući samostalnost i sigurnost u korišćenju jezika.

Sve u svemu, VI pruža sveobuhvatnu podršku učenju jezika, kombinujući interaktivnost, personalizaciju i automatizovanu korekciju, što rezultira efikasnijim i prilagođenim procesom sticanja jezičkih kompetencija. Takvi sistemi ne samo da poboljšavaju jezičke vještine, već i podstiču kontinuirano učenje, omogućavajući učenicima svih uzrasta i nivoa znanja da aktivno razvijaju jezičke sposobnosti u digitalnom okruženju.

Pozitivne posljedice na BHS jezike

Primjena VI donosi brojne pozitivne efekte za BHS jezike, posebno u digitalnom i obrazovnom kontekstu. Jedan od doprinosa AI je digitalizacija i očuvanje jezika, što omogućava snimanje, arhiviranje i dostupnost velikih količina tekstova, književnih djela i obrazovnih materijala na BHS jezicima. Time se olakšava očuvanje kulturnog i jezičkog identiteta, naročito u eri sve većeg digitalnog prisustva globalnih jezika poput engleskog (Crystal, 2003).

Povećana dostupnost znanja predstavlja još jednu značajnu prednost. AI alati, poput sistema za automatski prevod, omogućavaju pristup obrazovnim, naučnim i tehničkim sadržajima na maternjem jeziku, čime se smanjuje jezička barijera i omogućava šira participacija građana u obrazovanju i profesionalnom razvoju. Na primjer, alati poput Google Translate ili AI platforme za učenje jezika omogućavaju korisnicima da prevode i razumiju složene materijale bez potrebe za dodatnim jezičkim posrednikom (Floridi & Chiriatti, 2020).

Podrška učenju jezika predstavlja još jednu oblast u kojoj AI pozitivno utiče na BHS jezike. Interaktivni alati i aplikacije mogu personalizovati proces učenja, prilagođavajući se nivou znanja i interesima korisnika. Automatizovana lektura i korekcija omogućavaju studentima i uenicima da bolje razumiju pravopis, gramatiku i stil, čime se poboljšava jezička kompetencija i razvija kritičko razmišljanje u odnosu na jezik. AI alati takođe mogu olakšati učenje dijalekata i regionalnih varijanti BHS jezika, čime se dodatno podržava očuvanje jezičke raznolikosti i kulturnog naslijeđa.

U konačnici, primjena AI na BHS jezike doprinosi inkluzivnosti, većoj dostupnosti informacija, očuvanju kulturnog identiteta i jačanju obrazovnih kapaciteta. Ako se AI modeli razvijaju etički i inkluzivno, oni mogu postati snažan alat za jačanje lokalnih jezika u digitalnom prostoru, bez gubitka kreativnosti, stilskih varijacija i autentičnih izraza.



Negativni uticaji vještačke inteligencije na prirodne jezike

VI donosi brojne koristi u očuvanju i širenju prirodnih jezika, njena primjena takođe može imati značajne negativne posljedice. Jedan od izazova jeste tendencija ka standardizaciji i homogenizaciji jezika, gdje algoritmi favorizuju dominantne norme i stilove, čime se smanjuje jezička raznolikost i marginalizuju dijalekti i varijeteti (Bender et al., 2021). Pored toga, globalna dominacija jezika poput engleskog u digitalnim resursima dodatno produbljuje jezičke nejednakosti, čineći manje korišćene jezike podložnim marginalizaciji i smanjenju vidljivosti u online komunikaciji (Crystal, 2003). AI sistemi takođe mogu dovesti do erozije individualnog stilskog izraza, jer generisani tekstovi i predlozi često favorizuju neutralan ili uniforman jezik, što ograničava kreativnost i lični stil pisanja (Floridi & Chiriatti, 2020). Konačno, algoritamska normativnost stvara situaciju u kojoj AI implicitno djeluje kao jezički autoritet, jer njegove preporuke i ispravke oblikuju norme i preferencije korisnika, što može redefinisati pravila upotrebe jezika na način koji nije uvijek u skladu sa prirodnom evolucijom jezika (Bender et al., 2021). Ova poglavlja analiziraju ove aspekte kako bi se sagledao potencijalno štetan uticaj VI na prirodne jezike.

Standardizacija i homogenizacija jezika

Negativni efekat VI na prirodne jezike ogleda se u procesu standardizacije i homogenizacije jezika, koji može dovesti do smanjenja dijalekatske raznolikosti i favorizovanja standardnih jezičkih normi. Sistemi za obradu prirodnog jezika, uključujući velike jezičke modele, trenirani su na ogromnim korpusima tekstova koji uglavnom odražavaju standardni jezik i dominantne stilove, dok su regionalni dijalekti i sociolekti često nedovoljno zastupljeni ili potpuno zanemareni (Bender et al., 2021). Kao rezultat toga, generisani tekstovi, automatske ispravke i prevodi često se prilagođavaju standardizovanim obrascima, čime se smanjuje vidljivost i upotreba dijalekatskih varijanti u digitalnom i obrazovnom prostoru.

Smanjenje dijalekatske raznolikosti ima šire sociolingvističke i kulturne posljedice. Dijalekti i lokalni jezički izrazi nisu samo lingvistički fenomen, već i nosioci identiteta, tradicije i kulturne specifičnosti zajednica. Kada AI favorizuje standardni jezik, regionalni izrazi i specifične jezičke forme gube važnost, a korisnici se nesvjesno podstiču da koriste uniformne oblike jezika, čime se doprinosi homogenizaciji komunikacije (Floridi & Chiriatti, 2020). Ovo može dugoročno smanjiti kreativnost i bogatstvo jezika, jer dijalekatske i kulturne varijante, koje reflektuju različite perspektive i stilove izražavanja, bivaju marginalizovane.

Favorizovanje standardnog jezika u digitalnim okruženjima također može uticati na obrazovanje i profesionalnu komunikaciju. Učenici i studenti, naviknuti na AI alate za pisanje ili korekciju, mogu nesvjesno usvajati uniformne jezičke obrasce, što smanjuje raznovrsnost izraza u njihovom pisanju. Sličan efekat primjećuje se i u profesionalnom i medijskom okruženju, gdje standardizovani jezik dominira generisanim tekstovima, vijestima i sadržajem, dok se lokalni i kulturno specifični oblici sve manje pojavljuju (Bender et al., 2021). Ovaj fenomen implicira da, iako VI donosi efikasnost i praktičnost u komunikaciji, njena primjena može postepeno redefinisati jezičke norme, čime se smanjuje prirodna evolucija jezika i kulturna raznolikost unutar zajednica.

Stoga, standardizacija i homogenizacija jezika uzrokovana AI predstavlja ozbiljan izazov za očuvanje dijalekata, kulturnog identiteta i jezičke kreativnosti. Potrebno je razvijati modele i algoritme koji prepoznaju i uključuju različite jezičke varijetete kako bi se spriječila uniformizacija i očuvala bogata lingvistička raznolikost koja karakteriše prirodne jezike.

Dominacija globalnih jezika

Primjene VI na prirodne jezike kao negativan efekat ima i dominaciju globalnih jezika, pri čemu engleski zauzima centralnu ulogu kao dominantni digitalni jezik. Veliki jezički modeli i AI sistemi za obradu prirodnog jezika trenirani su prvenstveno na korpusima koji sadrže tekstove na engleskom jeziku, zbog čega su performanse AI alata, poput prevodilačkih sistema ili modela za generisanje teksta, znatno bolje za engleski u odnosu na manje zastupljene jezike (Crystal, 2003; Bender et al.,



2021). Ova centralizacija jezika u digitalnom prostoru dodatno učvršćuje poziciju engleskog kao lingua franca globalne komunikacije, obrazovanja i poslovanja, dok manji jezici dobijaju znatno manje prostora u online sadržajima i AI aplikacijama.

Marginalizacija manjih jezika u digitalnom okruženju ima ozbiljne kulturne, sociolingvističke i obrazovne posljedice. AI sistemi često ne prepoznaju ili ne podržavaju manjinske jezike u istoj mjeri kao dominantne jezike, što otežava pristup tehnologiji i informacijama za zajednice koje govore te jezike (Hale, 2003). Na primjer, prevodilački alati i chat sistemi često ne nude opcije za mnoge lokalne jezike ili generišu netačne prevode, čime se smanjuje njihova upotrebljivost i vidljivost. Kao rezultat, korisnici manjih jezika mogu biti nesvjesno podstaknuti da koriste dominantni jezik, što dovodi do postepenog gubitka jezičke prakse i smanjenja intergeneracijske prenesivosti jezika unutar zajednica.

Ova tendencija ne samo da ugrožava jezičku raznolikost, već i kulturni identitet, jer jezik predstavlja ključni medij izražavanja tradicija, vrijednosti i društvenih normi. Dominacija globalnih jezika u AI tehnologijama stvara situaciju u kojoj je jezička vidljivost i prisutnost u digitalnom svijetu nejednako raspoređena, što potencijalno doprinosi homogenizaciji komunikacije i marginalizaciji manjinskih i ugroženih jezika. Kako bi se ublažili ovi negativni efekti, istraživači i razvojni timovi predlažu inkluzivnije modele i korpuse podataka koji uključuju širok spektar jezika, čime se omogućava jednak pristup tehnologiji i očuvanje jezičke raznolikosti (Bender et al., 2021; Crystal, 2003).

Erozija individualnog stilskog izraza

Sa stanovišta individualnog stilskog izraza, VI ima negativan efekat svoje primjene koji se manifestuje kroz ujednačavanje pisanja i formalizaciju svakodnevne komunikacije. AI alati za generisanje teksta, automatsku korekciju i predloge formulacija često koriste standardizovane jezičke obrasce, favorizujući neutralan, koncizan i univerzalan stil koji je razumljiv širokom auditorijumu (Floridi & Chiriatti, 2020). Kao rezultat toga, individualni izrazi, kreativni stilovi i lične jezičke osobenosti korisnika postaju marginalizovani, jer algoritmi nesvjesno podstiču korisnike da prihvate uniformne obrasce jezika.

Ujednačavanje pisanja nije ograničeno samo na formalne tekstove, već se proteže i na svakodnevnu digitalnu komunikaciju, uključujući e-maileve, chatove i društvene mreže. Automatske sugestije i predlozi formulacija, koje AI često generiše u realnom vremenu, mogu zamijeniti prirodne izraze ili kolokvijalni jezik, čime se smanjuje spontanost i raznolikost izražavanja (Bender et al., 2021). Ovo podstiče tendenciju ka uniformnosti, gdje su kreativni izrazi i lični tonovi manje prisutni, a jezik postaje funkcionalan, ali manje izražajan.

Formalizacija svakodnevne komunikacije, uz istovremenu marginalizaciju stilskih varijacija, ima dugoročne implikacije za kulturološki i lični identitet. Pisanje i govorenje, koji su prirodni mediji samopredstavljanja i društvene interakcije, sve više bivaju oblikovani algoritamskim normama, što može dovesti do gubitka jezičke fleksibilnosti i smanjenja kreativnosti u izražavanju. Iako AI doprinosi efikasnosti i razumljivosti komunikacije, važno je prepoznati da uniformni jezički obrasci koje promovišu veliki jezički modeli imaju potencijal da suze prostor za individualni stil i kulturno bogatstvo jezika.

Algoritamska normativnost

Jedan od značajnih negativnih uticaja VI na prirodne jezike jeste fenomen algoritamske normativnosti, pri čemu AI sistemi funkcionišu kao implicitni "jezički autoriteti". Veliki jezički modeli, alati za automatsku korekciju i generisanje teksta često predlažu norme, stilove i fraze koje reflektuju dominantne obrasce jezika, što korisnicima daje implicitni signal o tome šta je "ispravno" ili poželjno u pisanju i komunikaciji (Bender et al., 2021). Ova uloga AI-a može nesvjesno oblikovati jezičke navike korisnika, jer ljudi često prihvataju predložene izmjene kao tačne, posebno u obrazovnim i profesionalnim kontekstima.



Mijenjanje normi pod uticajem tehnologije ogleda se u postepenoj transformaciji jezičkih standarda, pri čemu algoritmi favorizuju neutralan, uniforman i formalizovan jezik na štetu dijalekata, kreativnih izraza i stilskih varijacija. Na primjer, alati za automatsku lekturu ili generisanje sadržaja često sugerišu zamjenu kolokvijalnih ili regionalnih izraza standardnim formulacijama, čime se postepeno redefinišu norme pisanja i komunikacije (Floridi & Chiriatti, 2020). Ova tendencija može dovesti do homogenizacije jezika, smanjenja jezičke raznolikosti i erozije individualnog izraza, jer korisnici usvajaju algoritamski oblikovane standarde kao društveno ili profesionalno poželjne.

Algoritamska normativnost stoga postavlja važno pitanje uloge tehnologije u oblikovanju jezika: iako AI doprinosi efikasnosti i dostupnosti jezika, njegova implicitna uloga autoriteta može imati dugoročne posljedice po prirodnu evoluciju jezika i kulturnu raznolikost. Potrebno je razvijati AI modele koji prepoznaju i uključuju različite jezičke varijetete, kako bi se očuvala sloboda izražavanja i raznolikost jezika u digitalnom prostoru.

Negativne posljedice na BHS jezike

Primjena VI u Bosni i Hercegovini otvara značajne izazove za očuvanje i razvoj jezika, posebno bosanskog (bošnjačkog), hrvatskog i srpskog (u daljem tekstu: BHS bez prejuridiciranja naziva jezika). Jedan od glavnih problema jeste standardizacija i homogenizacija jezika u digitalnim alatima. AI sistemi, uključujući prevodilačke servise i modele za generisanje teksta, često favorizuju dominantne jezičke norme i neutralne formate, dok regionalni izrazi, lokalni dijalekti i specifične kulturne fraze bivaju marginalizovani. Ovo može dovesti do gubitka jezičke raznolikosti i smanjenja upotrebe autentičnih izraza u svakodnevnoj digitalnoj komunikaciji (Bender et al., 2021).

Drugi značajan problem je dominacija globalnih jezika, naročito engleskog, koji često postaje primarni jezik u AI alatima i online sadržajima. Manji jezici u Bosni i Hercegovini, iako službeni, nemaju uvijek istu podršku u algoritmima, što otežava korisnicima pristup tehnologiji i digitalnim resursima na maternjem jeziku (Crystal, 2003). To može rezultirati nesvjesnim prelaskom korisnika na engleski ili druge dominantne jezike, posebno u obrazovanju, nauci i profesionalnoj komunikaciji, čime se dodatno marginalizuju lokalni jezici i ugrožava jezička održivost.

Takođe, AI doprinosi eroziji individualnog stilskog izraza i formalizaciji jezika. Alati za automatsku korekciju i generisanje teksta favorizuju standardne i neutralne obrasce, što može smanjiti kreativnost i bogatstvo izražavanja u lokalnim kontekstima. Na primjer, autori ili studenti koji koriste AI za pisanje akademskih radova mogu nesvjesno usvajati uniformni jezik, dok lokalni idiomi, kolokvijalni izrazi i stilске specifičnosti bivaju zanemareni (Floridi & Chiriatti, 2020).

AI sistemi, poput automatskih provjera pravopisa, predikcija teksta i alata za generisanje sadržaja, često su optimizovani za standardizovane jezičke norme i dominantne pravopisne sisteme, dok lokalne varijante gramatike i interpunkcije ostaju nedovoljno podržane ili potpuno zanemarene (Bender et al., 2021). Kao rezultat toga, korisnici se nesvjesno podstiču da prilagode svoje pisanje standardnom obrascu koji AI prepoznaje, što može dovesti do smanjenja upotrebe lokalnih pravopisnih i gramatičkih specifičnosti.

Konkretno, u kontekstu BHS jezika, AI alati često ne prepoznaju razlike u korišćenju dijakritika, specifičnih riječi ili regionalnih gramatičkih konstrukcija. Na primjer, predlozi automatske korekcije mogu zamijeniti lokalne izraze neutralnim ili standardizovanim formama, što dovodi do gubitka autentičnosti jezika i homogenizacije pisane komunikacije (Crystal, 2003). Ovo posebno pogađa mlađe generacije i učenike, koji se navikavaju na digitalne alate i često prihvataju sugestije AI kao normu, umjesto da razvijaju svijest o pravilnom korišćenju lokalnih gramatičkih pravila i pismenosti.

Pored toga, AI doprinosi smanjenju vidljivosti varijacija u jeziku koje su odraz kulturne i regionalne različitosti. Lokalni idiomi, pravopisne norme i stilističke karakteristike postaju manje zastupljeni u digitalnim komunikacijskim kanalima, što dugoročno može dovesti do gubitka tradicije i jezičke raznolikosti. U kombinaciji sa globalnom dominacijom standardizovanih jezika, ovi procesi mogu oslabiti razvoj lokalnog jezika i otežati očuvanje kulturnog identiteta kroz pismo i obrazovanje.



