U SENCI ALGORITMA:
ČOVEK, KULTURA I IDENTITET U DOBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

IZDAVAČ

Institut društvenih nauka
Beograd, 2026.

ZA IZDAVAČA

Dr Marta Sjeničić

RECENZENTI

Prof. dr Dubravko Ćulibrk
Dr Sofija Nikolić Popadić
Prof. dr Uglješa Stankov
Doc. dr Željko Šarić

EDICIJA

Zbornici

UREDNICA EDICIJE

Dr Ankica Šobot

ISBN 978-86-7093-297-5

zbornici

# U SENCI ALGORITMA:
## ČOVEK, KULTURA I IDENTITET U DOBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

UREDNIK
Dr Dejan Masliković

INSTITUT
DRUŠTVENIH NAUKA
Institut od nacionalnog značaja
za Republiku Srbiju

# SADRŽAJ

7
Dejan Maslikoviċ
PREDGOVOR

12
Predrag D. Milosavljević, Đurađ Grubišić
KULTURA U ALGORITMU: UTICAJ KULTUROLOŠKIH MODELA NA DIZAJN I SVRHU SISTEMA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

28
Ivana Krtolica
VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I ČOVEK – IZAZOVI I PREPORUKE

44
Dejan Maslikoviċ, Svetlana Jovanoviċ
VEŠTAČKA INTELIGENCIJA IZMEĐU INOVACIJA I REGULACIJE

60
Dušica Kovačević
ALGORITMI I PRAVNO POIMANJE LJUDSKE AUTONOMIJE

76
Asja Drača Muntean
KULTURA SEĆANJA I VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

94
Borislav Vukojević
S ONE STRANE ALGORITMA: AGENTSKI SISTEMI VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE I TRANSFORMACIJA SAVREMENIH MEDIJA

110
Gordana Jauković Nenezić, Nena Vasojević
IMPLEMENTACIJA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OBRAZOVNIM SISTEMIMA: REGIONALNO POREĐENJE SA FOKUSOM NA REPUBLIKU SRBIJU

132
Slavoljub Vujović, Sara Stanić Jovanović
VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I ODRŽIVI RAZVOJ TURIZMA:
DEMOGRAFSKI DISPARITETI I SOCIOEKONOMSKE IMPLIKACIJE

148
Anida Vrcić Amar, Ulfeta Marovac
EMOCIJE U SENCI ALGORITAMA: POREĐENJE LJUDSKOG
I MAŠINSKOG PREPOZNAVANJA EMOCIJA U TEKSTU

167
BIOGRAFIJE AUTORA I UREDNIKA

# Predgovor

Pitanje koje danas odzvanja u gotovo svim poljima društvenog i naučnog života – šta nam veštačka inteligencija čini? – nije samo tehničko pitanje. Ono je u isti mah pitanje identiteta, odgovornosti, pamćenja i pravde. Zbornik radova *U senci algoritma: čovek, kultura i identitet u doba veštačke inteligencije* nastoji da prati upravo te niti: načine na koje algoritamski sistemi ulaze u tkivo kulture, menjaju pravne poretke, preoblikuju obrazovne prostore i, ponekad nezapaženo, prepisuju ono što smo navikli da zovemo ljudskim iskustvom.

Radovi okupljeni u ovom zborniku nastali su u okviru naučne delatnosti autora iz različitih disciplina: informacionih i računarskih nauka, prava, sociologije, obrazovnih nauka i prirodnih nauka. Ta raznovrsnost nije slučajna – ona odražava prirodu same teme. Veštačka inteligencija ne poznaje disciplinarne granice, pa ni pokušaj da je razumemo ne može biti zadatak samo jedne nauke.

Urednik je prilikom izbora i grupisanja radova pošao od uverenja da je tema veštačke inteligencije istovremeno tehnološka, humanistička i politička. Zbornik je stoga organizovan u nekoliko tematskih slojeva.

Prva grupa radova bavi se poimanjem i dizajnom samih sistema veštačke inteligencije u društvenom i kulturološkom ključu. Predrag Milosavljević i Đurađ Grubišić pokazali su da arhitektura veštačke inteligencije nije vrednosno neutralna, već da u sebi nosi otisak dominantnih društvenih obrazaca – zapadnog individualizma i istočnoazijskog kolektivizma. Autorska teza o potrebi za dijaloškom arhitekturom algoritama nudi ne samo teorijsku, nego i praktičnu orijentaciju za odgovoran razvoj ovih tehnologija.

Iz drugačije, ali kompatibilne perspektive dolazi rad Ivane Krtolice *Veštačka inteligencija i čovek – izazovi i preporuke*, u kome se veštačka inteligencije posmatra kroz prizmu prirodnih nauka. Autorka istovremeno ističe epohalne mogućnosti veštačke inteligencije u hemiji, biologiji i medicini i upozorava na paradoks u kome tehnološko proširenje ljudskih sposobnosti može da se preokrene u novi oblik zavisnosti.

Drugu osovinu zbornika čine radovi posvećeni pravu, regulaciji i ljudskoj autonomiji. Dejan Masliković i Svetlana Jovanović u radu *Veštačka inteligencija između inovacija i regulacije* pružaju precizan i praktično upotrebljiv pregled aktuelnog regulatornog okvira – od evropskog AI Act-a i GDPR-a do strateških dokumenata Republike Srbije. Dopunjujući ovaj institucionalni pogled, Dušica Kovačević u radu *Algoritmi i pravno poimanje ljudske autonomije* postavlja dublje pitanje: šta se dešava sa pravnim subjektom kada odluke o njegovom životu donose neprozirni automatizovani sistemi? Ovo pitanje – o pristanku, odgovornosti i dostojanstvu – dobija konkretnost kroz analizu pametnih ugovora i presuda *Evropskog suda za ljudska prava*.

Treću tematsku osu zbornika čini pitanje pamćenja, identiteta i medijske posredovanosti. Asja Drača Muntean u radu *Kultura sećanja i veštačka inteligencija* ispituje kakvu ulogu veštačka inteligencija može igrati u očuvanju svedočanstava o Holokaustu i genocidima u trenutku kada nestaje prva generacija svedoka. Rad Borislava Vukojevića *S one strane algoritma* donosi analizu agentskih AI sistema u medijima, tropojasnu tipologiju medijske veštačke inteligencije i temeljnu kritiku onoga što autor naziva rasipanjem autorstva u dobu delegiranja zadataka mašinama.

Četvrtu grupu radova čine istraživanja o primeni veštačke inteligencije u obrazovanju, turizmu i psihologiji. Gordana Jauković Nenezić i Nena Vasojević u komparativnom radu o implementaciji veštačke inteligencije u obrazovne sisteme regiona – Srbije, Crne Gore, Bosne

i Hercegovine, Severne Makedonije, Hrvatske i Slovenije – otkrivaju nejednak tempo digitalizacije i ukazuju na ključnu potrebu za sistemskom institucionalnom podrškom. Slavoljub Vujović i Sara Stanić Jovanović u radu o veštačkoj inteligenciji i održivom razvoju turizma postavljaju pitanje koje prati čitavu zbirku: ko zapravo profitira od tehnoloških inovacija i da li digitalizacija smanjuje ili produbljuje postojeće nejednakosti?

Zbornik zatvara rad Ulfete Marovac i Aide Vrcić Amar *Emocije u senci algoritama*, u kome autorke na originalnom korpusu tekstova sa srpskih internet foruma porede ljudske i mašinske interpretacije emocija. Nalaz – da modeli sistematski ublažavaju emocionalni intenzitet, učestalo klasifikujući emocionalno obojene sadržaje kao neutralne – dobar je simbol za čitavu temu zbornika: algoritmi nas razumeju statistički, ali ne i kontekstualno, ne i egzistencijalno.

Svi radovi okupljeni u ovom zborniku daju, svako na svoj način, odgovor na pitanje u naslovu. Veštačka inteligencija ne stoji spolja i ravnodušno posmatra ljudski svet – ona je u njemu, menja ga i biva menjana kroz naše vrednosti, naše strahove i naša očekivanja. Upravo zato je neophodno da je razumemo ne samo tehnički, nego i humanistički: istorijski, pravno, etički, psihološki. Nadamo se da ovi radovi daju doprinos tom razumevanju.

Radovi sabrani u ovom zborniku nastali su u različitim disciplinarnim tradicijama i iz različitih istraživačkih pozicija, ali dele zajedničku nit – nespremnost da se veštačka inteligencija prihvati kao neizbežna i vrednosno neutralna datost. Svaki od autora, na svoj način, insistira na tome da tehnologija nije samo alat, nego i prostor u kome se odlučuje o vrednostima.

Čitajući radove zajedno, uočavaju se ponavljajući motivi: pitanje transparentnosti tamo gde dominiraju neprozirni algoritmi; pitanje odgovornosti tamo gde se odgovornost rasplinjuje među tehničkim i institucionalnim akterima; pitanje dostojanstva tamo gde automatizovano odlučivanje sužava prostor za stvarnu ljudsku autonomiju; i pitanje pamćenja tamo gde digitalizacija može biti i čuvar i falsifikator istorije.

Taj zanimljiv, pomalo nelagodan položaj u senci algoritma – naslov zbornika preuzeli smo iz rada o emocijama, gde je upotrebljen da opiše trenutak u kome mašina ne prepoznaje ono šta osoba zaista oseća – ne mora biti trajan. Može biti pozicija iz koje se vidi jasnije nego sa direktnog svetla. Kritička, multidisciplinarna misao o veštačkoj

inteligenciji, kakva je zastupljena u ovom zborniku, predstavlja upravo takav vid viđenja: ne odbacivanje tehnologije, nego nastojanje da se ona razume u punom opsegu – sa njenim obećanjima i sa njenim slepim tačkama.

Urednik zahvaljuje autorima na poverenju i strpljenju, recenzentima na pažljivom čitanju i dragocenim sugestijama, a čitaocima – na spremnosti da nastave razgovor koji ovaj zbornik otvara.

Dr Dejan Masliković



**ZAHVALNICA**

Posebna zahvalnost za savetodavnu ulogu u odabiru i obradi ove teme i zbornika odaje se prof. dr Pilar Orero, sa *Autonomnog univerziteta* u Barseloni.

**PREDRAG D. MILOSAVLJEVIĆ**

Univerzitet u Beogradu, Fakultet za obrazovanje učitelja i vaspitača

pmilosavljevic@gmail.com

**ĐURAĐ GRUBIŠIĆ**

Evropski centar za mir i razvoj, Univerzitet za mir Ujedinjenih nacija

djuradjgrubisic@gmail.com

# Kultura u algoritmu: uticaj kulturoloških modela na dizajn i svrhu sistema veštačke inteligencije


## Apstrakt

Razvoj veštačke inteligencije (VI) ne predstavlja isključivo tehnološki proces, već savremeni razvojni fenomen u kome društvene norme, vrednosni sistemi i konceptualni okviri različitih kulturnih obrazaca generišu arhitekturu, svrhu i funkciju algoritamskih činilaca naprednih tehnoloških sistema. Rad usmerava ka načinima na koje dominantni kulturni obrasci prodiru u algoritamske strukture VI, koje oblikujući odnos prema podacima (kao resursu i kriterijumima) upravljaju informacijama, metrikama uspeha i procedurama odlučivanja. Poseban naglasak je stavljen na osnovne razlike između individualističkih (zapadnih) i kolektivističkih (dalekoistočnih) kulturnih obrazaca, kao i na način na koji oni utiču na razvojnu arhitekturu rešenja i vrednosne orijentacije modela VI. U tom pogledu, u radu je iznet stav da algoritamske arhitekture VI nisu vrednosno neutralne, već da predstavljaju svojevrsnu sliku tehnološki posredovanih kulturnih zapisa. Oslanjajući se na teorijski okvir informacione filozofije (Floridi), kao i osnove i ciljeve biološke inteligencije (Đaja) i informacione teorije medija (McLuhan), u radu je (na osnovnom nivou) argumentovano da je sisteme VI potrebno razumeti kao vid ograničenog procesa proširenog polja biološke inteligencije (kroz digitalni medijum), a ne kao njenu zamenu. Čineći osvrt na opozitne vrednosti i ograničenja razvojnih pristupa arhitekturi VI, u radu je naglašena potreba za uspostavljanjem (razradom) kulturno senzitivnog tehnološkog dizajna, tj. humanog okvira globalno umrežene VI, zasnovanoj na multiepistemološkoj – „dijaloškoj arhitekturi", koja prevazilazi veštačke polaritete i diskretume trenutnog tehničko-tehnološkog razvoja VI. Cilj rada je da otvori prostor za multidisciplinarnu diskusiju o odgovornom razvoju i regulaciji sistema i infrastrukture VI u globalnom kulturnom i kulturološkom kontekstu započetog uspostavljanja biotehnološke sinteze, a sve u svrhu očuvanja humanog okvira tehnološkog razvoja.



*Ključne reči:* veštačka inteligencija, algoritamska kultura, individualizam, kolektivizam, informaciona filozofija, biološka inteligencija, dijaloška arhitektura, tehnološka etika

## Uvod
## Veštačka inteligencija kao kulturni i društveni fenomen

Poslednje tri decenije svedoče o nezapamćenom ubrzanju razvoja sistema veštačke inteligencije (u daljem tekstu: VI), čija se primena širi od automatizovanog odlučivanja u medicini, privredi, finansijama i medijima, do generativnih modela sposobnih za stvaralački rad (kombinovani ili autonomni) u domenu umetnosti, naučnoistraživačkog rada i obrazovanja. Kako u javnom tako i u akademskom diskursu dominiraju gledišta i stavovi koji VI sagledavaju i predstavljaju prevashodno kroz tehničko-tehnološku prizmu, počev od algoritamske efikasnosti, preko računarske snage, do kvantitativnog merila učinka koji iz njih proishode. Međutim, takva u značajnoj meri ograničena i ograničavajuća perspektiva sagledavanja ostaje slepa za dublji (pozadinski) sloj složenih i prožimajućih nepoznanica o tome na kojim vrednosnim sistemima i kakvim saznajnim osnovama se temelje do sada generisani sistemi VI, tj. čije i kakvo razumevanje stvarnosti kodifikuju i u čijem interesnom i vrednosnom spektru funkcionišu.

Polazište ovog rada čini stav da VI ne predstavlja samo tehničko-tehnološku inovaciju već istovremeno i kulturni fenomen – svojevrsni odraz načela (principa) u skladu sa kojima pojedina društva funkcionišu, vrednuju i organizuju stvarnost, svoje interese i okruženje. U tom pogledu, algoritmi VI ne predstavljaju neutralne tvorevine, već su oni matematizovani, tehnološki posredovani kulturni zapisi – u dominantnom smislu kodifikovani kroz binarne strukture koje odslikavaju načela i relacije utkane u istorijska iskustva i predodređene društvene norme, tj. naučno dogovorene istine i vrednosne sisteme u okviru kojih funkcionišu subjekti koji učestvuju u razvojnom programu VI, a kroz laboratorije, startapove i/ili državne institucije (sa unapred definisanim planom, ciljevima i svrhom rada).

Ovakvo viđenje okruženja u kome nastaje VI svoje teorijsko uporište dobija i u radu Lučana Floridija (*Luciano Floridi*), italijansko-britanskog filozofa, koji u kapitalnom delu *Četvrta revolucija* (*The Fourth Revolution*) konstatuje da je čovečanstvo ušlo u epohu u kojoj podaci i informacije postaju konstituenti stvarnosti. Prema Floridiju (Floridi, 2014), mi danas živimo u „infosferi" – hibridnom prostoru u kojem su *ljudi*, *digitalni uređaji* i *podaci* uvezani u jedinstven informacioni ekosistem,

u kojem dolazi do ostvarivanja različitih nivoa njihove koegzistencije i u kojem čovek (umesto samodovoljnog subjekta) postaje svojevrsni „čvor u mreži".

Na ovaj način pojednostavljeni kontekst međusobnog položaja čoveka i VI usmerava nas ka neophodnosti rešavanja niza nedoumica u vezi sa pitanjem o tome ko zapravo projektuje takvu mrežu i po kojim pravilima i principima, a iznad svega, u čiju korist se takav svet generiše. Odgovor na pomenuto pitanje prevazilazi nivo ostvarivanja površnih tehničko-tehnoloških uvida, nego, suprotno tome, zahteva spoznaju fundamentalnih antropoloških i društveno-političkih dometa i uloge razvoja globalnog i opšteg sistema VI. Naime, značaj teme prevazilazi poimanje koje se svodi na nizove teorijskih apstrakcija koje udaljavaju od postizanja konkretne slike o svrsi globalnog sistema VI i sagledavanja njegove analoške kompatibilnosti i podrške činiocima održivosti života i unapređenja biološke inteligencije kao njegovog konstituenta.

Niz globalnih istraživanja ukazuje na to da je realna poslovna primena VI i dalje veoma ograničena. Prema nalazima ostvarenim u okviru projekta MIT NANDA (Challapally, Pease et al., 2025), oko 95% kompanija ne ostvaruje merljiv povrat od investicija u VI, dok svega 5% integrisanih sistema VI značajno doprinosi poslovanju. Glavni uzroci, zaključuje isto istraživanje, nisu tehnološke prirode, već strukturne: neusklađenost VI sa postojećim poslovnim procesima i ograničen pristup relevantnim podacima, kao i činjenica da sistemi VI slabo „uče" iz konteksta i povratnih informacija. Pomenuti zaključak snažno implicira da iza tehničkih rešenja stoje dublji organizacioni, pravni i, u krajnjoj instanci, prožimajući kulturološki okviri i relacione vrednosti njihove arhitekture. U tom pogledu, cilj ovog rada je višestruk, usmeren ka sagledavanju razvoja sistema i infrastrukture VI kroz:

1) tehnološka rešenja proistekla iz kulturno-kulturološki utemeljenih obrazaca;
2) posledice razvoja VI unutar dva dominantna, a ujedno opozitna društvena modela – *individualističkog* (karakterističnog za zapadna društva) i *kolektivističkog* (osobenog za istočnoazijska društva);
3) sagledavanje stepena utemeljenja VI na starijem naučnom nasleđu i stavovima o razvoju i odnosima između biološke

inteligencije i potencijala „inteligencije mašina" (veštačkog – inteligentnog neživog sistema);
4) generisanje VI na osnovu savremenih filozofskih teorija o informacionim sistemima;
5) predlog modela „dijaloške arhitekture VI", a u skladu sa neophodnostima razvoja multikulturalnog dijaloga i tehnološke sprege zasnovane na implementaciji opozitnih kulturnih obrazaca u korist održivog humanog razvoja opšte i globalne VI.

## Algoritmi VI kao ogledala kulturno-društvenih konstrukata

Istraživanja i kritički osvrt na razvoj tehnologija odavno su doveli u pitanje ideju o tehničko-tehnološkim sistemima kao vrednosno neutralnim oruđima. U klasičnom tekstu *Do Artifacts Have Politics?*, Langdon Viner (Winner, 1980) ukazao je na to da tehnički artefakti i tehnološki sistemi mogu biti nosioci političkih vrednosti i društvenih odnosa, nezavisno od namera njihovih projektanata. U tom pogledu, neophodno je konstatovati da je proučavanje razvoja tehnike i tehnologije (pa samim tim i evolucije i dometa algoritamskih sistema VI) prirodno proizašlo iz tradicije studija prirodnih nauka i tehnologije, dok je u znatno manjoj meri svoje uporište ono imalo kroz različite vidove njihovog vrednovanja unutar društvenih i humanističkih nauka.

Poslednjih decenija pomenuta tradicija dobila je novi impuls u kontekstu društvenog sagledavanja algoritamskih sistema za odlučivanje, uključujući i njihov doprinos i rizike u pogledu dalje evolucije biološke inteligencije, ljudskog društva i života uopšte. Mitelštat i saradnici (Mittelstadt et al., 2016) sistematizovali su glavne etičke teme u raspravi o algoritmima, među kojima se kao poseban problem ističu nepouzdanost i nedokazanost modela, potencijali za neetične transformacije subjekata, poteškoće u trasiranju uzročnih veza unutar sistema, kao i pitanja prava i odgovornost aktera, te koncentracija moći u rukama kreatora i nosilaca algoritamske infrastrukture. Brej (Brey, 2012) uvodi koncept „razotkrivajuće računarske etike (*disclosive computer ethics – DCE*), naglašavajući da tehnološki sistemi u sebi nose skrivene vrednosne pretpostavke koje je moguće otkriti jedino kroz njihovu dublju analizu. Nadovezujući se na Brejev koncept vrednosti ugrađenih u tehnologiju kao i na „razotkrivajuću računarsku etiku"

(*disclosive computer ethics – DCE*), kao i na Mitelštatovu mapu etičkih pitanja algoritamskog odlučivanja, pažnju možemo usmeriti na neophodnost kreiranja trećeg, usklađenijeg modela, tzv. „dijaloške arhitekture inteligencije". Osnovne karakteristike pomenutog modela ogledaju se u sledećem:

1) decentralizovane tehničke strukture, sa transparentno umreženim sistemom vrednosti;
2) otvoreni podaci u okviru jasnih etičkih i pravnih granica i
3) sisteme koji „uče" ne samo na statističkim obrascima obrade podataka već i na njihovoj vrednosnoj (kvalitativnoj) obradi.

Tako koncipiran model VI ne bi se temeljio na osnovama jednog kulturnog obrasca, već na multiepistemičkoj platformi i multikulturalnom dijalogu sistema vrednosti.

Kada je reč o savremenim teorijskim okvirima za razumevanje mesta čoveka u informacionom dobu, Floridi (Floridi, 2014; 2013) pruža razrađen koncept tzv. „infosfere" (*infosphere*) – sveobuhvatnog informacionog okruženja u kome koegzistiraju biološki subjekti i veštački agenti, a koje predstavlja jedan od ključni teorijskih instrumenata za dublju analizu razvoja i svrhe VI. Floridi naglašava da je čovečanstvo ušlo u „četvrtu revoluciju" (nakon Kopernikove, Darvinove i Frojdove), koja se između ostalog odnosi i na revoluciju našeg samopoimanja, u okviru koje je čovek došao do spoznaje da kao biće više ne predstavlja centar čak ni unutar sveta informacija i „infosfere" (Floridi, 2014). Floridijeva „četvrta revolucija" (kopernikanska deklinacija antropocentrizma u informacionom dobu) u određenom smislu je radikalnija od prethodnih tehnoloških revolucija s obzirom na to da neposredno zadire u pitanje kognitivne autonomije i identiteta čoveka kao bića. Pored toga, Floridi u svom radu *The Ethics of Information* artikuliše i razvija okvire etike informacija – počev od prava na informacionu privatnost, preko pravičnog pristupa informacijama, sve do odgovornosti u okviru informacionog delovanja (Floridi, 2013).

Na ovaj način definisani etički okviri mogu se direktno prevesti i na pitanje dizajna algoritamskih sistema VI, počev od toga ko poseduje podatke i na koji način raspolaže njima (transformišući ih u informacije), pa sve do pitanja ko snosi odgovornost i posledice za algoritamski generisane odluke i na njima zasnovane akcije.

Kada je reč o ulozi informacija u elektronskim medijima, u deceniji u kojoj je računarska tehnologija tek nagovestila svoje mogućnosti, Maršal Makluan (*Marshall McLuhan*) je formulisao teoriju u okviru koje su elektronski mediji sagledani kao vid „proširenja čoveka" (McLuhan, 1964). Makluanovo sagledavanje medija kao „proširenja čoveka" u analoškom smislu takođe možemo dovesti u vezu sa VI kao sistemom proširenja ljudskog uma, razuma i pameti kroz digitalnu ekstenziju postojanja. Njegova teza je utemeljena na tome da tehnologija sama po sebi preoblikuje kogniciju i društvene odnose – nezavisno od sadržaja koje interpretira, što predstavlja filozofski okvir koji svoju aktuelnost dobija upravo u kontekstu učešća VI u životu ljudi i generisanju novog poretka unutar ljudske egzistencije. S druge strane, Klark (Clark, 2003) razvija srodnu argumentaciju unutar koncepta „prirodno rođenih kiborga", u okviru kojeg naglašava da je ljudski um po prirodi sklon integraciji sa tehnološkim alatima, te da se adaptira na nove alate razvijajući svojevrsnu hibridnu kogniciju. U kontekstu analoškog sagledavanja i analize VI, pomenuta gledišta sugerišu da njena arhitektura ne predstavlja samo tehnički izbor već i odlike medijuma koji suštinski određuje prirodu i raspon kognitivne interakcije učesnika kroz logiku infrastrukture na kojoj je ovaj sistem generisan.

Naime, uprkos bogatstvu postojeće literature o VI kao savremenom naprednom sistemu, u akademskom diskursu se uočava značajan saznajni jaz, ili, bolje reći, parcijalni pristup sagledavanju odnosa i analoških relacija između *bioloških osnova, hemijskih struktura i logičkih (fi osofskih) determinanti,* a u pogledu razumevanja pojavnosti inteligencije i suštine znanja, naročito kada je reč kreiranju slike o vrednostima, genezi i dizajnu algoritamskih sistema. U tom pogledu, potrebno je konstatovati, zanemaren je veći broj pionirskih radova iz oblasti proučavanja inteligencije, među kojima su radovi Ivana Đaje (1884–1957), istaknutog srpskog i svetskog fiziologa, osnivača *Beogradske fizio oške škole*, koji je kroz svoje naučne i filozofske uvide produbio koncepciju bioloških funkcija inteligencije i njene uloge u očuvanju primordijalnih temelja života i njegovog održanja (i razvoja) u uslovima konstantnih promena i adaptacija. Đaja je na više mesta konstatovao važnost biološke invencije u funkciji razvoja inteligencije, kao i razlike u pogledu odnosa biološke inteligencije i funkcija rada mašina, čineći pritom osvrt i na odnos inteligencije i razvoja kulture (Đaja, 1923; 1931; 1933; 1955; 1999).

Centralna teza ovog rada jeste da veštačku inteligenciju treba razumeti ne kao zamenu za biološku inteligenciju, već kao svojevrsni vid projekcije (proširenja) prirodnih evolutivnih metoda u novo, digitalno okruženje. Međutim, da bi pomenuta teza postala razumljiva, neophodno je precizirati šta sve podrazumevaju i obuhvataju i ujedno u kojoj meri koreliraju pojam i značenje, cilj i svrha biološke i veštačke inteligencije. U svetlu savremenog biološkog znanja, Đaja je ponudio formulaciju koja i danas zadržava svoju heurističku vrednost, a prema kojoj je svrha inteligencije uspostavljanje ravnoteže između osetljivosti i delovanja, tj. funkcija koje dovode u sklad elemente očuvanja života (Đaja, 1955). Ovo Đajino gledište anticipira savremeno shvatanje bioloških sistema kao informacionih, a ne samo materijalnih (organičkih) entiteta. Živi sistemi predstavljaju adaptivne biološke strukture koje neprekidno uče iz okruženja, prerađuju podatke i modifikuju svoje ponašanje, nastojeći da usklade svoje unutrašnje činioce sa činiocima okruženja, a sve u svrhu očuvanja i proširenja života. Upravo takav princip obrade informacija – u funkciji adaptacije i usaglašavanja sa konstituentima života – predstavlja jednu od najdubljih evolutivnih osnova i ciljeva prirodne inteligencije.

Po Floridiju (Floridi, 2014), u informacionom okruženju ljudi i tehnički sistemi predstavljaju „informacione organizme" (*inforgs*), dok ukupnost informacionih interakcija čini „infosferu", okruženje u kome granica između ljudskog i neljudskog, te virtualenog i realnog postupno postaje sve prozirnija (*blurred boundaries*). Shodno ovako definisanom kontekstu, može se reći da i VI predstavlja novu klasu informacionih agenata unutar „infosfere" – specifično konstruisanu da proširi polje kognicije.

Četiri decenije ranije, analizirajući pojavu novih tehnologija, Makluan konstatuje da svako tehnološko proširenje istovremeno amputira ili prikriva određene prirodne kapacitete (McLuhan, 1964). Na primer, izum štampe proširio je mogućnost prostorne komunikacije (posrednog prenosa podataka kroz prostor i vreme), ali je doprineo „individualizaciji" čitaoca nasuprot oralnih kolektivnih tradicija (s neophodnim neposrednim prisustvom pri prenosu informacija). S druge strane, izum televizije proširio je polje audio-vizuelne percepcije, istovremeno preoblikujući pažnju i imaginaciju primaoca informacija (zadovoljavajući više čula). U analogiji s navedenim, sistemi VI nastupaju iz pozicije entiteta s proširenim kognitivnim kapacitetom (kada su u

pitanju memorija i arhiviranje podataka), brzinom obrade informacija, prepoznavanja obrazaca, ali, istovremeno, i s rizikom da prikriju ili marginalizuju aspekte mišljenja koje formalizacija ne može da obuhvati – poput intuicije, spoznaje proistekle iz sprege čulnih nadražaja, implicitnih društvenih relacija i normi, kao i emocionalnog rezonovanja. Svest o ovakvom „amputirajućem učinku" esencijalan je preduslov za odgovoran pristup dizajnu i primeni sistema VI.

## Zapadni i istočni kulturološki modeli arhitekture i infrastrukture VI

Čineći osvrt na analizu razvojnih činilaca VI, može se konstatovati da su u nedovoljnoj meri sublimirani i sagledani uticaji društvenog okruženja (dominantni obrasci i principi društvenog organizovanja) u procesu oblikovanja sistema i infrastrukture VI (lokalne, nacionalne i globalne, međunarodne), posebno kada se njihov uticaj sagledava u svetlu Floridijeve informacione filozofije i Makluanove teorije medija.





### *Zapadni model – individualizam i decentralizacija*

U zapadnom kulturnom okruženju arhitektura VI se razvija u konkretnom istorijskom i ideološkom kontekstu, u kome su Veberova (Weber, 1905) „protestantska etika" i principi tržišnog individualizma ostvarili dubok otisak i uticaj na mentalni razvoj i društvene odnose. Sledstveno Veberovoj tezi (o protestantskoj etici i duhu kapitalizma), moguće je argumentovati tvrdnju da arhitektura VI, proistekla u okrilju zapadnih razvojnih organizacionih kompanija, u svojoj osnovi nosi obrise obrasca tržišnog individualizma. Na taj način koncipirani, *podaci postaju oblik kapitala, dok vlasništvo nad podacima postaje vlasništvo nad budućnošću*. Unutar ovako definisanog vrednosnog sistema, svaka kompanija gradi svoju infrastrukturu, svoje baze podataka i svoje modele VI, kreirane u svrhu konkurentskog nadmetanja za tržišnu dominaciju. Šajn (Schein, 2010) ukazuje da organizaciona kultura prodire do „bazičnih, duboko ukorenjenih pretpostavki", tj. nesvesnih uverenja, koja oblikuju ponašanje članova organizacije na najdubljem nivou. Uzimajući u obzir Veberova i Šajnova gledišta i stavove, možemo načiniti analogiju u okviru koje iste pretpostavke na posredan način strukturiraju i tehnološke sisteme koje organizacije razvijaju – od tendencija

ka apsolutizaciji vlasničkih prava nad podacima, preko otpora interoperabilnosti, do metrike uspeha bazirane isključivo na profitabilnosti. Na ovaj način konceptualizovan pristup VI vodio bi ka kreiranju (dizajnu) sistema pogodnih za tržišno nadmetanje, ali potencijalno suboptimalnih za rešavanje širih društvenih problema, čije bi posledice po društvo bile dalekosežne.

Naime, već pomenuti nalazi MIT NANDA (Challapally, Pease et al., 2025), u okviru kojih je ustanovljeno da svega 5% zapadnih kompanija ostvaruje merljive poslovne koristi od implementacije VI, neposredno odslikavaju strukturalnu protivrečnost u okviru koje se projekcija uspeha vrši u skladu sa logikom tržišne konkurencije, a u kojoj sistemi VI ne funkcionišu kao kooperativna infrastruktura za opštu dobrobit. Zapadni startapovi troše ogromne resurse na izgradnju sopstvenih i nezavisnih baza podataka jer, u skladu s dominantnom kulturnom matricom, tretiraju podatke kao *kapital i vlasništvo,* a ne kao zajednički, opštekorisni resurs. Na taj način, pored sistemske prepreke, zapadni *individualizam* postaje i metodološka prepreka za dalji pozitivni razvoj kolektivne inteligencije u pravom smislu reči.



### *Istočnoazijski model – kolektivizam i centralizacija*

Kineski model razvoja VI počiva na korenito različitim temeljima. Konfucijanska tradicija, u kojoj sklad i održivost društva (zajednice) prethode pravima pojedinca, a autoritet države proizlazi iz dužnosti brige o kolektivnoj dobrobiti, direktno je kodirana u arhitekturu i infrastrukturu tehnoloških sistema, uključujući i VI. Osnovna karakteristika ovakvog modela ogleda se u režimu državno koordinisane i centralizovane digitalne infrastrukture, sa snažnom regulatornom kontrolom nad podacima (Creemers, 2017; Huang & Mayer, 2023). Visoko koordinisano upravljanje podacima od strane države zasnovano je na integrisanoj infrastrukturi velikih data centara i strogo regulisanoj kontroli nad digitalnim platformama i tokovima informacija. Ovakav vid kontrole razvoja VI takođe se odlikuje značajnim posledicama po društvo. Pristup centralizovanim bazama podataka omogućava kineskim startapovima da za nekoliko meseci dostignu rezultate za koje su zapadnim konkurentima potrebne godine ulaganja u razvoj infrastrukture i kreiranje adekvatnih baza podataka. Brza disperzija primene algoritama, uz snažnu državnu podršku, proizvodi sisteme visoke

pragmatične efikasnosti u unapred definisanim ciljevima i oblastima primene (saobraćaju, medicini, bezbednosti i dr.). Međutim, efikasnost ovakvog sistema ima i svoju društvenu i humanu cenu. Centralizacija informacione infrastrukture znači i centralizaciju nadzora, što pokreće temeljno pitanje u vezi sa informacionim pravima i očuvanjem autonomije građana i korisnika sistema. Ironično, i u ovom slučaju se radi o svojevrsnoj ideološkoj kodifikaciji tehnologije, koja takođe nije utemeljena na neutralnoj osnovi, već na projekciji specifične vizije i obrasca društvenog uređenja, realizovanog kroz centralizovani opseg dizajniranja i umrežavanja algoritamske arhitekture i infrastrukture VI – koja vodi ka kontrolisanom (ideološkom, ekonomskom, kulturnom i dr.) ponašanju građana.

Analizirajući kinesku digitalnu politiku, Krimers (Creemers, 2017) opisuje kako kineska država uspeva da moderne digitalne tehnologije integriše u jedan kontrolisani sistem državne uprave i nadzora, što možemo tumačiti kao digitalnu ekstenziju tradicionalnih konfucijanskih i mandarinsko birokratskih tradicija upravljanja.





## Umesto zaključka: treći put kao dijaloška arhitektura veštačke inteligencije

Trenutni razvoj VI predstavlja odraz dominacije dva paralelna društvena modela koji daje merljive rezultate njihovih suprotnih tendencija:

a) zapadnog modela koji gradi snažne inovativne centre i tehnološki pluralizam koji karakterišu fragmentacija infrastrukture VI i duboka asimetrija u pogledu pristupa i raspodele podataka – s ciljem profitabilnosti, a ne opšte dobrobiti.
b) istočnoazijskog modela, koji gradi efikasnu logistiku primene centralizovanog sistema VI, ali po cenu ograničenja individualnosti i autonomije građana i korisnika sistema, zasnovanog na visokom stepenu državne kontrole i mogućnostima političke (ideološke) zloupotrebe.

Učešće u ovakvim društvenim okruženjima u kojima se trenutno razvija tehnologija VI s pravom zahteva odgovor na fundamentalno antropološko pitanje koje se odnosi na čitav niz nedoumica oko toga *šta savremenog čoveka određuje kao ljudsko biće*, tj. šta se u procesu

tehničko-tehnološkog razvoja postavlja kao prioritetna vrednost – *da li sloboda pojedinca ili, s druge strane, stabilnost zajednice*? Odgovor na ovo pitanje otkriće naš odnos prema prirodi i cilju VI kao tehnološkog dostignuća i činioca u daljoj evoluciji čoveka – određujući ne samo način na koji će mašina „pamtiti" i „učiti", već i čemu će sinteza ljudskog bića i „misleće mašine" služiti.

Suočeni sa polaritetom zapadnog individualizma i istočnog kolektivizma u razvoju VI, neophodno je argumentovati potrebu za uspostavljanjem trećeg razvojnog modela VI – onog koji ne imitira nijedan od obrazaca na kojima su utemeljena prethodno pomenuta dva društvena modela, već koji će, suprotno tome, težiti umrežavanju pozitivnih vrednosti koje će dizajn algoritamskih sistema i infrastrukture VI voditi ka očuvanju humanih okvira objedinjavanja biološke i veštačke inteligencije („inteligentnih mašina"). Predlog „trećeg puta", zasnovanog na biotehnološkoj simfoniji (poetski izraženo), ne proističe iz pukog idealističkog normativa – već iz potrebe za kreiranjem i primenom obrasca koji počiva na konkretnim tehničkim, etičkim i društvenim (obrazovnim, privrednim, političkim i dr.) argumentima i procesima usmerenim u pravcu razvoja opšte VI s ciljem i svrhom očuvanja načela humanosti i prirodnog sklada.

Mitelštat i saradnici (Mittelstadt et al., 2016) ukazuju na to da usled nepotpunih ili netačnih podataka algoritamske odluke mogu dovesti do pristrasnosti (*misguided evidence – bias*), diskriminacije u slučaju nepravednih ishoda (*unfair outcomes – discrimination*), te netransparentnosti usled neshvatljivih dokaza (*inscrutable evidence – opacity*), što predstavlja anomalije koje vode ka rizicima po autonomiju, privatnost i pravednost, a što je u skladu sa Floridijevom artikullacijom principa informacione etike (Floridi, 2013).

U tom pogledu, predloženi model „dijaloške arhitekture" VI počiva na nekoliko ključnih principa, od kojih ćemo izdvojiti tri:

1) decentralizaciju strukturiranja VI u skladu sa umreženim vrednostima: podaci mogu biti raspodeljeni među različitim akterima, ali sistemi upravljanja podacima moraju biti izgrađeni na zajedničkim, transparentnim, demokratski utvrđenim vrednosnim principima;
2) otvoreni pristup podacima uz etičke i pravne ograde njihove primene: maksimiziranje pristupa informacijama u interesu

društvene korisnosti, ali uz pravno obavezujuće mehanizme zaštite privatnosti i sprečavanja zloupotreba i

3) tehnološke sisteme koji „uče" ne samo u kvantitativnom kontekstu pristupa podacima već i u vrednosnom kontekstu njihove geneze, kvalitativnih osnova i svrhe primene: prevazilaženje usmerenosti sistema VI da funkcionišu u skladu sa statističkom obradom i klasifikacijom korpusa podataka zasnovanom na pretpostavci da podaci sami po sebi sadrže dovoljno elemenata za konstrukciju smisla informacije.

Pomenuti koncept je u skladu sa duhom *disclosive computer ethics* (Brey, 2012), odnosno sa zahtevom da tehnološka dostignuća budu transparentna u pogledu vrednosnih osnova koje su u njih ugrađene. Takva VI postala bi platforma za kulturni dijalog, a ne instrument tehnološke hegemonije. Činjenica da različite epistemološke postavke i autohtone tradicije znanja konstituišu različite legitimne načine razumevanja sveta, po prirodi stvari, usmerava ka neophodnosti kreiranja VI kodifikovane na osnovama sinteze različitih tradicija, što bi korisnicima omogućavalo da svesno biraju ili kombinuju vrednosne okvire kroz koje žele da prošire uvide i polje sopstvenog iskustva i inteligencije.

U tom pogledu, „dijaloška arhitektura" kao etičko-normativni model VI svoju ulogu bi trebalo da ostvari upravo kroz polje onoga što ona svojim pojmom i označava – kroz *konceptualni i tehnički okvir u kome se sistem VI usklađuje sa ljudskim vrednostima,* tj. kao sistem koji nije zasnovan na *pukom programiranju krutih pravila, već funkcioniše kroz neprekidni proces normativnog dijaloga između čoveka i mašine.* Kao takav, model „dijaloške arhitekture" VI trebalo bi da uspostavi (omogući) komunikaciju čiji bi cilj i svrha usmeravali ka donošenju odluka koje čoveka upravljaju u pravcu moralne evolucije i širih okvira pravne utemeljenosti obrađenog i predloženog odgovora ili rešenja, uspostavljajući pritom kontekstualnu hijerarhiju vrednosti umesto nametanja jedne pristrasne perspektive proistekle iz algoritamski ponuđenog odgovora ili donete odluke nastale iz interakcije (sadejstva) čoveka i VI. Rad na koncipiranju ovakvog, naprednog kulturnog i tehnološkog modela mogao bi da posluži i kao jedno od oruđa u prevazilaženju i usklađivanju razlika između zapadnog (individualističkog) i istočnog (kolektivističkog) poimanja društvenog delovanja i uloge sistema VI u daljoj evoluciji čoveka.

LITERATURA


Brey, P. A. E. (2010). Values in technology and disclosive computer ethics. In: L. Floridi (Ed.), *The Cambridge handbook of information and computer ethics* (pp. 41–58). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511845239.004

Challapally, A., Pease, C., Raskar, R. & Chari, P. (2025). *The GenAI divide: State of AI in business 2025* (Preliminary findings from Project NANDA). Cambridge, MA: MIT NANDA.

Clark, A. (2003). *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*. New York: Oxford University Press.

Creemers, R. (2017). Cyber China: Upgrading propaganda, public opinion work and social management for the twenty-first century. *Journal of Contemporary China, 26*(103), 85–100. https://doi.org/10.1080/10670564.2016.1206281

Floridi, L. (2013). *The ethics of information*. Oxford: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001

Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford: Oxford University Press.

Huang, Y. & Mayer, M. (2023). Power in the age of datafication: Exploring China's global data power. *Journal of Chinese Political Science, 28*(1), 25–49. https://doi.org/10.1007/s11366-022-09810-9

McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. New York: McGraw-Hill.

Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S. & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society, 3*(2), 1–21. https://doi.org/10.1177/2053951716679679

Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). San Francisco: Jossey-Bass.

Weber, M. (1905/2001). *The Protestant ethic and the spirit of capitalism* (T. Parsons, Trans.). London: Routledge. (Оригинал објављен 1905. под насловом *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*)

Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus, 109*(1), 121–136. https://doi.org/10.4324/9781315259697-21

Ђаја, И. (1923). *Основи физиологије*. Београд: Државна штампарија Краљевине СХС.

Ђаја, И. (1931). *Трагом живота и науке*. Београд: Геца Кон.

Ђаја, И. (1933). *Од живота до цивилизације*. Београд: Геца Кон.

Ђаја, И. (1955). *Поглед у живот*.Сарајево: Народна просвјета.

Ђаја, И. (1999). *Човек и инвентивни живот /L'Homme et la vie inventive*. Београд: Биолошки факултет / Институт за зоологију / Институт за физиологију и биохемију. (Оригинал објављен 1955. под насловом *L'Homme et la vie inventive*).

