

MOGUĆNOSTI PRIMENE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POŠTANSKIM SISTEMIMA

Momčilo Dobrodolac, Dragan Lazarević, Aleksandar Trifunović, Maja Petrović
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet,
m.dobrodolac@sf.bg.ac.rs, d.lazarevic@sf.bg.ac.rs,
a.trifunovic@sf.bg.ac.rs, majapet@sf.bg.ac.rs

Rezime: *U radu su sagledane neke od mogućnosti i efekti primene veštačke inteligencije – Artificial Intelligence (AI) u poštanskim sistemima. Ukratko je prikazano stanje literature u ovoj oblasti, kao i pregled najčešće korišćenih rešenja istaknutih svetskih kompanija koje se bave dostavom pošiljaka. Kako bi se došlo do određenih pokazatelja, koji mogu usmeriti implementaciju i eksploataciju ovog koncepta, sprovedeno je istraživanje stavova eksperata o primeni AI u poštanskim sistemima, pri čemu su analizirani ključni prioriteti, koristi i izazovi ovog koncepta.*

Ključne reči: *dostava pošiljaka, veštačka inteligencija - AI, optimizacija, unapređenje efikasnosti, savremena tehnološka rešenja*

1. Uvod

Veštačka inteligencija - Artificial intelligence (AI) postaje sve prisutnija u modernim poslovnim sistemima, uključujući i poštanske kompanije, odnosno sisteme za dostavu pošiljaka. Primena AI koncepta ima potencijal da unapredi efikasnost poslovnih procesa, kao i korisničko iskustvo. Tradicionalni poštanski sistemi suočavaju se sa brojnim izazovima u digitalnoj eri, kao što su povećanje obima e-trgovine, potreba za bržim prenosom pošiljaka, implementacija i razvoj strategija održivosti. U tom kontekstu, AI nudi inovativne mogućnosti za rešavanje ovih izazova, omogućavajući kompanijama da prilagode svoje usluge potrebama savremenih korisnika [1].

Primena različitih rešenja veštačke inteligencije u poslednjih nekoliko godina postaje sve prisutnija, a rezultati te primene ukazuju na izuzetne mogućnosti koncepta. Kada je reč o primeni u poštanskim sistemima, može se posmatrati sa dva aspekta – organizacionog i korisničkog. Koristeći AI, poštanski sistemi mogu unaprediti efikasnost postrojenja za prerađivanje pošiljaka, upravljanje resursima, dostavne rute, mogu poboljšati predikcije o opterećenju i omogućiti personalizovanu komunikaciju sa korisnicima. Na primer, algoritmi za mašinsko učenje mogu analizirati podatke o rutama i vremenskim prilikama kako bi sistem za podršku predložio pogodne putanje, dok virtuelni asistenti, mogu pružiti podršku korisnicima 24/7, automatski odgovarajući na unapred definisane upite, generisane na osnovu iskustva u radu sa korisnicima. Primena AI koncepta ima

potencijal da utiče na smanjenje operativnih troškova, kao i na unapređenje zadovoljstva korisnika. U skladu sa navedenim, uvođenje modela i rešenja zasnovanih na primeni veštačke inteligencije, predstavlja jedan korak napred ka obezbeđivanju kontinualnog unapređenja poslovnog procesa i nastojanju ka održivosti [2], [3].

Svakako, primena AI u poštanskim sistemima generiše i određene izazove. Problemi kao što su visoki troškovi implementacije, privatnost podataka, transparentnost, ali i digitalni jaz između razvijenih i manje razvijenih zemalja, samim tim između nivoa razvijenosti tehnologije i zaposlenih koji mogu to ispratiti, ističu potrebu za odgovornim pristupom prilikom implementacije. Uspostavljanje jedinstvene strategije za AI u poštanskom sektoru postaje prioritet, sa ciljem balansiranja između tehnologije i ljudskog pristupa.

Ovaj rad istražuje mogućnosti primene veštačke inteligencije u poštanskim sistemima, analizirajući dostupnu literaturu i rešenja koja su implementirana od strane istaknutih svetskih kompanija koje se bave dostavom pošiljaka. Cilj je da se sagledaju načini na koje AI može transformisati tradicionalne poštanske operacije, unaprediti korisničko iskustvo i osigurati dugoročnu održivost poštanskih usluga u sve konkurentnijem okruženju. U radu su prikazani i rezultati istraživanja o stavovima eksperata o primeni veštačke inteligencije u poštanskim sistemima. Cilj ovog istraživanja je bio da se sagledaju određeni pokazatelji, koji mogu usmeriti implementaciju i eksploataciju AI koncepta.