Konačno, fenomen algoritamske normativnosti dodatno utiče na jezičke prakse u Bosni i Hercegovini. AI postaje implicitni "jezički autoritet" koji oblikuje norme upotrebe jezika, od stilskih preferencija do gramatičkih standarda, što može redefinisati način na koji se jezik koristi u školama, medijima i svakodnevnoj komunikaciji. Ove promjene imaju potencijal da dugoročno smanje jezičku raznolikost i oslabe kulturnu specifičnost lokalnih zajednica (Bender et al., 2021; Floridi & Chiriatti, 2020).

Ukupno gledano, primjena VI u Bosni i Hercegovini donosi mnoge prednosti, ali istovremeno postavlja ozbiljne izazove za očuvanje jezičke raznolikosti, kulturnog identiteta i autentičnosti izraza, zahtijevajući pažljivo planiranje i razvoj inkluzivnih AI alata koji podržavaju sve službene i regionalne jezike. Stoga je ključno razvijati AI alate koji prepoznaju i podržavaju lokalne gramatičke norme i pisma, čime se očuva jezička raznolikost i kulturna autentičnost u digitalnom prostoru, posebno u višelingvalnom okruženju poput Bosne i Hercegovine.

Sociolingvističke i etičke implikacije

Primjena VI u obradi prirodnog jezika ne utiče samo na strukturu i upotrebu jezika, već otvara niz sociolingvističkih i etičkih pitanja koja su ključna za razumijevanje digitalnog društvenog okruženja. U digitalnom dobu, jezička politika postaje kompleksna, jer algoritmi i AI alati oblikuju koji jezici, dijalekti i stilovi se preferiraju ili marginalizuju, što ima direktan uticaj na komunikaciju, obrazovanje i kulturni identitet zajednica (Crystal, 2003). Istovremeno, pitanja identiteta i autorstva postaju sve važnija, jer AI može generisati sadržaje koji zamjenjuju ili imitira ljudski izražaj, što dovodi do izazova u prepoznavanju individualnog doprinosa i očuvanju kulturne autentičnosti (Floridi & Chiriatti, 2020).

Odgovornost i regulacija su dodatni sloj etičke rasprave, jer nejasni standardi za korišćenje AI u jeziku mogu rezultirati zloupotrebom, širenjem dezinformacija ili nametnutim jezičkim normama koje nisu u skladu sa lokalnim i kulturnim kontekstom (Bender et al., 2021). Ove tri dimenzije – jezička politika, identitet i autorstvo, te odgovornost i regulacija – međusobno su povezane i zahtijevaju pažljivu analizu kako bi se osiguralo da tehnologija doprinosi inkluzivnom, etičkom i kulturno osjetljivom korišćenju jezika u digitalnom okruženju. Poglavlja koja slijede detaljno obrađuju ove aspekte, sagledavajući kako AI oblikuje jezičke prakse, društvene norme i etičke standarde u savremenom dobu.

Jezička politika u digitalnom dobu

U digitalnom dobu jezička politika postaje ključni faktor koji oblikuje pristup informacijama, obrazovanju i komunikaciji, jer VI i jezički alati često odražavaju i reprodukuju postojeće društvene nejednakosti među jezicima. Digitalna nejednakost među jezicima očituje se kroz dominantnu prisutnost globalnih jezika, poput engleskog, dok manjinski jezici, regionalni dijalekti i lokalne varijante često ostaju nedovoljno podržani u AI alatima i digitalnim platformama (Crystal, 2003). Kao rezultat, korisnici manjih jezika imaju ograničen pristup resursima, prevodilačkim servisima i generisanim sadržajima, što povećava jezičku marginalizaciju i smanjuje vidljivost kulturno specifičnih izraza u digitalnom okruženju.

Potreba za inkluzivnim jezičkim modelima postaje imperativ za očuvanje jezičke raznolikosti i pravičan pristup tehnologiji. Inkluzivni modeli bi trebali biti trenirani na raznovrsnim korpusima koji uključuju regionalne, dijalekatske i manjinske jezike, čime se omogućava da AI alati prepoznaju i pravilno interpretiraju različite jezičke varijante (Bender et al., 2021). Takvi pristupi ne samo da smanjuju digitalnu nejednakost, već i podržavaju kulturnu autonomiju zajednica, omogućavajući korisnicima da komuniciraju i uče na maternjem jeziku, te da zadrže svoj identitet i autentičnost jezika u digitalnom okruženju.

U kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje su prisutni BHS jezici, kao i različiti regionalni dijalekti, inkluzivni AI modeli imaju značajan potencijal da očuvaju jezičku raznolikost i spriječe homogenizaciju jezika u digitalnim alatima. Takvi modeli mogu omogućiti da algoritmi prepoznaju i



pravilno tretiraju lokalne izraze, dijalekte, gramatičke specifičnosti i kulturno karakteristične oblike jezika, čime se osigurava da digitalni sadržaji odražavaju stvarnu lingvističku i kulturnu kompleksnost društva. Na primjer, prevodilački servisi, alati za automatsku korekciju i generisanje teksta koji uključuju regionalne jezičke varijante mogu podržati obrazovanje na maternjem jeziku, očuvati lokalni identitet i podstaći kreativno izražavanje u digitalnoj komunikaciji.

Implementacija ovakvih inkluzivnih politika zahtijeva blisku saradnju između jezičnih stručnjaka, tehnoloških timova, obrazovnih institucija i kreatora digitalnog sadržaja. Potrebno je razvijati korpuse podataka koji sadrže reprezentativne uzorke svih relevantnih jezika i dijalekata, kreirati algoritme koji prepoznaju i valorizuju jezičku raznolikost, te edukovati korisnike o odgovornom i kritičkom korišćenju AI alata. Samo kroz koordinirani pristup moguće je osigurati da digitalni alati ne homogenizuju jezik, već da služe kao instrument za očuvanje kulturnog identiteta, jačanje lokalnih zajednica i promovisanje inkluzivnog, raznolikog i autentičnog digitalnog jezičkog prostora (Bender et al., 2021; Crystal, 2003; Floridi & Chiriatti, 2020).

Identitet i autorstvo

Pitanje identiteta i autorstva postaje sve složenije u kontekstu VI, jer AI alati za generisanje teksta mogu proizvesti sadržaje koji oponašaju ljudski izražaj, ali bez jasno definisanog autora. Tradicionalno, autorstvo je povezano s individualnom odgovornošću i kreativnim doprinosom, dok u slučaju AI-generisanog teksta nastaje paradoks: ko je stvarni autor – korisnik koji pokreće algoritam, programer koji je razvijao model ili sam model koji generiše sadržaj? (Floridi & Chiriatti, 2020). Ovo pitanje nije samo filozofsko već i praktično, jer ima implikacije za akademsku etiku, autorska prava i prepoznavanje intelektualnog doprinosa u digitalnom okruženju.

Autentičnost i kreativnost, ključne komponente jezičkog identiteta, također su pod pritiskom AI tehnologija. Iako AI može generisati stilizovane i koherentne tekstove, ona često imitira postojeće obrasce i norme jezika, što može smanjiti prostor za individualni izraz i inovativne ideje (Bender et al., 2021). U umjetničkom, akademskom ili profesionalnom kontekstu, ovo podstiče raspravu o tome koliko generisani sadržaji odražavaju stvarnu ljudsku kreativnost i kulturni identitet, te da li korišćenje AI-a može doprinijeti ili narušiti autentičnost izraza.

U kontekstu višelingvalnog društva poput Bosne i Hercegovine, gdje koegzistiraju BHS jezici, kao i različiti regionalni dijalekti, izazovi povezani sa primjenom VI postaju posebno izraženi. Korišćenje AI alata za generisanje i korekciju teksta može dovesti do homogenizacije jezika, jer algoritmi često favorizuju standardizovane oblike i neutralne izraze, dok lokalne fraze, idiomi i gramatičke specifičnosti bivaju marginalizovani. Ova tendencija ne utiče samo na jezičku raznolikost, već i na kulturni identitet zajednica, jer jezik predstavlja ključni medij kroz koji se prenose tradicija, vrijednosti i društvene norme.

Pored toga, homogenizacija jezika kroz AI alate može uticati na obrazovni proces i stvaranje novih generacija korisnika, jer učenici i studenti nesvjesno usvajaju algoritamski predložene obrasce kao normu. To može rezultirati smanjenjem kreativnog izražavanja, ograničavanjem individualnog stila pisanja i postupnim gubitkom lokalnih jezičkih karakteristika koje čine jezik bogatim i kulturno specifičnim.

Stoga je ključno razvijati jasne smjernice i etičke principe za primjenu AI u jeziku, koji prepoznaju granice između ljudskog autorstva i doprinosa AI-a, ali i aktivno podržavaju očuvanje autentičnosti, kreativnosti i kulturne raznolikosti u digitalnom okruženju. Ovo uključuje razvoj inkluzivnih modela koji podržavaju lokalne dijalekte i manjinske jezičke varijante, implementaciju obrazovnih programa koji podstiču kritičko korišćenje AI alata, te uspostavljanje regulacija koje sprječavaju algoritamsku homogenizaciju jezika na štetu kulturnog identiteta zajednica (Bender et al., 2021; Crystal, 2003; Floridi & Chiriatti, 2020).



Odgovornost i regulacija

Pitanja odgovornosti i regulacije postaju ključna u kontekstu primjene VI u jeziku, jer AI sistemi mogu imati dubok uticaj na komunikaciju, obrazovanje i kulturni identitet zajednica. Transparentnost modela predstavlja jedan od osnovnih principa odgovornog razvoja i korišćenja AI alata, jer korisnici i stručnjaci moraju razumjeti kako algoritmi donose odluke, na kojim podacima se treniraju i koje norme ili pristrasnosti mogu implicitno usvajati (Bender et al., 2021). Bez takve transparentnosti, postoji rizik od nenamjernog favorizovanja dominantnih jezika, marginalizacije manjinskih jezika ili propagiranja homogenizovanih jezičkih normi, što može imati dugoročne sociolingvističke i kulturne posljedice.

Etika u razvoju jezičkih tehnologija odnosi se na kreiranje i implementaciju AI sistema na način koji poštuje jezičku raznolikost, ljudska prava i kulturne specifičnosti zajednica. To uključuje razvoj inkluzivnih modela koji prepoznaju dijalekte i lokalne varijante, izbjegavanje algoritamskih pristrasnosti koje favorizuju dominantne jezike i stilove, te uspostavljanje pravila za odgovorno korišćenje generisanih sadržaja (Floridi & Chiriatti, 2020). Etika također zahtijeva razmatranje pitanja autorstva, zaštite intelektualne svojine i očuvanja autentičnosti izraza, posebno u kontekstu višelingvalnih i kulturno kompleksnih društava poput Bosne i Hercegovine.

U kombinaciji, transparentnost i etički pristup omogućavaju da AI sistemi ne budu samo tehnički efikasni, već i društveno odgovorni, promovišući inkluzivnu i kulturno osjetljivu upotrebu jezika. Regulacija, standardizacija praksi i uvođenje etičkih smjernica ključni su za minimiziranje negativnih posljedica, očuvanje jezičke raznolikosti i jačanje povjerenja korisnika u digitalne jezičke tehnologije.

Pitanja odgovornosti i regulacije u primjeni VI u jeziku postaju posebno značajna u višelingvalnom i kulturno raznolikom društvu poput Bosne i Hercegovine, gdje koegzistiraju BHS jezici, uz različite regionalne dijalekte. Transparentnost modela predstavlja osnovni princip odgovornog razvoja i korišćenja AI alata, jer korisnici, istraživači i obrazovne institucije moraju razumjeti na kojim podacima se treniraju algoritmi, koje jezičke norme preferiraju i kako potencijalne pristrasnosti mogu uticati na rezultate. Bez takve transparentnosti, AI alati mogu nenamjerno favorizovati dominantne standardne forme jezika ili globalne jezike poput engleskog, dok lokalni dijalekti, regionalni izrazi i manjinski jezički oblici bivaju marginalizovani, što ugrožava jezičku raznolikost i kulturni identitet zajednica u BiH (Bender et al., 2021).

Etika u razvoju jezičkih tehnologija u Bosni i Hercegovini podrazumijeva primjenu principa koji aktivno podržavaju inkluzivnost i poštovanje lokalnih jezičkih varijeteta. To uključuje kreiranje AI modela koji prepoznaju regionalne dijalekte, korišćenje korpusa podataka koji odražavaju jezičku kompleksnost zemlje i implementaciju algoritama koji ne favorizuju uniformne ili standardizovane obrasce na štetu lokalnih zajednica (Floridi & Chiriatti, 2020). Takođe, etički razvoj podrazumijeva razmatranje pitanja autorstva i intelektualne svojine u kontekstu AI-generisanog sadržaja, kako bi se očuvala kreativnost i autentičnost izraza, te spriječilo da algoritamske norme postanu dominantni oblik komunikacije u školama, medijima i digitalnim platformama.

U kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje su jezik, pismo i dijalekti snažno povezani s kulturnim i etničkim identitetom, regulacija i etičke smjernice za AI imaju dodatnu važnost. Transparentni i etički AI alati mogu podržati očuvanje jezičke raznolikosti, omogućiti jednak pristup tehnologiji svim jezičkim zajednicama i spriječiti homogenizaciju jezika u digitalnom okruženju. To zahtijeva koordiniranu saradnju između jezičnih stručnjaka, tehnoloških timova, obrazovnih institucija i državnih regulatornih tijela kako bi implementacija AI tehnologija bila društveno odgovorna, inkluzivna i kulturno osjetljiva. Samo takvim pristupom moguće je osigurati da AI doprinosi očuvanju autentičnosti, kreativnosti i kulturnog identiteta u digitalnom prostoru BiH.



Diskusija

S jedne strane, AI donosi značajne prednosti, uključujući digitalizaciju i očuvanje jezika, povećanu dostupnost znanja i podršku učenju jezika kroz interaktivne i personalizovane alate (Floridi & Chiriatti, 2020). AI omogućava prevod obrazovnih i naučnih sadržaja, podstiče interaktivno učenje i olakšava pristup informacijama za širu populaciju, čime se povećava inkluzivnost i omogućava širenje znanja u globalnom kontekstu.

S druge strane, prisutni su značajni negativni efekti koji uključuju homogenizaciju jezika, eroziju individualnog stilskog izraza, marginalizaciju manjinskih jezika i dijalekata, te uspostavljanje algoritamske normativnosti, gdje AI implicitno određuje norme pisanja i komunikacije (Bender et al., 2021). U višelingvalnim društvima poput Bosne i Hercegovine, ove tendencije posebno ugrožavaju lokalne izraze, regionalne dijalekte i kulturni identitet, jer digitalni alati često favorizuju standardizovane i neutralne jezičke forme, dok lokalni jezik postaje manje vidljiv i marginalizovan.

Ključno pitanje koje se nameće u diskusiji jeste: da li AI zapravo ubrzava prirodnu evoluciju jezika ili ga usmjerava prema uniformnim i algoritamski definisanim standardima? S jedne strane, AI može služiti kao katalizator jezika, omogućavajući brzo širenje novih termina, fraza i stilova u digitalnom okruženju, što može reflektovati prirodnu adaptaciju jezika na promjenjive potrebe komunikacije (Crystal, 2003). S druge strane, dominacija standardizovanih modela i algoritamskih sugestija može ograničiti kreativnost i spontanu evoluciju jezika, jer korisnici nesvjesno prilagođavaju svoj izražaj prema predlozima i normama koje diktira AI. U ovom smislu, AI djeluje istovremeno kao akcelerator i regulator, oblikujući pravce razvoja jezika na način koji nije isključivo prirodan, već djelomično determinisan tehnologijom.

Dugoročni scenariji razvoja jezika u digitalnom okruženju zavise od pristupa koji društvo i tehnološki sektor budu usvojili. U najoptimističnijem scenariju, inkluzivni i etički dizajnirani AI modeli mogu omogućiti očuvanje jezičke raznolikosti, podržati regionalne i manjinske jezike te osigurati ravnotežu između standardizacije i kreativnog izraza. U tom slučaju, AI postaje alat koji pojačava prirodnu evoluciju jezika, omogućavajući istovremeno široku dostupnost informacija i očuvanje kulturnog identiteta (Floridi & Chiriatti, 2020; Bender et al., 2021).