**Predrag D. Milosavljević**
**Đurađ Grubišić**

# Culture in the Algorithm: The Influen e of Cultural Models on the Design and Purpose of Arti cial Intelligence Systems

**Abstract**

The development of artificial intelligence (AI) is not merely a technological process but a contemporary socio-technical phenomenon in which social norms, value systems, and conceptual frameworks rooted in diverse cultural patterns shape the architecture, purpose, and functionality of algorithmic agents within advanced technological systems. This paper examines how dominant cultural paradigms permeate AI algorithmic structures, influencing data epistemologies – data as both resource and evaluative criterion – and thereby governing information flows, success metrics, and decision-making procedures. Special emphasis is placed on fundamental distinctions between individualistic (Western) and collectivistic (East Asian) cultural paradigms, and on how these differences inform the developmental architecture and value orientations of AI models. The paper argues that AI algorithmic architectures are not value-neutral; rather, they function as technologically mediated inscriptions of cultural worldviews. Drawing upon Luciano Floridi's philosophy of information, Juyang Weng's conception of biological intelligence, and Marshall McLuhan's media theory, the paper contends – at a foundational level – that AI systems should be understood not as replacements for biological intelligence, but as constrained extensions of its operational field through digital media. By critically reflecting on the opposing values and limitations inherent in current AI developmental approaches, the paper underscores the necessity of cultivating culturally sensitive technological design – that is, a human-centered framework for globally networked AI grounded in a multi-epistemological, dialogical architecture capable of transcending the artificial polarities and discrete boundaries characteristic of contemporary AI development. The overarching aim is to open a space for multidisciplinary discourse on the responsible development and governance of AI systems and infrastructures within the emerging global bio-technological synthesis, with the ultimate goal of preserving a humane horizon for technological advancement.
*Keywords*: artificial intelligence, algorithmic culture, individualism, collectivism, philosophy of information, biological intelligence, dialogical architecture, technological ethics

**IVANA KRTOLICA**

Istraživačko-razvojni institut za veštačku inteligenciju Srbije

ivana.krtolica@ivi.ac.rs

# Veštačka inteligencija i čovek – izazovi i preporuke

**Apstrakt**

Veštačka inteligencija (VI) i metode mašinskog učenja postali su jedan od ključnih alata savremenih prirodnih nauka, omogućavajući efikasnu analizu velikih i kompleksnih skupova podataka, otkrivanje skrivenih obrazaca i unapređenje prediktivnih modela. Njihova primena obuhvata širok spektar disciplina, uključujući fiziku, hemiju, biologiju, geonauke i biofiziku, gde doprinosi ubrzavanju naučnih otkrića, optimizaciji eksperimentalnih protokola i boljem razumevanju složenih prirodnih sistema. Poseban značaj modela zasnovanih na VI ogleda se u sposobnosti integrisanja podataka iz različitih izvora i prostorno-vremenskih skala, što je često nedostižno tradicionalnim analitičkim pristupima.
Uprkos brojnim prednostima, primena modela veštačke inteligencije u prirodnim naukama praćena je i značajnim izazovima. Ključni problemi odnose se na kvalitet, reprezentativnost i dostupnost podataka, ograničenu interpretabilnost složenih modela, kao i na rizik od pristrasnosti i pogrešne generalizacije rezultata. Dodatno, etički i društveni aspekti, posebno u oblastima koje uključuju osetljive podatke, zahtevaju pažljivo razmatranje i jasne regulatorne okvire. U ovom radu analiziraju se glavne prednosti i ograničenja primene modela veštačke inteligencije u prirodnim naukama, s ciljem da se istaknu uslovi pod kojima VI može predstavljati pouzdan i odgovoran alat za dalji naučni i tehnološki razvoj.
*Ključne reči:* veštačka inteligencija, prirodne nauke, značaj, izazovi primene



## Uvod

Evolutivni progres ljudske populacije i stalna potreba za adaptacijom na novonastale uslove životne sredine, neminovno uslovljavaju i konstantan tehnološki napredak. Čovek kao vrsta koja ima apsolutnu dominaciju u odnosu na sve druge vrste, ima konstantnu potrebu da svoju dominaciju verifikuje tehnološkim inovacijama. Kako evolucija čoveka nije okončana nastankom vrste *Homo sapiens*, već predstavlja

kontinuiran i dinamičan proces, tako ni savremeni čovek neće prestati da stvara, unapređuje i inovira u oblasti tehnoloških dostignuća. Tehnološki razvoj može se posmatrati kao produžetak ljudske evolucije, u kojem intelektualne sposobnosti, kreativnost i naučno znanje oblikuju nove alate i sisteme koji transformišu način života, rada i razumevanja sveta. U tom kontekstu, konstantan tehnološki napredak, uključujući veštačku inteligenciju, ne predstavlja prekid dosadašnjeg razvoja, već njegov logičan nastavak, koji istovremeno otvara nove mogućnosti, ali i postavlja složena etička, društvena i naučna pitanja (Sonia & Eric, 2013: 2).

Svaki napredak u domenu tehnologije ide u korak sa sve većim potrebama ljudske populacije za komfornijim, lakšim i životom prilagođenim potrebama društvenog napretka u globalu. Sa ubrzanim i sve inovativnijim tehnološkim razvojem, čovek sve teže uspostavlja jasnu granicu između autentičnih ljudskih potreba i njihovog prevazilaženja, vođen kontinuiranom ambicijom da sopstvenim otkrićima prevaziđe ograničenosti ljudske vrste. Od vremena otkrića parne mašine, korišćenja električne energije i nastanka interneta, tempo tehnološkog napretka postao je eksponencijalan, a čovek se sve više nalazi u poziciji da njegovi izumi, umesto da mu služe, diktiraju način i tempo života, rada i komunikacije. Savremene tehnologije, od pametnih uređaja i automatizovanih sistema do veštačke inteligencije, omogućavaju značajne dobitke u produktivnosti i pristupu informacijama, ali istovremeno nam nameću nove obaveze, zavisnosti i ograničenja. Konstantan tehnološki napredak čoveka postepeno transformiše iz apsolutnog gospodara svojih kreacija u njihovog služitelja, što postavlja kritična pitanja o kontroli, etičkoj upotrebi tehnologija i potrebi za odgovornim upravljanjem inovacijama kako bi ljudska sloboda i samostalnost bili očuvani.

Veštačka inteligencija (VI) predstavlja jednu od najznačajnijih tehnoloških inovacija savremenog doba i značajno utiče na tok i metodologiju istraživanja u prirodnim naukama. Oblasti primene VI imaju širok dijapazon, od analize velikih skupova podataka i modelovanja složenih prirodnih procesa do razvoja novih materijala, otkrivanja novih lekova i unapređenja istraživanja u oblasti prirodnih nauka i inženjerstva zaštite životne sredine. Istovremeno, ubrzani razvoj ovih tehnologija otvara brojna pitanja u vezi sa pouzdanošću rezultata, etičkim aspektima njihove primene, transparentnošću algoritama i

odgovornom primenom u sferi nauke, što u naučnoj zajednici predstavlja veliki izazov.

U statusu korisnika tehnoloških inovacija, čovek postepeno gubi deo svoje autonomije usled sve veće zavisnosti od digitalno orijentisanih rešenja, što implicira da evolucija ljudskog ponašanja i interakcije dobija novu, digitalno uslovljenu dimenziju. Metaverzum, kao najnovija faza tehnološkog razvoja, predstavlja integraciju virtuelne i proširene stvarnosti sa naprednim sistemima veštačke inteligencije, s ciljem kreiranja visoko imerzivnih i interaktivnih digitalnih okruženja. Ova nova platforma, ne samo da omogućava različite oblike virtuelne komunikacije i saradnje, već i modifikuje način na koji pojedinci percipiraju i doživljavaju prostor, vreme i socijalne interakcije, postavljajući složena pitanja u vezi sa autonomijom, privatnošću i etičkim aspektima digitalnog života (Blagojević, Radić & Cvjetković, 2024: 3).

Simulacija stvarnih događaja i replikacija realnog okruženja u digitalnom prostoru omogućavaju razvoj obrazovanja, istraživanja i treninga kroz imerzivna i interaktivna iskustva, ali istovremeno postavlja značajne izazove u pogledu privatnosti, bezbednosti podataka i etičke upotrebe tehnologija, zahtevajući transparentan i odgovoran pristup njihovoj primeni.

Istraživanje je sprovedeno primenom metode analize i sinteze relevantne naučne i stručne literature, uz komparativni pristup u razmatranju rezultata prethodnih istraživanja. Korišćena metodologija omogućava sistematski pregled postojećih saznanja, identifikaciju aktuelnih izazova i sagledavanje mogućnosti za budući razvoj primene veštačke inteligencije u prirodnim naukama, sa posebnim fokusom na izazove i preporuke u primeni modela veštačke inteligencije u oblasti prirodnih nauka.

U ovom radu analizirani su ključni izazovi i mogućnosti koje razvoj veštačke inteligencije donosi za društvo i pojedinca, s posebnim osvrtom na primenu VI u sferi prirodnih nauka. Cilj rada je identifikovanje najznačajnijih etičkih i tehnoloških izazova primene sistema VI. Istraživanje je zasnovano na analizi relevantne naučne i stručne literature uz komparativnu analizu postojećih pristupa razvoju i primeni sistema veštačke inteligencije. Nakon uvodnog dela, u radu se najpre analizira primena modela VI u prirodnim naukama, pri čemu je poseban akcenat stavljen na njihov značaj, potencijal i izazove u različitim oblastima primene. U završnom delu rada predstavljene su preporuke

za odgovornu upotrebu veštačke inteligencije i zaključci koji ukazuju na značaj očuvanja ljudske autonomije, transparentnosti algoritama i razvoja regulatornih mehanizama koji će omogućiti bezbednu i društveno korisnu primenu ove tehnologije.

## Veštačka inteligencija u prirodnim naukama

Najveći doprinos i revolucionarne naučne inovacije veštačka inteligencija (VI) donela je u domenu prirodnih nauka, posebno u hemiji i biologiji – bazičnim disciplinama čiji se rezultati primenjuju u medicini, farmaceutskoj industriji i biotehnologiji. U hemiji, algoritmi mašinskog učenja omogućavaju predviđanje molekularnih struktura, optimizaciju sintetičkih puteva i identifikaciju potencijalnih lekova sa visokim terapeutskim potencijalom, značajno ubrzavajući proces dizajna novih farmakoloških jedinjenja (Mak & Pichika, 2024). Renomirane farmaceutske kompanije, poput Bajera (Bayer), Roša (Roche) i Fajzera (Pfizer), udružile su se sa IT kompanijama kako bi razvili platforme za otkrivanje terapije u oblastima kao što su imunoonkologija i kardiovaskularne bolesti (Mak & Pichika, 2019).

U biologiji, VI se koristi za analizu genomskih i proteomskih podataka, predviđanje proteinskih struktura, kao što je pokazalo otkriće modela AlfaFold (*AlphaFold*), identifikaciju biomarkera i razumevanje složenih interakcija unutar ćelijskih sistema (Ramesh, 2024; Abriata, 2024; Baum et al., 2021: 3).

Ovi pristupi omogućavaju ne samo bolje razumevanje fundamentalnih bioloških procesa već i primenu tih saznanja u personalizovanoj medicini, ranom otkrivanju bolesti i razvoju terapija visoke specifičnosti. Pored toga, integracija VI u eksperimentalne i simulacione metode omogućava istraživačima da obrade velike i heterogene skupove podataka, što bi tradicionalnim metodama bilo praktično nemoguće, čime se ubrzava transformacija naučnih saznanja u konkretne, u praksi primenljive rezultate.

Mogućnost predstavljanja složenih bioloških i hemijskih struktura kroz stringove pogodne za obradu modelima VI otvara brojne mogućnosti predikcije i prepoznavanja kompleksnih, ljudima teško prepoznatljivih obrazaca (Mswahili & Jeong, 2024). U domenu prirodnih nauka, obrada podataka primenom modela VI u pojedinim aspektima prevazilazi ljudske kognitivne sposobnosti, jer omogućava značajno

efikasniju i vremenski manje zahtevnu analizu velikih i kompleksnih skupova podataka, za čiju bi obradu čoveku bilo potrebno nesrazmerno više vremena i resursa.

Sintetička biologija, novo područje u biološkim disciplinama koje integriše nauku i inženjering, otvara mogućnost manipulacije genetičkim materijalom i stvaranja živih organizama sa potpuno novim osobinama, do tada nepostojećim u prirodi (Sharma & Goel, 2025).

U oblasti dizajna proteina, primena modela veštačke inteligencije, zasnovanih na tehnikama dubokog učenja i generativnim modelima, omogućava predviđanje prostorne strukture, stabilnosti i funkcionalnih svojstava proteina, kao i racionalno projektovanje novih proteinskih sekvenci sa unapred definisanim biološkim funkcijama. Ovi pristupi značajno ubrzavaju procese otkrivanja i optimizacije proteina, smanjujući oslanjanje na dugotrajne i resursno zahtevne eksperimentalne procedure, uz istovremeno proširenje prostora mogućih bioloških rešenja (Koh et al., 2025). Nukleotidi, sastavljeni od azotne baze, pentoznog šećera i fosfatne grupe, predstavljaju osnovne strukturne jedinice nukleinskih kiselina – DNK i RNK, čije su sekvence direktno povezane sa skladištenjem, prenosom i ekspresijom genetičke informacije. Genetički kod je organizovan u obliku tripleta nukleotida (kodona), od kojih svaki kodira specifičnu aminokiselinu ili regulatorni signal tokom procesa translacije, što je eksperimentalno potvrđeno kroz molekularno-biološka i biohemijska istraživanja. Zahvaljujući dobro definisanim hemijskim i strukturnim karakteristikama nukleotida i njihovih međusobnih interakcija, nukleinske kiseline predstavljaju pogodan sistem za formalno modeliranje i računarsku analizu (Alberts et al., 2002: 4).

Savremeni pristupi veštačke inteligencije, uključujući metode mašinskog i dubokog učenja, omogućavaju analizu velikih eksperimentalnih skupova podataka dobijenih sekvenciranjem nove generacije, strukturnom biologijom i biohemijskim tehnikama. Predstavljanjem bioloških i hemijskih molekula u obliku simboličkih sekvenci – kao što su nukleotidne sekvence, aminokiselinski nizovi ili standardizovane hemijske notacije poput Smajls (*SMILES*) formata – stvoreni su uslovi za primenu algoritama za prepoznavanje obrazaca, prediktivno modeliranje i generativni dizajn molekula. Ovi metodološki okviri našli su široku primenu u bioinformatici, računarskoj hemiji i otkrivanju novih lekova, gde se rezultati računarskih predviđanja sve češće eksperimentalno verifikuju kroz *in vitro* i *in vivo* studije (Weininger, 1988: 5).

Kao što svako hemijsko jedinjenje, tako i sama struktura ljudskog organizma može biti raščlanjena na hemijske strukture koje ga čine, što nam omogućava „dešifrovanje" čitavog humanog genoma i ljudskog organizma u celosti. Kao deo molekula DNK, gen koji nosi šifru za sintezu proteina, ima svoju jasno definisanu i poznatu hemijsku strukturu, danas čitljivu i u svetu veštačke inteligencije. Interakcija gena i medikamenata omogućava razvoj personalizovane medicine i prilagođavanje terapije pojedincu. Primena modela veštačke inteligencije u domenu personalizovane medicine i otkrivanja pacijent-specifičnih terapija prevazilazi barijere limita primene dosadašnjih metoda zapadne medicine (Parekh, Shaikh & Al Hasibuzzaman, 2023).

Svaki živi sistem, uključujući i humanu populaciju, podleže kontinuiranim genetskim i epigenetskim promenama, što uslovljava nemogućnost postizanja apsolutne kontrole nad ekspresijom gena. Ova dinamička i kompleksna priroda genetskog materijala rezultuje stalnom varijabilnošću u fenotipskim iskazima, koja je pod uticajem kako unutrašnjih regulatornih mehanizama, tako i spoljnih faktora okruženja. Razumevanje ovih promena i njihovih posledica zahteva integraciju savremenih eksperimentalnih pristupa, uključujući sekvenciranje nove generacije, strukturnu biologiju i napredne biohemijske metode, sa analitičkim tehnikama veštačke inteligencije, kao što su mašinsko i duboko učenje. Takva multidisciplinarna perspektiva omogućava sistematsko ispitivanje složenih bioloških procesa i pruža osnovu za modeliranje i predviđanje varijabilnosti ekspresije gena u humanim populacijama. Modifikovanje genetskog materijala i prilagođavanje genetičkih struktura potrebama opstanka čoveka, neminovno prouzrokuju i mutacije genetičkog materijala patogena, te stvaraju stalnu potrebu za pronalaženjem novih mehanizama borbe za opstanak. Uprkos rapidnom napretku nauke, veštačke inteligencije i superiornosti čoveka nad sopstvenim mehanizmima opstanka, adaptacija na uslove životne sredine neminovno ostaje ključan faktor u borbi za opstanak. Mehanizmi adaptacije menjaju se u skladu sa modifikacijama u genetskom kodu živih organizama i delovanjem faktora spoljašnje sredine.

Krucijalan doprinos veštačke inteligencije u domenu biologije, hemije i medicine je svakako brzina procesiranja informacija i sposobnost obrade velikih količina podataka kojima nijedan tim naučnika ne bi mogao da parira. U domenu medicinskih istraživanja veštačka inteligencija je uslovila kvalitativnu promenu načina naučnog razmišljanja,

omogućila interdisciplinaran pristup i integraciju biologije, hemije i medicine (Selvam, 2024: 6).

Obučavanjem sistema na već poznatim naučnim činjenicama, uz mogućnost bržeg prepoznavanja strukture i načina delovanja hemijskih struktura i gena i lekova, otvara se mogućnost revolucionarnih otkrića u lečenju od maligniteta, naslednih i retkih bolesti. Iako nam brojna naučna dostignuća praćena tehnološkim inovacijama i razvojem veštačke inteligencije omogućavaju kvalitetnije lečenje, životni vek nije produžen, kao ni sam kvalitet života. Globalno posmatrano, veštačka inteligencija predstavlja jednu od ključnih tehnoloških revolucija savremenog doba, ali njena primena istovremeno može imati i određene negativne posledice po životnu sredinu. Ovi uticaji, naročito u kontekstu povećane potrošnje energije i resursa, mogu posredno doprineti narušavanju ekološke ravnoteže, što se dugoročno može odraziti i na porast određenih zdravstvenih rizika i učestalosti bolesti. Neograničena dostupnost informacija u savremenom digitalnom okruženju, kada nije praćena svesnom i interaktivnom razmenom znanja sa drugim pojedincima, može dovesti do emocionalne izolacije, smanjenja socijalne kohezije i slabljenja uloge obrazovnih institucija i porodice kao primarnih izvora strukturisanog znanja. Ovaj fenomen istovremeno ilustruje kontradiktornost savremenog tehnološkog napretka: iako teoretski naučna i tehnološka dostignuća imaju potencijal da poboljšaju kvalitet života čoveka, svaki novi progres stvara kompleksne socijalne, etičke i egzistencijalne izazove koji utiču na stabilnost ljudskih zajednica i opstanak čoveka kao vrste (Yanitsky, 2018: 6).

Iz perspektive teorija informacije i socijalne psihologije, ova dinamika ukazuje na paradoks digitalne ere: eksponencijalni porast informacionog kapitala ne garantuje adekvatnu interpretaciju i primenu znanja, već zahteva nove oblike kognitivne, etičke i institucionalne adaptacije kako bi se očuvala socijalna integracija i kvalitet egzistencije ljudske populacije. Kreiranjem alata i sistema koji mogu biti uslovno superiorniji, brži i precizniji donosioci odluka, čovek se nesvesno doveo u položaj sluge svojih sopstvenih izuma, gubeći kontrolu nad aspektima sopstvene egzistencije i autonomije. Ovaj paradoks tehnološkog razvoja ilustruje kako tehnološka moć, ako nije praćena kritičkim razumevanjem i etičkim upravljanjem, može transformisati ljudsku slobodu i samostalnost u zavisnost od sistema koje je čovek stvorio.

Društveno-ekonomske podele i socijalni položaj pojedinca utiču i na nejednaku dostupnost tehnoloških inovacija koje su kreirane u korist čoveka. Time se društvene podele dodatno naglašavaju. Transhumanizam, kao filozofski pokret usmeren na sistematsko razmatranje mogućnosti unapređenja ljudske prirode primenom savremenih tehnoloških inovacija u cilju prevazilaženja inherentnih bioloških ograničenja, kao jednu od ključnih postavki nosi pretpostavku da tehnološki napredak može minimizovati stopu mortaliteta. Ovaj postulat se pre svega odnosi na mogućnosti manipulacije genetskim materijalom i intervencija na nivou bioloških i fizioloških procesa (Kopanja, 2023: 7).

Tehnološka revolucija koja rapidno menja svet i položaj čoveka u sopstvenom okruženju, dovodi do nedoumice da li će čovek uspeti da bude superiorniji od sopstvenih otkrića, ili će tehnologije preuzeti nadmoć nad ljudskom populacijom. Pitanje koje zaslužuje posebnu polemiku odnosi se na etičke okvire i principe koji definišu granice položaja čoveka u odnosu na savremene tehnologije, sa naglaskom na kontrolu i regulisanje korišćenja podataka o ličnosti, kao i na mogućnosti manipulacije genetskim materijalom. Ova dilema ističe potrebu za integracijom etičkih, pravnih i naučnih standarda u razvoju i primeni tehnologija, kako bi se osigurala zaštita ljudskih prava, privatnosti i egzistencijalne autonomije pojedinca. Uprkos brojnim izazovima primene modela VI u sferi fundamentalnih prirodnih i primenjenih nauka, pitanje etike i postavljanja granica još uvek nije u potpunosti uspostavljeni niti međunarodno usaglašeno.



## Značaj i izazovi primene veštačke inteligencije kao savremenog alata u prirodnim naukama

Domen primene modela veštačke inteligencije u oblasti hemije, koji je u potpunosti u skladu sa etičkim i pravnim normama, obuhvata, između ostalog, predikciju sinteze novih jedinjenja i hemijskih reakcija. Primenom algoritama mašinskog učenja i dubokih neuronskih mreža moguće je identifikovati optimalne reakcione puteve, predvideti stabilnost i reaktivnost molekula i oceniti potencijalne neželjene sporedne produkte, što značajno ubrzava i olakšava proces otkrivanja novih supstanci. Ovi pristupi ne samo da ubrzavaju razvoj lekova i materijala već i minimiziraju troškove i rizike eksperimentalnog rada, omogućavajući istraživačima da se fokusiraju na najperspektivnije kandidate za sintezu.

U kontekstu odgovornog naučnog istraživanja, modeli VI takođe mogu podržati održivu hemiju kroz predikciju ekološki prihvatljivih reakcija i smanjenje eksperimentalnog otpada (Krtolica, Ilić & Tadić, 2025: 8).

Predstavljanje hemijskih jedinjenja kroz stringove Smajls (SMILES) seta podataka, pogodnih za modelovanje metodama mašinskog učenja, otvara niz mogućnosti za predikciju potencijalno novih sinteza jedinjenja, sintetisanje jedinjenja željenih karakteristika bez utroška vremena, hemikalija i izlaganja hemijskim jedinjenjima opasnim po zdravlje čoveka ili životnu sredinu. Simuliranje retrosinteze primenom modela mašinskog učenja otvara brojne mogućnosti sintetisanja do sada nepoznatih jedinjenja, kao i preliminarne predikcije na osnovu naučno potkrepljenih činjenica. Proces retrosinteze polazi od ciljnog molekula i odvija se unazad do identifikacije njegovih početnih prekursora, pri čemu je moguće ostvariti sintezu novog molekula (Bharti et al., 2026).

Ovakav pristup inovacijama u oblasti hemijskog inženjerstva donosi brojne benefite: otkrivanje novih materijala, uštedu vremena i novca u odnosu na hemijske eksperimente u laboratorijama, te svakako tehnološke inovacije stavlja u službu čoveka. Primena modela veštačke inteligencije i mašinskog učenja u biofizici i biologiji dugo je bila znatno usporena u poređenju sa primenom ovih inovacionih tehnologija u drugim naučnim disciplinama. Glavni razlog za to leži u izuzetnoj složenosti bioloških sistema koje odlikuju međusobno povezani procesi na više prostorno-vremenskih skala. Kompleksnost bioloških sistema otežava modelovanje, interpretaciju podataka i generalizaciju rezultata dobijenih primenom modela mašinskog učenja. Ova složenost otežava modelovanje bioloških sistema, interpretaciju podataka i pouzdanu generalizaciju rezultata dobijenih primenom metoda mašinskog učenja. Dodatno, prikupljanje velikih količina kvalitetnih i reprezentativnih podataka, neophodnih za efikasno treniranje modela mašinskog učenja, često je ograničeno visokim troškovima laboratorijskih eksperimenata, kako u smislu finansijskih, tako i vremenskih resursa, kao i prirodnim inherentnim ograničenjima bioloških sistema (Swain, Elowitz & Siggia, 2002: 9; Wang, Capponi & Bianco, 2022: 9). Poslednjih godina zabeležen je rapidan razvoj algoritama veštačke inteligencije i mašinskog učenja, praćen značajnim napretkom automatizovanih i eksperimentalnih tehnika. Ovaj sinergetski napredak omogućio je efikasniju obradu velikih i heterogenih skupova podataka i doveo do sve

većeg broja uspešnih primena u oblasti biofizike, uključujući ćelijsko inženjerstvo, reprogramiranje ćelija i analizu kompleksnih bioloških sistema. Posebno je unapređeno razumevanje strukture, dinamike i funkcije biomolekula, što predstavlja osnovu za razvoj novih terapijskih i biotehnoloških pristupa (Junaid, 2025).

U tom kontekstu, proteini, kao ključni gradivni i funkcionalni elementi ćelijskih membrana i unutrašnjosti ćelije, imaju centralnu ulogu u izgradnji svih živih organizama i regulaciji fizioloških procesa. Oni učestvuju u prenosu signala, katalizi biohemijskih reakcija, transportu molekula i održavanju strukturnog integriteta ćelija. Savremeni pristupi bazirani na veštačkoj inteligenciji omogućavaju detaljniju analizu proteinskih struktura i interakcija, kao i predviđanje njihovih funkcija, što značajno doprinosi boljem razumevanju bioloških sistema na molekularnom nivou. I sama genetska struktura organizma zavisi od nasleđene šifre za određene proteine, te raščlanjivanje i dešifrovanje genetskog koda predstavlja osnovu manipulacije genetskim materijalom. Primena performansi veštačke inteligencije u domenu manipulacije genetskim materijalom revolucionarno je otkriće, kako u tehnološkom, tako i u domenu prirodnih nauka i bioinženjeringa. Model AlfaFold kreiran u kompaniji Gugl Dipmajnd (*Google Deep Mind*), predstavlja model veštačke inteligencije zasnovan na dubokom učenju za precizno predviđanje trodimenzionalne strukture proteina na osnovu niza aminokiselina (Desai et al., 2024: 9).

Kao produkti manipulacije genetskim materijalom proistekle su brojne inovacije koje su u oblasti medicine dovele do revolucionarnih otkrića, kakva je i sinteza insulina, neophodnog u lečenju dijabetesa. Danas mogućnosti primene veštačke inteligencije u medicini otvaraju brojne mogućnosti kvalitetnije brige o zdravlju, bržeg dijagnostikovanja i primene personalizovane terapije. U domenu radiologije primena metoda kompjuterskog vida omogućava analizu velikog broja radioloških snimaka, te lakše i brže dijagnostikovanje malignitеta i drugih patoloških promena. Na taj način kreiranjem aplikacije bazirane na veštačkoj inteligenciji, koju lekari koriste kao asistenta u donošenju odluka, može se znatno povećati i ubrzati broj konačnih dijagnoza i kreirati lista prioritetnih pacijenata za što bržu realizaciju lečenja prioritetnih slučajeva. Ovaj vid digitalnog asistenta svakako ne može zameniti ekspertizu radiologa, niti isključuje lekara kao konačnog donosioca odluka, ali je izuzetno koristan alat, visokog procenta

tačnosti predikcije koji ima sposobnost obrade mnogostruko većeg broja snimaka za kratko vreme i znatno većom brzinom nego što bi to realizovao čitav tim lekara. Ovaj vid interakcije čoveka i veštačke inteligencije samo je jedna u nizu prednosti koje nam ovaj vid tehnološkog napretka pruža i sve dok ne zamenjuje eksperta, već mu samo olakšava, ubrzava i povećava kvalitet rada u oblasti kojom se bavi, apsolutno nema mesta za strah da će nas mašina zameniti ili prevazići u poslu kojim se bavimo.

Ono što, međutim, može predstavljati izvor opravdane bojazni i zahteva povećan stepen opreza jeste način na koji modeli veštačke inteligencije dolaze do svojih zaključaka. Proces donošenja odluka u okviru sistema mašinskog učenja u velikoj meri zavisi od podataka na kojima su modeli trenirani, s obzirom na to da se predikcije i klasifikacije zasnivaju na prethodno usvojenim obrascima, odnosno statističkim pravilnostima ekstrahovanim iz dostupnih skupova podataka. U tom smislu, modeli ne „razumeju" podatke u semantičkom značenju, već generališu zaključke na osnovu korelacija i strukture podataka koje su identifikovali tokom procesa učenja.

Posledično, manja, ali potencijalno značajna odstupanja u vrednostima parametara ili u distribuciji ulaznih podataka koja nisu bila adekvatno zastupljena u skupu podataka za trening modela, mogu ostati neprepoznata. Ovakva ograničenja mogu dovesti do sistematskih grešaka, smanjene robusnosti modela i donošenja nepouzdanih ili pogrešnih odluka prilikom primene modela na nove, realne podatke. Ovaj problem je posebno izražen u kompleksnim i visoko varijabilnim sistemima, kakvi su biološki i medicinski sistemi, gde čak i suptilne razlike i odstupanja mogu imati značajne funkcionalne ili kliničke posledice.

Pored metodoloških izazova, primena veštačke inteligencije u oblasti medicine i biomedicinskih istraživanja otvara i važna etička i pravna pitanja. Neophodno je strogo poštovati principe zaštite privatnosti i poverljivosti podataka, što podrazumeva da svi podaci koji su specifično vezani za pojedince moraju biti adekvatno anonimizovani ili pseudonimizovani. Lični podaci pacijenata, uključujući dijagnoze, anamneze i zdravstvene kartone, smeju se koristiti isključivo u naučne i istraživačke svrhe, uz strogo poštovanje relevantnih etičkih standarda, regulatornih okvira i principa informisanog pristanka. Ovo podrazumeva obezbeđivanje anonimizacije ili pseudonimizacije podataka, kao i kontrolu pristupa i sigurnost podataka tokom svih faza istraživanja.

Doslednom primenom ovih principa moguće je osigurati odgovornu, etičku i pouzdanu primenu veštačke inteligencije u osetljivim oblastima, kao što je medicina, gde netačnosti ili zloupotreba podataka mogu imati direktne i značajne posledice po zdravlje i privatnost pojedinaca. Takođe, implementacija ovih standarda omogućava razvoj VI-sistema koji su transparentni, reproduktivni i usklađeni sa međunarodnim pravilima zaštite podataka, čime se podstiče održiv i etički prihvatljiv naučni napredak.

## Zaključak

Činjenica da je čovek jedino svesno biće na planeti i ključni akter u donošenju odluka koje određuju pravac razvoja civilizacije često dovodi do osećaja moći i uverenja o apsolutnoj dominaciji. Ovakva antropocentrična perspektiva može imati destruktivne posledice, jer osećaj superiornosti u odnosu na druge vrste i prirodne sisteme neretko rezultira nekritičkim odnosom prema sopstvenim izumima i tehnološkim dostignućima. Kao krajnji ishod, čovek može sebi pripisati povlašćen položaj u odnosu na sopstvene kreacije, zanemarujući dugoročne etičke, ekološke i društvene posledice takvog pristupa. Takav superioran odnos čoveka prema tehnološkim inovacijama i stalnom pomeranju granica u njihovim dostignućima izaziva realan strah i kada su u pitanju odnosi čoveka i mašine, odnosno veštačke inteligencije. Izazov da se sistemi zasnovani na veštačkoj inteligenciji stalno usavršavaju, unapređuju i dobijaju sve više osobina svojstvenih ljudima, potencijalno čoveka može čoveka dovesti u inferioran položaj u odnosu na mašine i prouzrokovati potpuno drugačiji smer civilizacijskog kretanja. S druge strane, težnja ka unapređenju kvaliteta života i povećanju efikasnosti kroz primenu naučno-tehnoloških dostignuća često nadjačava razmatranje njihovih mogućih dugoročnih posledica, što otvara brojna etička, društvena i regulatorna pitanja.

Usled ubrzanog razvoja i sve intenzivnije primene sistema veštačke inteligencije, dolazi do značajnog povećanja obima računarske infrastrukture, pre svega data-centara i serverskih sistema, neophodnih za razvoj, implementaciju i izvršavanje složenih modela zasnovanih na veštačkoj inteligenciji. Ova infrastruktura odlikuje se visokim zahtevima u pogledu potrošnje električne energije, kao i značajnom potrošnjom vodnih resursa usled primene intenzivnih sistema hlađenja, što može

imati negativne implikacije na životnu sredinu i održivost prirodnih resursa, posebno u uslovima klimatskih promena i povećanog pritiska na energetske i vodne sisteme. Navedena infrastruktura karakteriše se visokim zahtevima u pogledu potrošnje električne energije, što direktno i indirektno doprinosi povećanju emisija gasova sa efektom staklene bašte, odnosno karbonskog otiska. Kada se sumira sve navedeno dovodi se u pitanje da li je dominantniji pozitivan ili negativan uticaj razvoja veštačke inteligencije po opstanak i kvalitet života čoveka. Empirijska saznanja i rezultati brojnih istraživanja ukazuju na to da svest o negativnim uticajima ljudskih aktivnosti na životnu sredinu, uključujući i dugoročne rizike po opstanak ljudske populacije, nije bila dovoljna da značajno ograniči ili preusmeri dominantne obrasce ponašanja i razvojne prakse.

LITERATURA


Abriata, L. A. (2024). The Nobel Prize in chemistry: Past, present, and future of AI in biology. *Communications Biology*, *7*(1), 1409.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2002). *Molecular biology of the cell* (4th ed.). New York: Garland Science.

Baum, Z. J., Yu, X., Ayala, P. Y., Zhao, Y., Watkins, S. P. & Zhou, Q. (2021). Artificial intelligence in chemistry: Current trends and future directions. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *61*(7), 3197–3212.

Bharti, R., Thakur, A., Koul, U., Verma, M. & Sharma, R. (2026). AI in Retrosynthesis: Introduction, Methods, Evaluation, and Future Directions. In: *Applied Artificial Intelligence for Drug Discovery: From Data-Driven Insights to Therapeutic Innovation* (pp. 379–408). Cham: Springer Nature Switzerland.

Blagojević, M. M., Radić, N. & Cvjetković, M. (2024). Metaverzum: Tehnološka evolucija i društveni uticaj. *Trendovi u poslovanju*, *1*(23), 20–26.

Choudhary, N., Bharti, R. & Sharma, R. (2022). Role of artificial intelligence in chemistry. *Materials Today: Proceedings*, *48*, 1527–1533.

Desai, D., Kantliwala, S. V., Vybhavi, J., Ravi, R., Patel, H. & Patel, J. (2024). Review of AlphaFold 3: Transformative advances in drug design and therapeutics. *Cureus*, *16*(7), e63646.

Junaid, M. A. L. (2025). Artificial intelligence driven innovations in biochemistry: A review of emerging research frontiers. *Biomolecules and Biomedicine*, *25*(4), 739.

Kopanja, M. (2023). Veštačka inteligencija i međunarodna bezbednost: Nadolazeća revolucija u vojnim poslovima. *Sociološki pregled*, *57*(1), 102–123.

Krtolica, I., Ilić, V. & Tadić, J. (2026). AI4Chemistry: Automated chemical research with multi-agent collaboration and molecular transformers in a case study of aspirin synthesis. In: M. Trajanović, N. Filipović, & M. Zdravković (Eds.), *Transformative technologies shaping a smarter society: ICIST 2025* (Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 1621). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-04890-5_24

Mak, K. K., Wong, Y. H. & Pichika, M. R. (2024). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug discovery and evaluation: safety and pharmacokinetic assays*, 1461–1498.

Mak, K. K. & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug discovery today*, *24*(3), 773–780.

Ramesh, P. N. (2024). Computational biology and chemistry with AI and ML. *International Journal of Research in Medical Sciences and Technology*, Vol. No. 17.

Selvam, A. A. A. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on transforming physics, chemistry, and biology education. *The Cuvette*, *2*, 1–31.

Sonia, A. & Eric, B. (2013). Evolutions in the human technology relationship: Rejection, acceptance and technosymbiosis. *IADIS International Journal on WWW/Internet*, *11*(3).

Swain, P. S., Elowitz, M. B. & Siggia, E. D. (2002). Intrinsic and extrinsic contributions to stochasticity in gene expression. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*(20), 12795–12800.

Wang, S., Capponi, S. & Bianco, S. (2022). Inferring conditional probability distributions of noisy gene expression from limited observations by deep learning. *GEN Biotechnology*, *1*(6), 504–513.

Weininger, D. (1988). SMILES, a chemical language and information system. 1. Introduction to methodology and encoding rules. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, *28*(1), 31–36.

Yanitsky, O. N. (2018). The fourth scientific and technological revolution and its social outcomes. *International Journal of Research in Sociology and Social Anthropology*, *4*(4), 46–54.

Ivana Krtolica

# Arti cial Intelligence and Humans – Challenges and Recommendations

**Abstract**

Artificial intelligence (AI) and machine learning methods have become key tools in modern natural sciences, enabling efficient analysis of large and complex datasets, the discovery of hidden patterns, and the improvement of predictive models. Their application spans a wide range of disciplines, including physics, chemistry, biology, geosciences, and biophysics, where they contribute to accelerating scientific discoveries, optimizing experimental protocols, and improving the understanding of complex natural systems. The particular importance of AI-based models lies in their ability to integrate data from diverse sources and across spatial and temporal scales, which is an often unattainable using traditional analytical approach.

Despite numerous advantages, the application of artificial intelligence models in natural sciences is accompanied by significant challenges. Key issues relate to the quality, representativeness, and availability of data, the limited interpretability of complex models, as well as the risk of bias and incorrect generalization of results. In addition, ethical and social aspects – especially in areas involving sensitive data – require careful consideration and clear regulatory frameworks. This paper analyzes the main advantages and limitations of applying artificial intelligence models in natural sciences, with the aim of highlighting the conditions under which AI can serve as a reliable and responsible tool for further scientific and technological development.

*Keywords:* Artificial intelligence, natural sciences, significance, application challenges

**DEJAN MASLIKOVIĆ**

Institut društvenih nauka, Beograd

dmaslikovic@idn.org.rs

**SVETLANA JOVANOVIĆ**

Fakultet organizacionih nauka, Beograd

svetlana.jovanovic@gov.rs

# Veštačka inteligencija između inovacija i regulacije

**Apstrakt**

Ubrzani razvoj sistema veštačke inteligencije (VI) iznova postavlja pitanje ravnoteže između podsticanja inovacija i zaštite javnih interesa. Ovaj rad analizira aktuelne međunarodne regulatorne okvire – pre svega Evropski zakon o veštačkoj inteligenciji (AI Act, 2024), Opštu uredbu o zaštiti podataka (*GDPR*) i ključne standarde *ISO/IEC* serije – i sagledava njihove implikacije za regulatorni razvoj u Republici Srbiji. Posebna pažnja posvećena je procesu izrade prvog Zakona o VI u Srbiji, strateškim dokumentima koji usmeravaju razvoj digitalne ekonomije i obavezama koje proističu iz procesa pristupanja Evropskoj uniji. Rad argumentuje da sveobuhvatan, na riziku zasnovan pristup regulisanju VI ne mora biti prepreka inovacijama, već može postati osnov za izgradnju poverenja korisnika, pravnu sigurnost privrednih subjekata i dugoročnu tehnološku suverenost.

*Ključne reči:* veštačka inteligencija, regulacija, *AI Act*, *GDPR*, *ISO/IEC 42001*, Srbija, digitalna transformacija, upravljanje rizicima, pravni okvir, standardi, inovacije



## Uvod

Veštačka inteligencija postala je jedna od najznačajnijih tehnoloških paradigmi 21. veka. Sistemi zasnovani na mašinskom učenju, obradi prirodnog jezika i računarskom vidu nalaze primenu u zdravstvenim dijagnostičkim sistemima, autonomnim vozilima, finansijskim instrumentima za predikciju rizika, sistemima sudskih preporuka i javnoj upravi (Russell & Norvig, 2021). Upravo zbog ove duboke integracije u kritične društvene procese, VI postaje interesantna zakonodavcima koji nastoje da regulišu upotrebu, ali ne i razvoj (Calo, 2017). Ubrzani razvoj sistema zasnovanih na mašinskom učenju i velikim jezičkim modelima donosi izuzetne mogućnosti za automatizaciju procesa, unapređenje produktivnosti i stvaranje novih vrednosti, ali istovremeno otvara složena pitanja koja spadaju ne samo u domen tehničko-tehnološkog

razvoja već i etike, zaštite ličnih podataka, ljudskih prava, autorskih prava, bezbednosti i drugog. Ovaj dualizam između inovativnog potencijala i rizika čini regulaciju veštačke inteligencije jednim od najizazovnijih normativnih zadataka savremenih pravnih stručnjaka.

Postojeći pravni okviri pokazuju ozbiljne nedostatke i nedostatak fleksibilnost da adekvatno regulišu rizike koji nastaju primenom VI. Dosta faktora utiče na kompleksnost pravnog uređivanja primene VI, a tu spadaju: nepredvidivost ishoda, ko snosi odgovornost, pristranost uzrokovana podacima za treniranje VI, kao i nepredvidivost i istinitost sistema i modela u realnim okruženjima (Doshi-Velez et al., 2017). Ovaj regulatorni jaz motiviše novu generaciju zakonskih inicijativa, od kojih je Evropski *AI Act* (2024), za sada najpotpuniji.

Na globalnom nivou, različiti akteri pristupaju regulisanju veštačke inteligencije sa različitim filozofijama i prioritetima. Evropska unija je u martu 2024. godine usvojila Akt o veštačkoj inteligenciji, koji predstavlja prvi sveobuhvatni propis o veštačkoj inteligenciji na svetu, zasnovan na pristupu zasnovanom na riziku (*risk-based approach*). Sjedinjene Američke Države su se opredelile za fleksibilniji, tržišno orijentisan pristup, uz značajno smanjenje regulatornih ograničenja. Ujedinjene nacije su u martu 2024. godine usvojile globalnu rezoluciju o sigurnoj, bezbednoj i pouzdanoj veštačkoj inteligenciji za održivi razvoj. Ovaj regulatorni mozaik odražava duboka razmimoilaženja u pogledu ravnoteže između razvoja i inovacija sa jedne strane i zaštite javnog interesa i korisnika sa druge strane.

Cilj ovog rada jeste da predstavi ključne elemente međunarodnog regulatornog i etičkog okvira i sagleda mogućnosti il pravce regulisanja VI i perspektive razvoja zakonodavnog okvira u Republici Srbiji. Metodološki pristup kombinuje normativnu analizu pravnih tekstova, komparativnu analizu regulatornih strategija i pregled naučne literature.

## Pravni i etički okvir

### *Međunarodni regulatorni i etički okvir*

Regulisanje veštačke inteligencije predstavlja jedan od najvećih institucionalnih izazova savremenih demokratija. Države širom sveta usvajaju regulatorne pristupe koji se kreću od potpunog oslanjanja

na samoregulaciju tržišta, kao što je to slučaj u Sjedinjenim Američkim Državama, gde vladajući okvir ostaje fragmentisan između sektorskih agencija (*FTC, FDA, NIST*) (Brundage et al., 2018), preko hibridnih modela koje promovišu *OECD* Principi o VI (2019), pa sve do sveobuhvatnih zakonskih okvira poput evropskog *AI Act-a*. Zajednički cilj ovih instrumenata jeste obezbeđivanje bezbednosti, pouzdanosti i transparentnosti algoritamskih sistema, uz istovremeno očuvanje inovativnog potencijala.

### *Evropski AI Act*

Uredba Evropskog parlamenta i Saveta (EU) 2024/1689, poznata kao *AI Act*, predstavlja prvi sveobuhvatni pravni akt koji uređuje VI na tržištu, nadzor, sertifikaciju i korišćenje sistema veštačke inteligencije (European Parliament, 2024). Ova uredba uvodi pristup zasnovan na proceni rizika (*risk-based approach*), koji je konceptualno srodan sa pristupom koji se primenjuje u regulisanju medicinskih uređaja, farmaceutskih proizvoda i nuklearnih postrojenja (Veale, Borgesius, 2021).

AI Act razvrstava sve VI-sisteme u četiri kategorije, zavisno od stepena rizika koji nose:

- **Zabranjene prakse**. Ove prakse se odnose na sisteme koji dugoročno mogu naneti štetu korisnicima i građanima. Odnose se na uvođenje socijalnog kredita koji vrednuje građane na osnovu ponašanja, na biometrijsku kategorizaciju na osnovu osetljivih karakteristika i manipulativne tehnike koje eksploatišu psihološke ranjivosti (čl. 5 *AI Act*).
- **Sistemi visokog rizika**. Sistemi visokog rizika se odnose na one koji se primenjuju u zdravstvu, transportu, socijalnim uslugama, zapošljavanju, upravljanju kritičnom infrastrukturom i biometrijskoj identifikaciji (Aneks III *AI Act*).
- **Sistemi ograničenog rizika**. Kod ovih sistema se zahteva transparentnost, na primer četbotovi (*chatbots*) koji moraju eksplicitno otkriti da su *AI sistemi* (čl. 50 *AI Act*).
- **Minimalni rizik**. Obuhvata većinu aplikacija kao što su filteri za neželjenu poštu i sistemi koji nam preporučuju, gde se ne zahtevaju dodatne obaveze.

Za Republiku Srbiju su naročito relevantne odredbe koje se odnose na: obavezne sisteme upravljanja kvalitetom (čl. 17), obavezno ocenjivanje usaglašenosti pre stavljanja na tržište (čl. 43–44), vođenje tehničke dokumentacije (čl. 11), nadzor posle stavljanja na tržište (čl. 72) i zahteve za modele opšte namene – GPAI (čl. 51–56). Ove odredbe direktno oblikuju uslove pristupa jedinstvenom digitalnom tržištu EU. Primena ovih odredbi može imati ekonomske efekte za srpsku privredu.

### GDPR *i prava građana u kontekstu veštačke inteligencije*

Kada govorimo o zaštiti građana, korisnika VI i podacima koji se daju prilikom otvaranja naloga, pristupa platformama i sistemima zasnovanim na VI, kao i podacima koje VI koristi za učenje, za sada Opšta uredba o zaštiti podataka (GDPR, Uredba EU 2016/679) ostaje ključni normativni okvir. Budući da se gotovo svaki savremeni VI sistem zasniva na masovnoj obradi podataka o ličnosti (Wachter, Mittelstadt & Floridi, 2017). *GDPR* uvodi set principa koji ograničavaju način na koji se podaci mogu koristiti za učenje, podešavanje i operativni rad algoritamskih modela.

U Republici Srbiji je *GDPR* transponovan kroz Zakon o zaštiti podataka o ličnosti (Službeni glasnik RS, br. 87/2018). Ovaj zakon uvodi minimalnu obradu podataka, zakonitu osnovu obrade, informisanje korisnika i prava ispitanika. Takođe, zakon uvodi i pristup, ispravku i brisanje podataka.