2. Pregled literature i iskustava iz prakse

Primena veštačke inteligencije u poštanskim i drugim sistemima za dostavu je u porastu, što je ispratio i porast broja istraživačkih studija u ovoj oblasti. Analizirajući dostupnu literaturu, može se izdvojiti nekoliko ključnih aspekata u kojima AI ima značajan potencijal:

- *Optimizacija ruta i smanjenje ukupnog vremena dostave* - Optimizacija ruta je jedan od najistraženijih aspekata u primeni AI u poštanskom saobraćaju i dostavi poslednje milje. Rešenja zasnovana na mašinskom učenju, genetskim algoritmima, neuronskim mrežama, fuzzy logici i sl, utiču na smanjenje vremena dostave, posebno u urbanim područjima, gde su saobraćajni uslovi kompleksni. Jedan od osnovnih razloga, jeste što ovakva rešenja mogu analizirati velike količine podataka u realnom vremenu, uključujući saobraćajne uslove, vremenske prilike, dnevne i sezonske varijacije, kao i druge uticajne faktore [4], [5].
- *Predikcija obima pošiljaka i efikasno planiranje resursa* - Analitički alati zasnovani na AI, kao što su regresioni modeli i metode za obradu *big data*, omogućavaju poštanskim operatorima da predviđaju obim pošiljaka u određenim periodima. Na taj način pomažu i u planiranju resursa, kao što su broj vozila, radna snaga i kapacitet skladišta [6].
- *Automatizacija poslovnih aktivnosti* - U poštanskim kompanijama se u velikoj meri koriste automatizovani sistemi za preradu i dostavu pošiljaka. Kada je reč o preradi pošiljaka, brojni su podsistemi pogodni za upotrebu AI, jedan od poznatijih jeste prepoznavanje rukopisa, odnosno adrese na pošiljci. Veoma važnu primenu, a u cilju unapređenja iskorišćenja tovarnog prostora, imaju algoritmi za rešavanje problema pakovanja pošiljaka [7]. Kada je reč o fazi dostave, sistemi zasnovani na upotrebi robota, dronova ili autonomnih vozila, koriste čitav splet

različitih podsistema AI, kao što su prepoznavanje slika, navigacija koja omogućava vozilima da se kreću bez ljudske intervencije i reaguju na promene u okruženju i sl [8], [9].

- *Smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu* - Postoji sve veći pritisak na poštanske i sisteme za dostavu, da smanje svoj ekološki otisak [10]. Pri tome, kompanije razvijaju razne strategije, koje se uglavnom odnose na poštovanje modela održivog razvoja [11]. AI je koristan alat za planiranje zelenih ruta, koje u eksploataciji rezultiraju smanjenjem emisije CO₂ i optimizacijom potrošnje goriva. Pojedine studije ukazuju na to da kombinacija AI sa električnim vozilima i drugim održivim alternativama može značajno smanjiti štetne emisije [12], [13].
- *Unapređenje kvaliteta usluga i njihova personalizacija* - Kontinualno unapređenje kvaliteta usluge, predstavlja jedan od preduslova za konkurentno poslovanje na tržištu [2]. Alati zasnovani na AI, mogu biti vrlo efikasna korisnička podrška, dostupna 24/7. Takođe, mogu se koristiti u marketinške svrhe, pre svega u direktnom marketingu, prepoznajući navike i potrebe korisnika. Dodatno, analiza preferencije korisnika može se koristiti za predikciju vremena dostave, odnosno za prilagođavanje termina dostave prema preferencijama korisnika, što doprinosi zadovoljstvu korisnika [14].
- *Izbor modela dostave* – Primena AI, može biti od izuzetnog značaja, prilikom izbora adekvatnog modela dostave, pri čemu se simulira rezonovanje eksperata ili sagledavaju realne okolnosti i odgovarajući uticajni faktori. Uglavnom su to tehnički, društveni, ekonomski i ekološki faktori, na osnovu kojih se gradi održivost alternativa [15].