S druge strane, neadekvatno regulisani i homogenizujući AI sistemi mogli bi dovesti do uniformizacije jezika, smanjenja kreativnog izraza i postupnog nestajanja lokalnih dijalekata i jezičkih varijanti, čime se stvara digitalni ekvivalent lingvističke hegemonije. Ovakvi scenariji naglašavaju potrebu za regulacijom, etičkim smjernicama i transparentnošću modela, kako bi se minimizirale negativne posljedice i osigurala inkluzivnost u digitalnoj komunikaciji.

U konačnici, iz ranije navedenog, možemo uočiti da VI ima kompleksan i dvostruk uticaj AI na jezike: dok AI može ubrzati razvoj i širenje jezika, on ga istovremeno usmjerava prema algoritamskim normama. Ravnoteža između tehnoloških prednosti i očuvanja kulturne i jezičke raznolikosti ključna je za održiv i etički prihvatljiv razvoj jezičkih tehnologija u digitalnom dobu.

U kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje koegzistiraju BHS jezici, uz različite regionalne dijalekte i kulturne specifičnosti, uticaj VI na jezik ima složen i dvostruk karakter. S jedne strane, AI donosi značajne prednosti, uključujući digitalizaciju i očuvanje jezika, prevod obrazovnih i naučnih materijala te podršku učenju jezika kroz interaktivne i personalizovane alate. Takvi alati omogućavaju lakši pristup informacijama i znanju, uključujući i lokalne zajednice koje bi inače bile marginalizovane u globalnom digitalnom okruženju (Floridi & Chiriatti, 2020).

S druge strane, negativni efekti primjene AI alata u BiH postaju posebno vidljivi zbog kompleksne lingvističke strukture zemlje. Standardizacija jezika i algoritamska normativnost mogu dovesti do homogenizacije pisanja, smanjenja upotrebe dijalekata i lokalnih izraza, te erozije individualnog stilskog izraza. Dominacija globalnih jezika, poput engleskog, u AI modelima dodatno povećava rizik od BHS jezika, čime se ugrožava kulturni i jezički identitet zajednica (Bender et al., 2021).

Pitanje da li AI ubrzava prirodnu evoluciju jezika ili ga usmjerava posebno je relevantno u BiH. AI može poslužiti kao katalizator novih izraza i termina, ubrzavajući komunikaciju i širenje



informacija u digitalnom okruženju. Međutim, algoritamski predlozi često favorizuju standardizovane i neutralne obrasce, što ograničava spontanost i kreativnost jezika. U kontekstu višelingvalnog društva, ovo može dovesti do postepenog smanjenja upotrebe lokalnih dijalekata i kulturnih jezičkih osobenosti, čime AI djeluje istovremeno kao akcelerator i regulator jezičke promjene (Crystal, 2003).

Dugoročni scenariji razvoja jezika u BiH zavise od primjene inkluzivnih i etičkih pristupa u razvoju AI. Ako se AI modeli kreiraju uz poštovanje lokalnih jezičkih varijeteta i dijalekata, oni mogu očuvati jezičku raznolikost, podržati obrazovanje na maternjem jeziku i omogućiti ravnotežu između standardizacije i kreativnog izraza. Nasuprot tome, nepravilno regulisani i homogenizujući modeli mogli bi dovesti do uniformizacije jezika, smanjenja kreativnog izražavanja i marginalizacije lokalnih jezičkih zajednica, posebno u digitalnom prostoru.

U konačnici, primjena AI u jeziku u Bosni i Hercegovini zahtijeva koordiniranu saradnju između jezičnih stručnjaka, tehnoloških timova, obrazovnih institucija i regulatornih tijela. Transparentni i etički AI alati, zajedno sa smjernicama koje promovišu inkluzivnost i kulturnu osjetljivost, ključni su za očuvanje autentičnosti jezika, kulturnog identiteta i kreativnosti u digitalnom okruženju. Takav pristup omogućava da AI doprinosi razvoju jezika na način koji podržava prirodnu evoluciju, ali istovremeno čuva bogatstvo i raznolikost jezika u Bosni i Hercegovini.

ZAKLJUČAK

Prikazana analiza je pokazala da AI donosi značajne pozitivne efekte, uključujući digitalizaciju i očuvanje jezika, povećanu dostupnost znanja, podršku učenju jezika kroz interaktivne i personalizovane alate, te olakšanu komunikaciju između različitih jezičkih zajednica. Istovremeno, prisutni su i negativni aspekti, kao što su homogenizacija jezika, marginalizacija dijalekata i lokalnih izraza, erozija individualnog stilskog izraza i algoritamska normativnost, koja implicitno oblikuje norme pisanja i komunikacije (Bender et al., 2021; Crystal, 2003; Floridi & Chiriatti, 2020).

Odgovori na istraživačka pitanja potvrđuju da AI ima dvostruk uticaj: s jedne strane, ona može ubrzati prirodnu evoluciju jezika i olakšati njegovo širenje i digitalnu vidljivost, dok s druge strane, algoritamska ograničenja i dominacija standardizovanih modela mogu usmjeravati jezik prema uniformnim obrascima. U kontekstu Bosne i Hercegovine, inkluzivni AI modeli imaju potencijal da očuvaju jezičku raznolikost, dijalekte i kulturni identitet, ali nepravilno implementirani sistemi mogu dovesti do marginalizacije lokalnih jezičkih zajednica i homogenizacije jezika u digitalnom prostoru.

Procjena ukazuje da je uticaj AI na prirodne jezike više transformativan nego destruktivan, pod uslovom da se primjenjuju inkluzivni i etički principi. AI može unaprijediti obrazovanje, podržati kreativnost i digitalnu dostupnost jezika, ali zahtijeva odgovornu regulaciju, transparentnost modela i smjernice koje prepoznaju važnost lokalnih jezika i dijalekata.

Preporuke za buduća istraživanja uključuju razvoj inkluzivnih korpusa podataka koji reflektuju jezičku kompleksnost Bosne i Hercegovine, analizu dugoročnih efekata algoritamske normativnosti na lokalne zajednice, te proučavanje načina na koje AI alati mogu balansirati između standardizacije i očuvanja kulturne i jezičke autentičnosti. Sa aspekta jezičke politike, preporučuje se implementacija regulativa koje promovišu transparentnost, etički razvoj jezičkih tehnologija i podršku manjinskim jezičkim varijantama, kako bi AI doprinosila očuvanju raznolikosti jezika i kulturnog identiteta u digitalnom okruženju.

LITERATURA

1. Bai, Z., Yang, L., & Liu, Y. (2023). Artificial intelligence in language learning: Applications and prospects. *Computers & Education*, 193, 104722. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104722>



2. Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623.
3. Crystal, D. (2003). *English as a global language* (2nd ed.). Cambridge University Press.
4. Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681–694.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
6. Hale, K. (2003). *Endangered languages: Current issues and future prospects*. Cambridge University Press.
7. Halilović, S. (2014). Jezička stvarnost u Bosni i Hercegovini. *Sociolingvistika*, 28.
8. Hutchins, W. J. (2005). The history of machine translation in a nutshell. Retrieved from <http://www.hutchinsweb.me.uk/Nutshell-2005.pdf>
9. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). *Speech and language processing* (3rd ed., draft). Stanford University.
10. Labov, W. (1972). *Sociolinguistic patterns*. University of Pennsylvania Press.
11. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
12. McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence (1955). *AI Magazine*, 27(4), 12–14.
13. Mønnesland, S. (Ed.). (2005). *Jezik u Bosni i Hercegovini*. Institut za jezik, Sarajevo.
14. Norton, B. (2013). *Identity and language learning: Extending the conversation* (2nd ed.). Multilingual Matters.
15. OpenAI. (2023). GPT-4 technical report. OpenAI.
16. Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
17. Tankosić, A. (2021). Bosnian, Croatian, Serbian: Inherent Translanguaging in the Linguistic Landscape of Sarajevo. *European Journal of Applied Linguistics*, 5.
18. Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON NATURAL LANGUAGES

Abstract

The development of Artificial Intelligence (AI) has profoundly transformed natural languages, reshaping writing, translation, and communication in the digital sphere. Modern language models based on deep learning enable language preservation, digitization, increased knowledge accessibility, and enhanced language learning. At the same time, their application carries risks of homogenization, global language dominance, and reduced dialectal diversity. This paper analyzes both positive and negative impacts of AI on natural languages, with a particular focus on the Bosnian-Croatian-Serbian (BCS) linguistic context, highlighting sociolinguistic and ethical implications.

Key words: artificial intelligence, natural languages, NLP, linguistic diversity, BCS languages



Primljeno: 19.04.2026

Prihvaćeno: 23.06.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605256R

VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U SLUŽBI FORMIRANJA JAVNOG MNJENJA

Aleksandar Radojičić

Univerzitet „Union“ Beograd, Srbija, Računarski fakultet, Trg Republike 6/VI, 11000 Beograd, Srbija

*E-mail: aradojic5825it@raf.rs***Elena Mirković**

Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, Fakultet tehničkih nauka,

Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija

E-mail: aradojic5825it@raf.rs

Apstrakt

Ovaj rad analizira fenomen digitalnog astroturfinga, sa posebnim fokusom na njegovu transformaciju usled razvoja savremenih alata veštačke inteligencije. Polazeći od definicije astroturfinga kao organizovane aktivnosti koja simulira autentičnu „grassroots“ podršku, rad razmatra njegovu tipologiju, repertoar (alate, mesta i radnje), kao i mehanizme putem kojih se ovakve kampanje sprovode u digitalnom prostoru. Posebna pažnja posvećena je ulozi algoritamske amplifikacije i veštačkog angažmana u širenju manipulativnog sadržaja. Kroz analizu primera iz perioda pre generativne veštačke inteligencije, poput „Masačusets tviter bombe“ i aktivnosti Agencije za internet istraživanja, ukazuje se na operativne domete, ali i ograničenja ranijih pristupa. Rad zatim ispituje kako generativni AI, uključujući napredne jezičke modele i alate za generisanje multimedijalnog sadržaja, značajno povećava skalabilnost, uverljivost i adaptivnost astroturfing kampanja. Posebno se ističe mogućnost kreiranja paralelnih informacionih sistema i alternativnih narativa. U završnom delu razmatraju se izazovi detekcije i prevencije, uz naglasak na potrebu za holističkim pristupom koji uključuje analizu obrazaca ponašanja, međusobnu saradnju aktera i podizanje svesti korisnika. Zaključuje se da generativna veštačka inteligencija ne menja suštinu astroturfinga, ali značajno produbljuje krizu poverenja u digitalnom javnom prostoru.

Ključne reči: Digitalni astroturfing, veštačka inteligencija, društvene mreže, dezinformacije, manipulacija javnim mnjenjem.

UVOD

Za razliku od tradicionalnih medija poput štampe, radija ili televizije uspon i popularizacija društvenih mreža omogućili su daleko masovniju, bržu i neposredniju komunikaciju entiteta (političkih ili korporativnih) sa publikom. Baš te razlike čine društvene mreže plodnim tлом za kampanje (marketinške, političke, i druge) koje imaju nameru da, ne samo plasiraju određenu informaciju ili stav u javni diskurs, već i da kroz simuliranu amplifikaciju te informacije stvore privid veštačkog konsenzusa i široke podrške u narodu.

Uzevši u obzir da društvene mreže funkcionišu poput svojevrsnih „virtuelnih agora“ gde milioni korisnika mogu međusobno da razmenjuju ideje i stavove jasno je kako namenski i sintetički pojačana poruka ili ideja može iskoristiti poznati efekat mentaliteta krda da se eksponencijalno širi.



Iako je ovaj razvojni put dezinformacija dobro prepoznat i istražen od strane naučnih zajednica sociologa, politikologa i informatičara baš ta interdisciplinarna priroda ovog fenomena čini problem utoliko težim za detekciju i efektivno suprotstavljanje.

Razvoj modernih alata veštačke inteligencije (AI), kako generativnih (Stable Diffusion, Midjourney, DALL-E) koji mogu da generišu uverljiv foto/video sadržaj tako i tradicionalnih „čebot“ aplikacija (ChatGPT, Deepseek, Gemini) koje uspešno prolaze striktnu definiciju Tjuringovog testa, umnogome je izmenio, proširio i ojačao mogućnosti „napadača“, ali i otežao posao potencijalnim entitetima koji bi se ovom problemu suprotstavili.

Pre početka analize fenomena opisanog u naslovu ovog rada potrebno je definisati pojedine ključne reči koje će se upotrebljavati dalje u radu, a koje će se, da bismo izbegli neadekvatna prevodna rešenja, koristiti u svom originalnom engleskom obliku.

Astroturfing: Rečnik Merijam-Vebster definiše pojam astroturfing kao organizovanu aktivnost sa namenom da stvori lažan prikaz široke, spontane i rastuće „grasruts“ podrške za ili protiv nekog pitanja koja je u stvari orkestrirana od strane skrivenih entiteta (Merriam-Webster, n.d.)

Grasruts: Onlajn rečnik univerziteta Kembridž definiše pojam grasruts kao nešto (akcija ili pokret) što uključuje obične ljude unutar nekog društva ili organizacije (naročito političke) (Cambridge Dictionary, n.d.)

U ovom kontekstu, pojam grasruts odnosi se na spontano, autentično i odozdo pokrenuto delovanje običnih članova društva ili određene zajednice.

Astruturfing u eri pre AI

Izvesno je da astroturfing ne mora nužno biti samo politička pojava već je primenjiva i u kontekstu e-commerce poslovanja i sistema ocenjivanja, međutim za potrebe rada fokusiraćemo se na sociopolitički aspekt ovog fenomena. Iako astroturfing kao pojava postoji i u tradicionalnim medijima društvene mreže i internet su omogućili ekstremno skalabilan, jeftiniji i anonimniji pristup digitalnom astroturfingu.

Tipologija digitalnog astroturfinga

Pozabavimo se najpre tipologijom digitalnog astroturfinga prikazanoj na Slici 1 (Kovic et al., 2018). U istraživanju ovog fenomena iz 2018 Ković i saradnici definišu trodimenzionalnu šemu aktera, meta i objekata kojom se dolazi do 16 mogućih kombinacija scenarija gde su akteri politička vlast, određena partija, političar kao individua i interesne grupe, mete su šira publika ili politički akteri, a objekti u vezi kojih se astroturfing vrši neka specifična politika (zakon, predlog, akcija, kampanja) ili politički akter (Kovic et al., 2018).

Slika 1. Tipologija digitalno astruturfinga

Table 1: Typology of digital astroturfing

Initiating political actor	Persuasion target	Goal: Support for or opposition to:	
		Policy	Political actors
Government	The Public	1	2
Political party		3	4
Individual politician		5	6
Interest group		7	8
Government	Political actors	9	10
Political party		11	12
Individual politician		13	14
Interest group		15	16

Note. Each number represents one digital astroturfing scenario as a combination of three dimensions. Reading example: The digital astroturfing type with the number 7 describes a digital astroturfing scenario in which an interest group has the goal of influencing the public opinion on some policy issue.



Repertoar digitalnog astroturfinga

Repertoar astroturfinga definisaćemo kao skup međusobno povezanih elemenata koji obuhvataju alate, digitalne prostore u kojima se ti alati primenjuju, kao i konkretne radnje koje se putem njih sprovode (Kovic et al., 2018). Ovi alati mogu uključivati različite tehnike i tehnologije, poput automatizovanih naloga (botova), lažnih profila, koordinisanih mreža korisnika ili softvera za upravljanje sadržajem i interakcijama. Mesta na internetu na kojima se astroturfing odvija obuhvataju društvene mreže, forume, sekcije za komentare na portalima, platforme za recenzije, pa čak i privatne komunikacione kanale.

Radnje koje se na tim mestima preduzimaju mogu biti raznovrsne: od masovnog objavljivanja ili deljenja određenog sadržaja, preko organizovanog lajkovanja i komentarisanja, do širenja dezinformacija, manipulacije javnim mnijenjem ili simuliranja spontanosti društvenih reakcija. Ključna karakteristika ovog repertoara jeste njegova koordinisanost i namera da se stvori privid autentične, organski nastale podrške ili protivljenja određenoj ideji, proizvodu, osobi ili političkom stavu.