Posebno je značajan član 22 *GDPR* koji garantuje da lični podaci koji obradom proizvode pravne ili slične efekte ne budu predmet isključivo automatizovanog odlučivanja, već da u tom lancu odlučivanja postoji uloga čoveka. Ovo se odnosi na *VI-sisteme* koji se koriste u određivanju kreditnog rejtinga, selekciji kandidata ili upravljanju socijalnim davanjima.

Jedno pitanje se posebno ističe i odnosi se na profilisanje (čl. 4 *GDPR*), biometrijske obrade (čl. 9), medicinske podatke i analitiku visokog rizika, gde su obaveze rukovaoca ovakvim sistemima i podacima koje koriste u najvećoj meri restriktivne.

Uzajamni odnos i povezanost *GDPR*-a i *AI Act*-a formira dvostruki normativni štit koji treba sagledati celovito u procesu razvoja i primene VI-sistema (Mantelero, 2018).

### *Standardizacija* – ISO/IEC

Tehnički standardi iako na prvu misao nemaju direktne veze sa regulatornim okvirom, ipak su dobra osnova za sprovođenje regulatornih zahteva.

Standardi su korisni jer omogućavaju da na tržište mogu biti stavljeni samo sistemi VI koji su usklađeni sa relevantnim tehničkim specifikacijama.

Od standarda treba izdvojiti:

- ***ISO/IEC* 42001:2023 – Sistem upravljanja veštačkom inteligencijom**

Prvi globalni standard ove vrste, koji definiše zahteve za uspostavljanje, implementaciju, održavanje i kontinuirano unapređenje sistema upravljanja VI u organizacijama (ISO, 2023a).

- ***ISO/IEC* 23894:2023 – Upravljanje rizicima u oblasti VI**

Pruža smernice za identifikaciju, procenu i tretman rizika koji proističu iz primene *VI–sistema*, u skladu sa opštim okvirom ISO 31000 (ISO, 2023b).

- ***ISO/IEC* 38507:2022 – Upravljanje korišćenjem VI u organizacijama**

Delegira odgovornost organa upravljanja (korporativnih odbora) za stratešku primenu VI.

- ***ISO/IEC* 29100:2011 – Okvir privatnosti**

Odnosi se na VI-sisteme koji obrađuju podatke o ličnosti, komplementarno sa zahtevima GDPR-a.

Pored navedenih, *Evropski odbor za standardizaciju* (*CEN/CENELEC*) razvija harmonizovane standarde koji će biti podrška primeni *AI Act*-a, a koji će, u skladu sa *Sporazumom o stabilizaciji i pridruživanju*, biti primenjeni i u Srbiji.

### *Regulatorni okvir Republike Srbije*

Razvoj normativnog okvira za veštačku inteligenciju u Srbiji odvija se na preseku domaće digitalne agende i procesa harmonizacije sa normama Evropske unije. Ovaj proces karakteriše postepen ali konsistentan napredak. Ishod ovog procesa i regulisanja upotrebe i razvoja

VI treba da bude po ugledu na *AI Act* ali da odražava i specifičnosti srpskog privrednog, društvenog i kulturnog konteksta.

Strateška osnova razvoja VI u Srbiji počiva na dva ključna dokumenta.

1. *Strategija razvoja veštačke inteligencije Republike Srbije* (Vlada RS, 2019) koja postavlja ciljeve u oblastima obrazovanja, nauke, privrede i javne uprave, uz naglasak na etičkim i bezbednosnim aspektima;
2. *Strategija razvoja industrije 4.0* (Vlada RS, 2020). Dokument koji se odnosi na primenu pametnih sistema u industriji, prepoznajući VI kao ključnu tehnologiju četvrte industrijske revolucije (Schwab, 2016).

S obzirom na to da Srbija teži harmonizaciji sa pravom EU u okviru procesa pristupanja, *AI Act* će u velikoj meri oblikovati domaće zakonodavstvo, posebno u delu tehničkih propisa, zaštite potrošača i regulisanja digitalnog tržišta (Fibriyanita, 2024).

Prema izveštajima Evropske komisije o napretku Srbije, oblast digitalne transformacije i vladavine prava algoritama prepoznata je kao jedno od prioritetnih poglavlja u procesu EU integracija, sa posebnim naglaskom na usklađivanje u oblasti zaštite podataka i elektronskih komunikacija.

U Srbiji je u toku izrada prvog *Zakona o veštačkoj inteligenciji*, koji predstavlja ključni normativni iskorak u uređivanju ove oblasti. Model koji je u pripremi, zasnovan je na konsultacijama sa institucijama, privredom i naučnom zajednicom.

Na osnovu gorenavedenih činjenica možemo navesti neke segmente koje bi zakon trebalo da reguliše:

- Pravila za stavljanje *AI* sistema na tržište, zasnovana na pristupu proceni rizika kompatibilnom sa *AI Act*-om.
- Institucionalni okvir za nadzor i praćenje primene, uključujući pitanje nadležnog regulatornog tela.
- Režim za modele opšte namene (malog rizika) koji prate globalne trendove regulisanja velikih jezičkih modela.
- Transparentnost algoritamskog odlučivanja prema fizičkim licima.
- Odgovornost proizvođača i korisnika VI-sistema, sa jasnom raspodelom obaveza u lancu vrednosti.

Ovaj zakon treba da bude deo šire legislative koja uključuje izmene Zakona o zaštiti podataka o ličnosti, Zakona o elektronskim komunikacijama i sektorskih propisa.

## Diskusija

U ovom delu rada biće ukazano na pitanja i nedoumice u primeni veštačke inteligencije.

Regulatorna debata o veštačkoj inteligenciji odražava dublje ideološke, ekonomske i civilizacijske nedoumice savremenog društva. Analiza prikazana u ovom radu ukazuje na nekoliko ključnih nalaza.

- Prvo, na globalnom nivou jasno je definisano da se regulisanje VI zasniva na proceni i smanjenju rizika. Od svih postojećih normativnih akata *AI Act* Evropske unije zauzima centralnu poziciju kao akt koji garantuje najveću bezbednost i sveobuhvatno reguliše ovu oblast. Ovaj pristup svojim ograničenjima i smanjenjem rizika nije ograničio podsticanje inovacija za sisteme niskog rizika i striktnu kontrolu primena koje mogu ugroziti osnovna prava i bezbednost.
- Drugo, stanje je u Srbiji dinamično po pitanju razvoja, primene i regulisanja VI. Teži se ka usaglašavanju sa evropskim trendovima, ali se ne odustaje od ubrzanog napretka. Srbiji u ovom procesu može pomoći iskustvo zemlje poput Estonije koje pokazuje da manje države mogu postići visok nivo digitalne zrelosti upravo kroz usmerena javna ulaganja i jasne strategije (Drechsler, 2023).

### *Regulacija u SAD i EU*

Ova dva regulatorna modela su u stvari dva različita pristupa koji imaju i različite posledice Ovo je ne samo tehnička razlika u pristupu, već i odraz fundamentalno različitih vrednosnih sistema. EU je odabrala model zasnovan na prethodno definisanim pravilima koji postavljanjem jasnih granica pre plasiranja sistema na tržište nastoji da zaštiti prava građana i spreči štetne primene. SAD, naprotiv, istorijski preferira intervenisanje tek nakon što se šteta dogodi, oslanjajući se na tržišnu samoregulaciju i sektorsku kontrolu od strane agencija kao što su *FTC* i *FDA* (Calo, 2017).

Ova razlika ima direktan uticaj na privredu. Američki pristup, koji omogućava i stimuliše razvoj, a potom kontroliše, u osnovi je povoljniji za inovacije. Ovaj model smanjuje administrativne troškove usklađivanja i ubrzava plasman novih rešenja. Sa druge strane, kritičari ukazuju da ovaj pristup nosi ozbiljne sistemske rizike: primeri kazni prema kompanijama kao što su Meta, OpenAI i Amazon pokazuju da tržišna samoregulacija nije dovoljna tamo gde su u pitanju osnovna prava, psihološki integritet korisnika ili bezbednost kritične infrastrukture (Wachter, Mittelstadt & Floridi, 2017).

Posebno je indikativno da je nova američka administracija ukinula prethodnu Izvršnu naredbu o bezbednoj i pouzdanoj VI Izvršnu naredbu 14110 (*Executive Order 14110* iz oktobra 2023) i usmerila regulatornu agendu ka stimulisanju razvoja, eksplicitno distancirajući se od evropskog modela. Ovo je za evropske institucije i za države kandidate poput Srbije signal da harmonizacija sa EU standardima podrazumeva i preuzimanje određenih konkurentskih troškova u kratkom roku – uz potencijalnu dugoročnu dobit u vidu pravne sigurnosti i poverenja korisnika (Veale & Borgesius, 2021).

Za privredu, odgovor na pitanje koji model je bolji zavisi od konteksta. Za korisnike i građane, evropski model nudi veću zaštitu – posebno u oblastima profilisanja, automatizovanog odlučivanja i biometrijske identifikacije. Za kompanije koje razvijaju inovativna rešenja na novim tržištima, rigidnija regulacija može usporiti razvoj i favorizovati ekonomski moćnije aktere koji mogu da finansiraju skupu proceduru usklađivanja. Ova dilema nije razrešena ni u akademskoj literaturi ni u regulatornoj praksi (Doshi-Velez & Kortz, 2017).

### *Primena* VI *bez kontrole*

Ovakav model, regulisanja ili neregulisanja može dovesti do zloupotrebe.

Primena VI-sistema bez adekvatnog nadzora dovodi do rizika. Izdvojićemo nekoliko rizika koji su navedeni u naučnoj literaturi.

- **Rizik od pristrasnosti algoritama.** Modeli obučeni na istorijskim podacima reprodukuju i pojačavaju društvene nejednakosti u oblastima zapošljavanja, kreditiranja i pravosuđa (O'Neil, 2016). Istraživanja su pokazala da komercijalni sistemi prepoznavanja

lica imaju znatno viši procenat grešaka za žene tamnijeg tena u poređenju sa belim muškarcima, što direktno utiče na ishode kada se takvi sistemi primenjuju u policijskom radu ili graničnoj kontroli (Buolamwini & Gebru, 2018).

- **Rizici po psihološki integritet korisnika**. Konkretan primer je tužba porodice američkog dečaka koji je izvršio samoubistvo, u kojoj se tvrdi da je dizajner Čet-Dži-Pi-Tija (*ChatGPT*-a) namerno stvarao psihološku zavisnost.[1] Ovaj primer ilustruje kako model zasnovan na maksimizaciji angažovanja korisnika može biti u direktnom sukobu sa zaštitom mentalnog zdravlja, naročito maloletnih korisnika. Istraživanja iz psihologije digitalnih medija potvrđuju da sistemi zasnovani na potkrepljujućim algoritmima mogu indukovati obrasce zavisnog ponašanja kod ranjivih grupa (Montag et al., 2021).
- **Rizik od zloupotrebe baza podataka i neovlašćeno profilisanje**. Kompanije ne razumeju koliki broj podataka o ličnosti je ušao u alate za veštačku inteligenciju i šta se radi sa njima. Ovo nije samo problem svesti, već i problem arhitekture. Veliki jezički modeli (*LLM*) koriste podatke o ličnosti tokom faze učenja i potencijalno ih reprodukuju u odgovorima, narušavajući pravo na privatnost čak i kada korisnici toga nisu svesni. Reidentifikacija anonimizovanih skupova podataka izvodljiva je u znatnom procentu slučajeva (Narayanan & Shmatikoff, 2008).
- Rizici po kritičnu infrastrukturu. Poznat je slučaj globalnog ispada interneta uzrokovanog greškom jednog inženjera u *AWS* sistemu, koji je ukazao na sistemsku ranjivost infrastrukture zavisne od algoritamskih sistema.[2]

### *Veštačka inteligencija u obrazovanju*

Ovo je možda i najveći izazov za društvo i zakonodavce, izazov koji se ne sme ignorisati.

Jedna od najznačajnijih, a istovremeno najslabije regulisanih oblasti primene VI jeste obrazovanje. Generativni AI-sistemi u

[1] Vest je dostupna na https://www.bbc.com/news/articles/cgerwp7rdlvo

[2] https://rs.bloombergadria.com/tehnologija/digitalizacija/91353/prekid-cloudflarea-blokirao-sajtove-chatgpt-ja-x-a-i-drugih/news

svakodnevnoj su upotrebi kod učenika i studenata, transformišući ne samo načine učenja već i samu prirodu znanja, kreativnosti i akademskog integriteta (Holmes et al., 2022). Ovaj fenomen otvara niz pitanja na koja ni zakonodavstvo ni pedagoška nauka još uvek nemaju jasan odgovor.

Nastavni kadar nije opremljen da kritički sagledava ni da pedagoški prenosi znanja o VI, dok učenici samostalno i nekritički usvajaju njene koristi kao autoritativne izvore. Istraživanja potvrđuju da studenti koji koriste generativne *AI* alate bez kritičke refleksije razvijaju površinsko razumevanje nastavnog gradiva i smanjenu sposobnost argumentacije (Kasneci et al., 2023).

Istovremeno, VI nosi izuzetan obrazovni potencijal. Učenje može da bude personalizovano, sa adaptivnim kurikulumima, automatskom identifikacijom teškoća u učenju i podrškom inkluzivnom obrazovanju kroz asistivne tehnologije i izradu, primenu i evaluaciju IOP-a.

Pitanje nije da li VI treba da bude u učionici, već pod kojim uslovima, s kojim ciljevima i uz koje zaštitne mehanizme (Luckin et al., 2016). Odgovor na ovo pitanje mora biti interdisciplinaran, pravno regulisan i u okviru prava, pedagogije i etike.





U Srbiji, primenom *AI Act*-a i njegovom inegracijom sa našim zakonodavstvom neće direktno biti regulisana primena VI u obrazovanju, osim u delu sistema visokog rizika (npr. platforme za ocenjivanje i praćenje učenika). Strategija razvoja VI Srbije prepoznaje obrazovanje kao prioritetnu oblast, ali konkretni akcioni planovi za kurikularne izmene i obuku nastavnika još uvek nedostaju. Potrebno je, najverovatnije obrazovni sistem reformisati od osnovne škole naviše, ne u smislu programiranja algoritama, već u smislu razumevanja konteksta, etičkih posledica i kritičke evaluacije *AI* sistema.

### *Pitanje uloga i odgovornosti*

U primeni sistema koji koriste VI postoji nekoliko kategorija uloga koje treba razlikovati (rukovaoci, obrađivači i algoritamski lanci) i u odnosu na njih kreirati regulatoni okvir.

Ovo je ujedno i jedno od najtežih praktičnih pitanja u primeni regulatornih okvira – napraviti jasno razgraničenje odgovornosti između različitih aktera u lancu VI sistema. *AI Act* uvodi kategorije ponuđača, korisnika u poslovne svrhe, uvoznika i distributera, čije se definicije u kontekstu VI sistema ne poklapaju uvek sa klasičnim ulogama

rukovaoca i obrađivača iz *GDPR*-a. Ovo je naročito kompleksno u slučajevima kada kompanija angažuje spoljnog dobavljača za razvoj algoritamskog modela koji potom sama koristi u donošenju kadrovskih ili kreditnih odluka. Ovde se mešaju uloge, pa je dobavljač formalno i obrađivač, ali faktički ima znatan uticaj na ishode koji pogađaju fizička lica. Ova situacija nije adekvatno adresirana ni u *GDPR*-u ni u *AI Act-u* i predstavlja polje za buduće regulatorno preciziranje.

Sličan problem nastaje u oblasti ugovornih odnosa kada kompanije koriste medicinsku dokumentaciju ili onkološke snimke za razvoj dijagnostičkih modela. Pitanje ko je rukovalac nad medicinskim podacima korišćenim za obuku modela – zdravstvena ustanova, *IT kompanija* ili akademska institucija.

Ovo je posebno relevantno za Srbiju, gde zdravstveni sektor ulazi u fazu digitalizacije a regulatorna infrastruktura nije u potpunosti pripremljena za ove scenarije.

Takođe, o ovome se mora voditi računa kada se državni informaiconi sistemi, podržani VI koriste za ostvarivanje prava socijalno ugroženih grupa (Maslikovic et al., 2026).



### *Brzina tehnologije nasuprot brzini regulacije*

Najveća dilema u regulisanju VI je ona koja nastaje kada postoji namera da se održi razvojna priroda tehnologije i započne normativni proces. Tehnologija se razvija mnogo brže od regulative i to izaziva problem koji akademska literatura naziva pejsing problem (*pacing problem*) – strukturna nesposobnost regulatornih sistema da prihvate tempo tehnoloških promena (Marchetti, 2019).

Na tržištu se već nalaze generativni modeli koji se koriste u zapošljavanju, medicinskom odlučivanju i sudskim preporukama, dok zakoni koji bi regulisali ove primene još nisu ni u nacrtu. Posebno je zabrinjavajuće zapošljavanje, poslodavci sve češće primenjuju algoritamske sisteme za selekciju kandidata na osnovu analize CV-ja (*CV – curriculum vitae*), tona glasa ili mikroizraza lica, bez ikakve regulatorne kontrole i bez mogućnosti za kandidate da ospore takve odluke (Raghavan et al., 2020). Odredba o pravu na objašnjenje automatizovane odluke iz člana 22 *GDPR*-a teorijski pokriva ovu situaciju, ali je njena primena u praksi izuzetno slaba zbog nedostatka tužbi i institucionalnog kapaciteta nadzornih organa.

Moguća rešenja za problem neusklađenosti tempa (*pacing problem*) uključuju regulatorne prakse koje dozvoljavaju eksperimentisanje pod nadzorom, adaptivnu regulaciju koja predviđa mehanizme revizije propisa u kratkim ciklusima, kao i princip tehnološke neutralnosti koji zakon vezuje za rizike i ishode, a ne za konkretne tehnologije. Akt o veštačkoj inteligenciji delimično usvaja ove pristupe. Mada, iskustva iz Srbije nam govore da je značajno akumulirana neadekvatna komunikacija u državnim organima, odnosno da informacioni sistemi, digitalni alati i eUprava podržana VI nisu u potpunosti ispunili očekivanja i ulaganja (Maslikoviić, Tomić, 2024).

## Zaključak

Analiza međunarodnih okvira i uvida u literaturu ukazuje na to da ne postoji jedinstveni model regulacije veštačke inteligencije koji je istovremeno optimalan za privredu, građane i javni interes. Izgradnja regulatornog okvira zasnovanog na proceni rizika, usklađenog sa *GDPR*-om i sektorskim propisima, uz jačanje institucionalnih kapaciteta i podršku digitalnoj pismenosti, predstavlja neophodno rešenje.

Za Srbiju, proces harmonizacije sa normama Evropske unije ne bi trebalo da predstavlja samo formalno ispunjavanje zahteva, već strateško odluku da se izgradi kvalitetan i održiv sistem regulisanja, kontrole i upravljanja sistemima veštačke inteligencije. Ovaj zadatak podrazumeva da se različiti akteri – ministarstva, naučne institucije, privreda i civilno društvo – aktivno uključe i zajednički rade na rešavanju ovog izazova. Zakon o veštačkoj inteligenciji neće biti dovoljan sam po sebi; on mora biti deo šire legislative, praćen odgovarajućim podzakonskim aktima, smernicama za primenu i mehanizmima za redovnu reviziju.





LITERATURA

Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., ... Amodei, D. (2018). *The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation*. Oxford: Future of Humanity Institute, University of Oxford. https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.07228

Buolamwini, J. & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In: S. A. Friedler & C. Wilson (Eds.), *Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability*

*and Transparency* (PMLR Vol. 81, pp. 77–91). https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a.html

Calo, R. (2017). Artificial intelligence policy: A primer and roadmap. *UC Davis Law Review, 51*(2), 399–435. https://lawreview.law.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk15026/files/media/documents/51-2_Calo.pdf

Doshi-Velez, F., Kortz, M., Budish, R., Bavitz, C., Gershman, S., O'Brien, D., ... Wood, A. (2017). *Accountability of AI under the law: The role of explanation.* Cambridge, MA: Berkman Klein Center Working Group on Explanation and the Law. https://doi.org/10.2139/ssrn.3064761

Drechsler, W. (2023). Estonian e-governance and artificial intelligence: A case study in digital transformation. *Government Information Quarterly*, *40*(2), 101–115. https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101789

European Parliament, Council of the European Union (2016). *Uredba (EU) 2016/679 o zaštiti pojedinaca u vezi sa obradom ličnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka (Opšta uredba o zaštiti podataka).* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016R0679

European Parliament, Council of the European Union (2024). *Uredba (EU) 2024/1689 o utvrđivanju usklađenih pravila o veštačkoj inteligenciji (Akt o veštačkoj inteligenciji).* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32024R1689

Fibriyanita, F. (2024). The rise of artificial intelligence (AI) in public administration: Reimagining government services and delivering value to citizens. *Public Studies and Business Administration Journal (PUSBA), 1*(1), 72–80.

Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. (2019). *Arti cial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning.* Boston: Center for Curriculum Redesign.

International Organization for Standardization [ISO] (2023a). *ISO/IEC 42001:2023 Information technology—Artificial intelligence—Management system.* Geneva: ISO.

ISO (2023b). *ISO/IEC 23894:2023 Information technology—Artificial intelligence—Guidance on risk management.* Geneva: ISO.

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Diffe - ences*, 103, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education.* London: Pearson.

Mantelero, A. (2018). AI and big data: A blueprint for a human rights, social and ethical impact assessment. *Computer Law & Security Review*, *34*(4), 754–772. https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.05.017

Marchetti, I. (2019). Hopelessness: A network analysis. *Cognitive Therapy and Research*, *43*, 611–619. https://doi.org/10.1007/s10608-018-9981-y

Maslikovic, D., Tomic, B., Kadijevic, Dj. (2026). Factors influencing accessibility in judicial institutions for people with disabilities: a study of the Serbian judicial system. Humanities and Social Sciences Communications, *Nature*. https://doi.org/10.1057/s41599-026-06762-7

Masliković, D., Tomić, B. M. (2024). Is there communication? Access to information by persons with disabilities in Serbi, *Stanovništvo*, *62*(1), 153–166. https://doi.org/10.59954/stnv.563

Montag, C., Lachmann, B., Herrlich, M. & Zweig, K. A. (2019). Addictive features of social media/messenger platforms and freemium games against the background of psychological and economic theories. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(14), Article 2612. https://doi.org/10.3390/ijerph16142612

Narayanan, A. & Shmatikov, V. (2008). Robust de-anonymization of large sparse datasets. In: *2008 IEEE Symposium on Security and Privacy* (pp. 111–125). Piscataway, NJ: IEEE. https://doi.org/10.1109/SP.2008.33

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019). *Recommendation of the Council on artificial intelligence (OECD/LEGAL/0449)*. Paris: OECD. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449

O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. New York: Crown.

Raghavan, M., Barocas, S., Kleinberg, J. & Levy, K. (2020). Mitigating bias in algorithmic hiring: Evaluating claims and practices. In: *Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (pp. 469–481). New York: Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3351095.3372828

Russell, S. & Norvig, P. (2021). *Arti cial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Geneva: World Economic Forum.

Veale, M. & Zuiderveen Borgesius, F. J. (2021). Demystifying the draft EU Artificial Intelligence Act. *Computer Law Review International*, *22*(4), 97–112. https://doi.org/10.9785/cri-2021-220402

Strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period 2020–2025, *Službeni glasnik RS*, br. 96/2019.

Wachter, S., Mittelstadt, B. & Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the General Data Protection Regulation. *International Data Privacy Law*, *7*(2), 76–99. https://doi.org/10.1093/idpl/ipx005

Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, *Službeni glasnik RS*, br. 87/2018.

**Dejan Maslikoviћ**
**Svetlana Jovanoviћ**

# Arti cial Intelligence between Innovation and Regulation: International and National Regulatory Framework with Special Reference to the Republic of Serbia

**Abstract**

The accelerated development of artificial intelligence (AI) systems has once again raised the question of balancing innovation with the protection of public interests. This paper analyzes current international regulatory frameworks – primarily the European Union's Artificial Intelligence Act (AI Act, 2024), the General Data Protection Regulation (GDPR), and key standards from the ISO/IEC series – and examines their implications for regulatory development in the Republic of Serbia. Particular attention is given to the process of drafting the first AI law in Serbia, strategic documents guiding the development of the digital economy, and obligations arising from the country's accession process to the European Union. The paper argues that a comprehensive, risk-based approach to AI regulation does not necessarily hinder innovation; rather, it can serve as a foundation for building user trust, ensuring legal certainty for businesses, and achieving long-term technological sovereignty.
*Keywords:* artificial intelligence, regulation, AI Act, GDPR, ISO/IEC 42001, Serbia, digital transformation, risk management

**DUŠICA KOVAČEVIĆ**

Institut društvenih nauka, Beograd

dkovacevic@idn.org.rs

# Algoritmi i pravno poimanje ljudske autonomije

**Apstrakt**

Ubrzani razvoj veštačke inteligencije i algoritamskih sistema menja način donošenja i izvršavanja odluka u savremenim društvenim i pravnim sistemima. Algoritamsko odlučivanje (odlučivanje zasnovano na unapred definisanim algoritamskim pravilima i obradi podataka) sve češće deluje kao normativni posrednik između pravne norme i njene primene, čime se dovodi u pitanje klasično shvatanje ljudske autonomije kao pretpostavke pravne subjektivnosti. Rad polazi od teze da upotreba algoritama u procesima informisanja i odlučivanja ne predstavlja samo tehničko, već pre svega, normativno pitanje koje zahteva preispitivanje osnovnih pravnih pojmova autonomije, odgovornosti i ljudskog dostojanstva.

U radu se primenjuje normativno-pravni metod uz oslanjanje na analizu postojećih pravnih modela razvijenih u oblastima u kojima je autonomija pojedinca već bila predmet normativnih ograničenja radi zaštite viših vrednosti. Posebna pažnja posvećena je pametnim ugovorima kao modelu automatizovanog izvršenja pravnih obaveza i potencijalnom normativnom presedanu za razumevanje algoritamskog odlučivanja, kao i iskustvima regulacije normativno osetljivih odluka koja ukazuju na značaj proceduralnih korektiva i institucionalne kontrole.

Analiza pokazuje da algoritamski posredovano odlučivanje transformiše klasični pojam ljudske autonomije, pomerajući čoveka sa pozicije aktivnog nosioca odluke ka formalnom učesniku u unapred strukturiranom procesu. Izostanak transparentnosti, mogućnosti ljudske intervencije i delotvornih pravnih sredstava može dovesti do slabljenja pravne sigurnosti i ugrožavanja ljudskog dostojanstva. Stoga rad ukazuje na potrebu za jasnim normativnim i proceduralnim okvirima koji omogućavaju kontrolu algoritamskog odlučivanja i očuvanje čoveka kao centralnog subjekta prava.

*Ključne reči:* algoritmi, autonomija, odlučivanje, ljudsko dostojanstvo, pravna sigurnost

## Uvod

Ubrzani razvoj veštačke inteligencije i algoritamskih sistema predstavlja jednu od najznačajnijih transformacija savremenog društva. Tehnologije koje su do skoro imale funkciju tehničke podrške ljudskim aktivnostima sve češće učestvuju u procesima donošenja odluka sa značajnim društvenim i pravnim posledicama. U tom kontekstu, algoritmi više ne deluju samo kao neutralni alati za obradu podataka, već kao posrednici između normi, institucija i pojedinaca (Lessig, 1999: 3–8; Hildebrandt, 2016: 2–4).

Algoritmi se mogu razumeti kao formalizovani skupovi pravila i instrukcija koji omogućavaju sistematsko rešavanje određenih zadataka ili donošenje odluka na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma. Oni ne funkcionišu kao vrednosno neutralni instrumenti, jer u sebi sadrže pretpostavke i ciljeve ugrađene tokom njihovog dizajna i primene (Pasquale, 2015: 8–10; Zarsky, 2016: 120–122).

Uticaj algoritama danas je prisutan u različitim oblastima društvenog života – od ugovornih odnosa i finansijskih transakcija do upravnih postupaka, zdravstvene zaštite i sistema bezbednosti. Zajednička karakteristika ovih procesa je smanjenje neposredne ljudske intervencije i oslanjanje na automatizovane sisteme zasnovane na statističkim obrascima i optimizacionim ciljevima. Takav razvoj otvara pitanje da li se odlučivanje postepeno prenosi na tehnološke sisteme, čime se menja položaj čoveka u pravnom poretku (Brownsword, 2019: 35–38).

Poseban problem algoritamski posredovanog odlučivanja ogleda se u njegovoj normativnoj dimenziji. Upotreba algoritama utiče na tehničku primenu pravnih normi i na njihovo posredno oblikovanje i reinterpretaciju (Rouvroy & Berns, 2013: 168–170). Polazna teza rada jeste da sve značajnija uloga algoritama predstavlja normativni izazov za savremeno pravo. Postavlja se pitanje da li čovek ostaje stvarni nosilac autonomije ili se njegova uloga svodi na formalno prihvatanje rezultata koji su definisani izvan njegove neposredne kontrole.

Analiza ovog problema zasniva se na primeni normativno-pravnog metoda i konceptualne analize, što omogućava analogijsko i komparativno sagledavanje pristupa pravnom uobličavanju ljudske autonomije u algoritamski posredovanom prostoru. Metodološki okvir rada usmeren je na ispitivanje uticaja algoritamskih sistema na opseg ljudske autonomije, procenu mogućnosti da postojeći pravni modeli posluže

kao normativni orijentir za regulaciju algoritamskog odlučivanja, kao i na razmatranje posledica izostanka proceduralnih korektiva u sistemima zasnovanim na algoritamskom odlučivanju.

## Autonomija u algoritamskom okruženju

pojam ljudske autonomije predstavlja jednu od temeljnih vrednosti prava. U klasičnom pravnom shvatanju, autonomija se vezuje za sposobnost pravnog subjekta da formira i izrazi svoju volju, kao i da snosi pravne posledice odluka koje je doneo. Autonomija se razume kao inherencija pravne subjektivnosti fizičkog lica (Dworkin, 1993: 101–103). Na toj pretpostavci zasnivaju se osnovni instituti privatnog prava, naročito ugovorna sloboda, ali i širi koncepti javnog prava poput odgovornosti. Ljudska autonomija nikada nije bila apsolutna kategorija. Već u klasičnim pravnim sistemima bila je ograničavana normama koje su imale za cilj zaštitu javnog poretka, morala ili prava drugih, te ukazivanje na vrednosno relevantne opcije izbora (Raz, 1986).

Usled specifičnog tehnološkog konteksta, u savremenom pravu dolazi do relativizacije koncepta autonomije (Mackenzie & Stoljar, 2000). Tehnološki kontekst obuhvata digitalne i algoritamske sisteme koji sve češće posreduju u odlučivanju. Odluke koje subjekt donosi na osnovu algoritamski pruženih informacija više nisu rezultat isključivo njegove unutrašnje racionalne procene, već su u značajnoj meri uslovljene pravilima, procedurama i tehničkim arhitekturama koje deluju izvan njegove neposredne kontrole (Hildebrandt, 2016: 6–9).

Algoritamski sistemi utiču na proces formiranja volje kroz više međusobno povezanih mehanizama. Prvi mehanizam jeste *filtri anje i personalizacija sadržaja*. Algoritmi rangiraju i selektuju informacije čime oblikuju personalizovano iskustvo stvarajući informacijsku fragmentaciju i tzv. filter mehurove (Pariser, 2011). Drugi mehanizam odnosi se na *prediktivno modelovanje*. Algoritmi ne funkcionišu na osnovu maksima pravičnosti ili proporcionalnosti, već na principu statističkih korelacija i optimizacije određenih ciljeva (npr. efikasnosti, angažovanja i profita) uz anticipaciju ponašanja korisnika (Zuboff, 2019). Treći mehanizam predstavlja *asimetrija znanja* kojom se označava neravnoteža između sistema koji raspolažu velikim količinama podataka o korisnicima, dok korisnici nemaju uvid u kriterijume prema kojima se donose odluke o pružanju informacija (Pasquale, 2015; Zarsky, 2016). Četvrti mehanizam

odnosi se na *arhitekturu izbora*. Iako formalno postoji mogućnost izbora, način na koji su opcije predstavljene i rangirane nije transparentan i vodi ka epistemiološkoj neravnopravnosti i nemogućnosti relevantnog kritičkog preispitivanja odluka (Sunstein, 2015).

Poseban rezultat upotrebe ovih mehanizama oslikava se kroz upotrebu decentralizovanih *oblika algoritamske regulacije* koje karakteriše anticipirana saglasnost i odsustvo odgovornosti (Yeung, 2017). Upravo zbog toga postaje neophodno razmotriti odnos između pravnih normi i algoritamskih pravila, odnosno način na koji algoritmi učestvuju u procesu primene i izvršenja pravnih normi.

### *Algoritmi između norme i izvršenja*

Automatizovani sistemi algoritama u određenim kontekstima doprinose ostvarivanju učinkovitosti i racionalizacije odlučivanja. Kako piše Lesig (*Lessig*), kod algoritma ne funkcioniše poput norme koju treba interpretirati, već kao arhitektura koja ponašanje reguliše neposredno po principu *code is law* (Lessig, 1999: 3–8; 89–99). Kada se pravna norma operacionalizuje kroz programski kod, izvršenje poprima karakter neposrednosti, tj. primene kroz unapred definisana logička pravila i parametre. *Principi proporcionalnosti* i *predvidivosti pravnih posledica*, kao ključni elementi pravnog odlučivanja, zamenjuju se statističkim obrascima i prediktivnim modelima dinamičkog okruženja, čime se stiče utisak tzv. fluidnosti pravnih pravila. Hildebrant (*Hildebrandt*) navedeno stanje objašnjava kao zamenu normativnog sistema informacionim mehanizmima uz operativnu logiku podataka umesto pravne argumentacije (Hildebrandt, 2016: 6–10). U tom kontekstu, Braunsvord (*Brownsword*) upozorava da funkcionalna efikasnost ne može sama po sebi predstavljati osnov legitimnosti tehnološki posredovanog odlučivanja, već mora biti praćena očuvanjem temeljnih normativnih vrednosti prava (Brownsword, 2019: 39–42).

Pitanje *kontrole* nad algoritamskim sistemima postaje ključno. Tradicionalni mehanizmi kontrole – sudsko preispitivanje, upravni nadzor, institucionalna odgovornost – polaze od pretpostavke da je moguće rekonstruisati proces odlučivanja, identifikovati razloge i utvrditi vezu između činjenica, primenjene norme i donete odluke. Međutim, Zarski (*Zarsky*) navodi da automatizovani sistemi često podrivaju ovu pretpostavku, čime se ugrožava pravičnost odlučivanja koja proizvodi

obavezujuće pravne posledice (Zarsky, 2016: 122–125). Poseban problem predstavljaju sistemi zasnovani na složenim modelima mašinskog učenja, kod kojih ni sami kreatori sistema nisu uvek u mogućnosti da u potpunosti objasne način na koji je konkretna odluka doneta. Paskvale (*Pasquale*) ovaj fenomen opisuje kao nastanak „društva crne kutije", u kojem ključne odluke bivaju donošene na osnovu netransparentnih i nedostupnih procesa (Pasquale, 2015: 3–7). U takvim okolnostima, *pravo na obrazloženu odluku* gubi svoju praktičnu funkciju, jer obrazloženje prestaje da bude rezultat pravnog rezonovanja.[1]

Sa stanovišta evropskih standarda zaštite ljudskih prava, ovakvi procesi dovode u pitanje ostvarivanje prava na obrazloženu odluku i *delotvorno pravno sredstvo*. Evropski sud za ljudska prava (*European Court of Human Rights – ECtHR*) dosledno naglašava da pravo na pravično suđenje podrazumeva obavezu organa da pruže razloge koji omogućavaju stranci da razume osnov odluke i da ga efektivno ospori (Hadjianastassiou v. Greece, 1992: par. 33–37). Ukoliko algoritamski sistemi onemogućavaju razumevanje razloga odluke, procesne garancije ostaju formalno priznate, ali suštinski nisu efektivne. Stoga se *pitanje odgovornosti* ne može objasniti kao inherentni element mogućnosti uticanja na tok odlučivanja. Kako ukazuje Braunsvord, sistemi algoritama vode ka slabljenju klasičnih modela pravne odgovornosti, jer se normativna moć raspršuje između tehničkih i institucionalnih aktera, rezultirajući stvaranjem normativne neizvesnosti (Brownsword, 2019: 112–115). S obzirom na složenost pružanja pravne zaštite, Opšta uredba o zaštiti podataka (Uredba EU) 2016/679) predviđa da lice ima pravo da ne bude predmet odluke zasnovane isključivo na automatizovanoj obradi, uključujući i društveno značajne mere poput profilisanja, ukoliko takva odluka proizvodi pravne posledice ili na sličan način značajno utiče na njegov pravni položaj (član 22). Dodatno, u Aktu o veštačkoj inteligenciji (*Artificial Intelligence Act – AI Act*) naznačena je nužda da se sistemi algoritama koji mogu ugrožavati ljudska prava podvrgnu obavezi transparentnosti i nadzora, radi zaštite ljudske autonomije i dostojanstva.

[1] Algoritmi faktički oblikuju način na koji se pravo ostvaruje u praksi. Rouvroj i Berns (*Rouvroy & Berns*) pišu o uspostavljanju takozvane „algoritamske upravljačnosti" u kojoj se normativna funkcija prava delimično prenosi na tehničke sisteme koji deluju izvan tradicionalnih pravnih kategorija (Rouvroy & Berns, 2013: 170–173). Kako upozorava Paskvale, netransparentno i nekontrolisano algoritamsko odlučivanje dovodi do ugrožavanja pravičnosti i zaštite subjekata prava (Pasquale, 2015: 8–12).

### *Ljudska autonomija i pametni ugovori*

Ljudska autonomija predstavlja princip ugovornog prava i podrazumeva slobodu ugovornih strana da odluče o zaključenju ugovora, njegovoj sadržini i izvršenju obaveza. Razvoj pametnih ugovora zasnovanih na blokčejn (*blockchain*) tehnologiji dovodi do preispitivanja dometa te autonomije, budući da se ugovorene obaveze izvršavaju automatski putem programskog koda nakon ispunjenja unapred definisanih uslova (Kovačević, 2023b: 39–41). Pametni ugovori omogućavaju da se unapred definisani uslovi i pravne posledice realizuju bez naknadne ljudske intervencije (Szabo, 1997; Lessig, 1999: 89–94), čime dolazi do funkcionalne autonomizacije faze izvršenja kojom se oblikuju pravno relevantni ishodi (Hildebrandt, 2016: 10–13).

Normativno relevantna posebnost pametnih ugovora *Werbach* ogleda se u činjenici da se ugovorni sadržaj formalizuje kroz programski kod, dok se izvršenje zasniva na unapred definisanoj logici sistema – „ako/kada – onda" (Werbach, 2018). Jednom postavljen u blokčejn infrastrukturu, ugovor u načelu postaje nepromenljiv, a izvršenje i beleženje transakcija postaju deo tehničke arhitekture sistema (Kovačević, 2023b: 42–43). Iako je prisutno davanje inicijalne saglasnosti ugovornih strana, automatizovano i nepovratno izvršenje značajno redukuje materijalnu i proceduralnu dimenziju autonomije. Pametni ugovori ne ukidaju autonomiju, ali otvaraju pitanje da li unapred data saglasnost može opravdati trajno isključenje naknadne autonomne intervencije u situacijama koje proizvode dugoročne ili nepovratne pravne posledice (Raz, 1986).

Ilustrativan primer predstavlja slučaj „D-Dao" (*The DAO*) iz 2016. godine, u kojem je zbog ranjivosti u programskom kodu došlo do automatskog preusmeravanja značajnih finansijskih sredstava bez mogućnosti zaustavljanja izvršenja. Pametni ugovor je delovao isključivo prema unapred kodiranoj logici sistema, nezavisno od procene pravičnosti ili legitimnosti ishoda. Tek naknadno je usledila intervencija kroz tehnički *hard fork*, kojom je deo transakcija praktično poništen (De Filippi & Wright, 2018: 148–153). Analiza ovog slučaja ukazuje na ključne karakteristike ograničene autonomije u takvim sistemima: vremensku kompresiju autonomije u trenutku pristanka, proceduralnu nepovratnost izvršenja, normativnu rigidnost kodiranih pravila i dislokaciju odgovornosti sa pravnog subjekta na decentralizovanu mrežnu infrastrukturu.

Pravo, međutim, nije ostalo potpuno pasivno pred ovim fenomenom. U Republici Srbiji, Zakon o digitalnoj imovini (Službeni glasnik RS, br. 153/2020, čl. 2, tač. 39) prepoznaje pravni značaj digitalne imovine i posredno otvara prostor za primenu pametnih ugovora u određenim pravnim odnosima. Pravnim uobličavanjem se zadržava klasični model pravne odgovornosti i ne zadire u tehničku arhitekturu automatizovanog izvršenja, što znači da obuhvata spoljašnji normativni okvir, ali ne i unutrašnju logiku decentralizovanih sistema. U tom smislu, pametni ugovori predstavljaju model u kojem autonomija formalno opstaje, ali se menja njena suština usled tehničke nepovratnosti izvršenja, decentralizovane infrastrukture i ograničenih mogućnosti neposredne pravne intervencije.

## Ljudska autonomija ograničenog odlučivanja

Ovo poglavlje ne razmatra posebne materijalne oblasti, već normativnu logiku ograničavanja autonomije u pravu. Pojam normativno osetljivih odluka koristi se za označavanje situacija u kojima individualno odlučivanje proizvodi značajne ili nepovratne posledice po temeljne vrednosti pravnog poretka, zbog čega pravo uvodi posebne uslove slobodnog odlučivanja. U takvim okolnostima autonomija se posmatra kao pravno zaštićena sposobnost izbora koja mora biti praćena adekvatnom informisanošću, odsustvom pritiska, očuvanom sposobnošću rasuđivanja i mogućnošću institucionalne kontrole odluke. Ograničavanje autonomije u tom smislu predstavlja normativni mehanizam zaštite ključnih vrednosti pravnog poretka, poput ljudskog dostojanstva i jednakosti pred zakonom (Dworkin, 1993: 101–105; Brownsword, 2019: 67–70).

U domaćoj pravnoj teoriji naglašava se da se autonomija u normativno osetljivim oblastima štiti upravo kroz njeno normativno uokvirivanje i proceduralne garancije (Kovačević, 2023a: 239–241). Sličan pristup potvrđuje i praksa *Evropskog suda za ljudska prava*, prema kojoj pravo na samoodređenje mora biti praćeno jasnim, predvidivim i kontrolisanim procedurama koje sprečavaju arbitrarnost i zloupotrebe (Pretty v. United Kingdom, 2002: 61–63). Sud istovremeno priznaje državama određeni prostor slobodne procene, ali naglašava obavezu uspostavljanja efektivnih procedura koje obezbeđuju stvarnu zaštitu autonomije i ljudskog dostojanstva (Karsai v. Hungary, 2024).

Ukoliko se autonomija pojedinca ni u klasičnim normativno osetljivim oblastima ne priznaje bez jasno definisanih procedura, institucionalne kontrole i mogućnosti preispitivanja odluka, teško je normativno opravdati da algoritamski sistemi budu izuzeti od sličnih pravila. Iskustva pravne regulacije ovakvih odluka ukazuju da se zaštita autonomije ostvaruje upravo kroz njeno odgovorno ograničavanje i proceduralno uokvirivanje (Brownsword, 2019: 112–115). U tom smislu, algoritamsko posredovanje ne dovodi do potpunog potiskivanja autonomije, već do promene načina na koji se ona pravno ostvaruje i ograničava (Hildebrandt, 2016: 6–10). Posmatrano iz perspektive algoritamskog odlučivanja u situacijama u kojima izostaje mogućnost naknadne pravne korekcije ili nadoknade štete, ovaj fenomen se može povezati sa postojećim pravnim modelima ograničavanja autonomije u normativno osetljivim oblastima, poput prekida trudnoće ili eutanazije. U tim oblastima pravna teorija polazi od stava da autonomija ne predstavlja puku formalnu mogućnost izbora, već odluku čija legitimnost zavisi od uslova u kojima je doneta i od postojanja institucionalnih mehanizama kontrole (Dworkin, 1993: 101–105; Brownsword, 2019: 67–70). U tom smislu, algoritamsko odlučivanje ne predstavlja radikalan diskontinuitet u pravnoj teoriji, već nastavak postojećih dilema o granicama autonomije, odgovornosti i institucionalne kontrole.

Iz toga proizlazi da zaštita autonomije u savremenom pravu počiva na njenom normativnom uokvirivanju. Pravo je i ranije razvijalo mehanizme kojima se sprečava da formalna sloboda odlučivanja preraste u faktičku normativnu nevidljivost subjekta, a isti konceptualni okvir može poslužiti i za regulaciju algoritamski posredovanog odlučivanja. U tom okviru ostaje ključna pretpostavka savremenog prava – da čovek mora ostati centralni subjekt pravne zaštite i u uslovima tehnološki posredovanog odlučivanja (Kovačević, 2023a: 240).