Iako AI donosi brojne prednosti, postoje izazovi poput visokih troškova implementacije, potrebe za obukom zaposlenih i rešavanja pitanja sigurnosti i privatnosti podataka. Takođe, integracija novih tehnologija sa postojećim sistemima može biti kompleksna i zahtevati dodatne resurse. Ovi aspekti su takođe prisutni u literaturi [16].

Kada su u pitanju iskustva u primeni veštačke inteligencije u realnom sistemu, istraženi su izvori istaknutih svetskih kompanija koje se bave dostavom. U nastavku su prikazana neka od njihovih AI rešenja.

AI rešenja u kompaniji DHL. U oblasti optimizacije i automatizacije procesa, kompanija DHL koristi napredne algoritme za optimizaciju ruta, uključujući *dynamic route optimization* koja se prilagođava u realnom vremenu na osnovu saobraćajnih uslova i prioriteta pošiljaka. Kompanija je implementirala i robote u skladištima, koji pomažu u prenosu i pakovanju pošiljaka, čime se smanjuje radno opterećenje i vreme pakovanja. Za otpremu pošiljaka, uveden je koncept *vision picking*, koji podrazumeva da radnici nose pametne naočare kako bi identifikovali proizvode za pakovanje uz pomoć AR (augmented reality). Kada je reč o prediktivnoj analitici i unapređenju korisničkog iskustva koriste se koncepti *big data* i AI za praćenje i predikciju zahteva korisnika, što kasnije omogućava bolje upravljanje vremenom dostave i smanjuje verovatnoću grešaka. U sektoru korisničke podrške, DHL koristi virtualne asistente i NLP (*Natural Language Processing*) kako bi automatizovao obradu korisničkih upita i brzo pružio odgovore. U okviru faze dostave, DHL već duže vreme razvija nova tehnološka rešenja, poput dronova i autonomnih vozila, čije funkcionisanje zasniva na primeni veštačke inteligencije. Kada su u pitanju sigurnosni

sistemi, izdvaja se primena AI kamera za identifikaciju sumnjivih aktivnosti u skladištima i halama za preradu pošiljaka, kao i ustaljeni sistemi za praćenje pošiljaka.¹

AI rešenja u kompaniji FedEx. FedEx takođe koristi AI modele za dinamičko usmeravanje paketa u realnom vremenu, uzimajući u obzir faktore kao što su vremenski uslovi i stanje saobraćaja. Ovi modeli poboljšavaju tačnost procene potrebnog vremena isporuke i samim tim omogućavaju efikasnije planiranje ruta. U saradnji sa kompanijama kao što su Nimble i Dexterity, FedEx je uveo veštačkom inteligencijom vođene robote za automatizaciju procesa kao što su sortiranje pošiljaka i njihov utovar u kamione. Konkretno, robot *DexR* koristi AI za efikasno slaganje paketa različitih veličina unutar dostavnih vozila. Sa aspekta unapređenja sigurnosti, kompanija je implementirala *FedEx Surround* sistem koji kombinuje AI i senzorsku tehnologiju za praćenje pošiljaka u realnom vremenu, omogućavajući predviđanje potencijalnih problema i proaktivno delovanje. Za integrisanje podataka iz različitih izvora, kako bi se generisala rešenja zasnovana na analitici i AI, razvijen je sistem *FedEx Dataworks*.²

AI rešenja u kompaniji UPS. Za optimizaciju ruta UPS koristi sistem pod nazivom *On-Road Integrated Optimization and Navigation (ORION)*, koji primenjuje napredne algoritme za planiranje i optimizaciju ruta koje vozači koriste. Ovaj sistem analizira podatke o saobraćaju, vremenskim uslovima i drugim relevantnim faktorima kako bi smanjio pređene kilometre i potrošnju goriva, što rezultira uštedom od oko 200 miliona dolara godišnje. Kao i ostale kompanije iz ove oblasti, na sličnom tehnološkom nivou, kompanija koristi AI i automatizaciju za poboljšanje efikasnosti. To podrazumeva i upotrebu robota i mašinskog učenja za optimizaciju skladišnog prostora i ubrzanje procesa dostave. Sa aspekta sigurnosti UPS je implementirao sistem *DeliveryDefense*, koji koristi AI za identifikaciju potencijalnih rizika od krađe paketa. Ovaj sistem analizira podatke o lokaciji, učestalosti gubitaka i drugim faktorima kako bi predvideo verovatnoću uspešne dostave i omogućio preusmeravanje rizičnih pošiljaka na sigurnije lokacije. Kako bi unapredili radno okruženje, u kompaniji je implementirana platforma *Languages Across Logistics (LAL)*, koja služi za prevazilaženje jezičkih barijera među zaposlenima. Ova tehnologija omogućava prevodenje u realnom vremenu, olakšavajući komunikaciju i obuku zaposlenih iz različitih jezičkih sredina.³