Alati

Alati koji se koriste u astroturfingu predstavljaju tehničku i organizacionu osnovu za sprovođenje ovakvih aktivnosti. Oni obuhvataju širok spektar rešenja – od jednostavnih, poput višestrukih korisničkih naloga kojima upravlja jedna osoba, do sofisticiranih sistema koji automatizuju kreiranje sadržaja, interakciju sa drugim korisnicima i koordinaciju većeg broja naloga. Njihova osnovna funkcija jeste da omoguće efikasno, brzo i često prikriveno delovanje u digitalnom prostoru, uz minimalan napor i maksimalan uticaj. Osnovni alati su:

- Botovi/lažni nalozi: Botovi i/ili lažni nalozi su najznačajnija i najefektivnija kategorija alata u službi ovog fenomena. U vezi botova važna je njihova kategorizacija po istraživanju Stieglitz et al. (2017) na osnovu njihove namere (benigni ili maliciozni) i nivoa oponašanja ljudskosti. Naime, ovo istraživanje definiše novi pojam, društveni botovi, za botove koji istovremeno iskazuju malicioznu nameru i visok nivo oponašanja ljudi i ljudske komunikacije i pravi razliku između takvih botova i klasičnih botova koji služe za masovno širenje određene poruke (spamovanje), ali bez preteranog truda da imitiraju ljudsku komunikaciju (Stieglitz et al., 2017).
- Farme klikova (click-farm): Farme klikova su pružaoci digitalnih usluga na društvenim mrežama i varijanta na temu lažnih naloga koji služe prodaji veštačke „stope angažovanja“ sa određenim sadržajem u vidu masovnog broja pratilaca/ritvita na Tviteru (sada X), lajkova/šerova na Fejsbuku, itd (Kovic et al., 2018) U zavisnosti od složenosti operativnih metoda ovih organizacija možemo ih razvrstati u organizacije koje najveći deo svojih aktivnosti obavljaju pomoću masovne ljudske radne snage u zemljama sveta gde je cena rada niska, organizacije koje najveći deo svojih aktivnosti obavljaju pomoću skripti i automatizacije, i hibridne organizacije koje praktikuju obe metode.
- Simpatizeri: Simpatizeri su stvarni korisnici društvenih mreža koji dolaze u kontakt sa astroturfing kampanjama i imaju već određena predubeđenja o sadržaju koji se servira. Ovaj konkretni mehanizam je diskutabilno spominjati u kontekstu „lažne“ stope angažmana na društvenim mrežama jer u biti je tehnički „prirodan“, no ne može se osporiti da je interakcija pravog korisnika sa daljim korisnicima ili sadržajem inicijalno nastala kao rezultat astroturfinga zapravo samo oličenje uspeha astroturfing kampanje pogotovo uzevši u obzir fenomen mentaliteta krda koji smo spomenuli u uvodu (Kovic et al., 2018).

Mesta

Svakako, mesta na kojima se ova aktivnost odvija su uglavnom popularne, centralizovane društvene mreže. Poznate su nam svima mnoge od njih – Fejsbuk, Tviter (X), Instagram, TikTok, itd. Važno je spomenuti konkretno mesto gde se ova aktivnost obavlja, izuzev ličnih objava profila, a to je u sekcijama gde su dozvoljeni komentari. Ovo se odnosi na društvene mreže, ali i više čak na onlajn



izdanja/veb-sajtove renomiranih novinarskih kuća kao komentari ispod dnevnih članaka. Možda deluje izlišno spominjanje mesta na kojima se digitalni astroturfing odvija (društvene mreže) u posebnoj kategoriji, no važno je naglasiti neke specifičnosti tih platformi u pogledu toga kako funkcionišu mehanizmi koji služe da odlučuju koji sadržaj će se plasirati korisnicima.

Radnje

Postoje samo dve vrste radnji u digitalnom astroturfingu, a to su aktivno stvaranje sadržaja (objave, komentari, mimovi) ili pasivno signaliziranje stava (like, share, repost, itd.). Astroturfing je najbolje okarakterisati kao kombinacija bilo kojih od ove tri kategorije alata, mesta i radnji (Kovic et al., 2018).

Algoritamska amplifikacija i veštačka stopa angažovanja

Na gotovo svim društvenim mrežama postoji sličan koncept različitih naziva koji ćemo objediniti u termin „njuzfid“ koji predstavlja sadržaj koji je korisniku serviran kao „predložen“ od strane prediktivnih algoritama društvene mreže. Da bismo demistifikovali ovu reč „predložen“ bezbedno je ugrubo objasniti da sadržaj koji algoritam društvene mreže odlučuje da servira korisniku se proračunava modelima mašinskog učenja sa ciljem da se korisniku predlaže sadržaj sa kojim je najveća verovatnoća da će korisnik poželeti da ostvari interakciju (like, share, repost, itd.). Dakle, logično je zaključiti da sadržaj koji ima visoku stopu angažmana (lajkova, deljenja, itd.) od velikog broja korisnika će imati prioritet u nizu objava koje će se drugim korisnicima prikazivati na njuzfidu. Naravno, izuzevši iz razmatranja namere malicioznih aktera, ovakav sistem distribucije sadržaja ima smisla. Daleko od toga da autor rada smatra da su ovakvi algoritmi štetni ili u osnovi falični – maliciozni akteri prosto eksploatišu filozofiju dizajna takvih algoritama (Kovic et al., 2018), (Meta, 2021).

S ovim u vidu efekat digitalnog astroturfinga je dvostruk – odaje se utisak korisniku da određena poruka ima autentičnu grasičnu podršku, a istovremeno, veštački pojačana stopa angažovanja služi kao signal algoritmima platforme da takav sadržaj dodatno distribuišu kao poželjan i relevantan. Na taj način astroturfing kampanje proizvode ne samo iluziju popularnosti, već i realno povećanje dometa određene poruke.

Primeri digitalnog astroturfinga pre Generičke AI

Pre pojave i široke dostupnosti generičke veštačke inteligencije, digitalni astroturfing se već razvijao kroz različite oblike koordinisanih i često sofisticiranih kampanja. Ove aktivnosti su se oslanjale na kombinaciju ljudskog rada, osnovne automatizacije i pažljivo osmišljenih strategija kako bi se uticalo na javno mnjenje i oblikovala percepcija određenih događaja ili aktera.

U ovom delu biće predstavljeni primeri takvih praksi, uključujući slučaj poznat kao „Masačusets tviter bomba“, koji ilustruje kako se koordinisanom upotrebom društvenih mreža može proizvesti snažan i brz efekat u javnom diskursu, kao i delovanje organizacija poput Agencije za internet istraživanja i sa njom povezanih entiteta, koje su sistematski koristile digitalne platforme za širenje uticaja i manipulaciju informacijama. Ovi primeri pružaju uvid u obrasce i metode astroturfinga u periodu pre nego što su napredni AI alati dodatno transformisali ovu oblast.

- Masačusets tviter bomba: Jedan od ranijih primera ovog fenomena opisan je u istraživanju Ratkiewicz et al (2011) gde je se koordinisanom upotrebom lažnih naloga i velikog broja objava na Tviteru pokušalo uticati na rezultate izbornog procesa u saveznoj državi Masačusets 2010. godine. Naime, Ratkiewicz i saradnici navode broj od devet različitih korisničkih naloga koji su u roku od 138 minuta proizveli 929 tvitova sa ciljem da se ocrni jedan od kandidata u izbornom procesu. Svaki od ovih tvitova je u sebi sadržao URL ka veb-stranici sa „inkriminišućim sadržajem“ i tagovao određen broj pravih korisnika društvene mreže koji su ranije iskazali interesovanje povodom ovih izbora. U roku od par sati značajan broj ovih pravih korisnika je taj sadržaj podelio dalje započevši svojevrstan vid kaskade informacije. Ovako dizajnirana „digitalna buka“ je dovela do toga da kada bi se u Gugl



pretragu ukucalo ime ovog kandidata prvi prikazani rezultat bi bio taj URL navođen u tvitovima – Tviter bomba (Ratkiewicz, 2011).

- Agencija internet istraživanja i povezani entiteti: Verovatno široj javnosti najpoznatiji incident ovakvog političkog delanja su aktivnosti ruske agencije internet istraživanja iz Sankt Peterburga. Ova organizacija je prvenstveno dospela u žižu javnosti uoči predsedničkih izbora u Americi 2016. kao specijalizovani ogranak ruskog državnog aparata u službi destabilizacije američkog društva i direktnog uticaja na izborni proces kroz mrežu lažnih naloga/identiteta koji su se predstavljali kao američki građani na društvenim mrežama. Ova kampanja je dostigla tolike razmere da je 2018. rukovodstvo Tvitera direktno obavestilo 1,4 miliona svojih korisnika da su imali interakciju sa nalogima povezanim sa ovom organizacijom. CNN prenosi podatak dobijen od insajdera da je ova organizacija u jednom trenutku brojala više od 1000 zaposlenih u jednoj zgradi. Nakon što su američke vlasti uvele individualne sankcije na 13 pojedinaca povezanih sa ovom organizacijom CNN navodi da se njihove aktivnosti nisu smanjile, naprotiv, operativni centri su izmešteni u afričke države gde je cena radne snage manja, a diskrecija zaposlenih daleko veća (Kovic et al., 2018), (CNN, 2017), (CNN, 2020).

Ograničenja astroturfinga pre AI

Na osnovu prikazanih primera i literature može se zaključiti da je astroturfing u eri pre AI predstavljao zrelu i operativno značajnu formu digitalne manipulacije. Obmanjujući karakter ovog fenomena često ne leži u neistinitosti same poruke, već u promeni korisničke percepcije o tome šta je u društvu većinski, prihvaćeno i legitimno. Ipak, iako smo se do sad fokusirali na dalekosežni uticaj koji ovaj fenomen može da izvrši, to ipak ima ograničenja. Naime, ovakve kampanje su često zahtevale ogroman broj ljudskih operatera koji bi pravili i upravljali lažnim nalogima, repetitivne skripte automatizacije koje bi mogle da ostavljaju već napisan statički sadržaj, i relativno jednostavne mreže botova. Ove metode, iako efektivne, su takođe skupe finansijski, spore vremenski, i lakše za otkrivanje. Takođe, skaliranje ovakvih metoda često dovodi do eksponencijalnog rasta troškova, bez recipročnog rasta efikasnosti. Upravo kod tih ograničenja nastupa sledeća faza razvoja ovog fenomena uvođenjem generativnog AI-ja i LLM-ova koji ne menjaju suštinu astroturfinga, ali mu znatno povećavaju skalabilnost, uverljivost i fleksibilnost.

Astroturfing od nastanka AI modela do danas

Pre početka istraživanja ovog fenomena u savremenom tehnološkom dobu važno je naglasiti da se suštinska i pozadinska logika nije promenila. Postojeći alati, mesta i radnje su mahom i dalje isti, međutim generativni modeli su dodali novu dimenziju kompleksnosti alatima i nove mogućnosti u radnji aktivnog stvaranja sadržaja, a pored svega toga takođe učinili ceo proces bržim, dostupnijim, jeftinijim i gotov proizvod daleko uverljivijim.

Transformacija astroturfing alata u modernom dobu

Zasigurno alati koji su doživeli najveću transformaciju od nastanka AI modela su botovi/lažni nalozi i farme klikova. Dok je ranije u slučaju oba alata bila potrebna ili velika količina ljudskih operatera koji su sadržaj činili uverljivijim, ili repetitivne skripte koje su mogle već napisan „statički“ sadržaj da ponavljaju u nedogled, obe ove metode su imale svoj nedostatak. U slučaju ljudskih operatera to je loša skalabilnost i finansijski izdatak, dok u slučaju skripti je to nedostatak sposobnosti generisanja dinamičkog „ljudskog“ sadržaja i kao rezultat toga velika stopa detekcije. Razvoj LLM-ova je omogućio sintezu ove dve metode kroz automatizovane socijalne botove koji su u stanju da interaguju sa sadržajem na društvenim mrežama na dinamičan i kontekstualno svestan način (Stieglitz et al., 2017), (Yang & Menczer, 2024).

AI je takođe transformisao prirodu „click-farm“ industrije. Lažna stopa angažovanja kroz deljenja sadržaja, lajkove i repetitivne komentare je ojačana sintetičkom generacijom čitavih nizova



„smislene“ diskusije na zadatu temu, uverljivih komentara, recenzija i interakcija koji se mogu po želji ispleti okolo sadržaja čiji je domet potrebno pojačati u virtuelnom etru.

Transformacija astroturfing radnji u modernom dobu

Savremeni razvoj digitalnih tehnologija, a naročito nagli napredak veštačke inteligencije, značajno je transformisao načine na koje se astroturfing sprovodi. Dok su ranije ove aktivnosti zahtevale znatne ljudske resurse i koordinaciju, danas su mnoge radnje automatizovane, skalabilne i ubedljivije nego ikada pre. Time se granica između autentičnog i veštački proizvedenog sadržaja dodatno zamagluje, a uticaj na javno mnjenje postaje suptilniji i teže uočljiv.

AI generisan tekstualni sadržaj

Razvoj modela za obradu prirodnog jezika omogućio je brzo generisanje velikih količina uverljivog tekstualnog sadržaja. Komentari, objave na društvenim mrežama, članci i odgovori mogu se proizvoditi masovno, uz stilsku i tematsku prilagodljivost različitim ciljnim grupama, čime se simulira autentična javna diskusija. Aktivno stvaranje sadržaja kao jedna od radnji astroturfinga je doživelo najveću transformaciju i širenje mogućnosti, dok je pasivno signaliziranje ostalo nepromenjeno u svojoj biti, međutim, sadržaj u vezi kog se signalizira je postao daleko uverljiviji što donosi indirektni benefit i ovom vidu radnji. Kao što smo već pomenuli moderni AI modeli generišu izrazito uverljiv „čovekolik“ tekst i diskusiju. Stvaranje sadržaja nije više repetitivno, sadržaj se može oblikovati od strane modela u zavisnosti od publike, konteksta, sentimenta i to sve bez potrebe za ljudskim operatorom van izgradnje takvog sistema. Što je sadržaj „realističniji“ i više ljudski to je lakše održati iluziju organske diskusije pravih korisnika (Yang & Menczer, 2024), (Loth et al., 2024).

AI generisan foto, video i audio zapis

Napredak u generativnim modelima omogućio je kreiranje realističnih slika, video zapisa i audio sadržaja. Ovakvi materijali mogu se koristiti za dodatno pojačavanje narativa, stvaranje lažnih dokaza ili manipulaciju percepcijom događaja, pri čemu je korisnicima sve teže da razlikuju stvarno od generisanog. Međutim daleko kompleksniji problem nastaje kod primene generativnih AI modela koji se fokusiraju na „text-to-image“, „text-to-video“ i „image-to-video“ procesuiranje. Modeli poput open-source Stable Diffusion, ili closed-source Google Gemini (Nano Banana), Midjourney, OpenAI DALL-E koji se fokusiraju ne samo na generisanje slika/fotografija po želji, već zalaze i u generaciju čitavih video zapisa na osnovu tekstualnog prompta. Kombinujući ovako generisan video zapis sa audio zapisom generisanim pomoću „text-to-speech“ modela poput ElevenLabs, Qwen3 TTS ili Inworld TTS koji su u stanju da generišu potpuno novi ili verno kopiju nečijeg postojećeg glasa dolazi se praktično do mogućnosti kreiranja alternativne stvarnosti. Sa ovakvim novim mogućnostima društvene mreže i njihov inherentni nedostatak ozbiljne verifikacije „istinitosti“ sadržaja su najpogodniji mediji za ovakvu vrstu manipulacije (Yang & Menczer, 2024), (Loth et al., 2024).

Alternativna stvarnost i paralelni univerzumi informacija

Kombinacijom različitih formata sadržaja i koordinisanim plasiranjem na više platformi, moguće je konstruisati čitave narativne okvire koji funkcionišu kao paralelni informativni sistemi. U njima korisnici konzumiraju sadržaj koji potvrđuje unapred oblikovane stavove, čime se dodatno učvršćuju uverenja i produbljuju informacione podele u društvu. Odlazeći korak dalje i kombinovanjem ovih novih alata i radnji dolazimo do mogućnosti generisanja čitavih lažnih „kredibilno-izgledajućih“ novinarskih portala sa potpuno lažnim ili delimično lažnim izveštavanjima koji se deljenjem na društvenim mrežama dalje pojačavaju mrežom naizgled stvarnih korisnika koji taj sadržaj dele, smisljeno komentarišu i pasivno signaliziraju odobravanje ili neodobravanje u zavisnosti od ciljeva operatora (Yang & Menczer, 2024), (Loth et al., 2024).



Primeri u praksi

Izdvojićemo i opisati par primera ovakvih napada koji su do sada već istraživani u literaturi ili direktno pomenuti od strane platformi na kojima se dešavaju.

Doppelganger

Ubedljivo najupornija i najistrajnija kampanja ovakvog tipa je ruska kampanja pod kodnim nazivom Doppelganger iz analiza kompanije Meta. Radnje ovih operatora su otkrivene tokom 2022. godine kako koriste upravo kombinovanu tehniku kreiranja lažnih narativa putem fiktivnih novinarskih portala, deleći takav linkove ka takvom sadržaju na društvenoj mreži Meta uz pomoć hiljade lažnih naloga i stranica. Važno je naglasiti da je ova grupa 2022. godine na platformi Meta potrošila procenjenih \$105.000 (stopet hiljada američkih dolara). S obzirom na činjenicu da je ova grupa tokom godina transformisala svoje metode i primenjivala razne evazivne metode kako bi kamuflirala svoju aktivnost, a aktivna je i do dan danas, količina resursa – kako finansijskih tako i digitalnih (nalozi, stranice, lažni sajtovi, domeni) utrošenih u ovu kampanju poprima astronomske razmere (Nimmo & Torrey, 2022), (Meta, 2024).