### *Proceduralni korektivi u algoritamskom odlučivanju*

Ključni instrument očuvanja ljudskog subjektiviteta u procesima odlučivanja posredovanim algoritmima predstavljaju proceduralne garancije koje štite pojedinca od arbitrarnosti, obezbeđuju pravičnost postupka (Fuller, 1964: 96–102) i preventivno podstiču aktere koji razvijaju i primenjuju algoritamske sisteme da unapred razmotre pravne i normativne posledice svojih rešenja (Brownsword, 2019: 118–121).

Savremena teorija regulacije veštačke inteligencije dodatno naglašava potrebu za uspostavljanjem etičkih i normativnih principa koji bi usmeravali razvoj i primenu algoritamskih sistema. U tom kontekstu, Floridi i saradnici ističu da legitimna upotreba veštačke inteligencije mora počivati na principima transparentnosti, odgovornosti i mogućnosti ljudskog nadzora nad automatizovanim procesima odlučivanja (Floridi et al., 2018). Ovi principi imaju za cilj da osiguraju da tehnološki sistemi ostanu u funkciji zaštite ljudskog dostojanstva i autonomije.

Jedan od ključnih elemenata proceduralne zaštite jeste *transparentnost* algoritamskog posredovanja u odlučivanju. Transparentnost ne podrazumeva nužno potpuno tehničko razotkrivanje algoritamskih modela, već obezbeđivanje razumljivih i pravno relevantnih objašnjenja o načinu donošenja odluke. Pravo na objašnjenje ima poseban značaj u situacijama u kojima algoritamski ponuđene informacije proizvode neposredne pravne posledice, jer omogućava pojedincu da proceni da li je odluka doneta na zakonit, racionalan i nediskriminatoran način (Pasquale, 2015: 136–140; Zarsky, 2016: 124–126).

Drugi važan korektiv predstavlja mogućnost *ljudske intervencije*. Kada algoritamski sistemi utiču na odluke sa ozbiljnim pravnim ili egzistencijalnim posledicama, neophodno je obezbediti mehanizme koji omogućavaju ljudsko preispitivanje i korekciju odluke. Ovi mehanizmi ne služe isključivanju algoritama iz procesa odlučivanja, već sprečavanju njihove potpune autonomizacije u oblastima u kojima je ljudsko dostojanstvo posebno ugroženo. Izostanak takvih mehanizama može dovesti do premeštanja odgovornosti sa ljudskih aktera na tehničke strukture poništavajući suštinu koncepta ljudske autonomije (Zarsky, 2016: 124–126).

Treći aspekt proceduralne zaštite odnosi se na pravo na *pravni lek*. U klasičnom pravnom sistemu mogućnost žalbe ili sudskog preispitivanja predstavlja temelj zaštite prava. Međutim, algoritamski sistemi često otežavaju ostvarivanje ovog prava zbog nedostatka jasno artikulisanih razloga odluke, ali i zbog činjenice da su deo složenih i ponekad decentralizovanih struktura u kojima odgovornost nije lako identifikovati. Uspostavljanje efikasnih procedura za osporavanje odluka koje su posledica upotrebe algoritama zato predstavlja jedan od ključnih mehanizama očuvanja prava (Hadjianastassiou v. Greece, 1992: 33–37).

U konačnom sagledavanju, autonomija u odlučivanju sa nepovratnim dejstvom ne može se razumeti kao neograničena sloboda

izbora niti kao puka formalna saglasnost na unapred strukturisane procese odlučivanja. Ona predstavlja normativno utemeljenu sposobnost samoodređenja koja podrazumeva transparentnost, mogućnost preispitivanja i institucionalnu odgovornost. Iskustva regulacije normativno osetljivih odluka pokazuju da se zaštita autonomije ne ostvaruje njenom apsolutizacijom, već kroz jasno definisane proceduralne korektive koji sprečavaju arbitrarnost i nepovratnost bez kontrole. U tom smislu, regulacija algoritamski posredovanog odlučivanja ne zahteva radikalno nove koncepte, već doslednu primenu postojećih normativnih principa u novom tehnološkom kontekstu. Očuvanje čoveka kao centralnog subjekta prava zavisi upravo od toga da li će algoritamski sistemi biti integrisani u pravni poredak kroz mehanizme koji obezbeđuju pravnu sigurnost, odgovornost i mogućnost ljudske intervencije.

## Zaključak

U konačnom sagledavanju, autonomija u odlučivanju sa nepovratnim dejstvom ne može se razumeti kao neograničena sloboda izbora niti kao puka formalna saglasnost na unapred strukturisane procese odlučivanja. Ona predstavlja normativno utemeljenu sposobnost samoodređenja koja podrazumeva transparentnost, mogućnost preispitivanja i institucionalnu odgovornost. Iskustva regulacije normativno osetljivih odluka pokazuju da se zaštita autonomije u pravu ne ostvaruje njenom apsolutizacijom, već kroz jasno definisane proceduralne korektive koji sprečavaju arbitrarnost i nepovratnost bez kontrole.

Razvoj algoritamskih sistema i veštačke inteligencije u tom smislu predstavlja značajan normativni izazov za savremeno pravo, jer utiče ne samo na tehničku efikasnost pravnih procesa, već i na položaj čoveka kao subjekta prava. Analiza sprovedena u radu pokazuje da algoritamski posredovano odlučivanje menja strukturu pravnog odlučivanja, pomerajući pojedinca sa pozicije aktivnog donosioca odluka ka učesniku u unapred strukturiranom normativno-tehnološkom procesu. Autonomija u takvom okruženju ne nestaje u potpunosti, ali se njena struktura menja, jer se sve češće ostvaruje kroz prethodno dat pristanak na sistem u kojem je mogućnost naknadne intervencije, korekcije i individualnog vrednovanja odluke značajno sužena.

Razmatranje pametnih ugovora kao modela algoritamskog izvršenja pokazuje da pravo već raspolaže određenim iskustvom u suoča-

vanju sa delegiranjem odlučivanja tehničkim sistemima. Automatizacija izvršenja putem koda ukazuje na premeštanje kontrole i fragmentaciju odgovornosti, ali i na ograničenja postojećih pravnih modela kada se suoče sa kompleksnim i netransparentnim algoritamskim sistemima. U tom smislu, algoritamski uređen digitalni prostor utiče na sadržaj i opseg ljudske autonomije time što sužava prostor informisanja, tumačenja i kontrole nad procesom odlučivanja.

Postojeći pravni modeli razvijeni u normativno osetljivim oblastima mogu poslužiti kao važan orijentir za regulaciju algoritamskog odlučivanja, ali zahtevaju prilagođavanje uslovima tehnološke složenosti savremenih sistema. Posebno se pokazuje da izostanak proceduralnih korektiva, transparentnosti i mogućnosti ljudskog preispitivanja može dovesti do slabljenja pravne sigurnosti i rizika normativne nevidljivosti pojedinca.

Stoga očuvanje ljudske autonomije u doba algoritama ne podrazumeva odbacivanje tehnološkog razvoja, već njegovo dosledno normativno integrisanje u pravni poredak. Budućnost algoritamskog odlučivanja u pravu zavisi od sposobnosti pravnih sistema da zadrže čoveka kao centralnog subjekta pravne zaštite i normativnog referenta odlučivanja. Samo u tom okviru moguće je uspostaviti održiv odnos između tehnologije, prava i društva, u kojem algoritmi ostaju sredstvo unapređenja pravde, a ne faktor njene erozije.



LITERATURA

Brownsword, R. (2019). *Law, technology and society: Re-imagining the regulatory environment*. Abingdon, Oxon: Routledge.

De Filippi, P. & Wright, A. (2018). *Blockchain and the law: The rule of code*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Dworkin, R. (1993). *Life's dominion: An argument about abortion, euthanasia, and individual freedom*. New York: Alfred A. Knopf.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, *28*(4), 689–707.

Fuller, L. L. (1964). *The morality of law*. New Haven: Yale University Press.

Hildebrandt, M. (2016). Law as information in the era of data-driven agency. *The Modern Law Review*, *79*(1), 1–30. https://doi.org/10.1111/1468-2230.12165

Kovačević, D. G. (2023a). Euthanasia in the practice of the European Court of Human Rights. *Anali Pravnog fakulteta u Beogradu*, *71*(2), 233–250. https://doi.org/10.51204/Anali_PFBU_23201A

Kovačević, D. G. (2023b). Pametni ugovor – revolucija u ugovornom pravu ili zamenljiv konstrukt? *Glasnik prava*, *14*(2), 37–51. https://doi.org/10.46793/GP.1402.37K

Lessig, L. (1999). *Code and other laws of cyberspace*. New York: Basic Books.

Mackenzie, C. & Stoljar, N. (Eds.). (2000). *Relational autonomy: Feminist perspectives on autonomy, agency, and the social self*. New York: Oxford University Press.

Mayson, S. G. (2019). Bias in, bias out. *Yale Law Journal*, *128*, 2218–2300.

Pariser, E. (2011). *The filter bubble: What the Internet is hiding from you*. New York: Penguin Press.

Pasquale, F. (2015). *The black box society: The secret algorithms that control money and information*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Raz, J. (1986). *The morality of freedom*. Oxford: Oxford University Press.

Rouvroy, A. & Berns, T. (2013). Algorithmic governmentality and prospects of emancipation. *Réseaux*, *177*, 163–196.

Sunstein, C. R. (2015). *Choosing not to choose: Understanding the value of choice*. New York: Oxford University Press.

Szabo, N. (1997). Smart contracts: Building blocks for digital markets. *Extropy*, 16.

Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. Cambridge, MA: MIT Press.

Yeung, K. (2017). 'Hypernudge': Big data as a mode of regulation by design. *Information, Communication & Society*, *20*(1), 118–136. https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1186713

Zarsky, T. Z. (2016). The trouble with algorithmic decisions: An analytic road map to examine efficiency and fairness in automated and opaque decision making. *Science, Technology & Human Values*, *41*(1), 118–132. https://doi.org/10.1177/0162243915605575

Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. New York: PublicAffairs.

District Court of The Hague, NJCM c.s. v. De Staat der Nederlanden (SyRI), ECLI:NL:RBDHA:2020:865. 5 February 2020.

Regulation (EU) 2016/679. General Data Protection Regulation. European Parliament, Council of the European Union. http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Regulation (EU) 2024/1689. Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). European Parliament, Council of the European Union. http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj

Pretty v. the United Kingdom, no. 2346/02, Judgment of 29 April 2002.

Karsai v. Hungary, no. 32312/23, Judgment of 13 June 2024.

Hadjianastassiou v. Greece, no. 12945/87, Judgment of 16 December 1992, Series A no. 252.

Zakon o digitalnoj imovini, *Službeni glasnik RS*, br. 153/2020.

DUŠICA KOVAČEVIĆ

# Algorithms and the Legal Conception of Human Autonomy

**Abstract**

The development of artificial intelligence and algorithmic systems has significantly transformed contemporary decision-making processes within legal and social systems. Algorithmic decision-making increasingly functions as an intermediary between legal norms and their implementation, raising important questions about the traditional understanding of human autonomy as a foundational element of legal subjectivity.

This paper argues that artificial intelligence should not be understood merely as a technological innovation, but as a normative challenge that requires a reconsideration of fundamental legal concepts such as autonomy, responsibility, and human dignity. The analysis relies on a normative-legal method combined with conceptual analysis and draws on regulatory experiences from areas in which individual autonomy has traditionally been subject to legal limitations to protect higher values.

Particular attention is given to smart contracts as a paradigmatic example of automated execution of legal obligations through code. Their functioning illustrates how algorithmic systems may compress human autonomy into a single moment of consent while limiting the possibility of subsequent interpretation, correction, or institutional oversight. The paper further explores the role of procedural safeguards in algorithmically mediated decision-making. It argues that transparency, the possibility of human intervention, and effective legal remedies are essential conditions for preserving human dignity and legal certainty in technologically mediated environments.

The concluding section suggests that preserving human autonomy in the age of algorithms does not require rejecting technological innovation but rather integrating algorithmic systems into legal frameworks that maintain the human being as the central subject of legal protection.

*Keywords:* algorithms, autonomy, decision–making, human autonomy, legal responsibility, rule of law

**ASJA DRAČA MUNTEAN**

Memorijalni centar „Staro sajmište“

asjadraca@memorijalnicentar.rs

# Kultura sećanja i veštačka inteligencija

**Apstrakt**

Ovaj rad istražuje kako veštačka inteligencija (AI) menja način čuvanja savremene kulture sećanja, posebno u trenutku kada nestanak prve generacije svedoka Holokausta i drugih genocida ubrzava prelaz sa komunikativnog na kulturno pamćenje. Na osnovu teorijskih modela Jana Asmana (*Jan Assmann*) i Pjera Nore (*Pierre Nora*), rad ispituje kako institucionalizovane forme čuvanja prošlosti funkcionišu i kakvu ulogu digitalne tehnologije imaju u njihovoj stabilizaciji. Uvođenje AI tehnologija, uključujući digitalizaciju, automatsku transkripciju, semantičku analizu i interaktivne modele zasnovane na arhiviranim svedočenjima, otvara nove mogućnosti za očuvanje autentičnih narativa u post-svedočanskoj eri. Istovremeno, rad razmatra opasnosti koje generativni AI nosi, poput fabrikovanja digitalno generisanih lažnih sadržaja (*deepfake*), algoritamske pristrasnosti i narušavanja poverenja u istorijske izvore, što međunarodne organizacije poput UNESKO i IHRA vide kao velike izazove koji zahtevaju stroge etičke smernice, transparentnost i ljudski nadzor. Zaključak je da AI može biti važan alat za očuvanje sećanja na Holokaust i genocidne politike, ali samo ako se koristi u skladu sa principima epistemološke pouzdanosti, etičke odgovornosti i zaštite istorijske istine.

*Ključne reči:* veštačka inteligencija (AI), kultura sećanja, svedočenja, Holokaust, genocid, komunikativno i kulturno pamćenje



## Uvod

U savremenim društvima, kultura sećanja funkcioniše kao jedan od ključnih mehanizama putem kojih zajednice oblikuju razumevanje traumatske prošlosti i prenose ga budućim generacijama. Prema Janu Asmanu, kolektivno pamćenje obuhvata procese stabilizacije znanja i iskustava kroz institucionalizovane Asman forme koje prevazilaze okvire živog svedočenja, prelazeći iz „komunikativnog" u „kulturno pamćenje" (Assmann, 2011: 36). Istovremeno, Pjer Nora tvrdi da savremena društva sve više zavise od „mesta sećanja" – simboličkih, materijalnih i digitalnih tačaka u kojima se kolektivno

pamćenje kristališe zbog nestanka spontanih, svakodnevnih miljea sećanja (Nora, 1989: 7).

Ovaj teorijski okvir postaje naročito značajan u trenutku kada poslednja generacija svedoka Holokausta i drugih genocida vezanih za Drugi svetski rat nestaje. Sa slabljenjem komunikativnog pamćenja, odgovornost za očuvanje istorijskih svedočenja prelazi na arhive, muzeje, obrazovne institucije i, sve češće, na digitalne tehnologije. Integracija veštačke inteligencije (*AI*) u ovu oblast otvara nove mogućnosti, uključujući digitalizaciju dokumenata, automatsku transkripciju svedočenja, razvoj interaktivnih obrazovnih platformi i napredne metode analize istorijskih izvora.

Međutim, uz ove potencijale neizostavno dolaze i značajni izazovi. Potrebno je navesti na koji način veštačka inteligencija utiče na promene u kulturi sećanja, integrisanjem tradicionalnih teorijskih modela sa savremenim tehnološkim i etičkim perspektivama. Time se postavlja pitanje ne samo tehničkih mogućnosti, već i društvene odgovornosti za očuvanje tačnosti, dostupnosti i otpornosti sećanja na Holokaust u savremenom digitalnom dobu.





Prema UNESKO-u (UNESCO), generativni modeli veštačke inteligencije mogu nenamerno širiti pristrasne ili iskrivljene informacije i aktivno doprineti stvaranju falsifikovanih svedočenja, *deepfake* sadržaja i negacionističkih narativa, čime direktno ugrožavaju istinu o Holokaustu i sećanje na njega (UNESCO, 2024). UNESKO ističe da napredak u generativnoj AI tehnologiji, u kombinaciji sa smanjenjem broja preživelih Holokausta i porastom globalnog antisemitizma, predstavlja ozbiljan rizik po kulturu sećanja i zahteva nova rešenja u digitalnoj pismenosti i etici u korišćenju AI-ja.

## Teorijski okvir

Teorijski okvir ovog rada zasniva se na savremenim konceptima studija sećanja, pri čemu se centralno mesto daje distinkciji između komunikativnog i kulturnog pamćenja koju uvodi Jan Asman. Prema Asmanu, komunikativno pamćenje obuhvata svakodnevna sećanja savremenika događaja, čija životna priča obično utiče na tri do četiri generacije. Nasuprot tome, kulturno pamćenje predstavlja institucionalizovanu i dugotrajnu formu čuvanja znanja o prošlosti, zasnovanu na arhivskoj građi, predmetima, simbolima i mestima koja omogućavaju

kontinuitet identiteta zajednice kroz duga istorijska razdoblja. Asman naglašava da kulturno pamćenje, za razliku od komunikativnog, može trajati hiljadama godina, budući da se materijali i narativi prenose kroz stabilne oblike poput arhiva, svetilišta i obrazovnih sistema.

Teorijski okvir se dodatno oslanja na koncept „mesta sećanja" (*lieux de mémoire*) koji je razvio francuski istoričar Pjer Nora. Nora polazi od pretpostavke da su tradicionalna „mesta sećanja", odnosno spontana i svakodnevna okruženja u kojima se sećanje prirodno održava, postepeno nestala u modernim društvima. Kao posledica, kolektivno sećanje se sve više stabilizuje putem simboličkih i materijalnih formi – spomenika, muzeja, arhiva, ceremonija i obeležja – koje postaju središta pamćenja. Nora ukazuje da su mesta sećanja nužna jer je živo pamćenje oslabilo: sećanje se više ne prenosi spontano, već se mora namerno čuvati kroz daleko strukturiranije i posredovane oblike kulture.

Asmanova i Norina teorijska postavka međusobno se dopunjuju: dok Asman objašnjava funkcionalnu razliku između dva tipa pamćenja i prelazak od ličnog ka institucionalizovanom pamćenju, Nora opisuje prostorna i simbolička sredstva putem kojih se kulturno pamćenje materijalizuje i održava u savremenim društvima (Assmann, 2011: 42; Nora, 1989: 12). Ove koncepcije pružaju čvrst okvir za razumevanje načina na koji se prošlost organizuje, čuva i tumači u kolektivnom imaginarijumu.

Dodatno, savremene studije sećanja – u radovima Alajde Asman (*Aleida Assmann*), Morisa Alvaksa (*Maurice Halbwachs*) i drugih – ukazuju na to da je sećanje uvek selektivno, konstruktivno i uslovljeno društvenim kontekstom. Alajda Asman naglašava da kulturno pamćenje funkcioniše kao „sistem vrednosti, artefakata i institucija" koji organizuju prošlost kako bi oblikovali identitet zajednice u sadašnjosti, pri čemu je selekcija narativa ključna za razumevanje mehanizama pamćenja i zaboravljanja u društvu. Alvaks, pak, smatra da se individualno sećanje uvek oblikuje kroz perspektivu grupe, te da je kolektivna dimenzija sećanja neodvojiva od društvenih normi i struktura u kojima se sećanje formira i prenosi.

Na osnovu ovih koncepata, ovaj rad polazi od shvatanja da su savremene tehnologije, naročito veštačka inteligencija, digitalni arhivi i interaktivni mediji, postali novi prostori i instrumenti kulturnog pamćenja. Kako tradicionalni oblici komunikativnog pamćenja nestaju,

digitalne platforme, muzejske rekonstrukcije i AI-modeli preuzimaju ulogu „mesta sećanja", čime se otvara pitanje njihove pouzdanosti, etičke utemeljenosti i epistemološke stabilnosti. AI-tehnologije ne samo da posreduju pristup istorijskim izvorima, već počinju i da utiču na načine na koje kolektiv razume i interpretira prošlost, stvarajući složen odnos između pamćenja, tehnologije i društvene odgovornosti.

## Kultura sećanja zasnovana na svedočenjima

U okviru teorijskog okvira Jana Asmana, kultura sećanja zasnovana na svedočenjima neposredno se nadovezuje na koncept komunikativnog pamćenja, koje obuhvata sećanja preživelih, prenošena kroz svakodnevnu komunikaciju, porodične narative i lična iskustva. Prema Asmanu, komunikativno pamćenje zasniva se na iskustvima živih svedoka i traje približno tri generacije, dok ne pređe u stabilnije, institucionalno-kulturno pamćenje.

Kultura sećanja zasnovana na svedočenjima predstavlja ključnu fazu u ovom procesu: ona prikuplja, organizuje i interpretira lične narative preživelih i očevidaca, čineći ih osnovom za kasniju institucionalizaciju sećanja. U kontekstu Drugog svetskog rata, genocida i Holokausta, ova vrsta sećanja ima posebnu važnost jer prenosi emocionalnu, subjektivnu i egzistencijalnu dimenziju traumatičnih iskustava koje nijedan arhivski dokument ne može u potpunosti predstaviti.

Kako generacije svedoka nestaju, svedočenja – usmena, pisana, video i digitalizovana – postaju most između komunikativnog i kulturnog pamćenja. Time se njihova uloga uklapa u Asmanovu tezu da kulturno pamćenje počiva na materijalizovanim, trajnim oblicima čuvanja prošlosti: arhivima, muzejima, tekstovima, simbolima i ritualima. Upravo svedočenja, jednom institucionalizovana u memorijalnim centrima, arhivima i digitalnim kolekcijama, prelaze u kulturno pamćenje, gde postaju trajni elementi narativa o genocidu, Holokaustu i drugim masovnim stradanjima (Kozlovski & Makhortykh, 2025). Ovaj proces omogućava da lična iskustva preživelih ne ostanu samo fragmenti privatnih narativa, već da se transformišu u zajedničke, društveno priznate i intergeneracijski prenete forme pamćenja koje sprečavaju zaborav i relativizaciju prošlosti.

## Problem nestanka prve generacije svedoka

Kultura sećanja u velikoj meri počiva na svedočenjima prve generacije, odnosno ljudi koji su neposredno preživeli događaje Drugog svetskog rata, Holokausta i drugih genocidnih politika. Prednost svedočenja jeste njegova autentičnost, emocionalna dubina i neposrednost: preživeli prenose ne samo činjenice, već i osećanja, strah, bol, gubitak i moralne dileme koje nijedan dokument ne može u potpunosti preneti. Zbog toga svedočenja prve generacije imaju izuzetan epistemološki i etički značaj – ona postavljaju granice istine i omogućavaju da se razume ljudska dimenzija masovnih zločina.

Međutim, prirodnim odlaskom preživelih komunikativno pamćenje neizbežno slabi i nestaje. Danas gotovo da više nema živih svedoka Drugog svetskog rata, a poslednji preživeli Holokausta i koncentracionih logora nalaze se u dubokoj starosti (The Fellowship, 2026). Suočavamo se sa ozbiljnim izazovom za kulturu sećanja: društvo ostaje bez neposrednih glasova koji su decenijama predstavljali moralni autoritet u borbi protiv negiranja, relativizacije i istorijskog revizionizma.

Nestanak prve generacije svedoka stvara tri ključna problema:

- **Gubitak autentičnosti i neposrednog izvora istine.** Svedočenja preživelih više se ne mogu dopunjavati, proveravati kroz lični razgovor ili iznova interpretirati kroz dijalog. Time se gubi živa dimenzija pamćenja koja je bila ključna za razumevanje Holokausta, genocida i drugih masovnih stradanja.
- **Povećani rizik od istorijskog revizionizma**. U odsustvu živih glasova, raste opasnost da ekstremističke ideologije, negacionizam i relativizacija zločina pronađu prostor da dovode u pitanje činjenice koje su do sada bile potvrđene ličnim svedočenjima.
- **Prelazak iz komunikativnog u kulturno pamćenje**. Asman smatra da se posle tri generacije komunikativno pamćenje potpuno transformiše u kulturno pamćenje, koje se čuva kroz muzeje, arhive, digitalne kolekcije, rituale i obrazovne programe. U trenutku kada više nema živih svedoka, društvo ulazi u novu fazu u kojoj su arhivski materijali, dokumenti i digitalizovana svedočenja jedini preostali nosioci istorijske istine.

Upravo zato je uloga institucija, muzeja Holokausta, arhiva, memorijalnih centara i savremenih tehnologija – uključujući veštačku inteligenciju – ključna. Njihov zadatak postaje čuvanje, verifikovanje i interpretiranje ogromnog korpusa svedočenja kako bi preživeli, iako fizički odsutni, ostali prisutni u kolektivnoj svesti.

## Potencijali veštačke inteligencije u očuvanju kulture sećanja, posebno svedočenja

Razvoj veštačke inteligencije otvara nove mogućnosti za očuvanje i interpretaciju kulture sećanja, naročito kada je reč o svedočenjima preživelih genocida, Holokausta i drugih masovnih stradanja. U trenutku kada je prva generacija svedoka Drugog svetskog rata gotovo u potpunosti nestala, AI postaje ključan instrument koji omogućava trajnost i dostupnost njihovih glasova, nadovezujući se na Asmanovu distinkciju između komunikativnog i kulturnog pamćenja. Kako komunikativno pamćenje slabi nestankom živih svedoka, AI doprinosi njegovom prelasku u stabilne, institucionalizovane forme kulturnog pamćenja.

Savremene digitalne inicijative u oblasti kulture sećanja pokazuju da upotreba AI-ja u obradi i interpretaciji istorijskih materijala otvara važne mogućnosti, ali i značajne rizike. Prema podacima UNESKO-a, generativna AI-tehnologija može omogućiti širenje dezinformacija i stvaranje lažnih ili obmanjujućih sadržaja o Holokaustu, što ugrožava verodostojnost i dugoročnu dostupnost svedočenja (UNESCO, 2024).

Prema izveštaju UNESKO-a, AI može obraditi velike količine istorijskih svedočenja i time unaprediti njihovu dostupnost, pretraživost i analitičku upotrebu. Njene ključne prednosti obuhvataju automatsku transkripciju audio-zapisa i video-zapisa, koja ubrzava digitalizaciju i smanjuje rizik od gubitka sadržaja; naprednu semantičku analizu, koja identifikuje teme, ključne motive, lokacije i obrasce u narativima; prevođenje i jezičko prilagođavanje, čime svedočenja postaju dostupna globalnoj publici; kao i efikasnu pretragu unutar velikih korpusa svedočenja, što olakšava naučna istraživanja i obrazovne procese (Dermentzi & Scheithauer, 2024).

Ove funkcije omogućavaju istraživačima, edukatorima i muzeolozima da pristupe svedočenjima ne samo kao pojedinačnim narativima, već kao složenim strukturama znanja koje se mogu analizirati i povezivati na višestruk način.

Jedan od najznačajnijih potencijala AI-ja jeste sposobnost kreiranja interaktivnih svedočenja – digitalnih simulacija koje omogućavaju korisnicima da postavljaju pitanja i dobijaju odgovore zasnovane na stvarnim snimljenim izjavama svedoka.

Ovi sistemi:

- čuvaju lik, glas, jezik i emocionalnu ekspresiju preživelih;
- omogućavaju dijalog sa svedokom u vremenu kada živi svedoci više nisu prisutni;
- pomažu u očuvanju autentičnosti i etičkih vrednosti svedočenja;
- omogućavaju obrazovne aktivnosti koje su ranije bile nezamislive bez fizičkog prisustva svedoka.

Na taj način, veštačka inteligencija postaje most između nestajuće generacije svedoka i budućih generacija koje će o Holokaustu, genocidu i masovnim zločinima učiti isključivo putem tehnološke medijacije (Rosenthal, 2025).

Veštačka inteligencija takođe može rekonstruisati izgubljene, fragmentarne ili oštećene istorijske tragove:

- digitalne rekonstrukcije logora, getoiziranih prostora i puteve deportacije;
- vizuelizaciju društvenih, porodičnih i komunikacionih mreža žrtava;
- kontekstualno mapiranje svedočenja (spajanje narativa sa geografskim i dokumentarnim podacima);
- obnavljanje oštećenih ili nečitljivih dokumenata.

Ove funkcije proizvode nova znanja koja nadopunjuju tradicionalnu istoriografiju, bez generisanja fikcije, već na osnovu analitičke obrade postojećih istorijskih materijala (Can Generative AI Produce Novel Evidence, 2023: 569–589).

### *Veštačka inteligencija u zaštiti autentičnosti i borbi protiv revizionizma*

Iako AI nosi rizike – kao što su *deepfake* manipulacije i kloniranje glasova, što je već istaknuto kao jedan od izazova – ona istovremeno predstavlja snažno sredstvo zaštite istorijske istine. Sistemi za detekciju *deepfake* sadržaja mogu identifikovati falsifikovana „svedočenja"

ili manipulacije video-materijalom, zatim alati za verifikaciju izvora pomažu arhivima da potvrde autentičnost digitalizovanih svedočenja, dok algoritmi za praćenje i analizu širenja istorijskog revizionizma na internetu omogućavaju pravovremenu reakciju institucija (Runyon, 2025). Na ovaj način, veštačka inteligencija ne samo da čuva prošlost, već i aktivno štiti sadašnjost od narušavanja istorijske istine.

## Preporuke za odgovornu upotrebu veštačke inteligencije u kulturi sećanja

UNESKO izveštaj o uticaju veštačke inteligencije na razumevanje Holokausta posebno je ukazao na rizike generativne AI, dok IHRA u ažuriranim preporukama za nastavu i učenje o Holokaustu naglašava potrebu za kritičkim pristupom digitalnim tehnologijama, digitalnom pismenošću i ljudskim nadzorom. Zajedno, ovi dokumenti predstavljaju važan okvir za odgovornu upotrebu AI u obrazovanju, muzeologiji i arhivskim praksama.

> *UNESKO izveštaj „AI and the Holocaust: Rewriting History? The Impact of Artificial Intelligence on Understanding the Holocaust"* iz *2024. godine*

UNESKO u ovom izveštaju naglašava da generativni AI predstavlja ozbiljan rizik za očuvanje istorijske istine ukoliko se ne primenjuje u skladu sa etičkim standardima. Prema izveštaju, AI sistemi mogu falsifikovati istorijske materijale, uključujući *deepfake,* video-zapise i audio-svedočenja, što može umanjiti poverenje u autentične arhivske izvore. Takođe, mogu reprodukovati i pojačati pristrasne ili iskrivljene sadržaje, jer su trenirani na podacima koji često uključuju negacionizam i antisemitizam, kao i stvoriti izmišljene istorijske narative, poput potpuno fabrikovanih svedočenja i koncepata.

UNESKO preporučuje sledeće smernice za odgovornu upotrebu AI u obrazovanju i kulturi sećanja:

1. Etička transparentnost

Institucije moraju jasno saopštiti kako AI sistemi funkcionišu, na kojim su podacima trenirani i gde postoje ograničenja u njihovoj tačnosti. To uključuje označavanje AI-generisanih sadržaja kako bi se izbegla zabuna kod korisnika.

2. Zaštita istorijskih činjenica

Neophodno je sprečiti da AI sistemi generišu netačne ili iskrivljene istorijske informacije, posebno u domenu Holokausta i genocida.

3. Jačanje digitalne pismenosti

UNESKO ističe da učenici i nastavnici moraju biti osposobljeni da prepoznaju mogućnosti, ali i opasnosti AI tehnologija, uključujući *deepfake* sadržaje i algoritamsku pristrasnost.

Na globalnom nivou, države i obrazovne institucije pozivaju se da implementiraju UNESKO-ove preporuke o etici veštačke inteligencije, kako bi se osiguralo da se istoriografski procesi temelje na proverljivim i tačnim izvorima.

> *„IHRA Recommendations for Teaching and Learning about the Holocaust",* drugo ažurirano izdanje 2025/2026, i upozorenje *„AI Re-Writing of History Raises Alarm"* iz 2026. godine.

IHRA u ažuriranim preporukama za nastavu i učenje o Holokaustu ukazuje na značaj kritičkog pristupa digitalnim tehnologijama, dok u savremenim upozorenjima o AI-ju posebno naglašava opasnost od tehnološki posredovanog iskrivljavanja istorije. Savremene digitalne platforme, uključujući AI, menjaju način na koji mladi po prvi put stupaju u kontakt sa istorijom Holokausta. Zbog sve ređeg prisustva živih svedoka, uloga edukatora i institucija sve više je usmerena na digitalne medije, proveru izvora i razvoj kritičke digitalne pismenosti.

Iz ovih preporuka, kao i iz savremenih upozorenja IHRA-e o rizicima AI-ja u predstavljanju istorije, mogu se izdvojiti sledeća načela za odgovornu primenu digitalnih tehnologija u nastavi i kulturi sećanja:

- **Unapređenje digitalne i informacijske pismenosti**: Nastavnici treba da obučavaju učenike kako kritički da procene digitalni sadržaj i prepoznaju dezinformacije, uključujući AI-generisane materijale.
- **Ljudski nadzor**: AI-alati ne smeju autonomno tumačiti istorijske činjenice ili zameniti stručnjake za Holokaust. Ljudska kontrola je ključna za sprečavanje grešaka.
- **Etika primene AI-ja u školi i muzejskoj delatnosti**: IHRA ističe da AI-alati ne smeju biti korišćeni za stvaranje fikcija ili narativa bez oslanjanja na naučna istraživanja, uz poseban oprez prema gejmifikaciji traumatičnih događaja.

- **Zaštita istinitosti istorijskih svedočanstava**: AI treba da služi očuvanju, a ne kreiranju lažnih svedočenja ili menjanju postojećih arhiva. Institucije moraju uspostaviti jasne protokole za čuvanje i proveru digitalnih arhiva.

## Metodološke implikacije upotrebe veštačke inteligencije u muzeologiji, obrazovanju i istraživanju

U muzeologiji, primena AI menja tradicionalne metode rada. Muzeji postaju interaktivni prostori gde posetioci komuniciraju sa digitalizovanim svedočanstvima. Kustosi dobijaju nove analitičke alate za interpretaciju istorijskih materijala, dok se izložbe pretvaraju u multimedijalne narative kojima AI povezuje dokumente, svedočenja i vizuelne materijale (Interactive Heritage: The Role of Artificial Intelligence in Digital Museums, 2025). Ovaj pristup omogućava personalizovano učenje – posetilac dobija sadržaj prilagođen svojim pitanjima i interesovanjima. Takav pristup pomaže da muzeji postanu „žive laboratorije sećanja", a ne samo statični čuvari artefakata.

U obrazovanju, veštačka inteligncija (*AI*) donosi nove metodološke pristupe za nastavu o Holokaustu, genocidu i masovnim zločinima. Učenici i studenti mogu koristiti AI za analizu svedočenja, jer im ona ukazuje na ključne teme, motive i istorijske procese. Interaktivna svedočenja omogućavaju dijalog kojeg tradicionalna nastava ne može da pruži. Osim toga, AI prilagođava složene istorijske narative različitim nivoima znanja, dok digitalna analiza podataka uvodi učenike u istraživački rad i kritičko mišljenje. AI alati pomažu nastavnicima da kreiraju tačne i dobro organizovane nastavne materijale. Ove metodološke inovacije doprinose razvoju kritičkog razumevanja prošlosti i formiranju generacija otpornijih na revizionizam, negiranje i manipulacije.

Primena veštačke inteligencije u kulturi sećanja značajno menja metodologiju, tempo i mogućnosti istraživačkog rada. Istraživači se po prvi put suočavaju sa alatima koji mogu da obrade ogromne korpuse svedočenja i istorijskih materijala brzinom i preciznošću nedostižnom tradicionalnim metodama arhivistike i istoriografije, što je već prepoznato u savremenim projektima koji koriste AI za obradu velikih istorijskih zbirki. Time AI utiče na nekoliko ključnih dimenzija istraživačkog procesa. Istraživači koji se bave Drugim svetskim ratom, Holokaustom i genocidom sada imaju pristup automatski transkribovanim i

prevedenim svedočenjima, što omogućava rad sa izvorima na jezicima koje ranije nisu poznavali, zatim semantičkoj analizi tematskih obrazaca poput beleženja mesta, događaja, motiva stradanja ili načina preživljavanja kao i brzoj pretrazi u velikim digitalnim arhivima, posebno u kolekcijama usmene istorije koje broje hiljade svedočanstava. Takođe, ovi alati omogućavaju rekonstrukciju oštećenih dokumenata,dopunu fragmentarnih ili nepotpunih svedočanstava kao i uparivanje svedočenja sa arhivskom građom ili geografskim podacima.

Ovakvi alati istraživačima omogućavaju da identifikuju obrasce, kontradikcije, istorijske kontekste i nove interpretativne putanje, što bi bez digitalne podrške zahtevalo godine manuelnog rada (Manca, 2021: 1–19). Time se znatno proširuju metodološke perspektive i povećava tačnost interpretacija.

Takve prakse omogućavaju istraživačima da dopru do podataka koji ranije nisu bili dostupni ili su se smatrali izgubljenima. Time AI otvara nove interpretativne horizonte za istoriografska i interdisciplinarna istraživanja (Carter et al., 2022).

Upotreba veštačke inteligencije u kulturi sećanja nije teorijska mogućnost, već aktivan proces koji već danas oblikuje načine na koje institucije, istraživači i javnost pristupaju svedočenjima i digitalnim arhivima. Savremeni projekti pokazuju kako AI može produbiti pristup istorijskim izvorima, ali istovremeno otvaraju pitanja etike, verodostojnost i kontrole nad narativima (Foka & Griffin, 2024).



### *Rizici primene veštačke inteligencije u kulturi sećanja*

Iako AI nudi značajne mogućnosti u očuvanju svedočenja i digitalnih arhiva, savremena istraživanja ukazuju na čitav niz rizika koji mogu ugroziti autentičnost, etički integritet, istorijsku tačnost i dostojanstvo žrtava. Ovi rizici se odnose na tehničke, epistemološke, etičke i društvene izazove koji zahtevaju stroge protokole nadzora, transparentnosti i odgovorne primene.

### *Tehnologija digitalno generisanih lažnih sadržaja* (deepfake) *i fabrikovanje podataka*

Napredak u proizvodnji lažnog audio i video sadržaja predstavlja jedan od najvećih rizika. U izveštaju Rosentala (Rosenthal, 2025),

navodi se da su moderni AI-alati, poput Evenlabsa (*ElevenLabs*), već korišćeni za pravljenje falsifikovanih glasova, antisemitskih poruka i lažnih audio zapisa, što direktno narušava verodostojnost istorijskog materijala. Dokument upozorava da se istom tehnologijom mogu manipulisati istorijski snimci i svedočenja, pri čemu i mala izmena može „razvodniti" ili promeniti ključna značenja i moralne poruke svedočenja. Poseban izazov predstavlja fenomen „AI halucinacija", kada modeli stvaraju potpuno izmišljene događaje, poput lažnog narativa o „Holokaustu utapanja", kojeg su AI sistemi ranije plasirali bez ikakvog istorijskog osnova.

### *Algoritamska pristrasnost i selektivno predstavljanje istorije*

AI sistemi ne rade potpuno neutralno – oni odražavaju prioritete i obrasce u podacima kojima su obučeni. Studija Rosental pokazuje da algoritmi često favorizuju dominantne narative, kao što je fokus na Aušvic, dok zanemaruju manje poznate epizode ili stradanja manjinskih grupa. Neke druge studije ističu da algoritmi na različitim jezicima daju znatno različite rezultate; na primer, rusko-jezični pretraživači često prikazuju negacionističke ili ekstremističke sadržaj, dok engleski i nemački rezultati delimično filtriraju takve narative. Ovi obrasci pristrasnosti mogu uticati na način na koji korisnici shvataju prošlost, stvarajući usku, selektivnu i potencijalno iskrivljenu sliku Holokausta.

### *Gejmifikacija* (Gamification) *i trivijalizacija traumatske istorije*

Jedan od najvećih etičkih rizika odnosi se na opasnost gemifikacije traume, odnosno pretvaranja Holokausta u interaktivno iskustvo sličnije video-igrama nego ozbiljnoj edukativnoj praksi. Rosental upozorava da VR, interaktivne simulacije i metaverzum mogu dovesti do trivijalizacije genocida i stvaranja „iluzije učešća", gde korisnik „igra" istoriju, umesto da je promišlja. Upozorava se i da određeni komercijalni projekti već koriste mehanike slične igrama, što može izbrisati granicu između istorijske realnosti i digitalne simulacije. Ovaj fenomen posebno zabrinjava četvrtu generaciju potomaka, koja je najviše izložena digitalnim platformama i istovremeno najpodložnija da Holokaust doživi kroz kratke video-sadržaje i gemifikovane formate.

### *Rizik od istorijskog negiranja i distorzije*

Dok AI može pomoći u identifikaciji problematičnih narativa, isti alati se mogu zloupotrebiti za širenje negacionizma. U dokumentu se ističe da AI može stvarati antisemitske narative, netačne rekonstrukcije ili lažne istorijske događaje, što omogućava složenije oblike negiranja Holokausta. Dodatni rizik je što, ako AI može falsifikovati svedočenja, zagovornici negiranja mogu tvrditi da su čak i stvarna video-svedočenja (*deepfake*), čime se narušava poverenje u originalnu dokumentaciju.

### *Erozija autentičnosti i emocionalne dubine svedočenja*

Prema Rosentalovoj analizi, AI-generisani sadržaji često su emocionalno plitki, „digitalno udaljeni" i ne mogu preneti tremor glasa, pauze, neverbalnu komunikaciju i psihološku težinu koju donosi živa osoba. Za starije generacije, a posebno za preživele, ova dimenzija je nezamenljiva i presudna za etičku odgovornost svedočenja. Ovaj rizik naglašava i IHRA, ukazujući da AI ne sme preuzeti ulogu interpretatora istorije, već isključivo alata koji osigurava pristup arhivskom materijalu i stručno vođene narative.

### *Problemi transparentnosti, podataka i privatnosti*

UNESKO, IHRA i Projekat digitalnog sećanja na Holokaust (*Digital Holocaust Memory Project*) upozoravaju da većina AI sistema funkcioniše putem nevidljivih procesa, uključujući nejasno poreklo podataka, nedostatak transparentnosti u izboru materijala za treniranje modela, rizik od neovlašćenog prenošenja ličnih podataka preživelih, i slabije nadzirane algoritme koji mogu favorizovati senzacionalistički sadržaj. Valden (*Walden*) i Marison (*Morrison*) ističu da memorijalne institucije moraju razumeti logiku algoritama, a ne biti pasivni korisnici tehnologije.

### *Preveliko oslanjanje na AI i gubitak ljudskog nadzora*

AI ne sme preuzeti interpretaciju istorije, moralno vođstvo niti pedagoške odluke. AI je sredstvo, a ne narativni glas. Valden i Marison naglašavaju da automatizovane odluke bez nadzora mogu dovesti

do pogrešnih tumačenja, stvaranja fiktivnih narativa, normalizacije algoritamskih grešaka i depersonalizacije svedočenja. Ovo je posebno važno u kontekstu Holokausta, gde je svaka pogrešna interpretacija istorijskih činjenica etički i društveno opasna.

## Zaključak

Ovaj rad pokazuje da se savremena kultura sećanja nalazi na prekretnici: kako nestaju poslednji svedoci Holokausta i drugih genocida, kolektivno pamćenje se oslanja gotovo isključivo na institucionalne oblike čuvanja prošlosti. U tom kontekstu, AI treba razumeti pre svega kao alat za očuvanje, pretragu, obradu i analizu postojećih svedočenja, arhivske građe i dokumentarnih izvora. Njegova najvažnija vrednost nalazi se u podršci digitalizaciji, automatskoj transkripciji, semantičkoj analizi, povezivanju podataka i dostupnosti velikih korpusa svedočenja istraživačima, edukatorima i memorijalnim institucijama. Takva upotreba AI nastavlja logiku prelaska iz komunikativnog u kulturno pamćenje, jer pomaže da se autentični glasovi svedoka očuvaju u stabilnim, proverljivim i institucionalno nadziranim oblicima.

Nasuprot tome, generativna rekonstrukcija istorijskih sadržaja mora biti tretirana kao znatno rizičnija praksa. Kada AI proizvodi nove slike, glasove, dijaloge, scene ili „rekonstruisana" svedočenja koja nisu neposredno zasnovana na proverljivim izvorima, postoji opasnost od fabrikovanja, emocionalne manipulacije, (*deepfake*) sadržaja i zamagljivanja granice između dokumenta i fikcije. Zbog toga se AI u kulturi sećanja ne sme koristiti za zamenu svedoka, dopisivanje njihovih iskustava ili stvaranje privida autentičnog istorijskog prisustva tamo gde izvorni materijal ne postoji. Njegova uloga mora ostati pomoćna, analitička i edukativna, dok interpretativni, etički i istoriografski autoritet moraju zadržati stručnjaci, institucije i proverljivi izvori.

Stoga, uloga AI ne sme biti zamišljena kao zamena za ljudsko znanje, stručnost i etičku odgovornost, već kao produžetak postojećih metodologija uz strogi nadzor, transparentnost i međunarodne standarde. UNESKO i IHRA jasno ističu da upotreba AI mora biti zasnovana na principima integriteta, proverljivosti, zaštite podataka i označavanja sadržaja generisanog tehnologijom. Posebno je važno da institucije jasno označe razliku između digitalizovanog ili analitički obrađenog izvora, interaktivnog pristupa zasnovanog na arhiviranim

svedočenjima i potpuno generisanog sadržaja. Samo uz takve uslove, AI može doprineti očuvanju istine, posebno u vreme kada su dezinformacije i negacionizam sve prisutniji.