AI rešenja u kompaniji Amazon. Kako je primarno usmerena na e-trgovinu i dostavu kupljenih proizvoda, kompanija Amazon koristi AI za prediktivnu analitiku koja procenjuje buduću potražnju za proizvodima i optimizuje zalihe u skladištima. Kroz predikcije potražnje, kompanija može poslati proizvode do najbližih skladišta, unapređujući efikasnost čitavog procesa. Takođe, Amazon je uveo *AI Shopping Guides* kako bi pomogao kupcima da brže pronađu proizvode koji odgovaraju njihovim potrebama. Ovi vodiči koriste AI za konsolidaciju ključnih informacija o proizvodima, olakšavajući proces donošenja odluka prilikom kupovine. U skladištima su u upotrebi rešenja, kao što su *Kiva* roboti za transport i organizaciju paketa. Oni automatski optimizuju skladišni prostor i povećavaju efikasnost tako što autonomno pomeraju proizvode do tačaka pakovanja. Poznat je i koncept *PrimeAir* koji kompanija koristi za

¹ <https://www.dhl.com/>

² <https://www.fedex.com>

³ <https://www.ups.com>

dostavu pošiljaka dronom. ⁴ Kompanija je otišla korak dalje i oformila *Amazon Web Services (AWS)* platformu za računarstvo u oblaku koju pruža trećim licima. AWS nudi preko 200 potpuno funkcionalnih usluga, omogućavajući korisnicima da pristupe različitim IT resursima putem interneta. Platforma nudi širok spektar i servisa veštačke inteligencije koje omogućavaju korisnicima da integrišu inteligentne funkcionalnosti u svoje aplikacije bez potrebe za opsežnim znanjem o mašinskom učenju. Najpoznatije AI usluge koje AWS pruža, uključuju⁵:

- *Amazon Q* - AI asistent dizajniran za poslovnu upotrebu, omogućava korisnicima da postavljaju pitanja, generišu sadržaj i dobijaju uvide povezivanjem sa internim informacijama kompanije. Može se prilagoditi specifičnim potrebama preduzeća i integriše se sa različitim sistemima za upravljanje podacima.
- *Amazon SageMaker* - Omogućava programerima i drugim interesnim grupama da brzo kreiraju, obuče i implementiraju modele mašinskog učenja na oblaku. Pruža alate za rad sa različitim algoritmima i omogućava integraciju sa drugim *AWS* uslugama.
- *Amazon Rekognition* - Pruža unapred obučene i prilagodljive mogućnosti računarskog vida za ekstrakciju informacija i uvida iz slika i video zapisa. Koristi se za prepoznavanje objekata, lica i teksta, kao i za modeliranje sadržaja i analizu medija.
- *Amazon Polly* - Pretvara tekst u govor, podržavajući više jezika i glasova. Koristi se za kreiranje aplikacija sa mogućnostima govora, kao što su čitači ekrana i interaktivni glasovni asistenti.
- *Amazon Lex* - Omogućava kreiranje konverzijskih interfejsa koristeći glas i tekst. Pogodan je za kreiranje virtuelnih asistenata i drugih interaktivnih aplikacija koje koriste prirodni jezik.
- *Amazon Transcribe* - Automatski konvertuje govor u tekst brzo i precizno. Koristi se za transkripciju poziva, generisanje titlova i analizu govora.
- *Amazon Translate* - Neuralna mašinska prevodilačka usluga koja pruža brze, visokokvalitetne, pristupačne i prilagodljive prevode između različitih jezika. Pomaže u prevazilaženju jezičkih barijera u aplikacijama i sadržaju.