STORM-2035 – alijas „Endless Mayfly“

Storm-2035 i Endless Mayfly su kampanje manipulacije javnog mnjenja koje su po navodima kompanija Meta i OpenAI povezane sa Iranom. Pojedini izveštaji ovih kompanija navode da postoji jaka mogućnost da ova dva aktera su zapravo jedinstvena grupacija koordinisanih aktera. Ova grupa je koristila ChatGPT kako bi generisala članke i objave dužeg formata, kao i kratke komentare namenjene za društvene mreže na engleskom i španskom jeziku targetirajući područja Severne i Južne Amerike. Naknadnim istraživanjem kompanije OpenAI ovi generisani komentari su pronađeni na mrežama X (Twitter) i Instagramu. Ovaj primer je posebno interesantan jer komentari generisani ovim putem nisu služili tek jednom narativu, već su često generisani komentari koji imaju jednu tačku gledišta na određenu temu, a nakon toga komentari sa dijametralno suprotne strane diskusije. Ovo pokazuje da astroturfing kao novi front sajber-ratovanja možda ne utiče direktno na države/aktere, već služi da podriva društveno-nacionalno jedinstvo i stvori atmosferu nezadovoljstva među građanstvom zaraćene strane kroz potpirivanje tribalizma, podela i društvene netrepeljivosti. Kao i Doppelganger koji smo prethodno spomenuli ova grupa je takođe koristila tehniku lažnih novinarskih portala što dokazuje koliko je ova tehnika probana, „valjana“, i efektivna (Meta, 2025), (OpenAI, 2024).

Neimenovani rumunski operator

Nedugo nakon poništenih rumunskih predsedničkih izbora 2024. godine kompanija Meta objavljuje izveštaj o rumunskoj operaciji uticaja javnog mnjenja koja je targetirala više različitih društvenih mreža (Meta, Youtube, TikTok, X) i potrošila čak \$177.000 (stosedameset hiljada američkih dolara) zarad reklamiranja samo na Meta platformi. Kompanija Meta navodi da je ova grupa kreirala lažne naloge koji su se maskirali kao građani Rumunije i pisali sadržaj o sportu, putovanjima i lokalnim vestima/novostima. Ovi nalozi su većinski svi imali svoje povezane X, Youtube i TikTok naloge izgradivši tako potpun „digitalni identitet“ širom interneta. Kada su ovakvi identiteti dostigli dovoljnu „zrelost“ i pokrenuti u akciju fokusirali su se na komentarisanje dnevnih političkih dešavanja u Rumuniji i tadašnjih aktuelnih predsedničkih izbora (Meta, 2025).

Slučaj Cambridge analitika

Savremeni razvoj veštačke inteligencije i algoritamskih sistema omogućio je ne samo efikasniju obradu velikih količina podataka, već i sve sofisticiranije načine uticaja na formiranje javnog mnjenja, pri čemu se slučaj kompanije Cambridge Analytica izdvaja kao jedan od najznačajnijih primera upotrebe napredne analitike u političke svrhe. Naime, ova kompanija je, koristeći podatke prikupljene putem platforme Facebook, razvila kompleksne psihografske modele koji su omogućili profilisanje korisnika na osnovu njihovih digitalnih tragova, uključujući obrasce ponašanja,



interesovanja i interakcije, čime je otvoren prostor za precizno targetiranje birača kroz personalizovane političke poruke (Cadwalladr & Graham-Harrison, 2018).

U osnovi ovih procesa nalaze se tehnike mašinskog učenja i prediktivne analitike, koje omogućavaju anticipaciju budućih odluka pojedinaca na osnovu prethodnih aktivnosti, pri čemu algoritmi ne samo da identifikuju političke preferencije već i detektuju psihološke karakteristike, kao što su emocionalna stabilnost, sklonost ka riziku ili otvorenost ka novim idejama (Kosinski, Stillwell, & Graepel, 2013). Upravo zahvaljujući takvim modelima, razvijen je koncept mikro-targetiranja, koji podrazumeva distribuciju različitih političkih poruka različitim segmentima populacije, pri čemu sadržaj poruke biva pažljivo prilagođen specifičnim karakteristikama pojedinca, što dodatno otežava transparentnost političke komunikacije i mogućnost javne kontrole (Isaak & Hanna, 2018).

U okviru američkog konteksta, značajan primer primene ovih metoda može se povezati sa aktivnostima tokom izbornog procesa u saveznoj državi Missouri, gde su, prema pojedinim analizama, korišćene strategije digitalnog oglašavanja zasnovane na segmentaciji birača i ciljanoj distribuciji političkih poruka, pri čemu su određene grupe birača bile izložene sadržajima osmišljenim da utiču na njihove specifične stavove i emocije, čime se dodatno potvrđuje teza o mogućnosti lokalizovanog, ali intenzivnog uticaja algoritamskih sistema na političko ponašanje (Howard & Kollanyi, 2016). Iako ovakvi primeri često ostaju nedovoljno transparentni i teško dokazivi u potpunosti, oni ukazuju na potencijalnu moć digitalnih alata u oblikovanju političkih ishoda na mikro nivou.

Posebno značajan aspekt ovog fenomena ogleda se u evropskom kontekstu, naročito u vezi sa referendumom o izlasku Ujedinjenog Kraljevstva iz Evropske unije (Brexit), gde su brojni novinarski izveštaji i akademske analize ukazivali na moguće veze između kompanije Cambridge Analytica i aktera povezanih sa kampanjama koje su zagovarale izlazak iz Unije, uključujući organizaciju Leave.EU, pri čemu su korišćene metode analize podataka i digitalnog targetiranja birača (Cadwalladr, 2018; Howard & Kollanyi, 2016). Konkretno, isticano je da su strategije uključivale identifikaciju neodlučnih birača i plasiranje sadržaja koji apeluje na njihove strahove i vrednosne stavove, čime se nastojalo uticati na njihovu konačnu odluku.

Međutim, uprkos širokoj medijskoj pažnji i političkim kontroverzama, zvanična istraga britanskog regulatornog tela nije pronašla nedvosmislene dokaze da je došlo do direktne i nezakonite zloupotrebe podataka u meri koja bi presudno uticala na ishod referenduma, što ukazuje na složenost procene realnog dometa ovakvih tehnologija u političkom procesu. Ipak, čak i u odsustvu konačnih dokaza o direktnom uticaju, sama mogućnost takve manipulacije bila je dovoljna da izazove značajne institucionalne reakcije širom Evrope.

Pored Ujedinjenog Kraljevstva, interesovanje za aktivnosti kompanije Cambridge Analytica zabeleženo je i u drugim evropskim državama, gde su postojale indicije o pokušajima uspostavljanja saradnje sa političkim akterima u cilju primene sličnih metoda analize biračkog tela, iako su konkretni efekti takvih aktivnosti ostali ograničeno dokumentovani. Ova situacija dodatno naglašava transnacionalni karakter digitalne propagande, budući da se tehnike razvijene u jednom političkom kontekstu relativno lako mogu preneti i prilagoditi drugim društvenim i kulturnim okruženjima.

Reakcija evropskih institucija na ovaj slučaj bila je posebno značajna, jer je doprinela ubrzanju implementacije Opšte uredbe o zaštiti podataka (GDPR), koja uvodi strože standarde u vezi sa obradom ličnih podataka, transparentnošću algoritama i pravima korisnika u digitalnom okruženju. Ova regulativa, između ostalog, ograničava mogućnost automatizovanog profilisanja bez jasnog pristanka korisnika, čime se nastoji smanjiti rizik od manipulacije javnim mnjenjem putem tehnoloških sredstava (González-Pizarro et al., 2022).

Istovremeno, globalne reakcije na ovaj skandal ukazale su na postojanje značajnih razlika u percepciji rizika povezanih sa privatnošću i upotrebom podataka, budući da su korisnici u različitim regionima sveta različito reagovali na otkrića o prikupljanju i korišćenju njihovih podataka, što dodatno komplikuje uspostavljanje jedinstvenih regulatornih standarda (González et al., 2019).



Imajući u vidu sve navedeno, može se zaključiti da veštačka inteligencija i algoritamski sistemi, iako predstavljaju moćne alate za analizu i unapređenje komunikacije, istovremeno nose značajne rizike u kontekstu manipulacije javnim mnijenjem, jer omogućavaju precizno targetiranje i uticaj na pojedince na osnovu njihovih psiholoških karakteristika, dok slučaj Cambridge Analytica jasno pokazuje kako takve tehnologije, ukoliko nisu adekvatno regulisane, mogu biti iskorišćene na način koji dovodi u pitanje transparentnost, autonomiju pojedinca i osnovne principe demokratskog društva.

Detekcija i prevencija

Izvesno je da pre stupanja na scenu naprednih socijalnih botova (pre gen-AI) koji su u stanju da uverljivo imitiraju ljudsku komunikaciju detekcija lažnih naloga kao i ovakvih kampanja u celini je bila kompleksan zadatak. Namesto nevešto konstruisanih lažnih profila, repetitivnih rečenica i gotovo sinhronisanim objavljivanjem sadržaja sa različitih profila istraživači sada moraju da se bore i sa uverljivim AI generisanim tekstovima, generisanim slikama često nepostojećih ljudi i neretko čitavim kompletno sintetički generisanim identitetima. Moderna detekcija ovakvog vida zloupotrebe mora zauzeti holistički pristup ocenjivanju verodostojnosti određenog korisnika kroz mnoštvo signala npr. sumnjiva istorija naloga, promene u šablonu ponašanja, koordinacija s drugim nalogima, sintetički generisan sadržaj, linkovi ka sumnjivim mrežama linkova/domena itd.

Detekcija lažnih naloga, kampanji i AI sadržaja

Uprkos brzini kojom se AI modeli razvijaju i generalne kompetitivne prirode GAN (General Adversarial Network) modela trenutna detekcija se ne fokusira, i ne treba da se fokusira, na istraživanje samog sadržaja. Kompanija Meta u svojim izveštajima čak navodi da se lažni sadržaj otkriva i uklanja u zavisnosti od šablona ponašanja aktera na mreži, a ne na osnovu sadržaja i narativa koji stvaraju. Operatori ovakvih kampanja mogu menjati kompletne narative, jezike, tonalitet i stav, ali određeni tehnički signali i šabloni koji se otkrivaju kroz korišćenje alata ostaju. Praktično govoreći ovo znači da najefektivnija detekcija potiče iz upoređivanja datuma stvaranja ili aktivacije naloga, simultano koordinisano signaliziranje (like, share, repost), sinhronizovano objavljivanje, deljena mrežna/hosting infrastruktura (IP adrese), objavljivanje linkova ka sumnjivim domenima, itd (Yang & Menczer, 2024), (Meta, 2024).

Istraživanje Yang-a i Menczera iz 2024. u kom opisuju izvesni „fox8“ botnet otkriven na Twitter-u (X) pokazalo je da ova grupa koristi AI generisan sadržaj, međutim, kada su istraživači pokušali da taj generisan sadržaj detektuju modernim alatima za identifikaciju AI generisanog sadržaja i alatima za identifikaciju botova (Botometer, OpenAI klasifikator teksta i GPTZero) nijedan od navedenih alata nije uspeo sa zadovoljavajućom stopom preciznosti da detektuje lažne profile. Za detekciju generisanog teksta je često potrebna značajna količina teksta što ne odgovara formatu objava i komentarima na društvenim mrežama. Uporedo s tim, stopa lažnih pozitivnih rezultata kao i lažnih negativnih rezultata dovodi ceo proces detekcije u pitanje. Shodno ovim nalazima pitanje koje treba postaviti možda nije „Da li je ovaj sadržaj AI generisan?“ već „Ko ovaj sadržaj deli, kako se taj „neko“ ponaša na mreži, s kim je ovaj korisnik povezan i da li je deo šire mreže naloga?“. S obzirom da otkrivanje ovakvog sadržaja i GAN modeli su svojevrsna igra mačke i miša gde sadržaj postaje uverljiviji onda kada je detektovan, a detekcija se usavršava nakon što su postojeće aktivne kampanje već otkrivene detekcija ovakvih kampanja se mora zasnivati na prevenciju kroz širu sliku koordinacije, repeticije i distribucije (Yang & Menczer, 2024).

Prevencija i borba protiv ovog vida kampanji

S obzirom na to da je, kao što smo naveli, detekcija ovakvog sadržaja umnogome problematičan i kompleksan zadatak vredi posvetiti pažnju načinima da se efekti ovakvih kampanja umanje.



Podizanje svesti

Društvene mreže već dugo koriste izgovor da su one praktično samo oglasne table i da, izuzev određenog tipa sadržaja koji je podložan pravilima moderacije, nisu odgovorni za ono što korisnici na njih postavljaju. S obzirom na krhkost pojmova „sloboda govora“, „sloboda poruke“ i „sloboda izražavanja“ možda je i za bolje što društvene mreže ne pokušavaju aktivno da moderiraju sam sadržaj koji je deljen kao takav, već je pristup edukaciji publike efektivniji u borbi protiv ovog fenomena. Jedan od primera koji smo naveli u radu je mreža X koja je svoje korisnike obavestila e-mailom da su imali interakciju sa bot nalozima. Periodični izveštaji kompanija Meta i OpenAI su takođe odličan način izveštavanja i edukacije publike da budu obazrivi kada konzumiraju sadržaj na internetu, međutim, ovakvi izveštaji su često nepristupačni ne-tehničko orijentisanim delovima publike, često skriveni u vidu opskurnih blog postova i njihovo prenošenje u širim medijima retko izaziva veliko interesovanje publike. Društvene mreže moraju zauzeti aktivniji i neposredniji pristup u obaveštavanju i edukaciji korisnika o postojanju ovakvih pretnji.

Pitanje „provenanse“ ili utvrđivanje porekla

Utvrđivanje porekla, autentičnosti i istorije određenih dokumenata, slika i umetnina je nauka dobro poznata umetnosti. Izraz provenansa označava tačno to – potvrđenu autentičnost i poreklo. Jedna od vodećih ideja u ovom prostoru je neprofitna organizacija C2PA (Coalition for Content Provenance and Authenticity) podržana od strane vodećih tehnoloških kompanija današnjice (Adobe, Amazon, Google, Meta, Microsoft, OpenAI, i drugi). Ova organizacija se fokusira na izradu tehničkog standarda koji bi kroz digitalne sertifikate autentičnosti i porekla određenog sadržaja omogućio kako platformama, tako i običnim korisnicima način da se sami uvere o poreklu izveštavanja i kredibilnosti određene organizacije ili oglašivača (Coalition for Content Provenance and Authenticity, n.d.).

Neprijatelj mog neprijatelja

Moderne astroturfing kampanje retko kada ostaju fokusirane na samo jednu mrežu. Uz pomoć AI alata danas je moguće izgraditi čitav lažni identitet podržan sadržajem sa više različitih društvenih mreža. Iako ovakav vid negovanja lažnih identiteta je teži uočiti golim okom, on predstavlja odličnu priliku za saradnju različitih kompanija u digitalnom prostoru. Na primeru STORM-2035 kampanje moglo se videti kako kompanije Meta, OpenAI i Microsoft možda ne nužno direktno sarađuju, ali koriste saznanja jedni drugih kako bi svoje platforme bolje osigurali. Iako je ovo dobar početak digitalne kompanije moraju početi aktivno da sarađuju na detekciji i prevenciji ovakvih pretnji kroz međusobno organizovane timove i deljenje operativnih saznanja o nastajućim pretnjama. Borba za kapitalizaciju tržišta između kompanija ne sme ugroziti, niti stajati na putu borbe za bolje digitalno sutra. Ipak, neprijatelj mog neprijatelja jeste meni prijatelj (OpenAI, 2024).

Zaključak

Iz prikazane literature, primera iz prakse i savremenih izveštaja tehnoloških kompanija može se zaključiti da generativna veštačka inteligencija stavlja prst u odavno postojeću, otvorenu ranu neiskrene diskusije u digitalnom javnom prostoru. Ona ne stvara problem iz temelja, već ga radikalno ubrzava, produbljuje i čini dostupnijim širem krugu aktera. Ono što je ranije zahtevalo vreme, resurse i koordinaciju većih grupa ljudi, sada je moguće realizovati uz znatno manje napora, uz veću brzinu i sa uverljivijim rezultatima. Time se kvalitativno menja priroda manipulacije – ona postaje kontinuirana, adaptivna i sve teže uočljiva.