U tom kontekstu, AI ima dvostruku ulogu: može biti most između nestajućih svedoka i novih generacija, ali i potencijalni izvor erozije istorije ako se koristi neodgovorno. Održavanje kulture sećanja u 21. veku zahteva balans između tehnološke inovacije i etičke odgovornosti, kao i između otvaranja novih mogućnosti i zaštite vrednosti koje ta sećanja nose. Zaključno, AI sam po sebi ne garantuje očuvanje istorijske istine, ali uz jasan okvir, stručni nadzor, edukativnu odgovornost i međunarodnu saradnju, može postati ključni saveznik u sprečavanju zaborava, negiranja i iskrivljavanja prošlosti. Budućnost kulture sećanja ne zavisi od tehnologije same, već od načina na koji je kolektivno razumemo, usmeravamo i koristimo.

LITERATURA


Assmann, J. (2011). *Cultural memory and early civilization: Writing, remembrance, and political imagination*. Cambridge University Press.

Dermentzi, M. & Scheithauer, H. (2024). AI and oral history: Applications in Holocaust testimonies. *Speech & Technology*. https://www.speechandtech.eu/news/ai-and-oral-history-applications-in-holocaust-testimonies

Evans, J. V., Fagen, E. & Lundrigan, M. (2023). *Holocaust memory in the digital mediascape*. Bloomsbury Academic.

Han, L., Gao, Y., Lu, X., Wang, B., Zhang, L., Wang, Z. & Yip, D. (2026). GenDiaolou: An integrated AI-assisted interactive system for diachronic understanding and preservation of the Kaiping Diaolou. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2602.03095

International Holocaust Remembrance Alliance (2025/2026). *Recommendations for teaching and learning about the Holocaust* (2nd updated ed.). https://holocaustremembrance.com/resources/recommendations-teaching-learning-holocaust

International Holocaust Remembrance Alliance (2026). *AI re-writing of history raises alarm*. https://holocaustremembrance.com/news/ai-re-writing-of-history-raises-alarm

Manca, S. (2021). Digital memory in the post-witness era: How Holocaust museums use social media as new memory ecologies. *Information, 12*(1), 1–19. https://doi.org/10.3390/info12010031

Nora, P. (1989). Between memory and history: Les lieux de mémoire. *Representations*, *26*, 7–24.

Rosenthal, A. (2025). Participatory memory: AI and the transformation of Holocaust museums. *Museum & Society, 23*(2), 88–105.

The Fellowship. (2026). *Mobile medical clinic for Holocaust survivors.* https://www.ifcj.org/news/fellowship-blog/mobile-medical-clinic-for-holocaust-survivors

UNESCO (2024). *AI and the Holocaust: Rewriting history? The impact of artificia intelligence on understanding the Holocaust.* https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-holocaust-rewriting-history-impact-artificial-intelligence-understanding-holocaust

ASJA DRAČA MUNTEAN

# Culture of Memory and Artificial Intelligence

**Abstract**

This paper explores how artificial intelligence (AI) is transforming the preservation of contemporary memory culture, particularly at a time when the disappearance of the first generation of witnesses to the Holocaust and other genocides is accelerating the transition from communicative to cultural memory. Drawing on the theoretical frameworks of Jan Assmann and Pierre Nora, the paper examines how institutionalized forms of preserving the past function and the role digital technologies play in their stabilization. The introduction of AI technologies – including digitization, automated transcription, semantic analysis, and interactive models based on archived testimonies – opens new possibilities for preserving authentic narratives in the post-witness era. At the same time, the paper considers the risks associated with generative AI, such as the fabrication of deep fake content, algorithmic bias, and the erosion of trust in historical sources. International organizations such as UNESCO and IHRA recognize these as significant challenges that require strict ethical guidelines, transparency, and human oversight. The paper concludes that artificial intelligence can be an important tool for preserving the memory of the Holocaust and genocidal policies, but only if it is used in accordance with the principles of epistemic reliability, ethical responsibility, and the protection of historical truth.

*Keywords:* artificial intelligence (AI), memory culture, testimonies, Holocaust, genocide, communicative and cultural memory

**BORISLAV VUKOJEVIĆ**

Univerzitet u Banjoj Luci, Fakultet političkih nauka

borislav.vukojevic@fpn.unibl.org

# S one strane algoritma: agentski sistemi vještačke inteligencije i transformacija savremenih medija

**Apstrakt**

Razvoj agentskih sistema vještačke inteligencije (AI) označava kvalitativni pomak u odnosu čovjeka i tehnologije u medijskom okruženju. Za razliku od ranijih modela AI koji su funkcionisali kao alati za podršku ili generisanje sadržaja, agentski sistemi poput Klod Kovorka (*Claude Cowork*), Čet-Dži-Pi-Ti kodeksa (*ChatGPT Codex*), Perpleksiti kompjutera (*Perplexity Computer*) i Manusa (*Manus*) posjeduju sposobnost autonomnog planiranja, izvršavanja zadataka i donošenja odluka sa minimalnim ljudskim nadzorom. Ovaj rad teorijski analizira implikacije prelaska sa paradigme „čovjek koristi alat" na paradigmu „čovjek delegira agentu" u kontekstu savremenih medija. Kroz pregled literature iz oblasti algoritamske medijacije, teorije „čuvara kapija" i platformske logike, rad razvija tropojasnu tipologiju AI modela u medijima – asistivni, generativni i agentski – te razmatra posljedice agentskih sistema za autorstvo, uredničku autonomiju, epistemičko povjerenje i regulatorni okvir. Analiza ukazuje da agentski AI sistemi ne predstavljaju samo tehničku nadogradnju, već fundamentalnu rekonfiguraciju medijskog lanca vrijednosti, koja zahtijeva novi pristup etičkim i regulatornim pitanjima u digitalnom informacijskom prostoru.

*Ključne riječi:* AI agenti, algoritamska medijacija, platformska logika, vještačka inteligencija



## Uvod

Vještačka inteligencija je postala neizostavan segment savremenog medijskog ekosistema. Od prvih primjena automatizovanog novinarstva u sportskom i finansijskom izvještavanju, preko sistema za preporuku sadržaja na digitalnim platformama, pa do najnovijih generativnih modela sposobnih za kreiranje teksta, slike i videa, AI tehnologije neprestano mijenjaju granice između ljudskog i mašinskog djelovanja u medijima (Diakopoulos, 2019). Međutim, najnovija

generacija AI sistema donosi promjenu koja je kvalitativno drugačija od svih prethodnih: pojavu agentskih sistema koji ne samo da generišu sadržaj, već autonomno planiraju, donose odluke i izvršavaju složene zadatke u digitalnom okruženju.

Agentski sistemi poput Antropik klod koverka (*Anthropic Claude Cowork*), Open-AI Čet-Dži-Pi-Ti kodeksa (*OpenAI ChatGPT Codex*) ranije Operatora (*Operator*), Gugl Džemini dip risrča (*Google Gemini Deep Research*), Perpleksiti kompjutera i kineskog Manus AI-ja (*Manus AI*) predstavljaju suštinski nov pristup interakciji čovjeka i mašine. Dok su prethodni modeli funkcionisali prema principu „pitanje-odgovor" ili „naredba-izvršenje", agentski sistemi preuzimaju inicijativu u istraživanju, analizi i prezentovanju informacija, čime se paradigma pomjera sa „čovjek koristi alat" na „čovjek delegira agentu" (Shavit et al., 2023). Ova paradigmatska promjena ima dalekosežne posljedice za medijsku industriju: od pitanja autorstva i uredničke odgovornosti, preko epistemičkog povjerenja publike, do regulatornih izazova koje postojeći pravni okviri, uključujući Akt Evropske unije o vještačkoj inteligenciji (Regulation 2024/1689), tek počinju da adresiraju.



Ovaj rad polazi od pretpostavke da agentski AI sistemi ne predstavljaju puku tehničku nadogradnju postojećih alata, već fundamentalnu rekonfiguraciju medijskog lanca vrijednosti koja zahtijeva novo teorijsko promišljanje. Cilj rada je da, kroz sintezu postojećih teorijskih okvira iz oblasti algoritamske medijacije, teorije „čuvara kapije" i platformske logike, ponudi koherentnu analizu implikacija agentskih AI sistema za savremene medije. Rad adresira sljedeća istraživačka pitanja:

1) Kako se agentski AI sistemi razlikuju od prethodnih modela vještačke inteligencije u medijskom kontekstu i koja je osnova za tipologizaciju ovih modela?
2) Kakve su posljedice paradigme delegiranja za autorstvo, uredničku autonomiju i epistemičko povjerenje u medijskom ekosistemu?
3) U kojoj mjeri postojeći regulatorni okviri, posebno Akt EU o vještačkoj inteligenciji, adresiraju specifičnosti agentskih AI sistema u medijima?

Rad je organizovan u šest poglavlja. Nakon uvoda, drugo poglavlje predstavlja teorijski okvir kroz pregled relevantne literature. Treće poglavlje razvija tipologiju AI sistema u medijima i analizira

karakteristike agentskih modela. Četvrto poglavlje razmatra implikacije za autorstvo, epistemičko povjerenje i regulaciju. Peto poglavlje nudi diskusiju nalaza, a šesto poglavlje donosi zaključna razmatranja.

## Teorijski okvir

### *Algoritamska medijacija i platformska logika*

Pojam algoritamske medijacije označava proces u kojem algoritmi posreduju između proizvođača i konzumenata informacija, pritom oblikuju vidljivost, hijerarhiju i distribuciju medijskog sadržaja (Just & Latzer, 2017). Ovaj teorijski koncept nadograđuje se na ranije radove iz oblasti medijske sociologije koji su istraživali ulogu institucionalnih posrednika u oblikovanju javnog diskursa, ali ih smješta u kontekst digitalnih platformi čiji algoritmi funkcionišu kao automatizovani mehanizmi selekcije (Just & Latzer, 2017: 241). ističu da algoritamska selekcija predstavlja novu formu društvene moći koja operiše izvan tradicionalnih institucionalnih okvira, čime se fundamentalno mijenja odnos između medija, publike i informacija.

Platformska logika, kako je konceptualizuje (Napoli, 2014), odnosi se na strukturalne principe prema kojima digitalne platforme organizuju produkciju, distribuciju i konzumaciju medijskog sadržaja. Ovi principi uključuju automatizaciju procesa odlučivanja, personalizaciju korisničkog iskustva putem algoritama i optimizaciju sadržaja prema metrikama angažovanosti. Napoli upozorava da se time uspostavlja sistem u kojem tehnička infrastruktura platformi preuzima funkcije koje su tradicionalno pripadale uredničkim tijelima, što dovodi do onoga što on naziva „algoritmizacijom uredničke funkcije" (Napoli, 2014: 342).

Gilespi (Gillespie, 2014) dopunjava ovu perspektivu analizom načina na koji platforme konstruišu svoj javni identitet kroz strategije diskurzivnog pozicioniranja. Pozivajući se na koncept „politike platformi", Gilespi argumentuje da korporacije poput Gugla (*Google*) i Fejsbuka (*Facebooka*) svjesno biraju termin „platforma" upravo zato što on implicira neutralnost i otvorenost, prikrivajući aktivnu ulogu algoritama u oblikovanju informacijskog prostora. U kontekstu vještačke inteligencije, ova strategija dobija novu dimenziju jer agentski sistemi se prezentuju kao „asistenti" ili „saradnici", čime se maskira stepen autonomije koji zaista posjeduju.

## *Teorija „čuvara kapije" u digitalnom dobu*

Klasična teorija „čuvara kapije" (*gatekeeping*), koju je utemeljio Kurt Levin (Lewin, 1947), a u komunikološki kontekst prenio Dejvid Mening Vajt (Manning White, 1950), opisuje proces selekcije vijesti kroz koji određeni sadržaji prolaze, a drugi bivaju odbačeni na putu do publike. Tradicionalni model pretpostavljao je ljudskog aktera – urednika ili novinara – koji na osnovu profesionalnih kriterijuma i ličnog prosuđivanja donosi odluke o tome šta će biti objavljeno. Međutim, digitalna transformacija medija suštinski je promijenila ovaj model.

Vukojević (2015) u analizi medijskog okruženja Republike Srpske ukazuje na to da se odnos publike prema medijskim sadržajima mijenja uporedo sa promjenom tehnološkog okruženja te da teorija koristi i zadovoljstva dobija novu dimenziju u kontekstu digitalnih platformi, gdje korisnici nisu više pasivni primaoci, već aktivni selektori sadržaja. Ova perspektiva je od posebnog značaja za razumijevanje agentskih AI sistema jer se njome uspostavlja veza između korisničke agencije i tehnološke medijacije – agentski sistemi, paradoksalno, mogu istovremeno povećati i smanjiti korisničku autonomiju u interakciji sa medijskim sadržajima.

Bro i Valberg (Bro & Wallberg, 2015) uvode koncept „mrežnog čuvarstva kapije" (*network gatekeeping*) koji prepoznaje da u digitalnom okruženju funkciju selekcije ne obavlja jedan akter, već mreža ljudskih i tehnoloških agenata. Ovaj model je posebno relevantan za analizu agentskih AI sistema jer oni funkcionišu upravo kao čvorišta u mrežama selekcije: prikupljaju informacije iz različitih izvora, primjenjuju kriterije relevantnosti i prezentuju sintetizovane nalaze korisniku. Razlika u odnosu na tradicionalne „čuvare kapije" je u tome što agentski sistemi obavljaju čitav ciklus selekcionisanja (od pretraživanja i evaluacije do prezentovanja – automatizovano i sa minimalnom ljudskom intervencijom).

## *Pojam agentnosti u kontekstu vještačke inteligencije*

Agentnost (*agency*) u filozofskom smislu označava sposobnost entiteta da autonomno djeluje u svijetu, donosi odluke na osnovu unutrašnjih stanja i spoljašnjih okolnosti. U kontekstu vještačke inteligencije, pojam agentskog sistema (*agentic AI*) koristi se za označavanje AI

modela koji posjeduju sposobnost autonomnog planiranja, korišćenja alata, donošenja odluka i izvršavanja višestepenih zadataka u dinamičnom okruženju (Shavit et al., 2023). Ključna razlika u odnosu na generativne modele je u tome što agentski sistemi ne čekaju eksplicitnu instrukciju za svaki korak, već mogu sami definisati potkorake, evaluirati međurezultate i prilagoditi strategiju tokom izvršavanja zadatka.

Antropik (Anthropic, 2024) definiše agentske sisteme kao one u kojima jezički modeli (LLM) dinamički upravljaju sopstvenim procesima i koriste alate kako bi izvršili zadatke, za razliku od unaprijed definisanih radnih tokova. Ova definicija ističe ključnu karakteristiku agentskih sistema, a to je sposobnost prilagodljivog djelovanja, odnosno reagovanja na nepredviđene okolnosti bez potrebe za ponovnim ljudskim usmjeravanjem. U medijskom kontekstu, to znači da agentski sistem može samostalno istražiti temu, procijeniti relevantnost izvora, sintetizovati nalaze i kreirati konačni proizvod – čitav proces koji je donedavno zahtijevao tim profesionalaca.

## Agentski AI sistemi u medijskom okruženju

### *Tropojasna tipologija: od asistivnog do agentskog AI*

Na osnovu analize postojeće literature i tehničkih karakteristika savremenih AI sistema, ovaj rad predlaže tropojasnu tipologiju modela vještačke inteligencije u medijima, organizovanu prema stepenu autonomije i vrsti interakcije sa ljudskim akterima.

Prvi pojas čine asistivni AI sistemi koji funkcionišu kao alati za podršku ljudskom radu. U ovu kategoriju spadaju sistemi za automatsku transkripciju, provjeru pravopisa, analizu sentimenta i osnovne analitičke funkcije. Asistivni sistemi ne generišu novi sadržaj, već procesiraju postojeći, a ljudski akter zadržava punu kontrolu nad svim fazama rada. Primjeri uključuju alate poput Gramarlija (*Grammarly*) za jezičku korekciju ili Oter-ej-aj-ja (*Otter.ai*) za transkripciju. U terminima teorije „čuvara kapije", asistivni sistemi ne mijenjaju strukturu selekcije, već ubrzavaju njene pojedine faze.

Drugi pojas obuhvata generativne AI sisteme sposobne za kreiranje novih sadržaja na osnovu korisničkih instrukcija. Čet-Dži-Pi-Ti, Klod, Džemini i Lama (*Llama*) u svojim bazičnim modalitetima funkcionišu kao generativni sistemi: korisnik zadaje prompt, a sistem generiše tekst,

sliku ili drugi oblik sadržaja. Generativni sistemi uvode novu dinamiku u medijsko okruženje jer omogućavaju masovnu produkciju sadržaja uz minimalne troškove, ali zadržavaju reaktivnu logiku: svaki izlaz je direktan odgovor na eksplicitnu ljudsku instrukciju. Kako primjećuju (Vukojević & Savić, 2024), medijska konvergencija posljednjih decenija ukazuje na to da se granice između različitih medijskih formi kontinuirano brišu, a generativni AI dodatno ubrzava ovaj proces omogućavajući transformaciju sadržaja između modaliteta.

Treći pojas, agentski AI sistemi, predstavlja kvalitativni skok u odnosu na prethodne modele. Agentski sistemi ne samo da generišu sadržaj, već autonomno planiraju strategiju izvršavanja, koriste spoljašnje alate (pretraživače, baze podataka, programske interfejse), evaluiraju međurezultate i prilagođavaju pristup tokom rada. Ključna razlika je u tome što korisnik definiše cilj, a sistem samostalno određuje putanju do tog cilja. U medijskom kontekstu, agentski sistem može dobiti zadatak „istraži i pripremi analizu o temi X", nakon čega autonomno pretražuje izvore, ocjenjuje njihovu relevantnost, sintetizuje nalaze i strukturira konačni tekst, tj. proces koji replicira čitav urednički radni tok.



### *Pregled savremenih agentskih AI sistema*

Nekoliko ključnih agentskih sistema definisalo je ovo polje u periodu 2024–2026. Antropik Klod koverk predstavlja agentski sistem dizajniran za kompleksne radne zadatke koji uključuju istraživanje, pisanje i analizu. Njegova specifičnost je u sposobnosti da koristi alate za pretraživanje interneta, čitanje i kreiranje dokumenata, upravljanje kalendarom i imejl komunikacijom (*email*), te da kombinuje ove alate u višestepenim procesima bez potrebe za eksplicitnim instrukcijama za svaki korak.

OpenAI kodeks i ChatGPT Operator predstavljaju pokušaj integracije agentskih sposobnosti u najrasprostranjeniji AI četbot (*chatbot*). Operator koristi vizuelnu percepciju ekrana i može upravljati veb-pregledačem (*web*) – upravljati stranicama, popunjavati formulare i izvršavati onlajn-zadatke (*online*). Gugl Džemini dip risrč agentski je sistem specijalizovan za dubinsko istraživanje koji automatizuje proces pretrage akademskih i stručnih izvora, sintetizuje nalaze i generiše strukturirane izvještaje. Perpleksiti kompjuter proširuje mogućnosti

AI pretraživača ka agentskom modelu, omogućavajući sistemu da autonomno istražuje teme kroz višestruke iteracije. Kineska platforma Manus AI pozicionirala se kao „prvi pravi AI agent opšte namjene", sa sposobnošću izvršavanja zadataka koji zahtijevaju koordinaciju više alata i izvora.

Zajedničko obilježje svih navedenih sistema je pomak od reaktivnog ka proaktivnom modelu interakcije. Dok generativni sistemi odgovaraju na eksplicitne promptove, agentski sistemi samostalno definišu potkorake, biraju izvore, evaluiraju kvalitet informacija i strukturiraju konačni izlaz. Ovaj pomak ima fundamentalne implikacije za razumijevanje uloge AI u medijima, jer se njime uspostavlja nova kategorija aktera u medijskom lancu vrijednosti, drugim riječima akter koji nije ni čisto tehnički alat ni ljudski profesionalac, već hibridni entitet sa ograničenom, ali stvarnom autonomijom.

### *Paradigma delegiranja: od alata ka agentu*

Prelazak sa asistivnog i generativnog modela na agentski model AI u medijima može se konceptualizovati kao pomak od paradigme korišćenja ka paradigmi delegiranja. U paradigmi korišćenja, ljudski akter zadržava punu kontrolu nad procesom jer definiše zadatak, izvršava ga uz pomoć alata i evaluira rezultat. U paradigmi delegiranja, ljudski akter definiše cilj i kriterije kvaliteta, a proces izvršavanja prepušta agentskom sistemu koji samostalno navigira kroz korake potrebne za postizanje cilja.

Ova promjena paradigme ima duboke korijene u teoriji medija. Vukojević i Vučetić (2022) ukazuju na to da se savremena medijska stvarnost karakteriše stalnom napetošću između ljudske potrebe za kontrolom informacija i tehnoloških sistema koji tu kontrolu preuzimaju. U kontekstu agentskih AI sistema, ova napetost dostiže novu razinu jer delegiranje ne podrazumijeva samo prepuštanje tehničke egzekucije, već i prepuštanje odluka o selekciji, evaluaciji i prezentaciji informacija – funkcija koje su tradicionalno bile isključivi domen ljudskih profesionalaca u medijima.

Paradigma delegiranja uvodi i novi tip odgovornosti koji se ne uklapa u postojeće teorijske i pravne kategorije. Kada novinar koristi alat za provjeru činjenica, odgovornost za konačni tekst nedvosmisleno leži na novinaru. Kada urednik koristi generativni AI da napiše

nacrt teksta koji zatim uređuje, odgovornost je djelimično raspršena, ali još uvijek jasno vezana za ljudskog aktera. Međutim, kada korisnik delegira agentskom sistemu zadatak da istraži temu i pripremi izvještaj, a sistem autonomno bira izvore, interpretira podatke i strukturira narativ, pitanje odgovornosti postaje neuporedivo složenije.

## Implikacije agentskih AI sistema za medije

### *Autorstvo i urednička autonomija*

Pitanje autorstva u kontekstu AI nije novo, debata o tome ko je „autor" teksta generisanog pomoću algoritma traje od pojave prvih sistema za automatizovano novinarstvo (Diakopoulos, 2019). Međutim, agentski sistemi ovu debatu podižu na kvalitativno novi nivo. U slučaju generativnih sistema, korisnik je autor prompta, a sistem je alat koji taj prompt izvršava – analogija sa piscem koji diktira stenografu, kako primjećuje (Floridi, 2023), nije potpuna ali je korisna. U slučaju agentskih sistema, međutim, čak ni ta nepotpuna analogija ne funkcioniše jer korisnik ne diktira sadržaj, već definiše cilj, a sistem samostalno određuje i sadržaj i formu.





Ova situacija dovodi do onoga što možemo nazvati „rasipanje autorstva" (*authorship diffusio* ), jer autorstvo se distribuira između korisnika koji definiše cilj, programera koji su dizajnirali sistem, podataka na kojima je sistem treniran, izvora koje je sistem konsultovao tokom istraživanja i samog sistema koji je donio odluke o selekciji i prezentaciji. Nijedan od ovih aktera ne ispunjava tradicionalni kriterijum autorstva u punom smislu. Korisnik nije generisao sadržaj, programer nije definisao konkretni izlaz, izvori nisu znali da će biti korišćeni na ovaj način, a sistem nema intencionalnost u filozofskom smislu.

Posljedice za uredničku autonomiju su jednako značajne. Tradicionalni model pretpostavlja da urednik donosi odluke o objavljivanju na osnovu profesionalnih kriterijuma, poput vrijednosti vijesti, javnog interesa i etičkih standarda. Agentski sistemi, međutim, donose uredničke odluke na osnovu optimizacionih funkcija koje ne moraju biti transparentne ni korisnicima ni regulatorima. Kada agentski sistem „odluči" da određeni izvor nije relevantan ili da određena perspektiva ne zaslužuje pažnju, ta odluka je proizvod statističkih obrazaca, a ne profesionalne prosudbe.

### *Epistemičko povjerenje i informacijska asimetrija*

Epistemičko povjerenje – povjerenje u pouzdanost izvora znanja – fundamentalan je preduslov funkcionalnog javnog diskursa (Goldman, 1999). U tradicionalnom medijskom modelu, povjerenje se gradi kroz institucionalnu reputaciju, profesionalne standarde i mehanizme odgovornosti. Agentski AI sistemi uvode novu dinamiku u ovaj odnos jer funkcionišu kao posrednici kojima korisnici delegiraju ne samo prikupljanje već i evaluaciju informacija.

Problem informacijske asimetrije u kontekstu agentskih sistema manifestuje se na nekoliko nivoa. Prvo, korisnik po pravilu ne može da verifikuje proces kojim je agent došao do određenih zaključaka, čak i kada agent navodi izvore, korisnik ne zna da li su ti izvori odabrani na osnovu relevantnosti, dostupnosti ili statističke korelacije u trening-podacima. Drugo, agentski sistemi imaju sposobnost da prezentuju informacije sa visokim stepenom koherentnosti i uvjerljivosti, čime se smanjuje kritička distanca korisnika. Treće, za razliku od ljudskih eksperata čije se kvalifikacije mogu provjeriti, agentski sistemi funkcionišu kao „crne kutije" čija unutrašnja logika ostaje netransparentna.

Posebno je problematičan fenomen koji Floridi i Kirijati (2020) nazivaju „epistemičkim parazitizmom", to jest situacija u kojoj AI sistemi crpe legitimitet od izvora koje citiraju, istovremeno transformišući i rekontekstualizujući informacije na načine koji mogu bitno promijeniti njihovo značenje. U agentskom modelu, ovaj fenomen je izraženiji jer sistem ne samo da citira izvore, već ih autonomno bira, kombinuje i interpretira, što stvara narativ koji može izgledati autoritativno, a da pritom ne odražava namjeru nijednog od citiranih autora.

### *Regulatorni izazovi i Akt EU o vještačkoj inteligenciji*

Akt Evropske unije o vještačkoj inteligenciji (Regulation 2024/1689), usvojen u junu 2024. godine, predstavlja prvi sveobuhvatni pokušaj pravnog regulisanja AI sistema na globalnom nivou. Akt uspostavlja sistem klasifikacije rizika, od minimalnog do neprihvatljivog, te definiše obaveze za proizvođače i korisnike u zavisnosti od nivoa rizika. Međutim, agentski AI sistemi postavljaju specifične izazove koje ovaj regulatorni okvir samo djelimično adresira.

Prvo, Akt kategoriše AI sisteme pretežno prema njihovoj namjeni, a ne prema stepenu autonomije. Agentski sistem koji se koristi za istraživanje medijskog sadržaja može biti klasifikovan kao sistem niskog rizika, uprkos činjenici da autonomno donosi odluke sa potencijalno značajnim uticajem na informisanje javnosti. Drugo, koncept transparentnosti u Aktu fokusiran je na obavezu označavanja AI generisanog sadržaja, ali ne adresira složenije pitanje transparentnosti procesa kojim agentski sistem dolazi do odluka o selekciji i prezentaciji informacija.

Treće, Akt pretpostavlja model u kojem je moguće jasno razgraničiti ulogu „pružaoca" (*provider*) i „korisnika" (*deployer*) AI sistema. U kontekstu agentskih sistema, ova razgraničenja su složenija jer sam sistem preuzima funkcije koje se ne mogu jednoznačno pripisati nijednoj kategoriji. Kada agentski sistem autonomno odluči da koristi određeni spoljašnji alat ili izvor, ta odluka nije ni odluka pružaoca (koji nije mogao predvidjeti konkretni scenarij) ni odluka korisnika (koji je delegirao proces sistemu). Ovaj regulatorni vakuum postaje posebno relevantan u medijskom kontekstu, gdje odluke o selekciji i prezentovanju informacija imaju direktne posljedice na javni diskurs.



## Diskusija

Tropojasna tipologija predložena u ovom radu – asistivni, generativni i agentski AI – nudi konceptualni okvir za razumijevanje kvalitativnih razlika između različitih modela vještačke inteligencije u medijima. Ova tipologija nije zasnovana isključivo na tehničkim karakteristikama sistema, već na vrsti interakcije između čovjeka i mašine i stepenu autonomije koji sistem posjeduje u medijskom procesu. Analiza pokazuje da prelazak sa generativnog na agentski model ne predstavlja linearnu evoluciju, već paradigmatski pomak koji zahtijeva rekonfiguraciju teorijskih pretpostavki o ulozi AI u medijima.

Teorija „čuvara kapije", kako je primijenjena u ovom radu, pokazuje se kao koristan, ali nedovoljan okvir za analizu agentskih sistema. Dok mrežni model čuvarstva kapije" (Bro & Wallberg, 2015) uspješno opisuje distribuiranu prirodu selekcije u digitalnom okruženju, on ne anticipira situaciju u kojoj jedan entitet preuzima čitav ciklus selekcije – od identifikacije relevantnih izvora do finalne prezentacije. Agentski sistemi ne funkcionišu kao „čuvari jedne kapije", već kao orkestri čitavog sistema kapija, čime se paradigma mrežnog čuvanja pomjera ka

modelu koji bi se mogao nazvati „autonomnim čuvanjem", a to je selekcija koju obavlja entitet sa ograničenom, ali stvarnom autonomijom.

Pitanje epistemičkog povjerenja, koje je razmatrano u kontekstu informacijske asimetrije, otkriva fundamentalni paradoks agentskih sistema: oni su dizajnirani da smanje kognitivno opterećenje korisnika, ali time istovremeno smanjuju i sposobnost korisnika da kritički evaluira informacije. Što je agent efikasniji u sintetizovanju i prezentovanju informacija, to je veća vjerovatnoća da će korisnik prihvatiti prezentovane nalaze bez dodatne verifikacije. Ovo je posebno relevantno u medijskom kontekstu, gdje nekritičko prihvatanje informacija može imati dalekosežne posljedice na demokratski diskurs i informisano građanstvo.

Analiza regulatornog okvira Akta EU o vještačkoj inteligenciji ukazuje na značajan jaz između pravne regulacije i tehnološke realnosti agentskih sistema. Dok Akt predstavlja važan korak u uspostavljanju globalnih standarda za AI regulaciju, njegovo fokusiranje na kategorije rizika zasnovane na namjeni, a ne na autonomiji, ostavlja prostor za situacije u kojima visoko autonomni sistemi izbjegavaju strožu regulaciju. U medijskom sektoru, ovaj jaz je posebno problematičan jer funkcije koje agentski sistemi preuzimaju (selekcija, evaluacija i prezentovanje informacija) imaju neposredan uticaj na javni interes, bez obzira na formalnu namjenu sistema.

Potrebno je, međutim, napomenuti i ograničenja ovog rada. Kao teorijska analiza, rad ne uključuje empirijsku verifikaciju predložene tipologije niti sistematsku analizu korisničkih iskustava sa agentskim sistemima. Brzina tehnološkog razvoja u ovoj oblasti znači da konkretni sistemi analizirani u radu mogu biti značajno unaprijeđeni ili zamijenjeni u kratkom roku, mada se teorijski okvir i tipologija mogu primijeniti na buduće generacije sistema. Takođe, fokus na zapadnoevropski regulatorni kontekst (Akt EU) ne uzima u obzir alternativne pristupe regulaciji u drugim jurisdikcijama.

## Zaključak

Agentski sistemi vještačke inteligencije predstavljaju kvalitativno novu fazu u odnosu čovjeka i tehnologije u medijskom okruženju. Prelazak sa paradigme korišćenja alata na paradigmu delegiranja agentu ne mijenja samo tehničke aspekte medijske produkcije, već

fundamentalno rekonfiguriše odnose moći, odgovornosti i povjerenja koji čine osnovu medijskog ekosistema. Tropojasna tipologija – asistivni, generativni i agentski AI – koju ovaj rad predlaže pruža konceptualni okvir za razumijevanje ovih promjena i može poslužiti kao osnova za buduća empirijska istraživanja.

Analiza je pokazala da agentski sistemi postavljaju izazove koji prevazilaze okvire postojećih teorija o algoritamskoj medijaciji i „čuvarima kapije". Koncept „autonomnog čuvanja" koji se nazire u praksi agentskih sistema zahtijeva novo teorijsko promišljanje koje će integrisati uvide iz teorije medija, filozofije tehnologije i informatičke etike. Istovremeno, fenomen „rasipanja autorstva" i epistemičkog parazitizma u kontekstu agentskih sistema ukazuje na potrebu za novim modelima odgovornosti koji prevazilaze binarnu logiku autor/alat.

Na regulatornom planu, Akt EU o vještačkoj inteligenciji postavlja važne temelje, ali zahtijeva dopunu koja bi adresirala specifičnosti agentskih sistema, posebno u medijskom sektoru. Ključna preporuka ovog rada je da buduća regulacija treba da uključi stepen autonomije kao kriterij klasifikacije rizika, uz posebne odredbe o transparentnosti procesa odlučivanja agentskih sistema koji operišu u informacijskom prostoru.



Na kraju, ovaj rad poziva na oprez bez paničenja. Agentski AI sistemi donose nesumnjive mogućnosti za unapređenje istraživačkih i kreativnih procesa u medijima, ali te mogućnosti dolaze uz rizike koji zahtijevaju promišljenu akademsku analizu, odgovorno kreiranje javnih politika i kontinuirani dijalog između tehnološke zajednice, medijskih profesionalaca i javnosti. Budući istraživački rad trebalo bi da uključi empirijsku analizu korisničkih iskustava sa agentskim sistemima, komparativnu analizu regulatornih pristupa u različitim jurisdikcijama i longitudinalnu studiju uticaja agentskih sistema na kvalitet javnog diskursa.

AI alati korišćeni u postupku rada na ovom tekstu uključuju Koda (Antropik) *Claude* (*Anthropic*). Obaveza autora je da istakne da AI alati nisu korišćeni za pisanje originalnog teksta, već za rad sa već objavljenim izvorima i za provjeru gramatike.

LITERATURA


Anthropic (2024). *Building effe tive agents*. Preuzeto sa https://www.anthropic.com/research/building-effective-agents

Bro, P. & Wallberg, F. (2015). Gatekeeping in a Digital Era. *Journalism Practice*, *9*(1), 92–105. doi:10.1080/17512786.2014.928468

Diakopoulos, N. (2019). *Automating the News: How Algorithms Are Rewriting the Media*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Floridi, L. (2023). AI as Agency Without Intelligence: On ChatGPT, Large Language Models, and Other Generative Models. *Philosophy & Technology*, *36*(1), 15. https://doi:10.1007/s13347-023-00621-y

Floridi, L. & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds and Machines*, *30*(4), 681–694. https://doi:10.1007/s11023-020-09548-1

Gillespie, T. (2014). The Politics of Platforms. In: T. Gillespie, P. Boczkowski & K. Foot (eds.), *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society* (pp. 167–194). Cambridge, MA: MIT Press.

Goldman, A. (1999). *Knowledge in a Social World*. Oxford: Oxford University Press.

Just, N. & Latzer, M. (2017). Governance by Algorithms: Reality Construction by Algorithmic Selection on the Internet. *Media, Culture & Society*, *39*(2), 238–258. https://doi:10.1177/0163443716643484

Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics: Channels of Group Life; Social Planning and Action Research. *Human Relations*, *1*(2), 143–153.

Napoli, P. M. (2014). Automated Media: An Institutional Theory Perspective on Algorithmic Media Production and Consumption. *Communication Theory*, *24*(3), 340–360. https://doi:10.1111/comt.12039

Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). *Officia Journal of the European Union*, L 2024/1689.

Shavit, Y., Agarwal, S., Brundage, M., Adler, S., O'Brien, C., Mishra, A. ... & Siddarth, D. (2023). *Practices for Governing Agentic AI Systems*. OpenAI. Preuzeto sa: https://openai.com/research/practices-for-governing-agentic-ai-systems

Vukojević, B. (2015). Mediji u Republici Srpskoj – publike i sadržaji u kontekstu teorije koristi i zadovoljstva. *CM Komunikacija i mediji*, *10*(34), 29–52.

Vukojević, B. & Savić, D. (2024). Media Convergence of Role-playing Games (1974–2024). *Applied Media Studies Journal*, *5*(2), 7–21.

Vukojević, B. & Vučetić, V. (2022). *U džepovima medijske stvarnosti*. Banja Luka: Imprimatur.

White, D. M. (1950). The Gate Keeper: A Case Study in the Selection of News. *Journalism Quarterly*, *27*(4), 383–390.

Borislav Vukojević

# Beyond the Algorithm: Agentic AI Systems and the Transformation of Contemporary Media

**Abstract**

The development of agentic artificial intelligence systems marks a qualitative shift in the relationship between humans and technology within the media environment. Unlike earlier AI models that functioned as support tools or content generators, agentic systems such as Claude Cowork, ChatGPT Codex, Perplexity Computer, and Manus possess the capability for autonomous planning, task execution, and decision-making with minimal human oversight. This paper provides a theoretical analysis of the implications of the shift from the paradigm of "human uses tool" to the paradigm of "human delegates to agent" in the context of contemporary media. Through a review of literature in algorithmic mediation, gatekeeping theory, and platform logic, the paper develops a three-tier typology of AI models in media – assistive, generative, and agentic – and examines the consequences of agentic systems for authorship, editorial autonomy, epistemic trust, and regulatory frameworks. The analysis indicates that agentic AI systems do not represent a mere technical upgrade but rather a fundamental reconfiguration of the media value chain, requiring new approaches to ethical and regulatory questions in the digital information space. The concept of "autonomous gatekeeping" is proposed to describe the novel function performed by agentic AI systems, while the phenomenon of "authorship diffusion" highlights the need for new models of accountability that transcend the binary logic of author versus tool. The EU Artificial Intelligence Act (Regulation 2024/1689) is evaluated as an important but insufficient regulatory framework that requires supplementation to address the specificities of agentic systems in the media sector.

*Keywords:* agentic artificial intelligence systems, algorithmic mediation, platform logic, artificial intelligence

**GORDANA JAUKOVIĆ NENEZIĆ**

Narodna banka Srbije, Beograd

gordana.jaukovic@nbs.rs

**NENA VASOJEVIĆ**

Institut društvenih nauka, Beograd

nvasojevic@idn.org.rs

# Implementacija veštačke inteligencije u obrazovnim sistemima: regionalno poređenje sa fokusom na Republiku Srbiju*


## Apstrakt

Brzi napredak tehnologije veštačke inteligencije (AI)[1] uticao je na kreatore društvenih i obrazovnih politika da donesu zakonske okvire i propise kojima se reguliše njihova primena, implementacija i uticaj na društvo. U ovom radu se analizira aktuelno stanje primene veštačke inteligencije (AI) u obrazovnom sistemu Republike Srbije i zemljama regiona, uz uvažavanje specifičnosti nacionalnih konteksta. Koristeći model uporedne analize, analizirali smo na koji način su implementirane obrazovne politike i propisi koji se odnose na AI u Republici Srbiji i zemljama regiona. Podaci su prikupljeni iz javno dostupnih dokumenata, sa zvaničnih sajtova relevantnih obrazovnih institucija i iz objavljenih naučnih istraživanja. Na ovaj način pruža se i značajan doprinos tradicionalnom metodu učenja, pod uslovom da se identifikuju i neutrališu etički i tehnički rizici. Naši nalazi otkrivaju da u posmatranim zemljama postoje različiti nivoi implementacije AI kada o obrazovnom sistemu, kao i da je potrebno raditi na osnaživanju kreatora obrazovnih politika u procesu primene AI alata. Ovaj rad popunjava prazninu u naučnoj literaturi pružajući prvu regionalnu analizu politika AI, kao i način implementacije u obrazovne sisteme navedenih zemalja. Ovi nalazi daju vredne smernice kreatorima obrazovnih i javnih politika za unapređenje postojećeg obrazovnog sistema na svim nivoima u oblasti AI modela.



*Ključne reči:* obrazovni sistem, AI, personalizovano učenje, Republika Srbija, komparativna analiza, zemlje regiona





* Ovaj rad je nastao u okviru Programa istraživanja Instituta društvenih nauka za 2026. godinu i uz podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.


Za stavove iznete u ovom radu odgovoran je autor i oni ne predstavljaju nužno zvaničan stav Narodne banke Srbije.

[1] U daljem radu će se koristiti skraćenica AI za pojam veštačke inteligencije, kao međunarodno najprihvatljivija za njegovo definisanje.

## Uvod

Tokom poslednjih pet godina, veštačka inteligencija se etablirala kao značajan faktor u obrazovanju (Etheredge, 2025), a brzina integracije rezultirala je transformacijom tradicionalnog modela učenja. Primarni cilj veštačke inteligencije je razvoj inteligentnih sistema (to jest računarskih programa ili mašina) sposobnih za razumno ponašanje (Rainer et al., 2016), uključujući učenje, rasuđivanje, rešavanje problema, percepciju i kreativnost. Tipični primeri AI tehnologija obuhvataju ekspertske sisteme, neuronske mreže (uključujući metode mašinskog učenja i dubokog učenja), logičke faze, genetske algoritme i inteligentne agente (Ibid, 2016). Takođe, kada se govori o fenomenu AI treba istaći da naučnici često razlikuju jaku i slabu AI (Wells, 2023). Opšta veštačka inteligencija, poznata kao „jaka AI", obuhvata raznovrsne ljudske sposobnosti, uključujući komunikaciju, rasuđivanje i emocionalne reakcije, te je sposobna za izvršavanje višestrukih zadataka (Colins et al., 2021; Bory, Natale & Katzenbach, 2025; Wang et al., 2024). Slaba AI, poznata i kao „uska AI", ne poseduje sve ljudske sposobnosti, ali može primenjivati algoritme za rešavanje problema ili obavljanje specifičnih zadataka, poput otkrivanja prevara i igranja šaha (Bory, Natale & Katzenbach, 2025; Wang et al., 2024). AI aplikacije koje su trenutno razvijene i implementirane u komercijalnu upotrebu klasifikovane su kao slaba AI (Wang et al., 2024). Digitalne tehnologije su danas integralni deo našeg svakodnevnog života. One transformišu način na koji pretražujemo informacije, učestvujemo u svakodnevnoj komunikaciji sa sagovornicima i delimo te informacije tokom interakcije. Upliv digitalnih tehnologija u sve društvene segmente uticao je na promenu obrazovnog okruženja.

Sa druge strane, veštačka inteligencija se koristi u učionicama godinama (*Google Classroom, Canvas in Turnitin*), ali do demokratizacije generativnih alata veštačke inteligencije (*ChatGPT*) nismo imali istu percepciju o prisustvu AI, kao i o upotrebi AI alata u društvenim interakcijama. UNESKO (UNESCO) je 2019. godine objavio „Izveštaj o izazovima i mogućnostima veštačke inteligencije za održivi razvoj u obrazovanju i zalagao se za strategije i puteve korišćenja veštačke inteligencije za poboljšanje učenja i promociju inkluzivnog i pravednog obrazovanja na osnovu primera iz različitih zemalja" (Subosa, Rivas & Valverde, 2019, citirano u: Wen et al., 2025: 2). Danas, kao posledicu

imamo da nastavni planovi i programi sve više uključuju digitalnu kulturu kao važan element. Tako, na primer u Francuskoj već u osnovnim školama imamo prisustvo nekih kurseva o internet tehnologijama, dok srednjoškolci moraju da polože ispit kojim dokazuju svoje računarske veštine (Chassignola et al., 2018). Kao takve, informacione tehnologije, a posebno veštačka inteligencija (AI) kao informaciona „revolucija", menjaju i oblikuju tradicionalno-moderno obrazovanje. AI u obrazovanju ima dvostruka ulogu: „*ChatGPT* omogućava personalizovano učenje i alate za poboljšanje pristupačnosti ilustruje njegov transformativni potencijal, što je posebno relevantno jer se globalni obrazovni sistemi suočavaju sa sve većim zahtevima za inkluzivnošću i efikasnošću" (Floridi & Chiriatti, 2020; Haseski, 2019, citirano u: Asy'ari & Sharov, 2024: 120). Ovo sve je dovelo do toga da učenici koriste tablete umesto svezaka, a nastavnici koriste različite platforme za učenje (*Google Classroom, Edmodo, Power School, Moodle*) (Chassignol et al., 2018) što je dovelo do toga da se nastavnici nalaze pred ogromnim izazovima kad se govori o autentičnosti rada, ali i o kvalitetu stečenog znanja. Sa druge strane, u „Službenom glasniku RS" dat je imperativ na usklađivanje kurikuluma sa tehnološkim napretkom radi postizanja adekvatne tržišne konkurentnosti mladih stručnjaka (Službeni glasnik RS, 2025).

Glavni predmet istraživanja ovog rada je upotreba veštačke inteligencije (AI) u obrazovnom sistemu Republike Srbije i zemalja regiona, sa fokusom na mapiranje digitalnih alata koji se primenjuju u praksi. U radu se koristi uporedna analiza kako bismo sagledali sprovođenje obrazovnih politika i propisa koji se odnose na AI u Republici Srbiji i zemljama regiona. Rad razmatra podatke koji su prikupljeni iz javnih dokumenata, sa zvaničnih veb-stranica relevantnih obrazovnih institucija i objavljenih naučnih studija.