3. Rezultati istraživanja stavova eksperata o primeni veštačke inteligencije u poštanskim sistemima

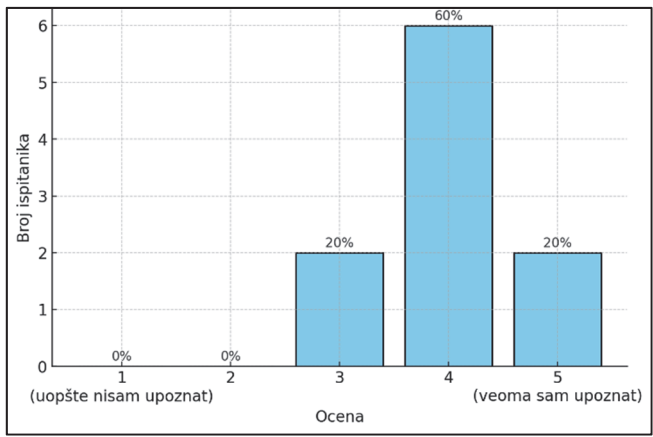
U nastavku će biti prikazani rezultati istraživanja o stavovima eksperata vezanih za primenu veštačke inteligencije u poštanskim sistemima. U istraživanju je učestvovalo deset eksperata iz oblasti poštanskog saobraćaja, koji dolaze iz akademske institucije, javnog i privatnih poštanskih operatora. Upitnik se sastojao od ukupno 10 pitanja, i to iz demografske grupe, kao i iz oblasti primene AI u poštanskim sistemima. Kreiran je na *Google* platformi, tako da su tim putem prikupljeni i odgovori.

U okviru prve grupe pitanja, eksperti su se izjašnjavali o polu i godinama iskustva u struci. Dok su se u okviru druge grupe pitanja izjašnjavali o nivou poznavanja koncepta veštačke inteligencije, kao i o prednostima AI u poštanskim sistemima. Nakon toga,

⁴ <https://www.amazon.com>

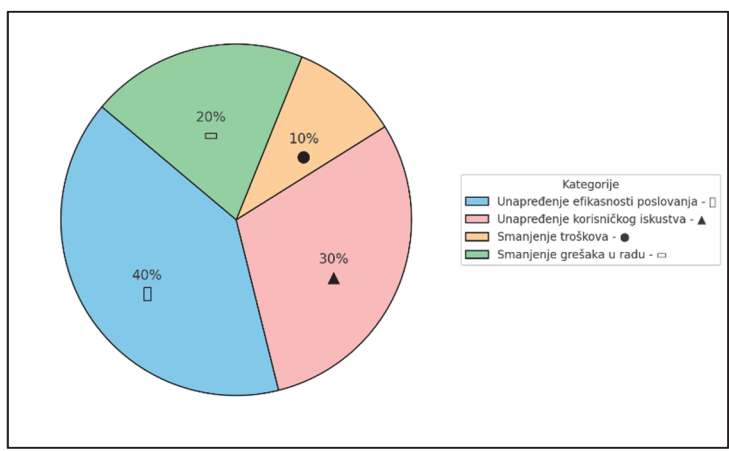
⁵ <https://aws.amazon.com/ai/services/>

eksperti su imali zadatak da definišu nivo prioriteta za implementaciju AI rešenja prilikom rešavanja određenih zadataka u poštanskim sistemima kao i izazove u implementaciji ovog koncepta. Analizirana je i percepcija eksperata da li veštačka inteligencija više doprinosi optimizaciji unutrašnjih operacija ili poboljšanju usluge prema korisnicima, nakon čega su ispitanici i stavovi o balansu između ljudske interakcije i AI, kao i o njenom uticaju na radna mesta. Za poslednje pitanje, ispitanici su iznosili svoja predviđanja o razvoju poštanskih sistema u narednih 5-10 godina. Na Slici 1, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Koliko ste upoznati sa konceptom veštačke inteligencije?”.