Kako se priroda ovog fenomena promenila s dolaskom generativne veštačke inteligencije, potreban je pristup širokog spektra u odbrani. Tradicionalni modeli detekcije, koji su se oslanjali na prepoznavanje pojedinačnih lažnih naloga ili izolovanih kampanja, više nisu dovoljni. Potrebni su složeniji i sveobuhvatniji pristupi koji uzimaju u obzir obrasce koordinacije, ponavljajuće šablone ponašanja, mreže distribucije sadržaja, kao i poreklo i transformacije samog materijala. Poseban



značaj ima i saradnja između platformi, istraživačke zajednice, regulatornih tela i civilnog društva, jer se ovakve aktivnosti retko zadržavaju unutar granica jedne platforme ili jednog informacionog ekosistema.

Fokus isključivo na tehničkoj detekciji i naknadnom uklanjanju spornih naloga i sadržaja predstavlja, u suštini, borbu sa simptomima i pokušaj saniranja već nastale štete. Do trenutka kada se manipulativni sadržaj identifikuje i ukloni, njegov uticaj je često već ostvaren – kroz deljenje, reinterpretaciju i ugrađivanje u šire narative. Zbog toga podizanje svesti korisnika, razvoj medijske i digitalne pismenosti, kao i mehanizmi za proveru porekla i autentičnosti sadržaja, moraju biti jednako važni kao i sama tehnička detekcija. Bez aktivne uloge korisnika, svaki sistem zaštite ostaje delimičan i reaktivan.

U suprotnom, razvoj AI alata mogao bi dodatno produbiti već postojeću krizu poverenja u digitalnom javnom prostoru. Ako granica između autentičnog i sintetičkog sadržaja postane neprepoznatljiva, korisnici mogu izgubiti sposobnost – ili volju – da razlikuju pouzdane informacije od manipulacije. Ukoliko društvene mreže i akteri u širem digitalnom ekosistemu ostanu nespreni da odgovore na ovaj izazov, opasnost brisanja ionako tanke linije između stvarne javne rasprave i njenog veštačkog privida postaje sve izraženija.

Bez organizovane i koordinisane borbe protiv ovog fenomena, krećemo se ka dve podjednako problematične vizije budućnosti. U jednoj, informacije iz digitalnog prostora postaju u potpunosti nepouzdana i praktično neupotrebljive, što vodi ka opštem skepticizmu i eroziji javnog diskursa. U drugoj, možda još opasnijoj, takve informacije se nekritički prihvataju, bez preispitivanja i provere, čime manipulacija postaje nevidljiva i normalizovana. Između te dve krajnosti nalazi se prostor za delovanje – ali on zahteva pravovremenu, promišljenu i zajedničku reakciju različitih aktera digitalnog društva.

LITERATURA

1. Cadwalladr, C. (2018). The Cambridge Analytica files. The Guardian.
2. Cadwalladr, C., & Graham-Harrison, E. (2018). Revealed: 50 million Facebook profiles harvested for Cambridge Analytica in major data breach. The Guardian.
3. Cambridge Dictionary. (n.d.). Grassroots. Preuzeto sa <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/grassroots>
4. CNN. (2017). Russian oligarch dubbed "Putin's chef" linked to troll factory. Preuzeto sa <https://edition.cnn.com/2017/10/17/politics/russian-oligarch-putin-chef-troll-factory/index.html>
5. CNN. (2020). Russia-linked troll farms operating in Ghana and Nigeria. Preuzeto sa <https://edition.cnn.com/2020/03/12/world/russia-ghana-troll-farms-2020-ward/index.html>
6. Coalition for Content Provenance and Authenticity (C2PA). (n.d.). About. Preuzeto sa <https://c2pa.org/about/>
7. González, F., Yu, Y., Figueroa, A., López, C., & Aragon, C. (2019). Global reactions to the Cambridge Analytica scandal: An inter-language social media study. arXiv.
8. González-Pizarro, F., Figueroa, A., López, C., & Aragon, C. (2022). Regional differences in information privacy concerns after the Facebook-Cambridge Analytica data scandal. arXiv.
9. Howard, P. N., & Kollanyi, B. (2016). Bots, #StrongerIn, and #Brexit: Computational propaganda during the UK-EU referendum. Computational Propaganda Project.
10. Isaak, J., & Hanna, M. J. (2018). User data privacy: Facebook, Cambridge Analytica, and privacy protection. *Computer*, 51(8), 56–59.
11. Kosinski, M., Stillwell, D., & Graepel, T. (2013). Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(15), 5802–5805.



12. Kovic, M., Rauchfleisch, A., Sele, M., & Caspar, C. (2018). Digital astroturfing in politics: Definition, typology, and countermeasures. *Studies in Communication Sciences*, 18(1), 69–85.
13. Loth, A., Kappes, M., & Pahl, M.-O. (2024). Blessing or curse? A survey on the impact of... (arXiv:2404.03021).
14. Merriam-Webster. (n.d.). Astroturfing. Preuzeto sa <https://www.merriam-webster.com/dictionary/astroturfing>
15. Meta. (2021). How does News Feed predict what you want to see? Preuzeto sa <https://about.fb.com/news/2021/01/how-does-news-feed-predict-what-you-want-to-see/>
16. Meta. (2024). Meta quarterly adversarial threat report Q4 2024. Preuzeto sa <https://transparency.meta.com/sr/Q4-2024-Adversarial-threat-report/>
17. Meta. (2025). Meta quarterly adversarial threat report Q1 2025. Preuzeto sa <https://transparency.meta.com/sr/Q1-2025-Adversarial-threat-report/>
18. Nimmo, B., & Torrey, M. (2022). CIB report: China, Russia (September 2022). Preuzeto sa https://about.fb.com/wp-content/uploads/2022/11/CIB-Report_China-Russia-Sept-2022.pdf
19. OpenAI. (2024). Disrupting a covert Iranian influence operation. Preuzeto sa <https://openai.com/index/disrupting-a-covert-iranian-influence-operation/>
20. Ratkiewicz, J., Conover, M., Meiss, M., Gonçalves, B., Flammini, A., & Menczer, F. (2011). Detecting and tracking political abuse in social media. U *Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. Barcelona, Spain.
21. Stieglitz, S., Brachten, F., Ross, B., & Jung, A.-K. (2017). A categorisation of social media bot accounts. U *Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems*. Hobart.
22. Yang, K.C., & Menczer, F. (2024). Anatomy of an AI-powered malicious social botnet. *Journal of Quantitative Description: Digital Media*, 4.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SERVICE OF PUBLIC OPINION

Abstract

This paper analyzes the phenomenon of digital astroturfing, with a particular focus on its transformation driven by the development of modern artificial intelligence tools. Starting from the definition of astroturfing as an organized activity that simulates authentic “grassroots” support, the paper examines its typology, repertoire (tools, spaces, and actions), as well as the mechanisms through which such campaigns are conducted in the digital environment. Special attention is given to the role of algorithmic amplification and artificial engagement in the spread of manipulative content. Through the analysis of pre-generative AI examples, such as the “Massachusetts Twitter Bomb” and the activities of the Internet Research Agency, the paper highlights both the operational scope and limitations of earlier approaches. It then explores how generative AI, including advanced language models and multimedia generation tools, significantly increases the scalability, credibility, and adaptability of astroturfing campaigns. In particular, it emphasizes the possibility of creating parallel information ecosystems and alternative narratives. The concluding section discusses challenges in detection and prevention, stressing the need for a holistic approach that includes behavioral pattern analysis, cross-platform collaboration, and increased user awareness. The paper concludes that generative artificial intelligence does not change the essence of astroturfing, but it significantly deepens the crisis of trust in the digital public sphere.

Key words: Digital astroturfing, artificial intelligence, social media, misinformation, public opinion manipulation.



Primljeno: 13.05.2026

Prihvaćeno: 18.08.2026

UDK: 338+62

DOI: 10.7251/AKPR2605268J

UTICAJ KRIZNIH SITUACIJA NA TURIZAM I PUTNO OSIGURANJE: NESTABILAN SVIJET U ERI GEOPOLITIČKIH PROMJENA

Prof dr. Branislava Narančić Joveljić¹
Fikret Rastoder²

SAŽETAK

Savremeni sektor turizma nalazi se pod snažnim uticajem globalnih kriznih procesa koji uključuju klimatske promjene, pandemije, geopolitičke konflikte, inflatorne poremećaje i ubrzanu digitalnu transformaciju. Cilj rada jeste analiza uticaja kriznih situacija na međunarodni turizam i razvoj savremenih modela putnog osiguranja u uslovima povećane globalne nestabilnosti. Istraživanje se zasniva na kvalitativnoj analizi relevantne akademske literature, izvještaja međunarodnih organizacija i komparativnom sagledavanju savremenih kriznih događaja. Poseban fokus stavljen je na transformaciju tradicionalnih modela osiguranja u BANI okruženju, koje karakterišu krhkost, anksioznost, nelinearnost i neshvatljivost globalnih procesa. Rezultati istraživanja pokazuju da tradicionalni modeli putnog osiguranja postaju nedovoljni za upravljanje savremenim sistemskim rizicima, zbog čega industrija razvija digitalizovane, fleksibilne i personalizovane modele zaštite. Rad zaključuje da održivost turističkog sektora u budućnosti zavisi od razvoja otpornijih sigurnosnih mehanizama, međunarodne saradnje i integracije savremenih tehnologija u procese upravljanja krizama.

Ključne riječi: turizam, putno osiguranje, geopolitički rizik, BANI okruženje, krizni menadžment

1. UVOD

Globalni sektor turizma i putovanja predstavlja jednu od najvažnijih ekonomskih grana savremenog svijeta. Prema podacima Svjetske turističke organizacije sektor turizma neposredno i posredno generiše više od 10% globalnog bruto domaćeg proizvoda i obezbjeđuje milione radnih mjesta širom svijeta. (UNWTO, 2020). Međutim, savremeni međunarodni sistem prolazi kroz duboku transformaciju obilježenu političkom nestabilnošću, klimatskim promjenama, pandemijama, tehnološkim poremećajima i rastućim geopolitičkim tenzijama.

Turizam je historijski uvijek bio osjetljiv na sigurnosne, političke i ekonomske promjene. Međutim, u savremenom dobu intenzitet i učestalost kriza dostigli su nivo koji fundamentalno mijenja način funkcionisanja turističke industrije. Pandemija COVID-19 predstavljala je najveći globalni poremećaj međunarodnih putovanja nakon Drugog svjetskog rata, dok su rat u Ukrajini, konflikti na

¹ branslavanarancic@gmail.com

² f.rastoder@yahoo.de



Bliskom istoku, energetska kriza i inflatorni pritisci dodatno destabilizovali globalno tržište putovanja. (WTTC, 2023).

U takvom okruženju, putno osiguranje više nije samo dodatna usluga koja pokriva gubitak prtljaga ili medicinske troškove, već postaje ključni sigurnosni mehanizam za upravljanje savremenim rizicima. Tradicionalni modeli osiguranja zasnovani na historijskim podacima i relativno stabilnim tržišnim uslovima više nisu dovoljni za procjenu savremenih prijetnji. (Leggat, 2005).

Savremeni međunarodni odnosi danas se sve češće analiziraju kroz koncept BANI okruženja (Brittle, Anxious, Non-linear, Incomprehensible), koji je zamijenio raniji VUCA model. U BANI sistemu globalni procesi postaju krhki, anksiozni, nelinearni i teško razumljivi, što dodatno komplikuje upravljanje turističkim tokovima i procjenu rizika u sektoru osiguranja. (European Economic Letters, 2024).

Cilj ovog rada jeste analiza uticaja savremenih kriznih situacija na razvoj turizma i putnog osiguranja, sa posebnim fokusom na geopolitičke konflikte, klimatske promjene, pandemijske poremećaje i tehnološke transformacije. Rad nastoji objasniti kako se turistički sektor i industrija osiguranja prilagođavaju novim globalnim okolnostima, te koji modeli mogu osigurati dugoročnu otpornost i održivost.

2. PREGLED LITERATURE I TEORIJSKI OKVIR

Istraživanja iz oblasti putnog osiguranja dugo su bila dominantno fokusirana na medicinske aspekte međunarodnih putovanja. Prvi ozbiljniji akademski radovi pojavljuju se krajem šezdesetih godina XX vijeka, dok intenzivniji razvoj naučnih istraživanja počinje početkom osamdesetih godina. (Haque et al., 2023).

Tradicionalna literatura analizirala je uglavnom zdravstvene rizike putovanja, troškove hitne medicinske pomoći i epidemiološke izazove međunarodne mobilnosti.

Savremena literatura bilježi značajan pomak ka interdisciplinarnom pristupu. Turizam se danas posmatra kao kompleksan sistem koji je direktno povezan sa geopolitikom, ekonomijom, sigurnosnim studijama, klimatskim promjenama i digitalnom transformacijom društva. (Hall, 2010) Posebno nakon pandemije COVID-19 raste broj istraživanja koja analiziraju odnos između globalnih kriza i ponašanja turista.

Rahman i saradnici ističu da pandemije mijenjaju percepciju sigurnosti i povećavaju nivo percepcije rizika kod međunarodnih putnika. (Rahman et al., 2021). Putnici danas češće traže fleksibilne aranžmane, mogućnost otkazivanja putovanja i šire pakete zdravstvenog osiguranja. Time se mijenja i poslovni model turističkih kompanija i osiguravajućih društava.

Geopolitički aspekt savremenog turizma posebno je značajan. Muntele i saradnici ukazuju da geopolitički konflikti direktno utiču na promjene turističkih tokova, smanjenje međunarodne mobilnosti i rast troškova sigurnosti. (Muntele et al., 2018). Turističke destinacije koje su ranije smatrane stabilnim danas mogu postati visoko rizične usljed političkih tenzija, ekonomskih sankcija ili terorističkih prijetnji.

Teorijski okvir ovog rada zasniva se na kombinaciji nekoliko savremenih pristupa:

- teorije upravljanja rizikom;
- koncepta VUCA i BANI okruženja;
- teorije otpornosti turističkih sistema;
- modela održivog upravljanja krizama;
- teorije geopolitičke sigurnosti.



Koncept BANI okruženja posebno je važan za razumijevanje savremenih globalnih procesa. Za razliku od VUCA modela koji podrazumijeva volatilnost i neizvjesnost, BANI model ukazuje na duboku sistemsku krhkost i nelinearne poremećaje koje je gotovo nemoguće precizno predvidjeti. (Zweers & Kelecevic, 2025). U takvom okruženju turistički sektor i industrija osiguranja moraju razvijati nove adaptivne modele poslovanja.

Pored toga, savremena literatura sve više naglašava značaj koncepta „resilience“ odnosno otpornosti turističkih destinacija. Otpornost podrazumijeva sposobnost turističkog sistema da apsorbira šokove, prilagodi se krizama i nastavi funkcionisati uprkos poremećajima. (OECD, 2022).

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Ovaj rad koristi kombinovani metodološki pristup koji uključuje kvalitativnu analizu, bibliometrijsku obradu relevantne literature i komparativnu analizu savremenih kriznih fenomena.

Prvi dio istraživanja zasniva se na analizi akademskih radova dostupnih kroz međunarodne naučne baze podataka poput Scopus, Web of Science i Google Scholar. Ključne riječi korištene tokom istraživanja uključuju: „travel insurance“, „tourism crisis“, „geopolitical risk“, „pandemic tourism“, „BANI environment“ i „travel risk management“.

Drugi dio rada temelji se na analizi izvještaja međunarodnih organizacija i stručnih institucija, uključujući:

- UNWTO;
- World Economic Forum;
- OECD;
- Clingendael Institute;
- Aon Risk Reports;
- World Travel and Tourism Council.

Metod komparativne analize korišten je radi poređenja uticaja različitih kriznih događaja na turistički sektor i osiguravajuće tržište. Posebna pažnja posvećena je analizi pandemije COVID-19, rata u Ukrajini i klimatskih katastrofa iz perioda 2020–2025. godine.

U istraživanju je korišten i deskriptivno-analitički pristup radi objašnjavanja savremenih transformacija industrije putnog osiguranja. Analizirani su trendovi prilagođavanja polisa osiguranja, promjene u ponašanju korisnika i razvoj digitalnih tehnologija u sektoru osiguranja.

4. GLOBALNE KRIZE I TRANSFORMACIJA TURISTIČKOG SEKTORA

4.1. Klimatske promjene i ekološke krize

Klimatske promjene predstavljaju jedan od najvećih dugoročnih izazova za globalni turizam. Povećanje prosječnih temperatura, ekstremni vremenski događaji, poplave, suše i šumski požari direktno utiču na turističku infrastrukturu i sezonalnost putovanja. (IPCC, 2023). Turističke destinacije koje zavise od prirodnih resursa postaju posebno ranjive. Mediteranske zemlje suočavaju se sa sve intenzivnijim toplotnim talasima i požarima, dok skijaški centri u Alpama bilježe kraće zimske sezone zbog nedostatka snijega. Klimatske promjene time direktno utiču na prihode turističkih zajednica i investicione planove.