## Primer: Republika Srbija

Republika Srbija je načinila značajan iskorak u institucionalizaciji digitalne transformacije osnivanjem Istraživačko-razvojnog instituta za veštačku inteligenciju Srbije i uspostavljanjem Nacionalne platforme za veštačku inteligenciju.[2] Centralna tačka u delovanju i implementaciji

[2] Prva Strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period od 2020. do 2025. godine predvidela je implementaciju sadržaja iz oblasti veštačke inteligencije

savremenih pedagoških standarda sprovodi se kroz Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja (ZUOV). Oni kontinuirano publikuju stručne tekstove i preporuke koje su fokusirane na praktičnu primenu aplikacija i veštačke inteligencije u domenu vaspitno-obrazovnog rada. Primarni zadatak ovih aktivnosti je stručno osnaživanje nastavnika, vaspitača, stručnih saradnika i rukovodilaca obrazovnih institucija. Kroz pružanje egzaktnih metodoloških instrukcija, teži se integraciji veštačke inteligencije u nastavne i vannastavne procese na način koji kumulativno zadovoljava kriterijume praktične efikasnosti, etičke opravdanosti i bezbednosti podataka.[3] Na značaj multidisciplinarne paradigme – da se implementacijom AI u obrazovni sistem generišu se značajni benefiti za sve učesnike nastavnog procesa, ukazuju Čen i saradnici (Chen, 2020), koji analiziraju funkciju AI kroz prizmu specifičnih obrazovnih potreba. Na osnovu izveštaja OECD-a (2025) uviđamo da su mnogi obrazovni sistemi bili primorani da pređu na onlajn ili hibridne modele učenja tokom pandemije COVID-19, a pojedini sistemi su zadržali ove metode rada (OECD, 2025a). U Republici Srbiji 11% nastavnika radi u školama u kojima se tokom jednog meseca bar jedna lekcija realizuje putem hibridnog ili onlajn modela (što je niže od proseka OECD-a koji iznosi 16%), dok 29% nastavnika navodi da koristi AI u svom radu (niže od proseka OECD-a: 36%) (Ibid, 2025a). Nastavnici najčešće koriste AI za efikasno informisanje i sumiranje određenih tema (81%), kao pomoć učenicima pri vežbanju novih veština kroz scenarije iz stvarnog života (66%), te za generisanje planova lekcija ili nastavnih aktivnosti (59%) (Ibid, 2025a). Najređa primena AI zabeležena je u domenima generisanja teksta za povratne informacije učenicima ili komunikaciju sa roditeljima/starateljima (48%), automatskog prilagođavanja težine nastavnog materijala individualnim potrebama učenika (45%), kao i u ocenjivanju ili vrednovanju rada učenika (37%) (Ibid, 2025). Među nastavnicima koji su izjavili da nisu koristili AI u nastavi tokom 12 meseci koji su prethodili istraživanju, 61% njih smatra da ne poseduje dovoljno znanja i veština za podučavanje uz pomoć AI (što je niže od





u nacionalni obrazovni sistem. Nadovezujući se na ostvarene rezultate, usvojena je i Druga strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period od 2025. do 2030. godine čime se Srbija pozicionirala među pionire u regionu po pitanju normativnog uređenja ove oblasti.

[3] Vidi više na veb-stranici: https://zuov.gov.rs/vestacka-inteligencija/ poslednji pristup, 6. marta 2026.

proseka OECD-a: 75%), dok 43% navodi da njihovim školama nedostaje adekvatna infrastruktura za primenu ove tehnologije (što je više u odnosu na prosek OECD-a: 37%) (OECD, 2025a). Kada pogledamo relevantnu domaću literaturu, možemo pronaći nekoliko istraživanja koja predstavljaju temelje za uključivanje AI u obrazovne strukture u Republici Srbiji. Autori Kuleto i saradnici (2022) ukazuju na to da dobijeni rezultati indukuju dominantno afirmativan stav prema integraciji AI, uz naglašenu pozitivnu korelaciju između nivoa digitalne pismenosti nastavnika i njihove spremnosti za usvajanje inovacija (Kuleto et al., 2022). Na osnovu prikupljenih podataka, autori ističu potrebu za sistemskom institucionalnom podrškom, koja bi obuhvatala specijalizovane programe stručnog usavršavanja i obezbeđivanje tehničkih preduslova za etičku i praktičnu primenu veštačke inteligencije u didaktičkoj praksi, kao što su: modernizacija obaveznih predmeta u sedmom razredu osnovne škole – Tehnika i tehnologija i Informatika i računarstvo (Baković, 2023: 51). Na ovaj način bi učenici mogli da nauče osnove upotrebe i značaja veštačke inteligencije u savremenom društvu. Promocija digitalne pismenosti i kritička procena tehnoloških alata glavni su ciljevi izbornog programa Savremene tehnologije za učenike trećeg i četvrtog razreda srednjih škola. Kurikulum je koncipiran tako da učenici internalizuju principe bezbedne i etički odgovorne primene tehnologije, uz akcenat na zaštitu ličnog i kolektivnog integriteta (Baković, 2023). Transformaciju obrazovnog sistema prepoznale su i visokoobrazovane ustanove, pa kao rezultat toga, danas imamo akreditovanih sedam master studijskih programa koji su fokusirani na veštačku inteligenciju, mašinsko učenje i nauku o podacima. Ovi programi se realizuju na državnim univerzitetima u Beogradu, Nišu, Novom Sadu i Kragujevcu, kao i na privatnom Univerzitetu Singidunum i Comtrade akademiji. Kako ukazuju stručnjaci iz ove oblasti, kao i kreatori obrazovnih i akademskih programa u narednom periodu poseban akcenat biće stavljen na jačanje naučnoistraživačkih kapaciteta kroz razvoj i unapređenje programa na trećem stepenu studija (doktorske studije), čime se obezbeđuje kontinuitet u obrazovanju visokostručnih kadrova u ovoj oblasti.[4] S obzirom na to da *ChatGPT* ima toliko funkcija, njegova implementacija i upotreba u obrazovnim

[4] Autori kreiraju ovo viđenje na osnovu uvida u informacije koje se nalaze na zvaničnim sajtovima navedenih fakulteta.

okruženjima je priznata kao glavna oblast proučavanja. Veliki jezički modeli (*LLM*) poput *ChatGPT-a* mogu delovati kao kognitivni katalizatori u razvoju jezičke kompetencije na nivou osnovne škole. Njihovim korišćenjem može se poboljšati sintaksička i gramatička tačnost. Upotreba *ChatGPT-a* i druge generativne veštačke inteligencije u obrazovanju može učenicima da pruži visoko personalizovano, adaptivno i interaktivno iskustvo u učenju. Međutim, važna je implementacija u praksi koja zahteva odgovoran i etički pristup, uz podršku čvrsto postavljenih teorijskih okvira (Namesztovszk et al., 2024). Veliki jezički modeli služe kao multidisciplinarni nastavni alati u srednjoj školi koji pomažu učenicima da uče strane jezike i usvajaju određene diskurse iz nekoliko naučnih oblasti, uključujući lingvistiku, fiziku i matematiku. Ove tehnologije omogućavaju kreiranje kreativnih testova i prilagođenih aktivnosti, što unapređuje ideju nastavnih jedinica. Na nivou visokoškolskog obrazovanja, veliki jezički modeli predstavljaju potporu u istraživačkim procesima i akademskom pisanju, istovremeno podstičući kritičku evaluaciju i napredne veštine rešavanja kompleksnih problema (Minić & Deretić, 2024). Pored implementacije AI, diskutuje se i u širem kontekstu, tj. o pravnoj regulativi unutar obrazovnih sistema (Ignjatović, 2024).

Autorka (Ignjatović, 2024) ističe konceptualne osnove i definiše ključni terminološki aparat gde ukazuje na disparitet između međunarodnih i regionalnih institucija, koje su već usvojile kompleksna regulatorna rešenja, i Republike Srbije, u kojoj je primetno odsustvo adekvatno razvijenog normativnog okvira (Isto, 2024). U dosadašnjoj praksi i implementaciji četbotova možemo uočiti prisutnost u različitim domenima u svrhu automatizacije procesa i optimizacije korisničkog iskustva, posebno kada je reč o bankarskom sektoru u Republici Srbiji (Buha & Bjegović, 2023). Kao specifična softverska aplikacija, bot je primarno projektovan za posredovanje u komunikaciji sa korisnicima. Savremeni četbot predstavlja računarski program zasnovan na AI sa ciljem simulacije interpersonalne konverzacije (Salas-Pilco, Xiao & Oshima, 2022). Operativni proces podrazumeva identifikaciju korisnikove intencije, obradu upita i generisanje kontekstualno relevantnog odgovora, bilo putem tekstualnog interfejsa ili glasovne sinteze (Azizović, 2023). Vidljiva je važnost korisničkog iskustva i na fakultetima o čemu svedoči progresivna primena četbotova, gde u kao primer imamo četbot „Ada" na Akademiji poslovnih studija u Beogradu (Vukomanović et al., 2022).

Predmetni četbot „Ada" se pozicionirao kao izuzetno efikasno rešenje u domenu komunikacije i pružanja usluga, sa posebnom primenom u okviru administrativnih sistema za e-učenje (Vukmanović, 2022). Takođe, njegova implementacija značajno doprinosi administrativnom rasterećenju nastavnog i vannastavnog osoblja (Isto, 2022). Na osnovu analiziranog sadržaja, platforma „Ada" predstavlja novu razvojnu fazu u interakciji između studenata i visokoškolskih ustanova, usmerenu ka transformaciji i unapređenju svakodnevnih komunikacionih procesa u obrazovnom sistemu. Suština modernizacije informacionih tehnologija ogleda se u optimizaciji dostupnosti i brzine protoka informacija, što predstavlja primarnu vrednost koju „Ada" pruža korisnicima (Vukomanović et al., 2022). Kao benefite primene Chatbot sistema mogu se izdvojiti: personalizovano učenje, odnosno prilagođavanje instrukcija individualnim kognitivnim potrebama i profilima učenika (Minić & Deretić, 2024). Tako na primer, AI alati – četbotovi bi mogli da olakšaju procese komunikacije i funkcionišu kao samouslužni servisi za učenike i roditelje (Varsik & Vosberg, 2024 ). Međutim, potrebna je opreznija implementacija i kritički pristup kako bi se u potpunosti ostvario njihov nastavni potencijal. Sve ovo zahteva sistematsku evaluaciju njihovih tehničkih ograničenja, kao i rigoroznu analizu potencijalnih pristrasnosti (*biases*) inherentnih ovim modelima (Rakovac Bekeš, Galzina, & Berbić Kolar, 2023). Takođe, u Republici Srbiji primenjuje se i edukativni četbot sa likom Nikole Tesle kod osnovnoškolske populacije. Ovo ukazuje na „značaj pedagoški smislenog sadržaja i na potencijal četbotova zasnovanih na ličnostima u obrazovanju u pogledu pospešivanja motivacije učenika" (Škobo & Šović, 2025a: 215).



## Primer: Republika Crna Gora

Vlada Crne Gore, u saradnji sa Programom Ujedinjenih nacija za razvoj (*UNDP*) i Centralnom digitalnom kancelarijom (*CDO*), inicirala je ključne korake ka implementaciji i eksploataciji transformativnih potencijala AI. Ova saradnja predstavlja strateški okvir za integraciju naprednih tehnoloških rešenja u strukture državne uprave i javnog sektora (UNDP, 2024). U cilju jačanja domaćih kapaciteta i promocije AI tehnologija, 2022. godine osnovana je nevladina organizacija Crnogorsko udruženje za veštačku inteligenciju (*MAIA*). Udruženje deluje kao krovna platforma za povezivanje stručnjaka, istraživača i industrije u

ovoj oblasti. U cilju intenziviranja institucionalne saradnje i unapređenja tehnoloških kapaciteta, u julu 2025. godine Uprava za statistiku Crne Gore (*Monstat*) i nevladina organizacija (*MAIA*), potpisali su Sporazuma o saradnji.[5] Ovakva međuinstitucionalna sinergija predstavlja krucijalan korak ka generisanju inovativnih rešenja koja doprinose modernizaciji statističkih procesa i promociji zajedničkih vrednosti zasnovanih na digitalnoj transformaciji. Proces digitalne transformacije u Crnoj Gori obuhvata i integraciju AI rešenja u okviru platforme Digitalna škola – sveobuhvatnog sistema za učenje, podučavanje i kolaboraciju u digitalnom okruženju.[6] Prema poslednjim dostupnim rezultatima (OECD, 2025b), najniži stepen primene AI zabeležen je u domenu analitike učenja, konkretno u praćenju angažmana i performansi učenika (44%), automatizovanoj adaptaciji težine nastavnih materijala prema individualnim potrebama (42%), te u evaluaciji i ocenjivanju učeničkih radova (35%) (OECD, 2025b). Približno 35% ispitanika navodi nedostatak adekvatne tehničke infrastrukture kao primarnu barijeru za integraciju veštačke inteligencije, što korelira sa prosekom OECD-a (37%) (Ibid, 2025b). Prema rezultatima iz izveštaja OECD (2025), empirijski podaci ukazuju na to da 25% nastavnog kadra u Crnoj Gori praktikuje hibridne ili onlajn modele nastave, što je značajno iznad proseka zemalja članica OECD-a (16%) (OECD, 2025b). Nasuprot tome, stopa implementacije alata AI u nastavnom procesu iznosi 28%, što je ispod proseka OECD-a od 36% (Ibid, 2025b). AI se primarno koristi za efikasnu akviziciju informacija i sintezu tematskih jedinica (79%), izradu planova lekcija i nastavnih aktivnosti (78%), kao i za simulaciju realnih scenarija u cilju usvajanja novih veština kod učenika (57%) (Ibid, 2025b). Takođe, kada se pogleda relevantna literatura, postoji nekoliko jezgrovitih studija o primeni veb-alata u školama u Crnoj Gori, a posebno se po rezultatima izdvaja istraživanje *Upotreba veb-alata u obrazovanju: studija slučaja u srednjoj školi u Crnoj Gori* (*The use of Web tools in education: a case study in a secondary school in Montenegro*), (Ilić, 2025). Rezultati ukazuju na to da digitalni alati generalno ostvaruju pozitivne efekte na angažman učenika, motivaciju, konceptualno razumevanje i akademska postignuća, pod uslovom da su integrisani svrsishodno





[5] Vidi više: https://monstat.org/uploads/files/Saopstenje%20za%20javnost%204.%20jul%202024.pdf, poslednji pristup 5. marta 2026.

[6] Razvoj ovih servisa sprovodi Ministarstvo prosvete, nauke i inovacija u okviru kontinuiranog strateškog partnerstva sa kancelarijom UNICEF-a u Crnoj Gori.

i podržani adekvatnom infrastrukturom i obukom nastavnog kadra (Ibid, 2026). Implementacija AI u visokoškolske kurikulume u Crnoj Gori predstavlja strateški odgovor na savremene tehnološke trendove. Ako pogledamo visokoobrazovni sistem nailazimo na studijske programe na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) i Prirodno-matematičkom fakultetu (PMF) Univerziteta Crne Gore. S druge strane, master studije na Fakultetu za informacione sisteme i tehnologije (FIST) Univerziteta Donja Gorica (UDG) nude specijalizovanu obuku, usmerenu ka naprednom usavršavanju kadrova u domenu inteligentnih sistema. S tim u vezi, razumevanje odnosa između upotrebe AI i angažovanosti studenata na Univerzitetu u Crnoj Gori je od suštinskog značaja za edukatore i kreatore obrazovnih politika koji teže unapređenju nastavnih strategija i efektivnoj integraciji tehnologije (Ivanović, 2025).

## Primer: Bosna i Hercegovina (Federacija Bosne i Hercegovine i Republika Srpska)

Bosna i Hercegovina ulaže napore ka digitalnoj transformaciji, primarno kroz ekspanziju sektora informacionih tehnologija, sa posebnim fokusom na razvoj softvera i IT usluga. Iako su specifične inicijative u oblasti AI u ranoj fazi dokumentovanja, evidentna je težnja ka jačanju tehnoloških kompetencija, naročito u ključnim urbanim i administrativnim centrima poput Sarajeva, Banja Luke i Mostara. Organizovanje prve naučno-stručne konferencije (2022) posvećene AI predstavljalo je platformu za kritičku analizu savremenih trendova i procesa u ovoj oblasti, kako na domaćem, tako i na međunarodnom nivou. Primarni cilj skupa bio je sinergijsko povezivanje akademske zajednice sa realnim sektorom u Bosni i Hercegovini, uz istovremeno generisanje strateških partnerstava sa istaknutim istraživačima i privrednim subjektima iz inostranstva (Branković, 2022). Relevantna literatura ukazuje na to da ne postoje podaci koji potvrđuju da je veštačka inteligencija bila integrisana kao izborni predmet u kurikulume srednjoškolskog obrazovanja u Bosni i Hercegovini. Istraživanjem iz 2022. godine bilo je obuhvaćeno 12 srednjih škola elektrotehničkog i informatičkog smera u ključnim urbanim centrima (Sarajevo, Tuzla, Banja Luka, Mostar, Bijeljina, Bihać, Trebinje, Doboj, Travnik, Brčko i Prijedor) s ciljem analize trenutnog stanja nastavnih planova i programa (Zagorčić, 2022). U međuvremenu, na osnovu raspoloživih

podataka, inovacioni kapacitet Bosne i Hercegovine u domenu veštačke inteligencije kvantifikovan je kroz jedan registrovan patent (2023) i 16 naučnih publikacija.[7] Glavni grad Sarajevo profilira se kao centralno čvorište za tehnološki razvoj, podstičući sinergiju između akademske zajednice i privrednog sektora kroz podršku startap ekosistemu.[8] Trenutni regulatorni status veštačke inteligencije karakteriše odsustvo sveobuhvatnog zakonskog rešenja. Jedina eksplicitna referenca na AI u legislativi nalazi se u okviru Strategije razvoja Federacije Bosne i Hercegovine za period 2021–2027 (Vlada Federacije Bosne i Hercegovine, 2020). Shodno tome, integracija AI alata u specifičnim sektorima, poput pravosuđa, i dalje je u embrionalnoj fazi u poređenju sa tehnološki naprednijim jurisdikcijama. Značajan napredak države učinjen je 2025. godine, kada je Bosna i Hercegovina svrstana u grupu zemalja sa veoma visokim stepenom humanog razvoja, ostvarivši vrednost indeksa humanog razvoja (HDI) od 0,804.[9] Empirijska analiza koju su sproveli Škobo i Šović (2025) na uzorku od 135 nastavnika u Republici Srpskoj ukazuje na direktnu korelaciju između tehničke kompetentnosti i afirmativnih stavova prema savremenim tehnologijama (Škobo & Šović, 2025b). Studija je identifikovala etničke i tehničke nedostatke veštačke inteligencije kao glavnu prepreku koja smanjuje spremnost nastavnika za njihovu primenu u nastavi, što ukazuje na potrebu za sistemskim promenama i fokusiranim profesionalnim razvojem.



## Primer: Severna Makedonija

Na inicijativu Fonda za inovacije i tehnološki razvoj, u septembru 2021. godine konstituisana je radna grupa sa primarnim zadatkom kreiranja prve Nacionalne strategije za veštačku inteligenciju u Severnoj Makedoniji. Ključni korak u implementaciji ove strategije predstavlja planirano osnivanje Nacionalnog centra za veštačku inteligenciju „Vezilka“ 2025. godine, koji će služiti kao centralno čvorište za razvoj

[7] Kreirano na osnovu, https://aiworld.eu/geo/bosnia-and-herzegovina, poslednji pristup 4. marta 2026.

[8] Vidi više na: https://aiworld.eu/geo/bosnia-and-herzegovina, poslednji pristup 4. marta 2026.

[9] Vidi više na: https://www.undp.org/bs/bosnia-herzegovina/press-releases/bosna-i-hercegovina-u-kategoriji-zemalja-sa-visokim-razvojem-izvjestaj-undp-o-ljudskom-razvoju

i primenu ovih tehnologija.[10] Prema empirijskim pokazateljima 42% nastavnog kadra u Severnoj Makedoniji koristi alate AI u svom radu, što je iznad proseka zemalja članica OECD-a (36%) (OECD, 2025c). Nastavnici najčešće koriste AI za efikasnu sintezu tematskih jedinica (81%), generisanje nastavnih planova (81%) i kreiranje simulacija realnih scenarija za razvoj praktičnih veština (75%) (Ibid, 2025c). Niži stepen primene zabeležen je kod automatizovane adaptacije materijala individualnim potrebama učenika (59%), evaluacije učeničkih radova (52%) i pružanja podrške inkluzivnom obrazovanju, odnosno radu sa decom sa posebnim obrazovnim potrebama (49%) (Ibid, 2025c). Iako 50% nastavnika izjavljuje da ne poseduje adekvatne veštine za integraciju AI u nastavu, ovaj procenat je značajno povoljniji u odnosu na prosek OECD-a, gde taj deficit iznosi 75% (Ibid, 2025c). Međutim, značajan izazov predstavlja nedostatak infrastrukture, na šta ukazuje 56% ispitanika što je znatno iznad proseka OECD-a (37%) (OECD, 2025c). Sa druge strane, istraživanje koje je sprovedeno u OŠ „Tošo Arsov"–Štip u Severnoj Makedoniji, imalo je za cilj osvetljivanje nekih od pitanja koja se odnose na upotrebu AI u praksi. Ovim istraživanjem bilo je obuhvaćeno 30 nastavnika i rezultati su ukazali na to da je potrebno značajno unapređivanje motivacije, kreativnosti i efikasnosti učenja kod nastavnog kadra i kod učenika (Angelovska, Maneva & Taskova, 2025). Ipak, autori zapažaju da AI ne supstituiše ulogu nastavnika, već je komplementarna, omogućavajući kreiranje modernog, interaktivnog i podsticajnog okruženja za učenje (Ibid, 2025).

## Primer: Republika Hrvatska

Sa pojavom globalne pandemije COVID-19 Republika Hrvatska je implementirala digitalnog asistenta pod nazivom „*Andrija*",[11] aktiviranog putem platforme *WhatsApp*, sa ciljem pružanja podrške građanima u dijagnostici i prepoznavanju simptoma koronavirusa. Ovaj sistem „virtuelnog lekara", zasnovan na veštačkoj inteligenciji, rezultat je sinergije domaćeg IT sektora i epidemiološke struke, čime je demonstrirana praktična vrednost AI u kriznom menadžmentu (Malešević, 2024).

[10] Vidi više na: https://mdt.gov.mk/en-GB/odnosi-so-javnost/soopstenija/andonovski-makedonija-dobiva-nacionalen-centar-za-vestacka-inteligencija-zapocnuva-proektot-vezilka

[11] Pogledati više na: https://vlada.gov.hr/andrija-prvi-digitalni-asistent-u-borbi-protiv-koronavirusa-u-hrvatskoj-zivi-na-whatsappu/29231, poslednji put posećeno 7. marta 2026.

Tokom 2021. godine, Vlada Republike Hrvatske formirala je multidisciplinarnu radnu grupu zaduženu za izradu Nacionalne strategije za razvoj veštačke inteligencije za period 2021–2026. godine (Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030, 2018). Ovu grupu čine eksperti iz akademske zajednice, privrednog sektora, civilnog društva i javne uprave, čime je obezbeđen inkluzivan i sveobuhvatan pristup strateškom planiranju (Isto, 2018). Inicijative za digitalno opismenjavanje u Republici Hrvatskoj sprovedene su kroz projekat „Škola budućnosti" tokom 2021. godine. Ovaj projekat predstavlja značajan iskorak u praktičnoj obuci učenika u oblasti veštačke inteligencije.[12] Projektom je bilo obuhvaćeno preko 1.000 učenika iz 63 škole, a implementacija se odvijala kroz strateško partnerstvo tehnoloških kompanija *STEMI* i *Infobip*, čime je naglašen značaj saradnje privrede i obrazovnog sektora (OECD, 2025e). Tokom školske 2024/2025. godine, u sistem srednjoškolskog obrazovanja uveden je izborni predmet *Veštačka inteligencija: Od koncepta do primene*. U testiranju novog kurikuluma učestvovalo je 68 nastavnika i 1.018 učenika iz 53 srednje stručne škole (*VET*) (Ibid, 2025e). Primarni fokus kurikuluma bio je na pružanju praktičnih kompetencija i podsticanju kritičkog promišljanja o socioetičkim implikacijama savremenih tehnologija. Na godišnjoj konferenciji korisnika *CARNET*-a,[13] održanoj u aprilu 2025. godine, više od 800 prosvetnih radnika, istraživača i eksperata diskutovalo je o transformativnoj ulozi veštačke inteligencije u obrazovanju, čime je obezbeđen kontinuitet u razmeni najbolje pedagoške prakse (*Kurikul izvannastavne aktivnosti Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene*, 2025). Uvidom u izveštaj OECD uočavamo da 33% nastavnika navodi da koristi AI u svom radu, što je približno proseku OECD-a od 36% (OECD, 2025). Nastavnici najčešće koriste AI za generisanje nastavnih planova ili nastavnih aktivnosti (75%), efikasno informisanje i sumiranje određenih tema (68%), kao i za pomoć učenicima pri vežbanju novih veština kroz scenarije iz stvarnog života (54%) (Ibid, 2025e). Najređa primena AI zabeležena je u domenu pregleda podataka o učešću ili postignućima





[12] Pogledati više na veb-stranici: https://skolabuducnosti.stemi.education/o-projektu/ (poslednji pristup 6. marta 2026.)

[13] Projekat *BraIN*, pod liderstvom Hrvatske akademske i istraživačke mreže (*CARNET*), usmeren je na unapređenje kvaliteta obrazovnog procesa putem integracije digitalnih tehnologija. Rad *CARNET*-a odvija se pod direktnim institucionalnim nadzorom Ministarstva nauke, obrazovanja i mladih, u okviru nadležnosti Vlade Republike Hrvatske.

učenika (37%), generisanja teksta za povratne informacije učenicima ili komunikaciju sa roditeljima/starateljima (33%), kao i za ocenjivanje ili vrednovanje rada učenika (29%) (Ibid, 2025e). Među nastavnicima koji su izjavili da nisu koristili AI u nastavi tokom 12 meseci koji su prethodili istraživanju, 68% njih smatra da ne poseduje dovoljno znanja i veština za podučavanje uz pomoć AI, što je niže od proseka OECD-a: od 75%, dok 40% navodi da njihovim školama nedostaje adekvatna infrastruktura za primenu ove tehnologije, što je približno proseku OECD-a od 37% (OECD, 2025e).

## Primer: Republika Slovenija

U avgustu 2020. godine, Vlada Republike Slovenije inicirala je proces javnih konsultacija o nacrtu Nacionalnog programa za promociju razvoja i primene veštačke inteligencije do 2025. godine (*NpUI*). Finalizacija i zvanično usvajanje ovog strateškog dokumenta realizovani su 2021. godine, čime je postavljen jasan normativni okvir za razvoj AI sektora (Government of the Republic of Slovenia, 2025). Nacionalni program definiše set strateških ciljeva i konkretnih instrumenata politike usmerenih ka jačanju slovenačkih istraživačkih i inovacionih kapaciteta (Ibid, 2025). Implementacija ovih mera u periodu od 2020. do 2025. godine ima za cilj unapređenje međunarodne konkurentnosti zemlje u domenu naprednih tehnologija. Slovenija se profilisala kao globalno relevantno naučno čvorište dobijanjem sedišta Međunarodnog istraživačkog centra za veštačku inteligenciju (*IRCAI*). Ovaj centar je osnovan pod pokroviteljstvom Organizacije Ujedinjenih nacija za obrazovanje, nauku i kulturu (UNESCO), što potvrđuje visok stepen poverenja međunarodne zajednice u naučno-istraživačku infrastrukturu Slovenije (Guidance for generative AI in education and research, 2023). Na osnovu izveštaja OECD, uočavamo da Slovenija ima podatke koji se odnose na korišćenje AI u obrazovanju. Izveštaj ukazuje na to da 35% nastavnika koristi veštačku inteligenciju (AI) u svom radu, što je približno proseku OECD-a od 36% (OECD, 2025d). Nastavnici najčešće koriste AI za efikasno informisanje i sumiranje određenih tema (75%), generisanje planova lekcija ili nastavnih aktivnosti (65%), kao i za pomoć učenicima pri vežbanju novih veština kroz scenarije iz stvarnog života (48%) (Ibid, 2025d). Najređa primena AI zabeležena je u domenu podrške učenicima sa posebnim obrazovnim potrebama

(26%), automatskog prilagođavanja težine nastavnog materijala individualnim potrebama učenika (25%), kao i za pregled podataka o učešću ili postignućima učenika (23%) (Ibid, 2025d). Među nastavnicima koji su izjavili da nisu koristili AI u nastavi tokom 12 meseci koji su prethodili istraživanju, 69% njih smatra da ne poseduje dovoljno znanja i veština za podučavanje uz pomoć AI, što je niže od proseka OECD-a od 75%, dok svega 20% navodi da njihovim školama nedostaje adekvatna infrastruktura za primenu ove tehnologije, što je značajno niže u odnosu na prosek OECD-a: 37% (OECD, 2025d). Kada se pogleda visokoobrazovani prostor, nailazimo na podatke da Međunarodna postdiplomska škola „Jožef Stefan" nudi napredne studijske programe primarno usmerene na veštačku inteligenciju. Na doktorskom nivou, institucija implementira naučne module *Tehnologije znanja* (*Knowledge Technologies*) i *Inteligentni sistemi i robotika*. Univerzitet na Primorskom, Fakultet za matematiku, prirodne nauke i informacione tehnologije kreirao je master program *Nauka o podacima* (*Data Science*). Sadržaji iz oblasti mašinskog učenja, otkrivanja znanja u podacima i nauke o podacima integrisani su u kurikulume Mašinskog fakulteta Univerziteta u Ljubljani, Fakulteta informacionih studija i Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Mariboru. Izučavanje AI u Sloveniji prevazilazi tehničke oblasti: pravni, filozofski i bezbednosni aspekti AI tehnologija predmet su istraživanja na brojnim fakultetima i institutima, čak i u okviru onih programa gde AI nije definisana kao primarni ili nezavisni studijski predmet. Takođe, sprovedeno je empirijsko istraživanje na uzorku od 269 nastavnika iz 76 srednjih škola, koji su dobrovoljno učestvovali u okviru javnog poziva Ministarstva prosvete (Bezjak, 2024: 75). Najzastupljeniji su bili nastavnici matematike (N = 121) i stranih jezika, prvenstveno engleskog (N = 97), pa se može reći da su oni činili primarnu ciljnu grupu u ovom istraživanju (Isto, 2024: 25). Ostalih N = 51 ispitanika iz uzorka činili su nastavnici iz prirodnih, društveno-humanističkih i stručnih predmeta, čime je pružen širi uvid u stepen digitalne integracije (Isto, 2024). Na osnovu konvergentne kombinacije kvantitativne i kvalitativne analize podataka, rezultati ukazuju na to da anketirani srednjoškolski nastavnici u Sloveniji povremeno koriste AI, prvenstveno za pripremu nastavnih materijala i dopunu časova, oslanjajući se uglavnom na jednostavne alate zasnovane na ovoj tehnologiji (Isto, 2024). Iako su nastavnici generalno iskazali pozitivan stav prema veštačkoj inteligenciji i prepoznaju njenu korisnost, oni naglašavaju

potrebu za njenom promišljenom i svrsishodnom primenom u nastavi, koja mora imati jasnu pedagošku vrednost i biti zasnovana na etičkim standardima (Isto, 2024). Zabrinutost da će AI devalvirati nastavničku profesiju ili zameniti nastavnike je minimalna. Međutim, prisutna je značajna bojazan da bi AI mogla dehumanizovati obrazovni proces, osiromašiti odnos između nastavnika i učenika, te dodatno povećati opterećenje nastavnika usled potrebe za kontinuiranim usavršavanjem u ovoj oblasti. Uprkos ovim zabrinutostima, većina nastavnika je istakla da namerava da u narednih pet godina intenzivnije koristi veštačku inteligenciju u svom radu (Bezjak, 2024).

## Zaključak

Analizom sadržaja dolazimo do uvida da integracija veštačke inteligencije u obrazovni sistem Republike Srbije i u zemljama regiona napreduje različitom brzinom i sa različitim nivoima efikasnosti. Iako postoji jasno prepoznavanje važnosti veštačke inteligencije (AI) u državnom i javnom sektoru, kao i u savremenom obrazovanju, implementacija relevantnih politika i regulatornih okvira ostaje neujednačena i, u mnogim slučajevima, još uvek u ranim fazama. Nalazi ukazuju na to da zemlje regiona koje se nalaze u ranim fazama implementacije AI treba da teže sistematičnijim i koordinisanijim pristupima, posebno treba da budu orijentisane ka razvoju nacionalnih strategija za primenu veštačke inteligencije koje će biti usklađene sa evropskim i međunarodnim okvirima za digitalnu transformaciju i AI pismenost. Takođe, kako bi se sprečile negativne posledice koje sa sobom može doneti AI, potrebno je uvesti regulativu koja obezbeđuje transparentnost, zaštitu podataka i odgovornu upotrebu AI alata u obrazovnom sistemu. Veštačka inteligencija ima značajan potencijal da unapredi tradicionalne obrazovne pristupe i doprinese poboljšanju ishoda učenja. Međutim, njena uspešna i odgovorna integracija zavisi od strateškog planiranja, institucionalne podrške, razvoja kompetencija nastavnika i kontinuiranog ulaganja u digitalnu infrastrukturu i etički okvir primene.

Na osnovu sveobuhvatne analize, evidentno je da integracija alata veštačke inteligencije u sistem obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji i zemljama regiona predstavlja kompleksan proces koji zahteva sistematski i multidisciplinarni pristup. Kako bi se osigurala

odgovorna, etički utemeljena i funkcionalna primena ovih tehnoloških inovacija, potrebno je formulisati smernice.

Prvenstveno, uspešno uvođenje veštačke inteligencije uslovljeno je simultanim delovanjem i konzistentnom institucionalnom podrškom svih aktera obrazovnog sistema. Neophodna je kontinuirana koordinacija – od upravljanja (Ministarstva prosvete i školske uprave) do neposredne realizacije nastave (rukovodstvo škola, stručni saradnici i nastavni kadar).

Nadalje, potrebno je da digitalna transformacija nastavne prakse neizostavno implicira uspostavljanje rigoroznog normativno-etičkog okvira. Poželjna je kodifikacija jasnih etičkih smernica koje taksativno uređuju domene privatnosti i zaštite podataka o ličnosti, poštovanje autorskih prava i prevenciju akademske nečestitosti, odnosno koje doprinose zaštiti integriteta vaspitno-obrazovnog procesa. Sa didaktičko-metodičkog aspekta, važno je kontinuirano sprovoditi modularno i diferencirano stručno usavršavanje edukatora – nastavnika i profesora. S tim u vezi, profesionalni razvoj nastavnika, strukturiran prema hijerarhijskim nivoima digitalnih kompetencija, nužan je kako bi se premostio jaz između teorijskih potencijala tehnologije i njene praktične metodičke primene.

Uporedo, ove veštine moraju pratiti i redizajnirani pedagoški modeli koji stimulišu autentično rešavanje problema, kognitivnih postupaka i razmišljanja učenika i studenata, čime se efikasno redukuje prostor za potencijalne zloupotrebe algoritamskih alata. Naposletku, realizacija svih navedenih preporuka i ciljeva obavezno je determinisati materijalno-tehničkim temeljima, odnosno imperativom ravnopravnosti u pristupu digitalnoj infrastrukturi.

Prevazilaženje postojećih infrastrukturnih dispariteta među obrazovnim institucijama predstavlja bazični socijalno-edukativni preduslov za prevenciju digitalne marginalizacije i osiguranje pravednog, inkluzivnog i homogenog razvoja savremenog obrazovnog sistema u Republici Srbiji i zemljama regiona.

LITERATURA


Angelovska, A., Maneva, V. & Taskova, S. (2025). Artificial Intelligence in education– opportunities and challenges. *Knowledge – International Journal, 73*(2), 423–428.

Asy'ari, M. & Sharov, S. (2024). Transforming Education with ChatGPT: Advancing Personalized Learning, Accessibility, and Ethical AI Integration. *International Journal of Essential Competencies in Education, 3*(2), 119–157.

Azizović, M. (2023). Big Data klaster analiza. *Ekonomski izazovi/ Economic Challenges*, *13*(25), 20– 31.

Baković, J. (2023). *Izazovi primene veštačke inteligencije u obrazovnom sistemu Srbije.* Master rad. Beograd: Ekonomski fakultet.

Bezjak, S. (2024). Prihodnost umetne inteligence v učilnicah:pogledi srednješolskih učiteljev v Sloveniji. *Journal of Contemporary Educational Studies Sodobna pedagogika, 72*(141), 72–87.

Bory, P., Natale, S. & Katzenbach, C. Strong and weak AI narratives: an analytical framework. *AI & Soc*, *40*, 2107–2117. https://doi.org/10.1007/s00146-024-02087-8

Branković, J. (2022). Umjetna inteligencija u Bosni i Hercegovini istraživanje, primjena i perspektive razvoja. U: Branković, J. (ur.), *Scientifi -Professional Conference "Artificial Intelligence in Bosnia and Herzegovina" / research, application and development perspectives/* (1–352). Mostar.

Buha, V. & Bjegović, M. (2023). Primena veštačke inteligencije u bankarskom sektoru i bezbednosna zaštita poslovnih informacija. *Bezbednost*, *65*(1), 87–105. https://doi:10.5937/bezbednost2301087B

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. Artificial Intelligence trends in education: a narrative over. *Procedia Computer Science 136*, 16–24.

Chen, X., Xie, H., Zou, D., Hwang, G-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 1–20. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Collins, C., Dennehy, D., Conboy, K., Mikalef, P. (2021). Artificial intelligence in information systems research: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Information Management, 60*, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102383.

Etheredge, L. (2025). AI in Education: Global Trends andCountry-by-Country Analysis (2018–2023). *Conference: TBD*, 1–51.

Floridi, L. & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Mindsand Machines*, *30*(4), 681–694. https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1

Government of the Republic of Slovenia (2025). National Programme to Promote the Development and use od Artificial Intelligence in Rebublic of Slovenia by 2025. (NpAI). National AI Programme. Ljubljana: Government of the Republic of Slovenia.

Guidance for generative AI in education and research (2023). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. https://doi.org/10.54675/EWZM9535

Haseski, H. I. (2019). What Do Turkish Pre-Service Teachers Think About ArtificialIntelligence?. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, *3*(2), 3–23.

Ignjatović, G. (2024). AI Technologies in education: Regulatory frameworks at the international, regional and national level. *Zbornik radova Pravnog fakulteta u Nišu*, *63*(103), 235–260. https://doi.10.5937/zrpfn1-55374

Ilić, B. (2025). The use of web tools in education: A case study in a secondary school in montenegro. *International Journal of Management Trends: Key Concepts and Research*, *4*(2) 95–106.





Ivanović, I. (2025). Comparative Analysis of Student Engagement in Traditional vs AI-Assisted Learning Using UWS-9S. *Društvena istraživanja*, *34*(2), 169–189. https://doi.org/10.5559/di.34.2.02

Kuleto, V., Ilić, M., Bucea-Manea-Tonis, R., Ciocodeica, D-F., Mihalcescu, H., Mindrescu, V. (2022). The Attitudes of K–12 Schools' Teachers in Serbia towards the Potential of Artificial Intelligence. *Sustainability,*14, 8636, 2–12.

Kurikul izvannastavne aktivnosti Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene. školski kurikulum za 5. i 6. razred (2025). Zagreb: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. https://www.carnet.hr/

Malešević, A. (2024). *Digitalno zdravstvo u Hrvatskoj: Očekivanja, izazovi i implementacija*. Doktorski studij: Sociologija: vrijednosti, identitet i društvene promjene u hrvatskome društvu. Zagreb: Hrvatsko katoličko sveučilište.

Minić, S. & Deretić, N. (2024). Primena Veštačeke inteligencije u obrazovanju – Četbot ChatGpt. *Obrazovanje i vaspitanje*, 61–72. https://doi:10.5937/obrvas19-54678

Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine (2018). *Strateški okvir i vizija razvoja Hrvatske do 2030. godine*. Zagreb: Vlada Republike Hrvatske.

Namesztovszki, Z., Glušac, D., Arsović, B., Kovacs, E. (2024). Possibilities and Limitations of Applying ChatGPT in the Educational Process. *Zbornik radova Pedagoškog fakulteta*, 279–294. Užice.

OECD (2025a). *Results from Talis 2024: Serbia*. The OECD Teaching and Learning International Survey. Paris: OECD.

OECD (2025b). *Results from TALIS 2024: Montenegro The State of Teaching,* TALIS. The OECD Teaching and Learning International Survey (TALIS). Paris: OECD.

OECD (2025c). *Results from TALIS 2024: North Macedonia*. The OECD Teaching and Learning International Survey (TALIS) is the largest international survey of teachers and principals. Paris: OECD.

OECD (2025d). *Results from TALIS 2024: Slovenia*. The OECD Teaching and Learning International Survey. Paris: OECD.

OECD (2025e). *Results from TALIS 2024: Croatia*. The OECD Teaching and Learning International Survey. Paris: OECD.

Rainer, K., Prince, B., Splettsoesser-Hogeterp, I. & SanchezRodrigeuez, C. (2016). *Introduction to Information Systems* (4th ed.) John Wiley & Sons Inc.

Rakovac Bekeš, E., Galzina, V., Berbić Kolar, E. (2023). Uloga umjetne inteligencije i Chat Gpt-a u obrzovanju za očuvanje nematerijalne kulturne baštine: pregled trenutnih mogućnosti primjena i izazovi. U: B. Dumnić (ur.), *XXIX Skup trendova razvoja: Univerzitet pred novim izazovima*, (166–169). Vrnjačka Banja.

Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K. & Oshima, J. (2022). Artificial Intelligence and New Technologies in Inclusive Education for Minority Students: A Systematic Review. *Sustainability*, *14*(20), 13572. https://doi.org/10.3390/su142013572

Stanić, M., Stanić, T. (2023). Uticaj veštačke inteligencije na obrazovanje. *Zbornik radova univerziteta Sinergija, 24*(9), 41–47. https://doi/10.7251/ZRSNG2324041S

Strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za periodi 2025–2030. (2025). *Službeni glasnik RS*, br. 30/18. Beograd: Vlada Republike Srbije.

Subosa, P., Rivas, M., Valverde, P. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Škobo, M. & Šović, M. (2025a). Učenje uz Teslu: Percepcija i motivacija učenika sa obrazovnim četbotom u osnovnim školama u Srbiji. *Zbornik radova Pedagoškog fakulteta,* 27, 215–250. Užice. https://doi.org/10.5937/ZRPFU2527215S

Škobo, M. & Šović, M. (2025b). Teachers' Perspectives on Chatbots and AI Agents in Primary and Secondary Education. *International Journal on Studies in Education*, *7*(2), 410–442. https://doi.org/10.46328/ijonse.352

UNDP (2024). *Evropska Unija, Ministarstvi javne uprave, Artificial Intelligence Landscape Assessment (AILA) MONTENEGRO*. United Nations Development Programme.

Varsik, S. & Vosberg, L. (2024). The potential impact of Artificial Intelligence on equity and inclusion in education. *OECD Artificial Intelligence Papers*, 23. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/15df715b-en

Vlada Bosne i Hercegovine (2020). *Strategija razvoja Federacije Bosne i Hercegovine 2021–2027*. Sarajevo.

Vukmanović, A., Deretić, N., Kabiljo, M. & Matić, R. (2022). An example oh Chatbot in the field od education in the Republic of Serbia. *Journal of Process Management and New Technologies*, *10*(1–2), 125–139.

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z.,Wang, J., Tran, T., Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems With Applications*, 252, 1–19.

Wells, R. E. (2023). Strong AI vs. weak AI: What's the difference? Strong AI can do anything ahuman can do, while weak AI is limited to a specific task. From: https://www.lifewire.com/strong-ai-vs-weak-ai-7508012

Wen, Y., Zhao, X., Li, X. & Zang, Y. (2025). Attitude Mining Toward Generative Artificial Intelligence in Education: The Challenges and Responses for Sustainable Development in Education. *Sustainability*, 17, 1127, 1–26.

Zagorčić, A. (2022). Vještačka inteligencija u izvođenju nastave i u nastavnim planovima i programima srednjih škola u Bosni i Hercegovini. U: J. Branković (ur.), *Naučno/znanstveno-stručna konferencija, Umjetna inteligencija u Bosni i Hercegovini* (259–265). Mostar: Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke/znanosti, Zaklada za inovacijski i tehnološki razvitak.

GORDANA JAUKOVIĆ NENEZIĆ
NENA VASOJEVIĆ

# Implementation of Artificial In elligence in Educational Systems: Regional Comparison with a Focus on the Republic of Serbia

**Abstract**

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies has prompted policymakers in the fields of education and society to establish legal frameworks and regulations governing their application, implementation, and societal impact. This paper analyzes the current state of AI implementation in the education systems of the Republic of Serbia and neighboring countries, taking into account the specificities of national contexts. Using a comparative analysis model, we examine how educational policies and regulations related to AI have been implemented in the Republic of Serbia and the countries of the region.

Data were collected from publicly available documents, official websites of relevant educational institutions, and published scientific research. In this way, a significant contribution is made to traditional learning methods, provided that ethical and technical risks are identified and mitigated. Our findings reveal varying levels of AI implementation across the observed countries in the context of education systems, as well as the need to strengthen and empower education policymakers in the process of implementing AI tools. This paper fills a gap in the academic literature by providing the first regional analysis of AI policies and their implementation in the education systems of these countries. The findings provide helpful recommendations for education and public policymakers to improve existing education systems at all levels in relation to AI models.