Slika 1. Nivo poznavanja AI koncepta

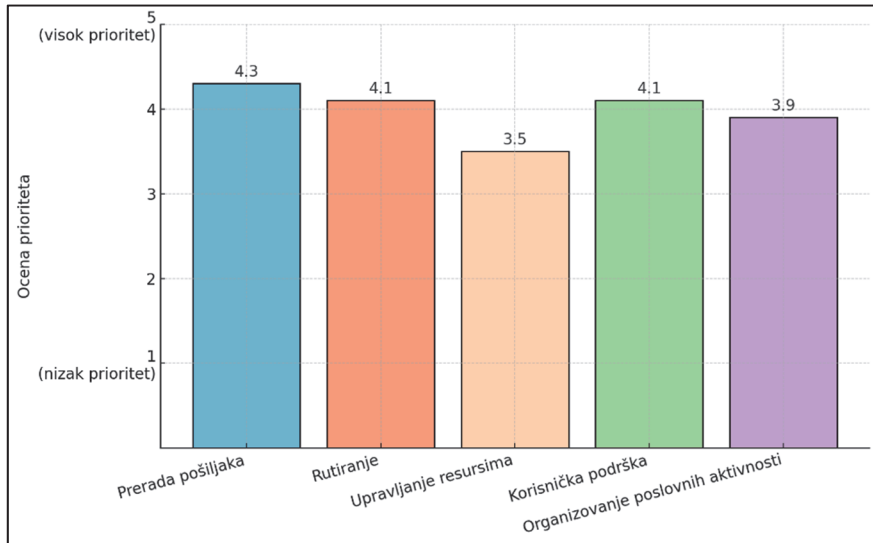
Na osnovu prikazanih rezultata, lako je zaključiti da je većina eksperata dobro upoznata sa konceptom AI, dok onih koji nisu upoznati nije bilo. Razlog je pre svega u rasprostranjenosti i prisutnosti veštačke inteligencije u savremenom poslovanju i svakodnevnom životu. Na Slici 2, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Koja je, prema Vašem mišljenju, glavna prednost primene veštačke inteligencije u poštanskim sistemima?”.



Slika 2. Glavna prednost primene veštačke inteligencije u poštanskim sistemima

Mišljenja eksperata ukazuju da se najveća prednost primene veštačke inteligencije u poštanskim sistemima, može sagledati na polju unapređenja efikasnosti poslovanja i na unapređenju korisničkog iskustva. Na osnovu pregleda literature i dostupnih rešenja iz prakse, može se zaključiti da je ovim oblastima posvećena značajna pažnja, što dodatno potvrđuje stavove eksperata.

Na Slici 3, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Definišite prioritete, za implementaciju AI, između izdvojenih zadataka u poštanskom sistemu?”.

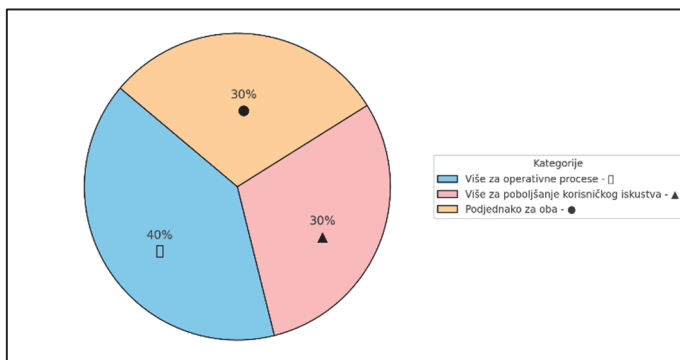


Slika 3. Ocene prioriteta uvođenja AI za izdvojene zadatke

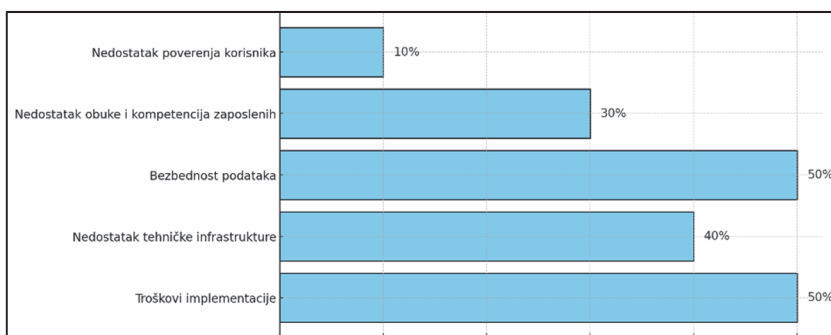
Dobijeni rezultati ukazuju da se posebno izdvajaju tri zadatka, kao prioritetna, za čije je rešavanje potrebno implementirati AI, a to su prerada pošiljaka, rutiranje i korisnička podrška. To svakako jesu zadaci za čije rešavanje se već uspešno koriste mogućnosti AI, u onim sistemima gde je ova tehnologija implementirana, što je još jedna povrda validnosti stavova eksperata. Svakako i preostala dva zadatka imaju respektabilne ocene prioriteta, koje ih stavljaju u fokus za dalji monitoring.

Na Slici 4, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Da li smatrate da je AI više koristan za operativne procese ili za poboljšanje korisničkog iskustva?”.