Požari na grčkom ostrvu Rodos i havajskom ostrvu Maui tokom 2023. godine pokazali su koliko brzo turističke destinacije mogu preći iz statusa atraktivnih lokacija u krizne zone. (UN



Environment Programme, 2024). Hiljade turista morale su biti evakuisane, dok su osiguravajuće kuće zabilježile značajan rast zahtjeva za nadoknadu štete.

Industrija putnog osiguranja suočava se sa rastućim troškovima klimatskih rizika. Osiguravači sve češće uvode ograničenja i posebne klauzule vezane za prirodne katastrofe. Pojam „foreseeability date“ postaje ključan instrument za definisanje trenutka kada određeni događaj postaje „predvidiv“, čime se ograničava mogućnost naknadnog ugovaranja pokrića. (Care Insurance, 2024). Pored ekonomskih posljedica, klimatske promjene mijenjaju i ponašanje turista. Sve više putnika bira održive destinacije, ekološki prihvatljiv smještaj i oblike turizma sa manjim ugljeničnim otiskom. Time održivost postaje ne samo ekološko već i tržišno pitanje.

4.2. Globalne zdravstvene paradigme i pandemije

Pandemija COVID-19 ostavila je duboke posljedice na međunarodni turizam. Tokom 2020. godine globalna turistička kretanja smanjena su za više od 70%, što je izazvalo ogromne finansijske gubitke u avio-industriji, hotelijerstvu i turističkim agencijama. (UNWTO, 2021). Pandemija je promijenila percepciju sigurnosti kod putnika. Zdravstvena zaštita danas predstavlja jedan od ključnih faktora pri donošenju odluke o putovanju. Putnici sve više traže polise koje uključuju:

- pokriće pandemijskih troškova;
- troškove karantina;
- digitalne medicinske konsultacije;
- hitnu repatrijaciju;
- psihološku podršku.

Razvoj telemedicine i digitalnih zdravstvenih servisa dodatno transformiše sektor putnog osiguranja. Savremeni korisnici očekuju mogućnost online konsultacija sa lekarima, digitalnu obradu zahtjeva i brzu komunikaciju putem mobilnih aplikacija.

Pandemija je takođe pokazala koliko su turizam i geopolitika međusobno povezani. Zatvaranje granica, restrikcije putovanja i različite nacionalne epidemiološke politike dovele su do fragmentacije međunarodnog sistema mobilnosti. (World Health Organization, 2022).

Poseban izazov predstavlja pojava novih infektivnih bolesti i rizik od budućih pandemija. Prema procjenama Svjetske zdravstvene organizacije, globalna mobilnost i urbanizacija povećavaju vjerovatnoću brzog širenja novih virusa. (Aon, 2025). Zbog toga zdravstveni rizici postaju trajna komponenta turističkog planiranja.

4.3. Tehnološki poremećaji i digitalna transformacija

Digitalizacija i razvoj vještačke inteligencije fundamentalno mijenjaju turističku industriju. Online platforme, algoritmi preporuka i automatizovani sistemi rezervacija omogućili su personalizaciju turističkih usluga i povećali dostupnost međunarodnih putovanja.

Vještačka inteligencija koristi se za:

- analizu turističkih preferencija;
- kreiranje personalizovanih itinerera;
- procjenu sigurnosnih rizika;
- automatizaciju korisničke podrške;
- upravljanje kriznim situacijama.

Međutim, digitalna transformacija stvara i nove rizike. Cyber napadi na avio-kompanije, hotelske lance i osiguravajuće kuće postaju sve češći. Krađa podataka, digitalne prevare i kompromitacija



informativnih sistema mogu izazvati ozbiljne finansijske i reputacione posljedice. (World Economic Forum, 2024). Pored toga, algoritamske greške mogu dovesti putnike u opasne situacije. Ukoliko sistem zasnovan na vještačkoj inteligenciji pogrešno procijeni sigurnost određene regije ili preporuči rutu kroz područje političkih nemira, postavlja se pitanje odgovornosti turističkih kompanija i osiguravača.

Digitalizacija mijenja i očekivanja korisnika. Savremeni putnici očekuju brzu obradu zahtjeva, digitalne police osiguranja, mobilne aplikacije i mogućnost trenutnog pristupa informacijama o sigurnosti destinacije.

4.4. Geopolitička nestabilnost i oružani konflikti

Geopolitička nestabilnost danas predstavlja jedan od najvažnijih faktora koji utiču na međunarodni turizam. Ratovi, sankcije, političke tenzije i terorističke prijetnje direktno utiču na percepciju sigurnosti i odluke turista.

Rat u Ukrajini izazvao je duboke posljedice po evropski turistički sektor. Zatvaranje vazdušnog prostora, energetska kriza i rast cijena transporta negativno su uticali na turističke tokove širom Evrope. (IMF, 2023). Istovremeno, konflikt je povećao premije osiguranja i doveo do povlačenja pojedinih osiguravača iz visokorizičnih regiona.

Savremeni konflikti imaju asimetričan karakter. Za razliku od klasičnih ratova XX vijeka, današnje sigurnosne prijetnje uključuju:

- cyber ratovanje;
- hibridne prijetnje;
- terorizam;
- dezinformacione kampanje;
- energetske ucjene;
- destabilizaciju kritične infrastrukture.

Turističke destinacije danas moraju razvijati kompleksne sigurnosne mehanizme kako bi zadržale međunarodnu konkurentnost. Posebno su osjetljive tranzicijske regije poput Zapadnog Balkana, koje predstavljaju prostor geopolitičkog nadmetanja između velikih sila. (Michel, 2022).

Geopolitičke promjene utiču i na ponašanje turista. Putnici danas češće provjeravaju sigurnosne preporuke ministarstava vanjskih poslova i međunarodnih organizacija prije donošenja odluke o putovanju. Time sigurnost postaje jedan od ključnih faktora konkurentnosti turističkih destinacija.

4.5. Ekonomske krize, inflacija i energetska nesigurnost

Pored zdravstvenih i sigurnosnih izazova, globalni turizam suočava se i sa ozbiljnim ekonomskim poremećajima. Inflacija, rast cijena energenata i nestabilnost globalnih lanaca snabdijevanja povećavaju troškove putovanja i smanjuju kupovnu moć stanovništva.

Rast cijena goriva direktno utiče na avio-industriju, dok inflacija povećava cijene hotelskog smještaja i turističkih usluga. Istovremeno, ekonomska nesigurnost dovodi do promjene potrošačkih navika. Turisti sve češće biraju kraća i jeftinija putovanja, dok raste interesovanje za regionalni i domaći turizam.

Energetska kriza dodatno komplikuje poslovanje turističkog sektora. Hoteli, aviokompanije i turistički operateri suočavaju se sa rastućim operativnim troškovima, što utiče na profitabilnost i investicione kapacitete.



5. PUTNO OSIGURANJE U EKSTREMNIM USLOVIMA

5.1. Evakuacije i pokriće u ratnim zonama

Standardne polise putnog osiguranja tradicionalno isključuju ratne sukobe, građanske nemire i političke konflikte. (AllClear, 2026). Takva ograničenja postaju sve problematičnija u savremenom svijetu obilježenom rastućom nestabilnošću.

U slučaju izbijanja sukoba nakon dolaska putnika u određenu državu, mogućnosti zaštite zavise od konkretnih uslova polise. Većina standardnih paketa ne uključuje organizaciju evakuacije iz ratnih zona, što predstavlja ozbiljan problem za međunarodne putnike i poslovne ljude.

Zbog toga raste značaj specijalizovanih polisa koje uključuju:

- hitnu evakuaciju;
- krizni menadžment;
- repatrijaciju;
- sigurnosnu logistiku;
- zaštitu od političkih rizika.

Luksuzne korporativne police danas često uključuju saradnju sa privatnim sigurnosnim kompanijama i međunarodnim centrima za krizni menadžment.

5.2. Korporativna sigurnost i „Duty of Care“ koncept

Savremene multinacionalne kompanije imaju pravnu i etičku obavezu zaštite zaposlenih tokom međunarodnih putovanja. Ovaj koncept poznat je kao „Duty of Care“. (Oshita et al., 2020).

Duty of Care podrazumijeva:

- procjenu rizika prije putovanja;
- sigurnosnu edukaciju zaposlenih;
- monitoring lokacije zaposlenih;
- kriznu komunikaciju;
- planove hitne evakuacije.

Poslodavci koji zanemare sigurnost zaposlenih mogu se suočiti sa ozbiljnim pravnim i reputacionim posljedicama. Zbog toga korporativno upravljanje rizicima postaje sastavni dio međunarodnog poslovanja.

Posebnu ulogu imaju K&R (Kidnap and Ransom) police koje pružaju zaštitu u slučajevima otmice, ucjene i političkog nasilja. Ove police postaju sve važnije za kompanije koje posluju u nestabilnim regionima.

5.3. Prilagođavanje polisa i cjenovna dostupnost

Rast sistemskih rizika doveo je do značajnih promjena u sektoru osiguranja. Premije putnog osiguranja rastu zbog povećane učestalosti kriznih događaja, dok osiguravači uvode sve više ograničenja i izuzetaka.

Pojedine osiguravajuće kuće povukle su se iz visokorizičnih regiona poput Ukrajine, Izraela ili Tajvana, dok su druge značajno povećale cijene pokrića. (Swiss Re Institute, 2025). Time nastaje problem tržišne stratifikacije – kvalitetne police postaju dostupne samo finansijski moćnijim klijentima.



Istovremeno raste popularnost fleksibilnih modela osiguranja koji omogućavaju:

- kratkoročne police;
- modularna pokrića;
- „pay-as-you-go“ modele;
- personalizovane pakete.

5.4. Digitalizacija i personalizacija osiguranja

Digitalna transformacija omogućava razvoj potpuno novih modela osiguranja. Savremeni sistemi koriste velike količine podataka, geolokaciju i algoritme za procjenu rizika u realnom vremenu.

InsurTech kompanije razvijaju aplikacije koje omogućavaju:

- trenutno aktiviranje polisa;
- automatsku obradu zahtjeva;
- digitalne medicinske konsultacije;
- praćenje sigurnosnih upozorenja;
- komunikaciju tokom kriznih situacija.

Personalizacija predstavlja jedan od ključnih trendova budućnosti. Umjesto univerzalnih polisa, korisnici dobijaju individualizovana rješenja prilagođena destinaciji, zdravstvenom stanju, dužini putovanja i stepenu rizika.

6. IZAZOVI ZA TRADICIONALNE MODELE OSIGURANJA

Tradicionalni modeli osiguranja zasnivaju se na principu statističke predvidivosti i raspodjele rizika među velikim brojem korisnika. Međutim, savremeni globalni poremećaji dovode u pitanje održivost takvog pristupa.

Sistemske rizici poput pandemija, klimatskih katastrofa i geopolitičkih konflikata istovremeno pogađaju veliki broj korisnika, čime se smanjuje mogućnost diverzifikacije rizika. (Munich Re, 2024). Posljedica toga jeste rast premija i smanjenje obima pokrića.

Osiguravači se suočavaju sa nekoliko ključnih izazova:

- rast nepredvidivih događaja;
- povećanje troškova reosiguranja;
- cyber prijetnje;
- regulatorna neizvjesnost;
- inflatorni pritisci;
- promjene korisničkih očekivanja.

Poseban problem predstavlja činjenica da savremeni rizici često imaju nelinearan karakter. Mali incident može izazvati globalne posljedice kroz međusobno povezane sisteme međunarodne ekonomije i mobilnosti.

Tradicionalni aktuarski modeli teško mogu predvidjeti posljedice događaja poput pandemije COVID-19 ili velikih geopolitičkih konflikata. Zbog toga osiguravajuće kompanije moraju razvijati fleksibilnije i dinamičnije modele procjene rizika.



7. BUDUĆI PRAVCI I ODRŽIVI POSLOVNI MODELI

Budućnost turističkog sektora i putnog osiguranja zavisiće od sposobnosti prilagođavanja novim globalnim okolnostima. Otpornost, fleksibilnost i digitalna transformacija postaju ključni elementi održivog razvoja. Budući razvoj turističkog sektora i putnog osiguranja biće usmjeren prema stvaranju fleksibilnijih, otpornijih i održivijih poslovnih modela koji mogu odgovoriti na sve složenije globalne izazove. Geopolitičke krize, klimatske promjene, zdravstvene prijetnje, digitalizacija i promjene u ponašanju putnika zahtijevaju od turističkih kompanija i osiguravajućih društava da kontinuirano prilagođavaju svoje proizvode i poslovne procese. U tom smislu, održivost i otpornost postaju važni faktori dugoročne konkurentnosti.

Savremeni trendovi ukazuju na nekoliko važnih pravaca razvoja:

7.1. Razvoj adaptivnih modela osiguranja

Razvoj adaptivnih modela osiguranja predstavlja važan pravac budućeg razvoja putnog osiguranja, posebno u uslovima sve složenijeg i nepredvidivijeg globalnog okruženja. Tradicionalne polise često se zasnivaju na unaprijed definisanim rizicima i standardizovanim uslovima, što može predstavljati ograničenje u situacijama kada se pojave novi ili neočekivani rizici. Pandemije, geopolitičke krize, prirodne katastrofe, klimatske promjene i poremećaji u saobraćaju pokazuju potrebu za fleksibilnijim modelima koji se mogu prilagođavati promjenjivim okolnostima.

Adaptivno osiguranje podrazumijeva mogućnost prilagođavanja nivoa zaštite stvarnim potrebama putnika i karakteristikama konkretnog putovanja. Na primjer, putnik bi mogao birati različite nivoe pokriva u zavisnosti od destinacije, trajanja putovanja, vrste aktivnosti i procijenjenog nivoa rizika. Na taj način osiguranje postaje personalizovanije i omogućava korisniku da plati zaštitu koja odgovara njegovim stvarnim potrebama, umjesto korištenja potpuno standardizovanih paketa.

Savremene digitalne tehnologije mogu dodatno unaprijediti ovu oblast. Analiza podataka i vještačka inteligencija omogućavaju osiguravajućim društvima da prate promjene rizika i pravovremeno prilagođavaju svoje proizvode. Putnik bi, na primjer, mogao dobiti upozorenje o povećanom riziku na određenoj destinaciji, promjeni vremenskih uslova ili poremećaju u saobraćaju, zajedno sa informacijama o tome kako takva situacija utiče na njegovo osiguravajuće pokriće.

Poseban potencijal imaju modeli osiguranja koji omogućavaju brzu i automatizovanu isplatu naknade. U određenim situacijama, poput otkazivanja leta zbog unaprijed definisanih događaja, sistem bi mogao automatski prepoznati nastanak osiguranog slučaja i pokrenuti proces naknade bez dugotrajne administrativne procedure. Time se povećava efikasnost osiguravajućih društava i istovremeno poboljšava korisničko iskustvo.

Ipak, razvoj adaptivnih modela mora biti praćen odgovarajućim regulatornim i etičkim standardima. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti zaštiti ličnih podataka, transparentnosti načina procjene rizika i jasnom informisanju korisnika o uslovima osiguranja. Putnik mora razumjeti šta polisa pokriva, u kojim okolnostima se zaštita mijenja i koja su njegova prava.

U konačnici, adaptivni modeli osiguranja mogu značajno doprinijeti stvaranju fleksibilnijeg i otpornijeg sistema putnog osiguranja. Njihova osnovna prednost jeste sposobnost da se prilagode promjenjivim rizicima i individualnim potrebama putnika. Time putno osiguranje prestaje biti samo tradicionalni finansijski proizvod i postaje dinamičan mehanizam upravljanja rizicima, koji može pružiti efikasniju zaštitu u uslovima savremenih globalnih neizvjesnosti.



7.2. Jačanje međunarodne saradnje

Jačanje međunarodne saradnje predstavlja jedan od ključnih elemenata za razvoj sigurnog, otpornog i održivog turističkog sektora. Savremeni rizici koji utiču na turizam, poput pandemija, geopolitičkih konflikata, klimatskih promjena, prirodnih katastrofa i cyber prijetnji, ne poznaju državne granice. Zbog toga nijedna država ne može samostalno i u potpunosti odgovoriti na sve izazove koji mogu ugroziti sigurnost putnika i stabilnost turističkog tržišta. Neophodna je kontinuirana saradnja između država, međunarodnih organizacija, turističkih institucija, osiguravajućih društava i drugih relevantnih aktera.