*Keywords:* Education system, artificial intelligence (AI), personalized learning, Republic of Serbia, comparative analysis, regional countries

**SLAVOLJUB VUJOVIĆ**

Institut društvenih nauka, Beograd

svujovic@idn.org.rs

**SARA STANIĆ JOVANOVIĆ**

Institut društvenih nauka, Beograd

sstanic@idn.org.rs

# Veštačka inteligencija i održivi razvoj turizma: demografski dispariteti i socioekonomske implikacije


## Apstrakt

Korporativizam, kao filozofija krupnog kapitala, pored niza osobenosti planetarnih razmera, usmeravajući interese zaposlenih, poslodavaca i države, nesumnjivo kontroliše i upravlja socioekonomskim nejednakostima i demografskim disparitetima. Koordinirajući i usmeravajući rad i kapital, korporativizam ima apsolutnu kontrolu i nad raspodelom i preraspodelom novostvorene vrednosti. Tehnoekonomska sfera nesumnjivo je nezaobilazna i kao takva može ugroziti razvojne ekonomske procese shodno ciljevima održivog razvoja, ali i inicirati nove izazove.

Polazeći od premise da je čovek glavni faktor humanog održivog razvoja, demografski dispariteti su „posledica" procesa funkcionisanja tehnoekonomske sfere. Ona je kontrolisana i usmeravana interesima krupnog kapitala i, budući da ne uvažavaju principe i interese socioekonomske sfere i prirodne sredine, podstiče demografske disparitete dovodeći u neizvesnost, ne samo održivi razvoj, već i celokupno društvo.

Posledice ubrzane digitalizacije i razvoja savremenih digitalnih tehnologija, poput veštačke inteligencije, u značajnoj meri doprinose promeni strukture, kao i funkcionisanju turističke privrede u okvirima međunarodnog turističkog tržišta. Upotreba veštačke inteligencije u turizmu najčešće obuhvata automatizaciju usluga, personalizovane sisteme preporuka, analizu turističke tražnje, kao i optimizaciju upravljanja turističkim destinacijama. Iako nabrojane inovacije doprinose povećanju efikasnosti i konkurentnosti turističkih destinacija, njihov uticaj na društvenoekonomske strukture nije ravnomerno raspoređen.

Cilj istraživanja je spoznaja mogućnosti primene veštačke inteligencije u turističkoj privredi u skladu sa principima održivog razvoja i njenog doprinosa smanjivanju demografskih disparitета i efikasnijem razvoju turizma, ne zanemarujući značaj i ulogu sociodemografskih varijabli (starosna struktura stanovništva, nivo obrazovanja i digitalne kompetencije, i sl.) koje utiču na sposobnost lokalnih zajednica da koriste prednosti digitalne transformacije turizma.



*Ključne reči:* veštačka inteligencija, održivi turizam

## Uvod

Osnovni faktori privrednog razvoja: stanovništvo, prostor i suverena zakonodavnopravna regulativa, mogu se posmatrati i kao pojednostavljena struktura osnovnih činioca demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti. Pored prirodnih (poplave, suše, zemljotresi i sl.), ne računajući uticaje i posledice rata, epidemija i pandemija, od svih društvenih faktora ekonomski razlozi (uslovi života) su najozbiljniji uzročnik migratornih kretanja i preseljavanja stanovništva. Na kraju XX veka dinamika migratornih kretanja, ratovi, ugroženost prirodnih resursa, pandemije, problemi sa hranom i održivim razvojem, ukazuju da je homo ekonomikus (*homo economicus*) velikih korporacija glavni faktor svih pomenutih problema. Zbog resursa nužnih za razvoj privrede i društva, drevna praksa kolonijalizacije naroda i država, danas maksimalno dolazi do izražaja samo u izmenjenom obliku, tako da je i održivi razvoj pod lupom velikih korporacija.

Dok demografski dispariteti izazvani ratnim dejstvima i epidemijama mogu biti privremenog karaktera, pomeranja stanovništva podstaknuta ekonomskim motivima i razlozima obično su trajnog karaktera. Kada usmerava demografske disparitete, država može koristiti poluge ekonomske prirode (ekonomski podsticaji i ekonomske sankcije), odnosno ekonomske mere. Ovde, kod ekonomskih mera treba napomenuti da one nisu samo finansijske prirode već dosta kompleksnije strukture bazirane na tehnoekonomskoj sferi kao generatoru socioekonomskog razvoja sveukupnih društvenih procesa. S tim u vezi, za ceo dvadeseti vek možemo reći da su demografski dispariteti posledica brzog tehničko-tehnološkog razvoja, boljih uslova života, manje smrtnosti novorođene dece, dužine životnog veka ljudi, socijalne zaštite i drugog.

Demografski dispariteti i ekonomske nejednakosti sami po sebi nisu garant razvojnih procesa pa ni održivog razvoja, mada po teoriji ekonomskih ciklusa mogu dati doprinos održivom razvoju jer veliki ciklusi na duži period mogu doprineti narušavanju ali i obnavljanju ekonomske ravnoteže. Međutim, da bi određeni demografski dispariteti doprineli privrednom razvoju nezaobilazna je uloga države, odnosno, neizbežni su procesi normativne ekonomije.

Savremeni globalni razvoj karakteriše ubrzana digitalna transformacija, koja u značajnoj meri utiče na strukturu ekonomskih aktivnosti, tržište rada i način funkcionisanja pojedinih privrednih sektora. Jedna

od najvažnijih tehnoloških inovacija savremenog doba jeste razvoj i primena veštačke inteligencije, čiji se uticaj sve intenzivnije širi na različite ekonomske i socijalne aspekte života. Posebno značajan prostor za upotrebu veštačke inteligencije nalazi se u sektoru turizma, kao jednom od najbrže rastućih i najdinamičnijih grana globalne ekonomije.

Korišćenje veštačke inteligencije u održivom turizmu obuhvata širok spektar inovativnih rešenja, uključujući analizu obimnih podataka o turističkom ponašanju, personalizovane preporuke za putovanja, automatizaciju saobraćajnih i ugostiteljskih usluga, kao i napredne sisteme za upravljanje turističkim destinacijama. Pomenute tehnologije omogućavaju povećanje efikasnosti turističkog poslovanja, unapređivanje korisničkog iskustva u turizmu, ali i efikasnije planiranje tokova turističkog prometa: dok istovremeno digitalna transformacija turizma utiče na strukturu zaposlenosti, kvalifikacione zahteve radne snage i raspodelu turističkih prihoda između različitih regiona i društvenih grupa. U tom kontekstu, posebno značajno pitanje predstavlja odnos između savremenog tehnološkog razvoja i demografskih karakteristika društva.

Demografske razlike poput starosne strukture stanovništva, nivoa obrazovanja, migracionih tokova i raspoloživosti digitalnih veština, mogu značajno uticati na sposobnost pojedinih regiona da prihvate i efikasno primene nove tehnologije i alate u sektoru turizma. Pomenute razlike mogu dovesti do neravnomerne dostupnosti i upotrebe digitalnih tehnologija među različitim društvenim grupama i geografskim područjima. Posledica takvih dispariteta može biti produbljivanje postojećih ekonomskih nejednakosti između regiona i unutar samih društava. Dok tehnološki razvijenije turističke destinacije mogu ostvariti značajne koristi kroz povećanje turističke konkurentnosti, manje razvijeni turistički regioni sa ograničenim demografskim i tehnološkim resursima nemaju kapacitet da prate digitalne transformacije turizma. Na ovaj način, razvoj veštačke inteligencije, iako predstavlja snažan pokretač ekonomskog rasta, može ujedno postati i faktor oblikovanja regionalne i društvene nejednakosti.

Cilj istraživanja je analiza međusobne povezanosti primene veštačke inteligencije u turizmu, demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti savremenog društva. Poseban fokus rada usmeren je na razumevanje načina na koji demografske karakteristike populacije utiču na mogućnosti implementacije digitalnih tehnologija u sektoru

turizma, kao i na identifikovanje potencijalnih posledica tih procesa na regionalni ekonomski razvoj. Kroz teorijsku i analitičku perspektivu, rad nastoji da doprinese boljem razumevanju odnosa između primene veštačke inteligencije kao tehnološke inovacije, demografskih struktura stanovništva i održivog razvoja turizma. Završni deo rada donosi diskusiju rezultata istraživanja, kao i zaključke o mogućim pravcima neophodnih budućih istraživanja javnih politika.

## Teorijske determinante demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti u svetlu održivog razvoja

Polazeći od premise da je radna snaga (čovek) glavni faktor humanog održivog razvoja, demografski dispariteti kao neodvojivi deo socioekonomske sfere, pre svega su „posledica" procesa funkcionisanja tehnoekonomske sfere kontrolisane i usmeravane interesima krupnog kapitala. Ekonomski motivi su jedan od temeljnih integrativnih činilaca na obe strane, i kod socioekonomskih nejednakosti i kod demografskih dispariteta, bilo da se radi o prostornim ili strukturnim demografskim disparitetima (Vujović, 2018). Ekonomski motivi i ekonomski principi, takođe su nezaobilazni i kod održivog razvoja turizma, jer je stvaranje nove vrednosti suština i svrha ekonomskih principa.

Upravo ekonomski motivi vlasnika i menadžera velikih korporacija u formi profita određuju dinamiku i pravce tehnoekonomske sfere. Tehnoekonomska sfera, pod kontrolom korporativnog kapitala, ne uvažavajući principe i interese socioekonomske sfere i prirodne sredine, u odsustvu funkcionisanja institucija države, podstiče demografske disparitete dovodeći u neizvesnost ne samo održivi razvoj već i celokupno društvo.

Dok na jednoj strani demografski dispariteti doprinose stvaranju velikih gradskih aglomeracija sa prekomernom koncentracijom stanovništva i privrednih delatnosti, stvarajući istovremeno niz negativnih posledica u socioekonomskoj, prostornoj i ekološkoj sferi, na drugoj strani doprinose iseljavanju stanovništva iz drugih naseljenih oblasti, što analizirano sa određenih širih nacionalnih i državnih interesa,opet ima negativne posledice.

Demografski dispariteti, kao odraz nejednakosti demografskog i društveno-ekonomskog razvoja, mogu imati ozbiljne negativne uticaje

na društvenoekonomski razvoj sa dalekosežnim posledicama, kreirajući proces konstantnih političkih tenzija (Pantović, 2022).

Sa ekonomskog aspekta, demografski dispariteti su važni kao proces ili pojava koja dovodi do pomeranja, odnosno preseljavanja stanovništva kao radne snage – osnovnog faktora privrednog razvoja. Ovde treba tražiti povezanost ili međuodnose demografskih disparitеta, socioekonomskih nejednakosti i održivog razvoja.

„Promena obima i strukture radne snage je kontinuiran proces na koji u velikoj meri utiču i drugi demografski faktori (starosna struktura, emigracija), koji se uočava u zemljama širom sveta" (Drobnjaković i dr., 2023).

Istraživanje „demografskih disparitеta i socioekonomskih nejednakosti kao izazova održivog razvoja", pored potrebe interdisciplinarnog pristupa, posebno sociološkog i psihološkog pristupa, realizovano je sa aspekta ekonomije i ekonomske demografije u svetlu ekonomskih motiva, problema i principa. Ekonomski motivi, bilo na direktan ili indirektan način, prisutni su uvek u demografskim procesima.

Uticaj ekonomskih motiva na demografske disparitete i socioekonomske nejednakosti, ali i potrebu sociološkog i psihološkog pristupa, pojašnjava Tolstoj prema Romeu (Romeo, 2024) u kratkoj priči „Koliko zemlje treba čoveku". Kako navodi Romeo: Kejnz u Tolstojevoj priči nalazi potrebu moralnih normi i principa u ekonomiji, navodeći: „Iz dana u dan sve je jasnije da se moralni problem našeg doba odnosi na ljubav prema novcu", napisao je ekonomista Džon Mejnard Kejnz (*John Maynard Keynes*) 1925. godine.

Upravo sudeći sa aspekta ekonomskih motiva, problema i principa, ozbiljan problem i prepreka održivom ekonomskom razvoju jeste jaz između socioekonomske i tehnoekonomske sfere, koji osim negativnih efekata na prirodnu sredinu, uzrokuje mnoge ekonomske i društvene probleme.

Treba napomenuti da razvijene države, korporativni savezi i blokovske podele sveta na planetarnom nivou, traže rešenje ekonomskih problema preko manje razvijenih zemalja (Vujović i dr., 2010), posebno ako te zemlje raspolažu interesantnim prirodnim resursima (Vujović & Vukosavljević, 2013). Održivost ekonomskog razvoja se može posmatrati sa različitih aspekata, s tim da su tri nezaobilazna: investitori, država i menadžeri.

Sa aspekta investitora održivost podrazumeva uspešnost investicije; sa aspekta menadžera uspešnost po svaku cenu i u što kraćem roku, dok sa aspekta države ima sasvim drugo značenje – uvažavati principe i ostalih faktora šire društvene zajednice tokom investiranja i rada, ostavljajući prostora za dalji razvoj u budućnosti (Vujović, 2018).

U citiranom radu u fokusu su pristupi održivom razvoju u razvijenim privredama: kako smanjivati zagađivanje životne sredine, a ne usporavati ekonomski razvoj, zatim, uvođenje „prava na zagađivanje" životne sredine, ili „dobri i loši zagađivači", ili „dug za prirodu" (Rendy, 1992). „A kad je vlada prisiljena da u svoje obračunavanje ukupne ekonomske aktivnosti uključi iscrpljivanje prirodnih resursa-stvarajući „ekološki BDP", na primer-verovatno će dobro da promisli o traćenju dragocenih šuma i mineralnih naslaga" (Rendy, 1992: 92).

Sve veći ekonomski problemi na planetarnom nivou, posebno porast socijalnih nejednakosti praćen konstantnim porastom nezaposlenosti i porastom siromaštva, upućuju na održivi razvoj kao model koji će doprineti amortizovanju ovih problema. Nezaobilazna podrška države predviđena je i *Agendom za održivi razvoj 2030*, sa kasnije 2017. usvojenih 17 ciljeva održivog razvoja usmerenih na iskorenjivanje siromaštva, zaštitu životne sredine, obezbeđivanje mira i prosperiteta (Ciljevi održivog razvoja – COR; engl. *Sustainable Development Goals* – SDGs). U realizaciji ovih ciljeva posebno je naglašeno da čitav proces podrazumeva snažnu podršku države (Milovanović, 2020).

Moguću ulogu i odnos države prema održivom razvoju sjajno ilustruje i stav Dejvida Hjuma (*David Hume*). Obrazlažući ideju o savršenoj državi, on navodi izvršnu vlast kao faktor od koga zavise svi aspekti njenog uspostavljanja (Hjum, 2008). U tom pravcu Frensis Fukujama (*Francis Fukuyama*) detaljnije analizira delokrug naspram moći države i apostrofira njenu snagu kao ključni faktor od koga zavisi ukupan privredni razvoj (Fukujama, 2007).

Socioekonomske nejednakosti mogu biti i posledica demografskih dispariteta, a mogu biti i uzrok istih. Heterogenost posledica socioekonomskih nejednakosti, ilustruju rezultati istraživanja „Demografskih i socioekonomskih nejednakosti na reproduktivno zdravlje žena", rađenog u Srbiji na uzorku od 3.634 žene starosti od 15 i više godina, potvrđujući: „Nedostatak finansijskih sredstava je glavni razlog zašto žene našeg podneblja ne ostvaruju svoje potrebe za zdravstvenom zaštitom u vezi sa reproduktivnim i opštim zdravljem" (Đorđević, 2020: 127).

Demografski dispariteti podstiču stvaranje velikih gradskih aglomeracija sa prekomernom koncentracijom stanovništva i privrednih delatnosti (Vujović i dr., 2021), stvarajući istovremeno niz negativnih posledica u socioekonomskoj, prostornoj i ekološkoj sferi, a ujedno dovodeći do iseljavanja stanovništva iz drugih naseljenih oblasti (Ivković, 2014).

Objašnjavanje demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti u svetlu izazova održivog razvoja podrazumeva i eks-post (*ex post*) i eks-ante (*ex ante*) pristup istraživanju osobenosti i funkcija ove dve pojave, oslanjajući se na literaturu poznatih svetskih imena na ovu i slične teme.

Dosta dublja elaboracija istaknutog problema zahteva analizu i poznavanje suštinskih poruka (ideologija) i liberalizma, komunizma, socijalizma, kapitalizma kao postsrednjevekovnih arhitektura društvenoekonomskih odnosa, jer u svima njima su socioekonomske nejednakosti i demografski dispariteti prisutni.

Čuvena svetska imena ekonomskih nauka, poput P. Krugmana (*Paul Krugman*), A. Smita (*Adam Smith*), P. E. Samjuelsona (*Paul E. Samuelson*), T. Piketija (*Thomas Piketty*), Ž. Tirola (*Jean Tirole*), objašnjavala su, neki od njih i dalje daju pouke i preporuke kako rešavati istaknute probleme. Tako Krugman u prvi plan ističe povećanje široke potrošnje stanovništva kao rešenje ekonomske krize, nezaposlenosti i ostalih problema. Smit je mišljenja da tržište i veća podela rada treba da reše pomenute probleme, dok Fukujama u *Građenju države* ipak apostrofira državu kao glavni ključ za bravu svih ekonomskih problema pa time i socioekonomskih nejednakosti i demografskih dispariteta. Shodno preporukama Fukujame, osnovna snaga korporativizma je kontrola države preko državnih činovnika.

No, teorije svih prethodno pomenutih svetskih imena: P. Krugmana, A. Smita, P. E. Samjuelsona, T. Piketija, Ž. Tirola, po pitanju demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti, zašto nastaju, ko ih kreira i kontroliše, blede pred teorijom Fukujame – da je glavni akter uzroka problema i rešavanja istih na strani državnog aparata. Sada je vrlo važno pojasniti zašto se ovo dešava? Da li država dobrovoljno ulazi u zagrljaj velikog korporativnog kapitala ili je primorana? Zbog odgovora na ovo pitanje, nezaobilazani su Žan-Žak Ruso (*Jean-Jacques Rousseau*) i Dejvid Rikardo (*David Ricardo*), posebno društveni ugovor Žan-Žak Rusoa.

Iz niza faktora koji utiču na održivi razvoj turizma, korporacije i država se izdvajaju kao vodeći. Kada je reč o pomenutim relacijama između krupnog korporativnog kapitala i države, Fukujama sjajno pojašnjava ovu relaciju u dvosmernom pravcu. Jedno je opseg države ili obim nadležnosti koje treba da ima i sprovodi država, a sasvim drugo koliko ih ona stvarno sprovodi u praksi. Fukujama odlično pojašnjava snagu određene države i zašto država ne sprovodi nadležnosti koje treba da sprovodi u praksi, koje bi upravo mogle rešavati razne probleme, pa i problem demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti kao izazova održivom razvoju.

Najbolju definiciju održivosti dao je čuveni srpski psihijatar i psihoterapeut Vladeta Jerotić: „Sve što nema dobru statiku osuđeno je na propast, pada" (Jerotić, 2003).

Po pitanju kontrole, bolje reći zauzdavanja (prikladniji termin) države, osvetljavajući istovremeno potrebu njenog postojanja Fukujama pojašnjava to „maksimalnim opstrukcijama institucija države u SAD, od nastanka SAD".

Čuveno svetsko ekonomsko ime – Ronald Kouz (*Ronald Coase*), spregu korporacija i državnih činovnika naziva transakcionim troškovima. U ovim situacijama radi se o korupciji kreiranoj od strane korporacija, prvenstveno u formi plaćanja i kontrolisanja državnih činovnika ranga premijera i ministara, ali i pojedinaca u vrhu zakonodavne vlasti – poslanika jer oni glasaju za zakone po kojima kasnije korporacije dele resurse i raspoređuju novostvorene vrednosti.



## Značaj veštačke inteligencije za održivi razvoj turizma u svetlu demografskih dispariteta i socioekonomskih nejednakosti

Iako je turizam delatnost koja se najpre ubrzano razvija u praksi, a tek kasnije se autori bave definisanjem teorijskih postavki, određen broj autora već uviđa značaj savremenih digitalnih tehnoloških rešenja i alata, među kojima je i veštačka inteligencija u održivom razvoju turizma.

Prema Vangu (Wang et al., 2025: 9080), „primena veštačke inteligencije značajno transformiše način upravljanja turističkim destinacijama".

Savremeni razvoj turizma karakterišu intenzivne promene turističkog tržišta, kako na strani turističke tražnje, tako i u odnosu turi-

stičke ponude. Današnji turisti su najčešće obrazovani, često već poseduju određeno turističko iskustvo, digitalno su pismeni i znaju tačno šta žele. Veliku ulogu u usmeravanju turističke tražnje ka heterogenoj turističkoj ponudi imaju upravo turističke agencije, pored olakšavanja organizacije i realizacije turističkog putovanja, kao neizostavno važni subjekti u okvirima turističkog tržišta. Pri tome, današnje turističke agencije su među prvima počele da primenjuju upravo veštačku inteligenciju u svom poslovanju.

Među ostalim razlozima, autor Duarte (Duarte et al., 2020) ističe da „turističke agencije sve više koriste sisteme zasnovane na veštačkoj inteligenciji kako bi analizirale ponašanje korisnika i ponudile personalizovane turističke aranžmane u realnom vremenu", dok Vang ističe da upravo primena veštačke inteligencije turističkim agencijama omogućava automatizaciju rezervacionih sistema, personalizaciju turističke ponude, kao i efikasniju analizu preferencija potrošača u turizmu, što doprinosi značajnom unapređenju kvaliteta turističkih usluga i konkurentnosti turističkih agencija na globalnom turističkom tržištu (Wang et al., 2025).

Razvoj savremenih tehnologija, poput upotrebe veštačke inteligencije u značajnoj meri danas menja i način poslovanja turističkih agencija na međunarodnom turističkom tržištu. Lučić (Lučić, 2022) navodi da digitalizacija i veštačka inteligencija transformišu turističke usluge i upravljanje turističkim destinacijama: digitalne transformacije i primena veštačke inteligencije menjaju tradicionalne modele poslovanja turističkih agencija, koristeći automatizovane sisteme za preporuke, četbotove (*chatbots*) i analizu podataka o turističkim trendovima.

Pored pomenutog, digitalizacija je nezaobilazna i u sektoru javne uprave, kao i uređenja i registracije turističkih agencija u svakoj zemlji. Autori Stanić Jovanović i Pavlović ističu da s obzirom na to da „registracija turističkih agencija doprinosi praćenju nivoa razvoja turizma, analizi stanja jedinstvene turističke ponude, podsticanju razvojnih inicijativa u turističkom sektoru i implementaciji savremenih rešenja u oblasti poslovanja agencija u zemlji, neophodno je unaprediti postojeći sistem registracije turističkih agencija u sektoru javne uprave" (Stanić Jovanović & Pavlović, 2022).

Pojedini autori ukazuju na to da upravo nedostatak digitalnih veština u turističkom sektoru predstavlja prepreku za uspešnu implementaciju naprednih tehnologija (Minor, McLoughlin & Carlisle, 2024).

Savremeni razvoj turističke ponude se sve više oslanja na digitalne tehnologije i analitičke sisteme. Primena veštačke inteligencije omogućava sakupljanje i obradu velikih količina podataka o ponašanju turista, što doprinosi efikasnijem planiranju turističkih aktivnosti i razvoju održivih turističkih proizvoda u skladu sa principima održivog razvoja jer omogućavaju „bolje korišćenje resursa, smanjenje preopterećenosti popularnih lokacija i unapređenje iskustva turista sa principima održivog razvoja" (Gretzel et al., 2020).

Međutim, savremena istraživanja takođe upozoravaju na rizik od produbljivanja društvenoekonomskih i regionalnih nejednakosti, budući da pristup, kao i sposobnost korišćenja digitalnih alata varira između demografskih grupa i regiona (Minor et al., 2024; Frenzel et al., 2022). U cilju razvoja održivog i inkluzivnog turizma neophodno je kombinovati digitalnu transformaciju sa ulaganjima u obrazovanje, digitalne veštine i lokalnu infrastrukturu.

Savremene strategije razvoja turističkih destinacija baziraju se na inkluzivnom pristupu, koji obuhvata ekonomske, socijalne i ekološke dimenzije održivosti, pri čemu upravo održivi turizam treba da podstiče očuvanje prirodnih i kulturnih resursa, te poboljšanje kvaliteta života lokalnog stanovništva (Tršić, Privitera, Štetić, Genov & Stanić Jovanović, 2022).

U kontekstu digitalne transformacije, primena veštačke inteligencije može unaprediti održivi razvoj turizma kroz efikasniju analizu turističkih tokova, optimizaciju korišćenja resursa i kreiranje personalizovanih ponuda koje podstiču odgovorno ponašanje turista. Kada se pomenute tehnologije sagledaju kroz prizmu demografskih karakteristika, moguće je identifikovati kako veštačka inteligencija može podržati inkluzivni razvoj – putem kreiranja digitalnih alata koji omogućavaju turističkim agencijama i lokalnim turističkim organizacijama efikasnije planiranje i marketing održivih turističkih proizvoda, ali i sagledavanje rizika u vidu produbljivanja jaza ako pristup tehnološkim resursima ostane neravnomeran među različitim društvenim grupama.

Posebno značajnu ulogu veštačka inteligencija ima u oblasti turizma kulturnog nasleđa, gde doprinosi boljoj interpretaciji kulturnih sadržaja, digitalnoj prezentaciji turističkih atrakcija i personalizaciji turističke ponude. Kako ističu Stanić Jovanović, Milošević i Popović, primena veštačke inteligencije omogućava inovativne načine predstavljanja kulturnog nasleđa kroz digitalne platforme, analizu

podataka i interaktivne sisteme koji unapređuju turističko iskustvo posetilaca (Stanić Jovanović, Milošević & Popović, 2025). Istovremeno, stepen uspešnosti primene ovih tehnologija u velikoj meri zavisi od demografskih karakteristika lokalnog stanovništva – pre svega nivoa obrazovanja i razvijenosti digitalnih kompetencija, koje predstavljaju važan preduslov za korišćenje prednosti digitalne transformacije turističkog sektora.

Kada je u pitanju veza između demografskih karakteristika stanovništva i prihvatanja digitalnih tehnologija u turizmu, svakako je akcenat na mlađoj populaciji danas. Naime, prema autorima Buhalisu i Lou (Buhalis & Law, 2008): „Demografske karakteristike stanovništva, posebno starosna struktura i nivo obrazovanja, imaju značajan uticaj na stepen prihvatanja digitalnih tehnologija u turizmu, jer mlađe i obrazovanije populacije pokazuju veću sklonost ka korišćenju digitalnih platformi i onlajn turističkih usluga".

Neosporno je da su upravo starosna struktura stanovništva ali i generacijske razlike važne demografske karakteristike koje se dovode u vezu sa digitalnom transformacijom održivog razvoja turizma. „Generacijske razlike i starosna struktura stanovništva utiču na stepen usvajanja informaciono-komunikacionih tehnologija u turizmu, što se direktno odražava na digitalnu transformaciju turističkog sektora" (Xiang & Fesenmaier, 2017).

U tom kontekstu, ljudski kapital (Vujović i dr., 2014), koji obuhvata obrazovanje (Vujović i dr., 2025) znanje i digitalnu pismenost, predstavlja jedan od ključnih faktora konkurentnosti turističkih destinacija i njihove sposobnosti da se prilagode novim tehnološkim trendovima (UNWTO, 2019). Sa druge strane, demografski procesi kao što su starenje stanovništva, depopulacija i migracije mogu ograničiti razvojni potencijal pojedinih regiona, posebno ukoliko su praćeni niskim nivoom obrazovanja i nedovoljno razvijenim digitalnim veštinama (OECD, 2020). Stoga se može zaključiti da uspešna integracija digitalnih tehnologija i sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji u turistički sektor u velikoj meri zavisi od demografske strukture i kvaliteta ljudskog kapitala u lokalnim zajednicama.

Stoga, iako danas veštačka inteligencija predstavlja efikasan alat koji turističkoj privredi omogućava da postane održivija kroz smanjivanje negativnih uticaja, optimizaciju resursa i kreiranje kvalitetnijeg turističkog iskustva i doživljaja, veći tehnološki razvoj može, sa druge

strane, povećati digitalni jaz i time uticati na demografske i socioekonomske nejednakosti između regiona, etničkih zajednica i grupa, posebno u ruralnim i nedovoljno razvijenim područjima.

## Zaključak

Shodno rezultatima istraživanja, primena savremenih digitalnih tehnologija i sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji može značajno doprineti efikasnijem upravljanju razvojnim aspektima turizma, optimizaciji turističkih tokova i unapređenju kvaliteta turističke ponude u skladu sa principima održivog razvoja.

Regionalne demografske razlike (starosna struktura stanovništva, migracioni tokovi, nivo obrazovanja i gustina naseljenosti), direktno utiču na sposobnost lokalnih zajednica da usvajaju i primenjuju inovativna tehnološka rešenja u turističkoj privredi. Regioni sa povoljnijom demografskom strukturom, većim udelom mlađeg i obrazovanijeg stanovništva pokazuju veću spremnost za implementaciju veštačke inteligencije, dok područja koja su demografski depopulisana i ekonomski nerazvijena nemaju mogućnosti za tehnološke inovacije, što dodatno produbljuje postojeće regionalne nejednakosti.

U praksi turističke privrede veštačka inteligencija može poslužiti kao sistem/mehanizam za efikasniju kontrolu razvojnih procesa i smanjenje razvojnih disbalansa u skladu sa principima održivog razvoja. Kroz primenu analitike velikih podataka, inteligentnih sistema za planiranje turističke infrastrukture, personalizaciju turističkih usluga i optimizaciju upravljanja destinacijama, moguće je unaprediti konkurentnost i vidljivost manje razvijenih regiona.

Pored ostalog, rezultati rada ukazuju da integracija veštačke inteligencije u koncept održivog razvoja turističke privrede može predstavljati značajan faktor uravnoteženijeg regionalnog razvoja.

LITERATURA


Buhalis, D. & Law, R. (2008). Progress in information technology and tourism management: 20 years on and 10 years after the Internet. *Tourism Management*, *29*(4), 609–623.

Daković, V. (1992). *Antikapital*. Beograd: Naučna knjiga.

Drobnjaković, M., Panić, M. & Kokotović-Kanazir, V. (2023). Prostorni i strukturni dispariteti radne snage u Srbiji. *Kritika: časopis za fi ozofiju i teoriju društva*. https://doi.org/10.5281/zenodo.7983791

Duarte, L., Torres, J., Ribeiro, V. & Moreira, I. (2020). Artificial intelligence systems applied to tourism: A survey. *ArXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.14654

Đorđević, G. (2020). *Uticaj demografskih i socioekonomskih nejednakosti na reproduktivno zdravlje žena*. Kragujevac: Univerzitet u Kragujevcu, Medicinski fakultet. (Doktorska disertacija)

Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z. & Koo, C. (2020). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, *30*(3), 543–554.

Jerotić, V. (2003). *Nova pitanja i odgovori iz hrišćansko-psihoterapeutske prakse*. Beograd: Ars Libri; Banja Luka: Besjeda.

Lučić, S. (2022). Digitalization and artificial intelligence: New dimensions in tourism. *Tourism International Scientific Conference Vrnjačka Banja – TISC*, *7*(1), 564–581. https://doi.org/10.52370/TISC22564SL

Minor, K., McLoughlin, E. & Carlisle, S. (2024). The digital skills gap in tourism and hospitality: Implications for workforce development. *Journal of Hospitality & Tourism Education*.

Nik, R. (2024). Tolstojeva lekcija iz ekonomije. *Novi Standard*. https://standard.rs/2024/01/24/tolstojeva-lekcija-iz-ekonomije/

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2020). *Tourism trends and policies 2020*. Paris: OECD Publishing.

Pantović, M. (2022). *Diferencijalni demografski razvitak i elektoralna homogenizacija etničkih i klasnih identiteta u savremenoj Turskoj*. Beograd: Geografski fakultet – Odsek za demografiju. https://doi.org/10.5937/demografija2219021P

Ruso, Ž. Ž. (2011). *Društveni ugovor: O poreklu i osnovama nejednakosti među ljudima – Rasprava o naukama i umetnosti*. Beograd: Filip Višnjić.

Stanić Jovanović, S., Milošević, M. & Popović, T. (2025). Application of artificial intelligence in the development of cultural heritage tourism. In: *Social aspects of the application of artificial intelligence and transhumanism: Book of abstracts* (21–23). Belgrade: Institute of Social Sciences.

Stanić Jovanović, S. & Pavlović, S. (2022). Opportunities and limitations of travel agency registration in the public administration sector in Serbia. *Teme*, *46*(1), 303–320.

Tršić, I., Privitera, D., Štetić, S., Genov, G. & Stanić Jovanović, S. (2022). Sustainable tourism in protected area – A case of Fruška Gora National Park, Vojvodina (Northern Serbia). *Sustainability*, *14*(21), 14548.

Vujović, S. (2018). *Turizam u svetlu ekonomije*. Beograd: Ekonomski institut.

Vujović, S., Premović, J. & Grujić, B. (2014). Kadrovi u turizmu: Specifičnosti obrazovanja kadrova za turizam. *Ekonomski vidici*, 2014(4), 437–449.

Vujović, S., Premović, J. & Spajić, J. (2018). Aspekti održivosti menadžment procesa stvaranja materijalne osnove turizma. *Zbornik radova Filozofskog fakulteta Univerziteta u Prištini*, *48*(4), 297–310. https://doi.org/10.5937/ZRFFP48-19302

Vujović, S., Stevanović, S. & Petrović, D. (2010). Negativni efekti stranih direktnih investicija. *Ekonomika poljoprivrede*, *LVII*(2), 175–192.

Vujović, S., Vujić, N., Premović, J. & Kalinić, M. (2021). Local community attitude toward tourism development in capital cities: Example of Belgrade. *Ekonomika preduzeća*, *69*(3–4), 41–54. https://doi.org/10.5937/EKOPRE2102041V

Vujović, S., Vujko, A. & Cvijanović, D. (2025). Education in tourism: Economic significance, the challenges of ignorance, and alternative paths. *Teme*, *XLIX*(4), 891–912. https://doi.org/10.22190/TEME250219058V

Vujović, S. & Vukosavljević, D. (2013). Problemi ekonomije u svetlu disproporcije razvoja tehnoekonomske i socioekonomske sfere. U: *„Ekonomija integracija" – ICEI 2013: Znanjem od recesije ka prosperitetu*. Tuzla: Univerzitet u Tuzli, Ekonomski fakultet.

Wang, S., Wang, Q., Cui, Q. & Lan, T. (2025). Artificial intelligence in tourism: A systematic literature review and future research agenda. *Sustainability*, *17*(20), 9080.

World Tourism Organization [UNWTO] (2019). *Global report on tourism and smart destinations*. Madrid: UNWTO.

Xiang, Z. & Fesenmaier, D. (2017). Big data analytics, tourism design and smart tourism. In: Z. Xiang & D. Fesenmaier (Eds.), *Analytics in smart tourism design* (pp. 299–307). Cham: Springer.

Slavoljub Vujovic
Sara Stanic Jovanovic

# Arti cial Intelligence and Sustainable Development of Tourism: Demographic Disparities and Socio-Economic Implications

**Abstract**

Corporatism, as a philosophy of big capital, in addition to a number of features of planetary proportions, controlling the interests of employees, workers and the state, undoubtedly controls the management of socio-economic inequalities and demographic disparities. By coordinating and directing labor and capital, corporatism has absolute control over the distribution and redistribution of newly created value. The techno-economic sphere is undoubtedly inevitable and as such can threaten economic development processes in accordance with the goals of sustainable development, but also initiate new challenges. Starting from the premise that man is the main factor of human sustainable development, the demographic disparities of the sphere are a "consequence" of the process of functioning of the techno-economic sphere of controlling and harmonizing the interests of large natural capital, which under the control of corporate capital and do not respect economic interests. environment, encourages demographic disparities, brings uncertainty, not only maintains development, but also the entire society. The consequences of accelerated digitalization and development of modern digital technologies, such as artificial intelligence, significantly contribute to changing the structure and functioning of the tourism industry within the framework of international tourism. The use of artificial intelligence in tourism most often includes automation of services, personalized recommendation systems, analysis of tourist search, as well as optimization of tourism destination management. As the listed innovations contribute to increasing the efficiency and competitiveness of tourist destinations, their impact on socio-economic structures is not evenly distributed. The aim of the research is to understand how the application of artificial intelligence in the sustainable development of tourism affects the emergence and deepening of demographic disparities and how these public processes are reflected in the economic process. Accordingly, the role of demographic factors, such as the age structure of the population participating in tourism, as well as the levels of education and digital competencies, which affect the ability to transform the economy for the development of the local community, is undeniable.
*Keywords:* artificial intelligence, sustainable tourism

**ANIDA VRCIĆ AMAR**

Alfa BK univerzitet

avrcicamar@gmail.com

**ULFETA MAROVAC**

Državni univerzitet u Novom Pazaru, Departman za tehničko-tehnološke nauke

umarovac@np.ac.rs

# Emocije u senci algoritama: poređenje ljudskog i mašinskog prepoznavanja emocija u tekstu

**Apstrakt**

Ovo istraživanje ispituje razlike između ljudske i algoritamske interpretacije emocija u tekstu. Skup podataka sastoji se od 404 objave prikupljene sa srpskog internet foruma. Objave su ručno anotirali studenti psihologije i automatski su analizirane korišćenjem modela GouEmoušns (*GoEmotions*). Ljudski anotatori identifikovali su 144 normalizovane kategorije emocija, koje su mapirane na 28 kategorija modela GouEmoušns korišćenjem soft-label reprezentacije. Rezultati pokazuju umeren nivo saglasnosti između anotatora (F1_micro = 0,58; F1_macro = 0,41) i otkrivaju značajne razlike između ljudske interpretacije emocija i interpretacije generisane modelom. Dok su ljudski anotatori najčešće identifikovali klasične emocije (42,8%), model je ovoj kategoriji dodelio znatno manji udeo (14,5%) i često je klasifikovao tekst kao neutralan (31,9% u odnosu na 1,2% u ljudskim anotacijama). Iako su suprotne predikcije sentimenta bile retke (~6%), model je često ublažavao emocionalni intenzitet klasifikujući emocionalno obojene tekstove kao neutralne. Ovi nalazi ukazuju na sistematske razlike između statističkog prepoznavanja emocija i ljudske kontekstualne interpretacije afektivnog sadržaja.

*Ključne reči:* prepoznavanje emocija, NLP, GouEmoušns (*GoEmotions*), ljudska anotacija



## Uvod

U eri brzog razvoja veštačke inteligencije (*AI*) sve češće se postavlja pitanje u kojoj meri su kognitivne sposobnosti ljudi i mašina uporedive. Napredni veliki jezički modeli (*LLM*), poput Dži-Pi-Ti-4 (*GPT-4*), pokrenuli su raspravu o potencijalnoj „kognitivnoj paritetnosti" između biološke i nebiološke inteligencije (Bubeck et al., 2023). Ipak, emocije – kao jedna od najkompleksnijih dimenzija ljudskog iskustva – ostaju domen u kojem se ljudi i algoritmi i dalje značajno razlikuju. Afektivno

iskustvo obuhvata više od puke kategorizacije osećanja; uključuje telesne senzacije, kognitivnu procenu i kulturološki oblikovanu jezičku ekspresiju (Barrett, 2017). Iako AI sistemi mogu pouzdano prepoznati leksičke indikatore emocija, ostaje otvoreno pitanje da li oni zaista mogu razumeti emocionalni sadržaj na način na koji to ljudi čine, pre svega zbog odsustva iskustvene i telesne dimenzije ljudskog emocionalnog doživljaja (Colombetti, 2014). Tradicionalni psihološki modeli univerzalnih osnovnih emocija polaze od pretpostavke da postoji ograničen skup evolucijski univerzalnih emocija (Ekman, 1992). Nasuprot tome, savremenija empirijska istraživanja pokazuju da ljudi spontano razlikuju znatno veći broj suptilnih emocionalnih stanja, često više od dvadeset kategorija (Cowen & Keltner, 2021). Na osnovu ovih saznanja razvijen je model GouEmoušns, jezički model velikih razmera treniran na više od 58.000 ručno anotiranih komentara, koji omogućava klasifikaciju 27 kategorija emocija (Demszky et al., 2020). Iako model GouEmoušns postiže visoku tačnost u detekciji emocija, njegova sposobnost interpretacije složenijih afektivnih stanja ostaje ograničena. U savremenim NLP pristupima emocije se najčešće predstavljaju kroz latentne i distribucione reprezentacije u prostoru podataka (Buechel & Hahn, 2025). Tekstualni izrazi poput „praznina, „unutrašnja borba" ili „samoponižavanje" nose semantičke i emocionalne slojeve daleko iznad leksičke površine. Razumevanje ovih slojeva zahteva empatijsku simulaciju, iskustvenu usklađenost i kulturološko znanje, što su resursi koje *AI* modeli ne poseduju (Barrett & Bliss-Moreau, 2009). Štaviše, modeli poput GouEmoušnsa ne obuhvataju mnoge moralno ili egzistencijalno složene emocije.

Polazeći od ograničenja savremenih modela za analizu emocija, ovaj rad ispituje razlike između ljudske i mašinske interpretacije emocionalnih izraza u tekstu na srpskom jeziku. Posebna pažnja posvećena je analizi kompleksnih i kontekstualno zavisnih emocija kroz poređenje ljudskih anotacija i predikcija transformatorskih modela.

Rad je organizovan na sledeći način: drugo poglavlje daje teorijski okvir, treće opisuje korpus, proces anotacije i metodologiju, četvrto predstavlja evaluaciju modela, dok peto poglavlje prikazuje rezultate, diskusiju i zaključke.

## Teorijski okvir analize emocija u tekstu

Emocije imaju važnu ulogu u oblikovanju ljudskog ponašanja, donošenju odluka i međuljudskoj komunikaciji. U savremenom digitalnom okruženju društvene mreže i forumi generišu velike količine tekstualnih podataka koji sadrže informacije o stavovima i emocionalnim reakcijama korisnika. Obrada prirodnog jezika (*Natural Language Processing – NLP*) omogućava računarima da analiziraju i interpretiraju ljudski jezik, čime se postavlja osnova za prepoznavanje emocija u tekstu (Jurafsky & Martin, 2009). NLP tehnike koriste se i za automatsko označavanje specifičnih termina u domenski orijentisanim tekstovima, kao što su medicinski izveštaji i elektronski zdravstveni kartoni (Avdić, Marovac, & Janković, 2020). Raniji pristupi uglavnom su se zasnivali na tehnikama obrade teksta poput tokenizacije, lematizacije i obrade negacije, dok savremeni pristupi sve više koriste modele zasnovane na dubokom učenju za analizu složenih jezičkih i kontekstualnih obrazaca. Analiza sentimenta određuje opšti emocionalni ton teksta (pozitivan, negativan ili neutralan), dok analiza emocija ide korak dalje i identifikuje specifična emocionalna stanja, poput radosti, tuge, straha ili besa (Liu, 2020: 83). Za modelovanje emocija najčešće se koriste *kategorijalni modeli*, koji definišu skup osnovnih emocija, i *dimenzionalni modeli*, koji emocije opisuju kroz kontinuirane dimenzije poput valence i pobuđenosti (Ekman, 1992). U savremenim istraživanjima često se primenjuju transformatorski modeli, a jedan od najčešće korišćenih okvira za klasifikaciju emocija predstavlja GouEmoušns, skup od 28 kategorija emocija razvijen na velikom korpusu Redit (*Reddit*) komentara (Demszky et al., 2020).

Analiza sentimenta i emocija u srpskom jeziku suočava se sa izazovima karakterističnim za morfološki bogate jezike, kao što su višeznačnost reči, nestandardni pravopis, žargon, obrada negacije i slobodan red reči, dok dodatni problem predstavlja ograničena dostupnost resursa poput anotiranih korpusa i leksičkih baza podataka. Nekoliko resursa razvijeno je za analizu sentimenta u srpskom jeziku. Hibridni pristupi koji kombinuju leksičke metode i mašinsko učenje pokazali su dobre rezultate u klasifikaciji polariteta (Mladenović et al., 2016), dok obrada negacije predstavlja važan faktor za tačnost detekcije sentimenta (Ljajić & Marovac, 2019). Među značajnim leksičkim resursima izdvaja se SentiVordNet 3.0 (*SentiWordNet 3.0*), koji dodeljuje skorove

polariteta sinonimskim skupovima i omogućava modelovanje afektivnih značenja (Baccianella et al., 2010). Takođe je razvijen leksikon Senti_Pol_sr. (*Senti-Pol-sr*), prilagođen srpskim morfološkim varijantama (Ljajić & Marovac, 2019).