Posebno je značajna razmjena informacija o sigurnosnim, zdravstvenim i političkim rizicima. Pravovremena razmjena podataka omogućava državama i turističkim organizacijama da bolje procijene potencijalne opasnosti i preduzmu odgovarajuće preventivne mjere. Istovremeno, putnicima je potrebno obezbijediti jasne, pouzdane i ažurirane informacije o situaciji na destinacijama koje planiraju posjetiti. Na taj način se smanjuje mogućnost donošenja odluka zasnovanih na nepotpunim ili nepouzdanim informacijama.

Međunarodna saradnja posebno dobija na značaju u kriznim situacijama. Tokom pandemija, prirodnih katastrofa ili oružanih sukoba potrebno je uskladiti postupke evakuacije, zdravstvene zaštite, prelaska granica i pružanja pomoći turistima. Uloga ambasada, konzularnih predstavništava, međunarodnih organizacija i turističkih institucija tada postaje posebno važna. Efikasna koordinacija može značajno smanjiti posljedice kriznih događaja i omogućiti bržu normalizaciju turističkih tokova.

Važan aspekt međunarodne saradnje odnosi se i na oblast putnog osiguranja. Različiti sistemi osiguranja i zakonski propisi među državama mogu predstavljati izazov za putnike, posebno u složenim kriznim situacijama. Zbog toga je potrebno raditi na usklađivanju procedura, unapređenju međunarodnih standarda i razvoju fleksibilnijih modela osiguranja koji mogu pružiti adekvatnu zaštitu bez obzira na mjesto nastanka rizika.

U budućnosti će međunarodna saradnja biti još značajnija zbog sve veće povezanosti turističkih tržišta i globalne mobilnosti. Zajednički standardi, razmjena iskustava, razvoj sistema ranog upozoravanja i koordinisano djelovanje mogu doprinijeti stvaranju otpornijeg turističkog sistema. Na taj način međunarodna saradnja ne predstavlja samo odgovor na postojeće krize, već i važan mehanizam njihovog predviđanja, prevencije i efikasnijeg upravljanja.

7.3. Integracija održivosti u turističke politike

Integracija održivosti u turističke politike predstavlja jedan od ključnih preduslova za dugoročni razvoj turističkog sektora. Savremeni turizam ne može biti usmjeren isključivo na povećanje broja turista i ostvarivanje ekonomskih prihoda, već mora uzeti u obzir zaštitu prirodnih resursa, očuvanje kulturne baštine i kvalitet života lokalnog stanovništva. Održive turističke politike trebale bi uspostaviti ravnotežu između ekonomskih interesa, zaštite životne sredine i društvenih potreba.

Poseban značaj ima smanjenje negativnog uticaja turizma na životnu sredinu. To podrazumijeva racionalno korištenje vode i energije, smanjenje količine otpada, razvoj održivog saobraćaja i podsticanje korištenja obnovljivih izvora energije. Turističke destinacije trebale bi razvijati infrastrukturu koja može odgovoriti na rast turističke potražnje, ali istovremeno smanjiti pritisak na prirodne resurse i ekosisteme.



Održivost ima važnu ulogu i u kontekstu klimatskih promjena. Turističke destinacije sve su više izložene ekstremnim vremenskim pojavama, požarima, poplavama, visokim temperaturama i drugim prirodnim rizicima. Zbog toga turističke politike moraju uključivati mjere prilagođavanja klimatskim promjenama i jačanja otpornosti turističke infrastrukture. Pravovremeno planiranje i ulaganje u otpornu infrastrukturu mogu smanjiti potencijalne gubitke i povećati sigurnost turista i lokalnog stanovništva.

Pored ekološke dimenzije, održivi turizam podrazumijeva i uključivanje lokalne zajednice. Lokalnom stanovništvu treba omogućiti da ima ekonomsku korist od turističkog razvoja, dok se istovremeno mora voditi računa o očuvanju lokalne kulture, tradicije i identiteta. Na taj način turizam može doprinijeti zapošljavanju, razvoju malih i srednjih preduzeća i unapređenju kvaliteta života stanovništva.

U konačnici, integracija održivosti u turističke politike zahtijeva saradnju države, lokalnih vlasti, turističkih organizacija, privatnog sektora i samih turista. Održivost ne treba posmatrati samo kao ekološki cilj, već kao sveobuhvatan princip koji povezuje ekonomsku stabilnost, društvenu odgovornost, zaštitu životne sredine i sigurnost. Takav pristup omogućava stvaranje turističkog sektora koji je dugoročno konkurentan, odgovoran i otporniji na globalne izazove.

7.4. Primjena vještačke inteligencije i analitike podataka

Primjena vještačke inteligencije (AI) i napredne analitike podataka predstavlja jedan od najznačajnijih pravaca razvoja savremenog turizma i putnog osiguranja. Velike količine podataka koje nastaju kroz rezervacije, mobilne aplikacije, društvene mreže, meteorološke izvore, zdravstvene sisteme i druge digitalne platforme omogućavaju preciznije prepoznavanje i procjenu različitih rizika. Na osnovu analize tih podataka moguće je pravovremeno uočiti promjene koje mogu uticati na sigurnost putnika i turistička kretanja.

U oblasti putnog osiguranja, vještačka inteligencija može omogućiti efikasniju procjenu rizika, automatizaciju obrade zahtjeva i brže rješavanje šteta. Analizom podataka o destinaciji, vrsti putovanja, vremenskim uslovima i drugim relevantnim faktorima osiguravajuća društva mogu razvijati personalizovanije proizvode koji bolje odgovaraju potrebama pojedinačnih putnika. Istovremeno, algoritmi mogu pomoći u prepoznavanju neuobičajenih obrazaca i potencijalnih zloupotreba osiguranja.

Poseban značaj ima mogućnost predviđanja kriznih situacija. Analitika podataka može povezivati informacije o vremenskim nepogodama, političkim nestabilnostima, epidemiološkim prijetnjama i poremećajima u saobraćaju, čime se stvaraju kvalitetniji sistemi ranog upozoravanja. Putnici bi na taj način mogli pravovremeno dobijati informacije o promjenama rizika na destinaciji i preporuke za prilagođavanje svojih planova putovanja.

Ipak, primjena vještačke inteligencije zahtijeva odgovoran pristup, posebno kada je riječ o zaštiti ličnih podataka, transparentnosti algoritama i sigurnosti digitalnih sistema. Tehnologija ne može u potpunosti zamijeniti ljudsko odlučivanje, već treba služiti kao podrška stručnjacima i institucijama. Pravilnom primjenom AI i analitike podataka moguće je unaprijediti sigurnost putnika, povećati efikasnost osiguravajućih društava i izgraditi otporniji turistički sektor sposoban da odgovori na sve složenije rizike savremenog okruženja.



7.5. Edukacija putnika i razvoj sigurnosne kulture

Savremeni putnici moraju biti svjesni kompleksnosti globalnih rizika koji mogu uticati na njihovu sigurnost i kvalitet putovanja. Edukacija o sigurnosti, zdravstvenim prijetnjama, prirodnim katastrofama, geopolitičkim okolnostima i uslovima putnog osiguranja postaje važan segment održivog turističkog razvoja. Putnici bi prije putovanja trebali biti informisani o potencijalnim rizicima destinacije, procedurama u vanrednim situacijama, dostupnosti zdravstvene zaštite i obimu osiguravajućeg pokriva.

Razvoj sigurnosne kulture podrazumijeva i odgovornije ponašanje samih turista. Pravovremeno informisanje, poštovanje lokalnih propisa, čuvanje ličnih dokumenata i oprez pri korištenju digitalnih servisa mogu značajno smanjiti izloženost različitim rizicima. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti digitalnoj sigurnosti, s obzirom na sve veću upotrebu mobilnih aplikacija, elektronskih plaćanja i online rezervacija.

Zbog toga turističke organizacije, osiguravajuća društva i nadležne institucije imaju važnu ulogu u pružanju jasnih i dostupnih informacija putnicima. Cilj edukacije nije stvaranje straha od putovanja, već razvoj svijesti i sposobnosti putnika da pravovremeno prepoznaju rizik i adekvatno reaguju. Na taj način sigurnosna kultura postaje sastavni dio savremenog turističkog iskustva i doprinosi većoj otpornosti cjelokupnog turističkog sistema.

8. ZAKLJUČAK

Savremeni sektor turizma nalazi se u periodu duboke i višedimenzionalne transformacije, koju istovremeno oblikuju geopolitički konflikti, klimatske promjene, pandemije, zdravstvene krize, tehnološki poremećaji i sve izraženija digitalna zavisnost. U takvom okruženju turizam više nije moguće posmatrati isključivo kao ekonomsku djelatnost usmjerenu na ostvarivanje prihoda i povećanje turističke mobilnosti. Sigurnost, otpornost, održivost i sposobnost brzog prilagođavanja postaju jednako važni elementi njegovog dugoročnog razvoja. Globalna mobilnost zahtijeva integrisan pristup u kojem se povezuju turizam, osiguranje, zdravstveni sistemi, državne institucije, privatni sektor i međunarodne organizacije.

Putno osiguranje u tom procesu dobija sve značajniju ulogu, jer predstavlja jedan od osnovnih mehanizama zaštite putnika od različitih finansijskih i nepredviđenih posljedica tokom putovanja. Međutim, iskustva iz posljednjih godina pokazuju da tradicionalni modeli osiguranja nisu uvijek dovoljno prilagođeni složenosti savremenih rizika. Pojava pandemija, zatvaranja granica, političkih nestabilnosti, prirodnih katastrofa, cyber prijetnji i drugih sistemskih poremećaja ukazala je na potrebu za fleksibilnijim i prilagodljivijim modelima osiguranja. Budući razvoj ove oblasti stoga će biti usmjeren prema digitalizaciji, personalizaciji proizvoda, bržoj obradi zahtjeva i korištenju savremenih tehnologija za procjenu i upravljanje rizicima.

Poseban značaj ima rast geopolitičkih rizika, koji direktno utiču na pravce turističkih kretanja, percepciju sigurnosti destinacija i odluke putnika. U BANI okruženju, koje karakterišu krhkost, anksioznost, nelinearnost i nerazumljivost, sposobnost predviđanja kriznih situacija postaje sve ograničenija. Zbog toga fokus više ne može biti samo na predviđanju rizika, već i na izgradnji otpornosti sistema koji će omogućiti brzo reagovanje kada se kriza dogodi. Sigurnost putovanja tako postaje zajednička odgovornost svih učesnika – od samih putnika i osiguravajućih društava do turističkih organizacija, aviokompanija, država i međunarodnih institucija.

U narednom periodu posebno će biti važno unaprijediti razmjenu informacija i koordinaciju između različitih aktera. Pravovremene informacije o sigurnosnim, zdravstvenim, klimatskim i političkim



rizicima mogu značajno doprinijeti donošenju kvalitetnijih odluka i smanjenju posljedica kriznih situacija. Istovremeno, digitalna transformacija može omogućiti razvoj pametnijih sistema upozoravanja, automatizovane procjene rizika i personalizovanih polisa koje će se prilagođavati konkretnim potrebama i profilu putnika.

Budućnost turizma i putnog osiguranja zato će u velikoj mjeri zavisiti od sposobnosti da se tradicionalni modeli poslovanja zamijene fleksibilnijim, otpornijim i tehnološki naprednijim pristupima. Održivi razvoj, digitalizacija, zaštita podataka, zdravstvena sigurnost, upravljanje krizama i međunarodna saradnja moraće biti međusobno povezani, a ne posmatrani kao odvojene oblasti. Samo takav integrirani pristup može omogućiti stvaranje sigurnijeg i otpornijeg turističkog sistema koji će biti sposoban odgovoriti na nepredvidive izazove budućnosti.

Na kraju, može se zaključiti da će sigurnost i otpornost postati jedni od najvažnijih faktora konkurentnosti turističkih destinacija. Putnici budućnosti neće vrednovati destinaciju samo na osnovu cijene, kvaliteta usluge i atraktivnosti, već i prema nivou sigurnosti, dostupnosti informacija i sposobnosti destinacije da reaguje u kriznim situacijama. U tom smislu, putno osiguranje neće predstavljati samo dodatnu uslugu, već važan dio ukupne turističke sigurnosti. Njegova buduća vrijednost ogledaće se upravo u sposobnosti da poveže finansijsku zaštitu, digitalna rješenja, krizni menadžment i pravovremenu podršku putnicima. Time se stvaraju temelji za razvoj turizma koji nije samo ekonomski uspješan, već i održiv, siguran, prilagodljiv i otporan na izazove sve složenijeg globalnog okruženja.

LITERATURA

1. UNWTO (2020), *World Tourism Barometer*, Vol. 18, No. 5, str. 12.
2. WTTC (2023), *Global Economic Impact Report*, London, str. 18–22.
3. Leggat, P.A. (2005), *Travel Medicine: an Australian Perspective*, *Travel Medicine and Infectious Disease*, Vol. 3, No. 2, str. 67–75.
4. European Economic Letters (2024), *Navigating the BANI Landscape for Organisational Success*, Vol. 14, No. 2, str. 980–988.
5. Haque, U. et al. (2023), *Comparative Analysis of VUCA and BANI Frameworks*, *Semantic Scholar*, str. 4–8.
6. Hall, C.M. (2010), *Crisis Events in Tourism*, *Current Issues in Tourism*, Vol. 13, No. 5, str. 401–417.
7. Rahman, M.K., Gazi, M.A.I., Bhuiyan, M.A., Rahaman, M.A. (2021), *Effect of Covid-19 Pandemic on Tourist Travel Risk and Management Perceptions*, *Plos One*, Vol. 16, No. 9, str. 6–11.
8. Muntele, I. et al. (2018), *The Impact of Geopolitical Risks on Tourism*, *EconStor*, str. 51–55.
9. Zweers, W., Kelecevic, I. (2025), *Geopolitically Mapping the Western Balkans*, *Clingendael Institute Policy Brief*, str. 9–14.
10. OECD (2022), *Tourism Trends and Policies*, OECD Publishing, Paris, str. 73–80.
11. IPCC (2023), *Climate Change Synthesis Report*, Geneva, str. 44–49.



12. UN Environment Programme (2024), *Climate Risks and Tourism*, Nairobi, str. 22–29.
13. Care Insurance (2024), *The Impact of Geopolitical Changes on Travel Insurance Policies*, pristupljeno 10.05.2026.
14. UNWTO (2021), *International Tourism and Covid-19*, Madrid, str. 16–23.
15. World Health Organization (2022), *Future Pandemic Preparedness Report*, Geneva, str. 31–37.
16. Aon (2025), *Future of Insurance Workshop Report*, London, str. 13–18.
17. World Economic Forum (2024), *Global Cybersecurity Outlook*, Geneva, str. 40–52.
18. IMF (2023), *World Economic Outlook*, Washington DC, str. 74–82.
19. Michel, P. (2022), *Duty of Care and Travel Risk Management*, SmartRiskSolutions Whitepaper, str. 11–19.
20. AllClear (2026), *Does Travel Insurance Provide Cover for War or Civil Unrest?*, pristupljeno 11.05.2026.
21. Oshita, Y., Tsuchiya, K., Ishikawa, K., Hirabayashi, K., Nemoto, T. (2020), *Ambulance Use by International Travelers in Japan*, International Journal of Travel Medicine and Global Health, Vol. 8, No. 1, str. 13–17.
22. Swiss Re Institute (2025), *Global Insurance Market Outlook*, Zurich, str. 28–34.
23. Munich Re (2024), *Global Catastrophe Review*, Munich, str. 15–26.

THE IMPACT OF CRISIS SITUATIONS ON TOURISM AND TRAVEL INSURANCE: AN UNSTABLE WORLD IN THE ERA OF GEOPOLITICAL CHANGES

Abstract

The contemporary tourism sector is strongly affected by global crisis processes including climate change, pandemics, geopolitical conflicts, inflationary disruptions, and accelerated digital transformation. The aim of this paper is to analyze the impact of crisis situations on international tourism and the development of modern travel insurance models under conditions of increased global instability. The research is based on qualitative analysis of relevant academic literature, reports of international organizations, and comparative analysis of contemporary crisis events. Particular attention is devoted to the transformation of traditional insurance models within the BANI environment characterized by brittleness, anxiety, non-linearity, and incomprehensibility of global processes. Research findings indicate that traditional travel insurance models are becoming insufficient for managing modern systemic risks, leading the industry toward digitalized, flexible, and personalized protection models. The paper concludes that the sustainability of the tourism sector in the future depends on the development of more resilient security mechanisms, international cooperation, and integration of modern technologies into crisis management processes.

Keywords: tourism, travel insurance, geopolitical risk, BANI environment, crisis management