Kada su u pitanju korpusi, dostupni su skup recenzija filmova na srpskom jeziku (Batanović et al., 2016) i književni korpusi koji obuhvataju analize starih srpskih romana (Stanković et al., 2022). Ipak, većina postojećih istraživanja fokusira se na klasifikaciju polariteta ili analizu aspekata, dok su studije o prepoznavanju složenih emocija u srpskom jeziku i dalje ograničene (Nikolić et al., 2020; Grljević et al., 2022). Novija istraživanja počinju da razvijaju resurse za modelovanje emocija. Na primer, anotirani korpusi studentskih povratnih informacija korišćeni su za detekciju emocija primenom višejezičnih transformatorskih (transformer) modela (Vidaković et al., 2025), dok su razvijeni i specijalizovani leksikoni emocija za srpski jezik (Šošić et al., 2026).

Međutim, navedena istraživanja prvenstveno su usmerena na razvoj resursa i metoda za automatsku detekciju sentimenta i emocija, dok se poređenje između ljudske i mašinske interpretacije emocija u tekstu ne razmatra direktno.



## Skup podataka i metodologija

Skup podataka korišćen u ovom istraživanju prikupljen je sa internet foruma Ana.rs, namenjenog ženskoj populaciji. Analiza obuhvata 485 objava na srpskom jeziku, napisanih kao odgovori na pitanje: „Koji su to osećaji koje nikada nećete zaboraviti?" Nakon čišćenja podataka (uklanjanje duplikata, veoma kratkih i nevažećih odgovora), konačni skup za analizu sadrži 404 objave.

Za potrebe ovog istraživanja skup podataka anotirala su dva studenta psihologije u saradnji sa drugim autorom rada. Anotatorima nije bio unapred zadat fiksni model niti definisan skup kategorija emocija; umesto toga, slobodno su identifikovali emocije koje su prepoznali u svakom tekstu koristeći sopstvene izraze. Kako bi se obezbedilo zajedničko razumevanje zadatka, u početnoj fazi zajednički je anotirano približno 10% korpusa, tokom čega su diskutovani nejasni slučajevi i usklađena tumačenja emocionalnih izraza. Nakon ove kalibracije preostale objave anotirane su nezavisno. Po završetku

anotacije sprovedena je normalizacija oznaka emocija, koja je uključivala ujednačavanje pisma i velikih slova, uklanjanje tipografskih varijacija i objedinjavanje sinonima u standardizovane forme. Nakon normalizacije i objedinjavanja sinonimnih i flektovanih oblika identifikovan je skup od 144 jedinstvene emocije, koje su zatim mapirane na 28 kategorija GoUEmoušns taksonomije. Početnu šemu mapiranja definisao je drugi autor rada (doktor kliničke psihologije), nakon čega je ona usaglašena sa studentima-anotatorima kako bi se obezbedila konzistentnost kategorija. Za svaku objavu dodeljeni su realni skorovi u opsegu [0,1], čime je omogućeno povezivanje jednog teksta sa više emocija. Ovaj pristup predstavlja meko označavanje (*soft-label*) reprezentaciju, koja zadržava informacije o intenzitetu i preklapanju emocija. Saglasnost između anotatora procenjena je nakon normalizacije emocija. Skorovi su binarizovani pragom 0,30, a saglasnost je izračunata pomoću F1-mere u micro i macro režimu. Rezultati ukazuju na umeren nivo saglasnosti (F1-micro = 0,58; F1-macro = 0,41), što je očekivano u istraživanjima anotacije emocija zbog subjektivne prirode njihove interpretacije. U završnoj fazi konstruisane su prosečne ljudske meko označene (*soft-label*) anotacije (avg), dobijene prosečavanjem skorova svih anotatora. Ovaj pristup omogućava objedinjenu reprezentaciju ljudske interpretacije emocija uz očuvanje informacija o njihovom intenzitetu i preklapanju.

Pored ljudskih anotacija, korpus je dodatno analiziran korišćenjem pretreniranog modela GouEmoušns (*bhadresh-savani/bert-base-go-emotion*), zasnovanog na BERT arhitekturi i treniranog na oko 58.000 ručno anotiranih Redit komentara u 27 kategorija emocija i neutralnoj klasi. Pošto je model treniran na engleskom jeziku, objave su prethodno automatski prevedene korišćenjem servisa Gugl prevodilac (*Google Translate*). Model je primenjen na sve objave u analiziranom korpusu kako bi se dobile automatske predikcije emocija. Za svaki tekst model generiše skorove u opsegu [0, 1] za svaku od 27 emocija, kao i za neutralnu klasu, čime se dobija višelabelna reprezentacija emocionalnog sadržaja.

Time je omogućeno direktno poređenje između ljudskih anotacija i modelskih predikcija emocija. Radi lakše interpretacije rezultata, 27 emocija iz GouEmoušns taksonomije grupisane su u četiri šire kategorije:

- Klasične emocije – radost, tuga, bes, strah i iznenađenje.
- Afektivna stanja – složenija i dugotrajnija stanja poput razočaranja, tuge ili ponosa.
- Relacione i socijalne emocije – emocije povezane sa interpersonalnim odnosima, kao što su ljubav, zahvalnost i divljenje.
- Fiziološka i reaktivna stanja – brze emocionalne reakcije poput nervoze ili uzbuđenja.

Ovakvo grupisanje omogućava pregledniju analizu raspodele emocija i lakše poređenje između ljudskih anotacija i predikcija modela. Pošto su sve izvorne oznake emocija mapirane na GouEmoušns taksonomiju, dalja analiza zasniva se na ovoj standardizovanoj klasifikaciji.

Radi poređenja na nivou opšte emocionalne polarizacije, za svaku objavu izračunata je agregirana vrednost sentimenta kao razlika između ukupnih skorova pozitivnih i negativnih emocija. Ako je razlika bila veća od praga 0,40, tekst je klasifikovan kao pozitivan ili negativan, dok su ostali postovi označeni kao neutralni. Tako je svaki tekst svrstan u jednu od tri kategorije: negativan (–1), neutralan (0) ili pozitivan (1).





Na osnovu ljudskih anotacija i predikcija modela GouEmoušns zatim je upoređena raspodela emocionalnih kategorija u korpusu. Analiza obuhvata učestalost četiri konceptualne grupe emocija, kao i razlike između ljudskih i modelskih procena sentimenta, čime se ispituju sličnosti i razlike u interpretaciji emocionalnog sadržaja.

## Rezultati

Kako bi se dodatno ispitalo slaganje između ljudskih anotacija i predikcija modela GouEmoušns, izvršeno je poređenje na nivou ukupnog sentimenta. Na osnovu agregiranih skorova pozitivnih i negativnih emocija, svaka objava je klasifikovana u jednu od tri kategorije: negativan, neutralan ili pozitivan sentiment. Tabela 1. prikazuje matricu zabune (konfuzije) između ljudskih anotacija i modelskih predikcija.

**Tabela 1.** Matrica (zabune) konfuzije između ljudskih anotacija i predikcija modela GouEmoušns

| | Model Negative | Model Neutral | Model Positive |
|---|---|---|---|
| Human Negative | **24** | **80** | **20** |
| Human Neutral | **10** | **50** | **16** |
| Human Positive | **5** | **122** | **77** |

Iako postoje odstupanja između ljudskih anotacija i modelskih predikcija, slučajevi direktnog neslaganja u smislu suprotnog polariteta (negativan ↔ pozitivan) relativno su retki. U posmatranom skupu podataka takvi slučajevi čine približno 6% svih primera, što ukazuje da model retko potpuno pogrešno interpretira emocionalni ton teksta.

Međutim, analiza matrice zabune (konfuzije) pokazuje jedan drugačiji obrazac greške. Najveći broj neslaganja potiče iz činjenice da model veliki broj emocionalno obojenih objava klasifikuje kao neutralne. Na primer, čak 122 objave koje su ljudski anotatori označili kao pozitivne, model klasifikuje kao neutralne, dok je 80 negativnih objava takođe svrstano u neutralnu kategoriju.

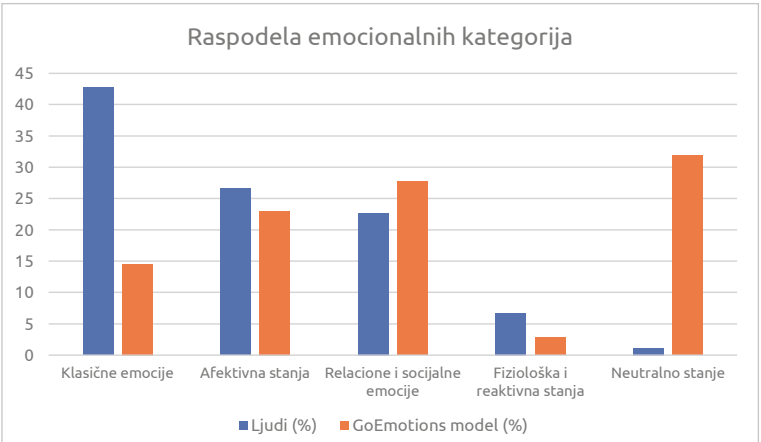
Ovakav obrazac ukazuje na izraženu tendenciju modela ka neutralnoj klasifikaciji. Drugim rečima, model često „ublažava" emocionalni sadržaj teksta i smanjuje intenzitet prepoznatih emocija u odnosu na ljudske anotacije.

Na primer, u objavi: „Meni je nestvaran osećaj prve zaljubljenosti, kad se sav streseš, kad hodaš kao da letiš, skoro dečije, neiskvareno." Model GouEmoušns je dodelio negativan polaritet zato što su emocije poput stresa i blage nervoze dobile relativno visoke skorove u odnosu na pozitivne emocije. Nasuprot tome, u ručnoj anotaciji objava je označena kao pozitivna (ljubav, sreća). Ovakvo neslaganje proizlazi iz činjenice da model interpretira „stres" kao negativnu emociju, iako u ovom kontekstu ona zapravo predstavlja uzbuđenje kao deo pozitivnog iskustva.

Slični primeri ukazuju na razlike u načinu na koji ljudi i modeli interpretiraju emocionalni sadržaj teksta. Dok model obrađuje emocije kao izolovane signale i tehnički ih agregira, ljudi emocije procenjuju u širem kontekstu, naglašavajući dominantnu emociju i njen intenzitet.

Poređenje ljudskih anotacija i predikcija modela GouEmoušns pokazuje jasne razlike u distribuciji emocionalnog sadržaja. Analiza raspodele emocionalnih kategorija na celom skupu podataka otkriva značajne razlike između ljudske interpretacije emocija i automatskih predikcija modela (grafikon 1).

**Grafi on 1.** Raspodela emocionalnih kategorija u ljudskim anotacijama i predikcijama modela GouEmoušns




U ljudskim anotacijama dominantnu ulogu imaju klasične emocije, koje čine 42,8% svih identifikovanih emocionalnih stanja. Nasuprot tome, model GouEmošns ovoj kategoriji dodeljuje znatno manji udeo (14,5%). Ovaj rezultat ukazuje da ljudski anotatori najčešće prepoznaju osnovne emocije poput radosti, tuge, besa i straha.

Sa druge strane, model znatno češće klasifikuje tekst kao neutralan, pri čemu neutralna kategorija čini 31,9% svih modelskih predikcija, dok je u ljudskim anotacijama gotovo zanemarljiva (1,2%). Ova razlika predstavlja jedan od najuočljivijih obrazaca u poređenju ljudskih i modelskih interpretacija emocionalnog sadržaja.

Razlike su prisutne i u drugim kategorijama, ali su manje. Relacione i socijalne emocije kod modela čine 27,7%, dok su kod ljudskih anotacija zastupljene u 22,7% slučajeva. Afektivna stanja su kod ljudi nešto zastupljenija (26,6%) nego kod modela (23,0%). Najmanji udeo u obe analize imaju fiziološka i reaktivna stanja, koja kod ljudi čine 6,8%, dok ih model prepoznaje u svega 2,8% slučajeva.

Ovakvi rezultati ukazuju na različite obrasce interpretacije emocionalnog sadržaja. Dok ljudski anotatori spontano identifikuju diskretne osnovne emocije, model češće interpretira tekst kroz neutralne ili relacione kategorije, čime se smanjuje vidljivost klasičnih emocija u automatskoj klasifikaciji.

Kako bi se dodatno ispitalo koje emocije prepoznaju model i ljudski anotatori u objavama za koje su se složili u pogledu sentimenta, analizirana je raspodela emocionalnih kategorija u slučajevima slaganja između ljudskih anotacija i predikcija modela GouEmoušns (tabela 2).

**Tabela 2.** Raspodela emocionalnih kategorija u slučajevima slaganja između ljudskih anotacija i modela (%)

| | **Pozitivan sentiment** | | **Negativan sentiment** | |
|---|---|---|---|---|
| Grupa emocija | **Ljudi (%)** | **Model (%)** | **Ljudi (%)** | **Model (%)** |
| Klasične emocije | 36,46 | 13,87 | 51,47 | 33,66 |
| Afektivna stanja | 20,6 | 15,75 | 34,54 | 37,19 |
| Relacione i socijalne emocije | 37,44 | 50,2 | 4,21 | 10,7 |
| Fiziološka i reaktivna stanja | 4,79 | 3,55 | 7,34 | 3,78 |
| Neutralno | 0,71 | 16,64 | 2,45 | 14,67 |

Rezultati pokazuju da, i pored slaganja u pogledu ukupnog polariteta, ljudi i model različito raspodeljuju emocionalne kategorije. U objavama sa pozitivnim sentimentom model najčešće identifikuje relacione i socijalne emocije (50,2%), dok ljudski anotatori pored visokog udela relacionih emocija (37,44%) značajan deo emocionalnih izraza klasifikuju i kao klasične emocije (36,46%). Takođe je primetno da model znatno češće dodeljuje neutralnu kategoriju (16,64%) u poređenju sa ljudskim anotacijama (0,71%).

Sličan obrazac prisutan je i kod negativnog sentimenta. U ljudskim anotacijama dominiraju klasične emocije (51,47%), dok model češće naglašava afektivna stanja (37,19%). Takođe, model i u negativnim objavama dodeljuje veći udeo neutralnoj kategoriji (14,67%) nego ljudski anotatori (2,45%).

Ovi rezultati ukazuju da model, čak i kada pravilno identifikuje sentiment teksta, drugačije interpretira njegovu emocionalnu strukturu u odnosu na ljudske anotatore.

Kako bi se detaljnije ispitao obrazac neutralne klasifikacije modela, analizirane su objave koje je model GouEmoušns označio kao neutralne, iako su ljudski anotatori prepoznali jasan emocionalni polaritet. Posmatrana su dva slučaja neslaganja: (1) objave koje su ljudi označili kao pozitivne, a model klasifikovao kao neutralne i (2) objave koje su ljudi označili kao negativne, dok ih je model takođe svrstao u neutralnu kategoriju. Tabela 3 prikazuje raspodelu emocionalnih kategorija u ovim slučajevima.

**Tabela 3.** Raspodela emocionalnih kategorija u postovima koje model GouEmoušns klasifikuje kao neutralne

| | **Pozitivno–neutralno** | | **Negativno–neutralno** | |
|---|---|---|---|---|
| Grupa emocija | **Ljudi (%)** | **Model (%)** | **Ljudi (%)** | **Model (%)** |
| Klasične emocije | 38,52 | 10,26 | 48,68 | 14,74 |
| Afektivna stanja | 21,52 | 21,55 | 34,92 | 27,87 |
| Relacione i socijalne emocije | 31,58 | 18,89 | 7,18 | 20,28 |
| Fiziološka i reaktivna stanja | 7,4 | 2,48 | 7,72 | 2,8 |
| Neutralno | 0,97 | 46,82 | 1.5 | 34,32 |

Rezultati pokazuju konzistentan obrazac razlika između ljudskih anotacija i modelskih predikcija. U objavama koje su ljudi označili kao pozitivne dominiraju klasične emocije (38,5%) i relacione i socijalne emocije (31,6%), dok model gotovo polovinu ovih objava povezuje sa neutralnom klasom (46,8%). Sličan obrazac prisutan je i kod objava koje su ljudi označili kao negativne, gde dominiraju klasične emocije (48,7%) i afektivna stanja (34,9%), dok model ponovo značajan deo emocionalnog sadržaja klasifikuje kao neutralan (34,3%).

Ovi rezultati ukazuju na izraženu tendenciju modela da ublažava emocionalni intenzitet teksta, interpretirajući emocionalno obojene poruke kroz neutralniji okvir u poređenju sa ljudskim anotatorima.

## Diskusija

Rezultati ovog istraživanja pružaju uvid u sličnosti i razlike između ljudskog i algoritamskog prepoznavanja emocija u tekstu, koristeći model GouEmoušns kao referentni sistem za automatsku klasifikaciju emocionalnog sadržaja. Analiza matrice zabune (konfuzije) pokazuje da, uprkos određenim odstupanjima, slučajevi potpune neusaglašenosti u smislu suprotnog emocionalnog polariteta (negativan ↔ pozitivan) ostaju relativno retki, čineći oko 6% primera. Ovaj nalaz potvrđuje da modeli uspevaju da prepoznaju osnovni emocionalni ton teksta, što je u skladu sa ranijim radovima o statističkim predikcijama polariteta u velikim jezičkim modelima (Demszky et al., 2020).

Detaljnija analiza pokazuje izraženu tendenciju modela ka neutralnoj klasifikaciji. Konkretno, čak 122 objave koje su ljudski anotatori označili kao pozitivne, model je svrstao u neutralnu kategoriju, dok je 80 negativnih objava takođe dodeljeno neutralnom polju. Ovaj obrazac sugeriše da algoritmi „ublažavaju" emocionalni intenzitet, što je u skladu sa nalazima (Buechel & Hahn, 2018), koji ukazuju na to da statistički zasnovani modeli često ne prepoznaju implicitne emocionalne signale.

Ovakav obrazac može se objasniti načinom na koji modeli identifikuju emocionalne indikatore u tekstu. Većina sistema oslanja se na statističke obrasce pojedinačnih reči ili fraza, zbog čega su implicitne i kontekstualne emocije teže prepoznatljive (Poria, Cambria & Gelbukh, 2016).

Raspodela emocionalnih kategorija pokazuje jasne razlike između ljudskih anotacija i modelskih predikcija. Ljudski anotatori najčešće identifikuju klasične emocije (42,8%), zatim afektivna stanja (26,6%) i relacione i socijalne emocije (22,7%), dok je neutralna kategorija gotovo zanemarljiva (1,2%). Nasuprot tome, model najčešće dodeljuje neutralnu kategoriju (31,9%), zatim relacione i socijalne emocije (27,7%) i afektivna stanja (23,0%), dok su klasične emocije znatno ređe zastupljene (14,5%). Fiziološka i reaktivna stanja imaju najmanju zastupljenost kod ljudi (6,8%) i modela (2,8%).

Ove razlike mogu se objasniti načinom na koji modeli identifikuju emocionalne obrasce u tekstu. Dok se modeli uglavnom oslanjaju na statističke indikatore reči i fraza, ljudski evaluatori uzimaju u obzir širi diskurzivni i psihološki kontekst, što omogućava prepoznavanje složenijih emocionalnih nijansi (Buechel & Hahn, 2018).

Analiza objava sa slaganjem u sentimentu pokazuje da, čak i kada model pravilno prepozna globalni polaritet, razlike u raspodeli emocionalnih kategorija ostaju. Modeli teže da generalizuju emocije prema jezički jasno izraženim i statistički učestalim obrascima, često favorizujući relacione ili neutralne kategorije, dok ljudski anotatori uzimaju u obzir širi kontekst i interpersonalna značenja (Almulla, 2024). Ove razlike ukazuju na ograničenja NLP modela u prepoznavanju složenih i kontekstualnih emocija, koje i dalje predstavljaju izazov za automatizovanu detekciju (García Hernández et al., 2024).

Klinička i praktična važnost ovih nalaza je višestruka. Prema istraživanjima, internet je već dovoljno dugo izvor psihološke podrške pri informisanju i savetovanju u vezi sa mnogim psihološkim stanjima i poremećajima, između ostalog i problemima postpartalne depresije (Fazlagić, 2017), a u novijoj istoriji i kovida-19 (Davidović Rakić et al., 2024). Takav trend se evidentno nastavlja uz sve veći broj korisnika koji se obraća AI sistemima za neformalnu psihološku podršku, često u situacijama kada profesionalna pomoć nije odmah dostupna (Abd-Alrazaq et al., 2020).





AI sistemi mogu analizirati obrasce u tekstu i identifikovati određene emocionalne indikatore, ali njihovo razumevanje psihološkog konteksta i složenih emocionalnih stanja ostaje ograničeno. U kliničkom okruženju to zahteva opreznu primenu, jer digitalni agenti mogu pružiti određeni oblik podrške, ali ne mogu zameniti profesionalnu psihološku procenu i terapiju (Abd-Alrazaq et al., 2020). Modeli poput GouEmoušnsa mogu biti korisni za analizu emocionalnog sadržaja, ali njihova primena u osetljivim kontekstima zahteva pažljivo tumačenje rezultata i ljudski nadzor. Ovi rezultati ukazuju da, uprkos napretku u tačnosti klasifikacije, razumevanje složenih i kontekstualnih emocija i dalje predstavlja izazov za automatizovane sisteme, naglašavajući razliku između algoritamske preciznosti i ljudske empatijske interpretacije emocija.

## Zaključak

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na jasne razlike između ljudske i algoritamske interpretacije emocija u tekstu. Dok modeli za prepoznavanje emocija mogu uspešno identifikovati određene obrasce u jeziku i postići relativno visoku tačnost klasifikacije, njihova

interpretacija emocionalnog sadržaja često ostaje ograničena na statističke obrasce u podacima. Ljudski anotatori, sa druge strane, češće prepoznaju suptilne i kontekstualne emocionalne nijanse koje nisu eksplicitno izražene kroz leksičke indikatore.

Analiza distribucije emocija pokazala je da modeli imaju tendenciju da emocionalno obojene tekstove češće klasifikuju kao neutralne ili da ublažavaju intenzitet izraženih emocija. Ovakav obrazac sugeriše da automatizovani sistemi mogu imati poteškoća u prepoznavanju kompleksnih ili ambivalentnih emocionalnih stanja koja su u velikoj meri zavisna od konteksta, implicitnog značenja i iskustvene interpretacije.

Dobijeni rezultati ukazuju da savremeni modeli za analizu emocija, iako predstavljaju značajan tehnološki napredak, ne mogu u potpunosti reprodukovati način na koji ljudi razumeju emocionalni sadržaj u jeziku. Razlika između statističke klasifikacije i empatijske interpretacije emocija predstavlja važan izazov za dalji razvoj sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji.

Ovo istraživanje takođe ukazuje na potrebu za razvojem bogatijih korpusa i modela koji bi bolje uzimali u obzir kontekstualne, kulturne i narativne aspekte emocionalnog izražavanja, posebno u jezicima sa ograničenim resursima. Buduća istraživanja mogla bi uključiti veće korpuse, multimodalne izvore podataka i pristupe koji kombinuju automatske metode sa ljudskom ekspertizom kako bi se unapredilo razumevanje emocionalnog sadržaja u tekstu.



LITERATURA

Abd-Alrazaq, A. A., Rababeh, A., Alajlani, M., Bewick, B. M. & Househ, M. (2020). Effectiveness and safety of using chatbots to improve mental health: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(7), e16021. https://doi.org/10.2196/16021

Almulla, M. A. (2024). On the effect of prior knowledge in text-based emotion recognition. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI), 11*(8), 48–58. https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1108005

Avdic, A., Marovac, U. & Jankovic, D. (2020). Automated labeling of terms in medical reports in Serbian. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, *28*(6), 3285–3303. https://doi.org/10.3906/elk-1912-144

Baccianella, S., Esuli, A. & Sebastiani, F. (2010). SentiWordNet 3.0: An enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. In: N. Calzolari, K. Choukri, B. Maegaard, J. Mariani, J. Odijk, S. Piperidis & D. Tapias (eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2010)*, (2200–2204). Valletta: European Language Resources Association.

Barrett, L. F. (2017). *How emotions are made: The secret life of the brain*. London: Pan Macmillan.

Barrett, L. F. & Bliss-Moreau, E. (2009). Affect as a psychological primitive. *Advances in Experimental Social Psychology*, *41*, 167–218. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)00404-8

Batanović, V., Nikolić, B. & Milosavljević, M. (2016). Reliable baselines for sentiment analysis in resource-limited languages: The Serbian movie review dataset. In: N. Calzolari, K. Choukri, K. Declerck, S. Goggi, M. Grobelnik, B. Maegaard & S. Piperidis (eds.), *Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2016)*, (2688–2696). Portorož: European Language Resources Association.

Bubeck, S., Chandrasekaran, V., Eldan, R., Gehrke, J., Horvitz, E., Kamar, E. & Zhang, Y. (2023). Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with GPT-4. *arXiv preprint arXiv:2303.12712*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.12712

Buechel, S. & Hahn, U. (2018). Emotion representation mapping for automatic lexicon construction (mostly) performs on human level. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics*, (2892–2904). Santa Fe, NM: Association for Computational Linguistics.

Buechel, S. & Hahn, U. (2025). Emotion embeddings – Learning stable and homogeneous abstractions from heterogeneous affective datasets. *IEEE Transactions on Affe tive Computing*. https://doi.org/10.1109/TAFFC.2025.3635686

Colombetti, G. (2014). *The feeling body: Affe tive science meets the enactive mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cowen, A. S. & Keltner, D. (2021). Semantic space theory: A computational approach to emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, *25*(2), 124–136. https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.11.008

Davidović Rakić, J., Vrcić Amar, A., Belić, M. & Maksimović, A. (2024). Sociodemographic characteristics, hope and information in the media as predictors of the fear of COVID-19. *Romanian Journal of Communication and Public Relations*, *26*(1), 25–43. https://doi.org/10.21018/rjcpr.2024.1.458

Demszky, D., Movshovitz-Attias, D., Ko, J., Cowen, A. S., Nemade, G. & Mohit, B. (2020). GoEmotions: A dataset of fine-grained emotions. *arXiv preprint arXiv:2005.00547*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.00547

Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, *6*(3–4), 169–200. https://doi.org/10.1080/02699939208411068

Fazlagić, A. (2017). Da li žene znaju šta je postpartalna depresija?. *Materia Medica*, *33*(1), 1475–1480.

García Hernández, R. A., Luna García, H., Celaya Padilla, J. M., García Hernández, A., Reveles Gómez, L. C., Flores Chaires, L. A. & Villalba Condori, K. O. (2024). A systematic literature review of modalities, trends, and limitations in emotion recognition, affective computing, and sentiment analysis. *Applied Sciences*, *14*(16), 7165. https://doi.org/10.3390/app14167165

Grljević, O., Bošnjak, Z. & Kovačević, A. (2022). Opinion mining in higher education: A corpus-based approach. *Enterprise Information Systems*, *16*(5), 1773542. https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1773542

Jurafsky, D. & Martin, J. H. (2009). *Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Liu, B. (2020). *Sentiment analysis: Mining opinions, sentiments, and emotions* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Ljajić, A. & Marovac, U. (2019). Improving sentiment analysis for Twitter data by handling negation rules in the Serbian language. *Computer Science and Information Systems*, *16*(1), 289–311. https://doi.org/10.2298/CSIS181022051L

Mladenović, M., Mitrović, J., Krstev, C. & Vitas, D. (2016). Hybrid sentiment analysis framework for a morphologically rich language. *Journal of Intelligent Information Systems*, *46*(3), 599–620. https://doi.org/10.1007/s10844-015-0389-8

Nikolić, N., Grljević, O. & Kovačević, A. (2020). Aspect-based sentiment analysis of reviews in the domain of higher education. *The Electronic Library, 38*(1), 44–64. https://doi.org/10.1108/EL-08-2019-0189

Poria, S., Cambria, E. & Gelbukh, A. (2016). Deep convolutional neural network textual features and multiple kernel learning for utterance-level multimodal sentiment analysis. In: J. Su, X. Carreras & K. Duh (eds.), *Proceedings of the 2016 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, (2539–2544). Austin, TX: Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/D16-1263

Stanković, R., Košprdić, M., Ikonić Nešić, M. & Radović, T. (2022). Sentiment analysis of Serbian old novels. In: D. Milošević, C. Banea & R. Mihalcea (eds.), *Proceedings of the 2nd Workshop on Sentiment Analysis and Linguistic Linked Data (SALLD-2)*, (31–38). Marseille: European Language Resources Association.

Šošić, M., Graovac, J. & Stanković, R. (2026). Building an emotion lexicon for Serbian using curated language resources. *Language Resources and Evaluation*, *60*(1), Article 9. https://doi.org/10.1007/s10579-025-09894-5

Vidaković, D., Luburić, N., Kovačević, A. & Slivka, J. (2025). Enhancing software and learning with Serbian student feedback corpora. *Language Resources and Evaluation*, *59*(4), 4193–4221. https://doi.org/10.1007/s10579-025-09855-y

Anida Vrcić Amar
Ulfeta Marovac

# Emotions in the Shadow of Algorithms: Comparing Human and Machine Emotion Recognition in Text

**Abstract**

This study examines the differences between human and algorithmic interpretation of emotions in text. The dataset consists of 404 posts collected from a Serbian online forum. The posts were manually annotated by psychology students and automatically analyzed using the GoEmotions model. Human annotators identified 144 normalized emotion categories, which were mapped to the 28 GoEmotions categories using a soft-label representation. The results show a moderate level of agreement between annotators (F1_micro = 0.58; F1_macro = 0.41) and reveal significant differences between human and model-generated emotion interpretations. While human annotators most frequently identified classical emotions (42.8%), the model assigned a considerably smaller share to this category (14.5%) and often classified the text as neutral (31.9% compared to 1.2% in human annotations). Although opposite sentiment predictions were rare (~6%), the model frequently attenuated emotional intensity by classifying emotionally expressive texts as neutral. These findings indicate systematic differences between statistical emotion detection and human contextual interpretation of affective content.
*Keywords:* emotion recognition, NLP, GoEmotions, human annotation

## Biografi e autora i urednika

**Predrag D. Milosavljević** je vanredni profesor na Učiteljskom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, gde predaje u oblasti pedagoških i društvenih nauka. Bavi se istraživanjima na preseku obrazovanja, medija i tehnologije. Koautor je rada „Kultura u algoritmu" u ovom zborniku.

**Đurađ Grubišić** je doktorand na Evropskom centru za mir i razvoj, Univerzitet za mir Ujedinjenih nacija (*European Centre for Peace and Development, University for Peace of UN*). Njegov naučni rad i interesovanje vezani su za strateški menadžment, veštačku inteligenciju, poslovne analize, analize konkurentskog okruženja, Kinu, kinesku ekonomiju, tehnologiju i menadžment, kulturu i kulturološke dimenzije. Magistrirao da je na Evropskom centru za mir i razvoj Univerziteta za mir Ujedinjenih nacija na temu „Specifičnosti sistema kineskog poslovnog menadžmenta", a trenutno priprema odbranu doktorata na temu „Perspektive srpskih menadžera o upotrebi veštačke inteligencije u OSINT analizama konkurentskog okruženja za strateško odlučivanje i konkurentsku prednost" (*Serbian Managers Perspectives on the Use of AI in OSINT Based CI Analyses for Strategic Decision Making and Competitive Advantage*). Bavi se preduzetništvom i poslovnim menadžmentom skoro tri decenije i vodi svoje proizvodno-trgovinsko preduzeće. Bio je organizator i akter brojnih privredno-državnih delegacija, projekata i programa u cilju razvoju saradnje između Srbije i Kine. Takođe je učesnik brojnih naučnih konferencija, simpozijuma i tink-tenkova u zemlji i inostranstvu.

**Ivana Krtolica** je naučna saradnica u Istraživačko-razvojnom institutu za veštačku inteligenciju Srbije, gde je članica istraživačke grupe *Green AI*. Osnovne i master studije je završila na Prirodno – matematičkom fakultetu u Novom Sadu u oblasti biologije i hemije, gde je stekla zvanje diplomirani profesor biologije i hemije – master. Doktorske studije završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu

u oblasti inženjerstva zaštite životne sredine. Kao stipendista Rektorata Univerziteta u Friburgu u Švajcarskoj (*Université de Fribourg*) realizovala je postdoktorski istraživački boravak na Fakultetu prirodnih nauka i medicine (*Faculté des scienceset de médecine*), gde se bavila primenom veštačke inteligencije u kvantnoj hemiji. Istraživački pravac usmerila je na primenu i razvoj metoda veštačke inteligencije u prirodnim naukama i inženjerstvu zaštite životne sredine, sa posebnim naglaskom na interdisciplinarne pristupe. Pored akademskog rada, bila je angažovana kao nacionalna konsultantkinja za Ujedinjene nacije, gde je doprinosila integraciji veštačke inteligencije u inicijative *Zelene agende*. Dobitnica je nagrade *Univerziteta u Novom Sadu* za izuzetna akademska dostignuća.

**Dejan Masliković** je naučni saradnik u Institutu društvenih nauka, u Centru za sociološka i antropološka istraživanja. Njegov rad usmeren je na digitalnu transformaciju, kulturne politike i razvoj inkluzivnog društva, sa posebnim fokusom na primenu digitalnih tehnologija u javnoj upravi i kulturi. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu sa disertacijom „Kapacitet digitalnih tehnologija za razvoj inkluzivnog društva", a master studije završio je na Univerzitetu umetnosti u Beogradu. Dodatno se usavršavao u oblastima interkulturalnosti i kulturnog menadžmenta kroz međunarodne programe. Tokom karijere obavljao je značajne funkcije u javnoj upravi, uključujući mesto šefa kabineta ministra zdravlja i pomoćnika ministra kulture i informisanja, gde je učestvovao u razvoju politika i projekata u oblasti digitalizacije i kulture. Takođe je bio angažovan u Srpskoj akademiji nauka i umetnosti, kao i u radu brojnih stručnih i međuresornih tela za izradu strategija i javnih politika.

**Svetlana Jovanović** je asistentkinja i stručna saradnica u Centru za sajber-forenziku na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu. Njen rad usmeren je na pripremu i realizaciju nastave i obuka u oblastima elektronskog poslovanja, elektronske uprave, prava u informaciono-komunikacionim tehnologijama, informacione bezbednosti i sajber-forenzike.

Diplomirala je na Fakultetu organizacionih nauka na smeru Informacioni sistemi i studentkinja je doktorskih studija Elektronsko poslovanje. Priprema tezu na temu „Razvoj modela pametne elektronske uprave

zasnovane na podacima primenom veb 4 tehnologija". Dodatno se usavršavala u oblasti zaštite podataka o ličnosti, tako da je sertifikovano lice za zaštitu podataka o ličnosti. Takođe je i ocenjivač za primenu standarda ISO 27001 za sisteme upravljanja bezbednošću informacija, koji definiše zahteve za identifikaciju, procenu i tretiranje rizika po poverljivost, integritet i dostupnost podataka. Već dvadeset godina kao ekspertkinja učestvuje u kreiranju javnih politika i zakonskog okvira u oblastima elektronskog poslovanja, elektronske uprave, zaštite podataka o ličnosti i informacione bezbednosti. Prethodnih godina bila je savetnica u kabinetu predsednika Vlade, zadužena za digitalizaciju.

**Dušica G. Kovačević** je istraživačica u oblasti prava i bezbednosti, sa fokusom na pitanja ljudskih prava, digitalne transformacije i savremenih bezbednosnih izazova. Njeno istraživanje obuhvata pravne aspekte digitalnih tehnologija i algoritamskog upravljanja, kao i etičke i pravne dileme u vezi sa zaštitom ljudskog dostojanstva i autonomije.

Doktorirala je 2024. godine na Pravnom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu, gde je prethodno završila i master akademske studije 2018. godine sa radom pod nazivom „Pravna regulativa kriptovaluta sa aspekta nacionalne bezbednosti". Osnovne akademske studije završila je 2017. godine na Fakultetu bezbednosti Univerziteta u Beogradu kao student generacije, za šta je nagrađena Poveljom Univerziteta u Beogradu za izuzetan uspeh tokom studiranja.

Tokom studija i profesionalnog razvoja bila je aktivno angažovana u akademskoj i stručnoj zajednici, uključujući praksu u Sektoru za vanredne situacije Ministarstva unutrašnjih poslova u Beogradu, kao i angažman u Centru za menadžment nacionalne bezbednosti.

Učestvovala je u organizaciji više nacionalnih i međunarodnih konferencija i seminara, a svoje radove izlagala je na brojnim naučnim skupovima.

Dobitnica je više stipendija i priznanja, uključujući stipendiju za najbolje studente doktorskih studija Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Autor je više naučnih radova u oblasti prava, bioetike i bezbednosti, sa posebnim interesovanjem za uticaj savremenih tehnologija na pravne i etičke okvire savremenog društva.

**Asja Drača Muntean** je istoričarka umetnosti i kustoskinja. Istražuje istoriju umetnosti, memorijalnu umetnost, kulturu sećanja, muzeologiju, Holokaust i genocid nad Srbima, kao i stradanje žena u ratu. Učestvovala je kao nacionalna koordinatorka u više evropskih i regionalnih inicijativa u oblasti zaštite kulturne baštine, a obavljala je i dužnost pomoćnika ministra kulture. Autorka je i koautorka izložbi o nepokretnom kulturnom nasleđu u Srbiji i stradanju civila u Drugom svetskom ratu, posebno u logorima na Starom sajmištu. Od 2022. godine je izvršna direktorka i kustos u Memorijalnom centru „Staro sajmište".

**Borislav Vukojević** je docent na Fakultetu političkih nauka Univerziteta u Banjoj Luci i konsultant Uneska (*UNESCO*) specijalizovan za obrazovanje u oblasti veštačke inteligencije i novinarstvo u jugoistočnoj Evropi. Njegov rad usmeren je na medijsku pismenost, primenu AI alata u obrazovanju i istraživanje uticaja digitalnih tehnologija na medijski ekosistem Zapadnog Balkana. Osnivač je obrazovne platforme *BoroGPT* i suosnivač platforme *AIZdravo.com*, kroz koju je obučio više od 1.500 edukatora širom regiona. Tokom karijere obavljao je značajne uloge na sjedištu akademije, civilnog društva i međunarodnih organizacija, uključujući konsultantske angažmane za UNESCO u oblasti AI pismenosti i novinarstva. Učestvovao je kao predavač i panelista na regionalnim i međunarodnim konferencijama, a kao uvodni govornik nastupio je na konferenciji IDN u Beogradu, posvećenoj temi veštačke inteligencije i transhumanizma. Govorio je i na konferenciji *Konverzija 2026* u Sarajevu. Autor je više publikacija i obrazovnih materijala iz oblasti veštačke inteligencije, medijske pismenosti i digitalnih kompetencija, sa posebnim fokusom na razvoj istraživačkih alata i interaktivnih obrazovnih resursa namenjenih profesionalcima u medijima i obrazovanju.

**Gordana Jauković Nenezić** je viša saradnica u Jedinici za obrazovanje Narodne banke Srbije. Ona je istraživačica-saradnica u oblasti istorije nauke. Njeno multidisciplinarno istraživanje specijalizovano je za presek monetarne istorije, vizuelne kulture i finansijske pismenosti. Kao rezultat svog interdisciplinarnog rada, objavila je monografiju *Umetnost i nacionalna valuta: 1884–2024*. Pored toga, bavi se temama vezanim za razvoj finansijskog obrazovanja u Republici Srbiji. Izabrana je za vanrednu članicu Odeljenja za umetnost i humanističke nauke Matice srpske 2020. godine, a ponovo je izabrana 2024. godine.

**Nena Vasojević** je viša naučna saradnica u Institutu društvenih nauka. Takođe je zamenica direktora i rukovoditeljka Centra za sociološka i antropološka istraživanja. Njeno primarno multidisciplinarno istraživanje vezano je za akademske migracije, a u svom prethodnom radu posvetila je pažnju fenomenu akademske mobilnosti u nacionalnom kontekstu. Kao rezultat interdisciplinarnog istraživanja objavila je monografiju *Međunarodna akademska mobilnost u Srbiji: Od ideje pokretača modernog društva do globalizacije obrazovanja*. Bavi se i temama vezanim za razvoj obrazovanja u Republici Srbiji. Angažovana je na međunarodnim i nacionalnim projektima.

**Slavoljub M. Vujović** je naučni savetnik zaposlen u Institutu društvenih nauka, prethodno radio u Ekonomskom institutu gde je bio i član odbora direktora, Direktor za naučnoistraživački razvoj i predsednik Naučnog veća. Na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu je diplomirao i magistrirao, a doktorirao je na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti kojima se bavi: turizam, međunarodna ekonomija, finansije i fiskalna ekonomija su oblasti njegove višedecenijske naučnoistraživačke karijere.



**Sara Stanić Jovanović** je naučna saradnica u Institutu društvenih nauka, u Centru za Sociološka i antropološka istraživanja. Ujedno je angažovana kao predavačica na Akademiji strukovnih studija Šumadija – Odsek Aranđelovac. Njen rad je usmeren na održivi razvoj i kulturno nasleđe, sa posebnim fokusom na agencijsko poslovanje, kulturne manifestacije, kao i na posebne oblike i održivi razvoj turizma. Doktorirala je na Univerzitetu u Beogradu – Geografskom fakultetu sa disertacijom „Uloga turističkih agencija u plasmanu geoprostora Srbije na turističkom tržištu" na Katedri za turizmologiju, na kojoj je prethodno završila i master studije, dok je osnovne akademske studije završila na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu – Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo. Dodatno se usavršavala u oblasti turizma kroz domaće i međunarodne programe. Poseduje nacionalnu licencu turističkog vodiča Ministarstva turizma Republike Srbije. Tokom karijere obavljala je posao direktorke Javnog preduzeća za turizam Gradske opštine Surčin, a značajno praktično iskustvo je stekla na pozicijama organizatora turističkih, marketinških i drugih delatnosti u Kulturnom centru Surčin, menadžera u turizmu,

kao i kroz saradnju sa velikim brojem turističkih agencija iz zemlje i inostranstva, dok je na Geografskom fakultetu bila angažovana kao saradnica u nastavi. Angažovana je kao predavačica po pozivu na pripremnoj nastavi za polaganje stručnog ispita za turističke vodiče i turističke pratioce u okviru Nacionalne asocijacije turističkih agencija Srbije (YUTA) i Balkanske mreže turističkih stručnjaka; rukovodilac je projekta izrade Strategije razvoja turizma Gradske opštine Surčin za period 2025–2030.

**Anida Vrcić Amar** je doktorka psiholoških nauka i viša predavačica na Visokoj školi strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Kikindi. Njen rad usmeren je na oblast mentalnog zdravlja, sa posebnim fokusom na psihoterapiju i istraživanje efekata pozitivnih psiholoških konstrukata – poput optimizma, zahvalnosti, samoefikasnosti i autentičnosti – na mentalno zdravlje pojedinca. Posebno je zainteresovana za postpartalnu depresiju u okviru psihologije reproduktivnog zdravlja. Doktorirala je na Univerzitetu u Istočnom Sarajevu sa disertacijom „Psihosocijalni korelati depresivnosti u postpartalnom periodu", gde je završila i magistarske studije, dok je osnovne studije psihologije okončala na Univerzitetu u Sarajevu. Tokom akademske karijere bila je zaposlena na Državnom univerzitetu u Novom Pazaru, gde je napredovala kroz nastavna i saradnička zvanja – od saradnice u naučnoistraživačkom centru i saradnice u nastavi, preko asistentkinje i asistentkinje sa doktoratom, do izbora u zvanje docentkinje za užu naučnu oblast klinička psihologija. Pored akademskog rada, bila je angažovana kao stručna saradnica, koordinatorka, realizatorka i edukatorka na brojnim projektima u nevladinom sektoru, lokalnoj samoupravi i organizacijama civilnog društva. U okviru Danskog centra za izbeglice (*Danish Refugee Council*) radila je u Centru za migrante i tražioce azila u Sjenici kao stručna saradnica za zaštitu dece. Dodatno se usavršava u oblasti kognitivno-bihejvioralne psihoterapije kao polaznica supervizijske grupe.

**Ulfeta Marovac** je vanredna profesorka na Državnom univerzitetu u Novom Pazaru, Departman za tehničke nauke. Njen naučni rad usmeren je na veštačku inteligenciju, obradu prirodnog jezika i razvoj inteligentnih, multiagentnih sistema, sa posebnim fokusom na analizu podataka i podršku donošenju odluka. Doktorirala je iz oblasti

računarskih nauka na Matematičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2015. godine, sa disertacijom „Istraživanje obrazaca u određivanju karakteristika proteina“, gde je stekla i celokupno akademsko obrazovanje. Tokom karijere učestvovala je u projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, gde se bavila razvojem softverskih rešenja, primenom metoda obrade prirodnog jezika i tehnikama pretrage, kao i primenom informacionih tehnologija u digitalizaciji i analitičkom odlučivanju u različitim domenima, uključujući sisteme za podršku u vanrednim okolnostima i zdravstvenim uslugama. U okviru evropskih akcija COST učestvuje u istraživanjima koja povezuju velike jezičke modele, grafove znanja i multilingvalne resurse, uključujući i primenu podataka praćenja pogleda u proučavanju ljudske i mašinske obrade jezika. Autorka je i koautorka većeg broja naučnih radova i aktivno učestvuje u promociji i popularizaciji nauke. Kroz saradnju sa naučnim institucijama, uključujući Matematički institut SANU, kao i kroz angažman u zajednici *Serbian AI*, doprinosi razvoju i primeni savremenih pristupa u oblasti veštačke inteligencije. Članica je Srpskog društva za bioinformatiku i računarsku biologiju i Društva za ETRAN.

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

**Lektura:** Branislava Milanović | **Grafičko oblikovanje:** Radomir Vučetić