Najveći deo ispitanika smatra da je AI korisniji za poboljšanje operativnih procesa. To može uključivati zadatke kao što su automatizacija obrade pošiljaka, optimizacija ruta, upravljanje resursima i sl. Ovaj rezultat ukazuje na percepciju da AI ima najveći potencijal u poboljšanju efikasnosti unutar same organizacije. Značajan deo ispitanika takođe vidi vrednost AI u unapređenju korisničkog iskustva, kao što su brže i preciznije odgovaranje na upite korisnika ili personalizacija usluga. Treći grupa eksperata smatra da AI može podjednako doprineti i operativnim procesima i korisničkom iskustvu. Ovaj rezultat sugerise da mnogi vide potencijal u balansiranju koristi koje AI donosi i organizaciji i korisnicima. Na Slici 5, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Koji su, po Vašem mišljenju, najveći izazovi u primeni AI u poštanskim sistemima?”.

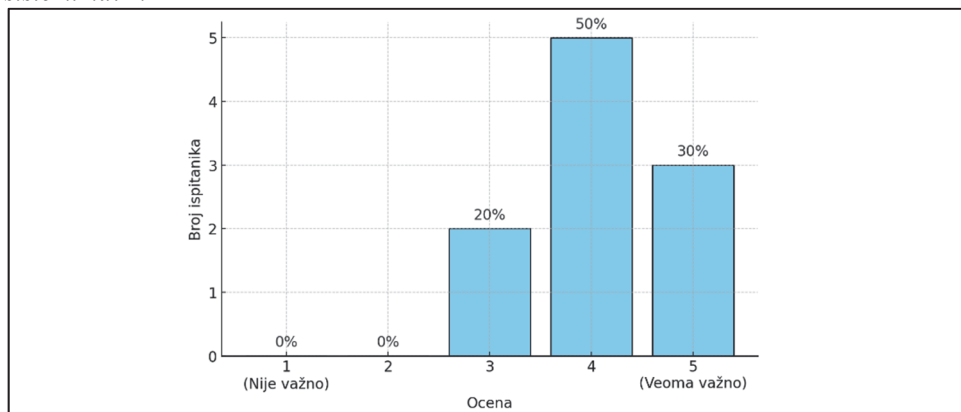


Slika 4. Korisnost veštačke inteligencije po izdvojenim oblastima



Slika 5. Izazovi u primeni AI u poštanskim sistemima

Prilikom odgovora na ovo pitanje, eksperti su mogli označiti više opcija, što se odrazilo i na rezultate, kao što se može zaključiti sa grafika. Kao izazovi, posebno se izdvajaju bezbednost podataka, troškovi implementacije i nedostatak tehničke infrastrukture. Na Slici 6, prikazani su rezultati odgovora na pitanje “Koliko je važno održati ravnotežu između ljudske interakcije i automatizovanih AI procesa u poštanskim sistemima?”.



Slika 6. Ocena važnosti ravnoteže između ljudske interakcije i AI

Rezultati pokazuju jasnu tendenciju ka očuvanju ravnoteže između AI i ljudske interakcije. To sugerise da većina eksperata veruje da, i pored koristi od automatizacije, ljudska komponenta ostaje bitna u poštanskim sistemima. Kada je reč o uticaju AI na broj radnih mesta u poštanskom sektoru, 20% ispitanika smatra da će se on značajno smanjiti, 50% da će se umereno smanjiti, dok 30% smatra da se broj radnih mesta neće smanjiti. Dodatno, eksperti većinom od 90% smatraju da će u narednom periodu primena AI u poštanskim sistemima biti u fazi umerenog rasta i prilagođavanja.

4. Zaključak

Uvođenje veštačke inteligencije u sisteme za dostavu pošiljaka predstavlja ključan korak u transformaciji logističkog sektora prema bržim, efikasnijim i održivijim uslugama. Zahvaljujući ovom konceptu, moguće je bolje planirati resurse, predvideti potražnju, efikasno obrađivati zahteve i distribuirati pošiljke u zavisnosti od uslova u realnom vremenu. Sa druge strane, AI rešenja unapređuju i korisničko iskustvo, što predstavlja vrednost više. Osim ovih koristi, primena veštačke inteligencije donosi sa sobom izazove poput tehničke složenosti, visokih inicijalnih troškova i etičkih pitanja vezanih za privatnost i bezbednost podataka. Potrebno je rešiti i izazove usaglašenosti između različitih tehnologija i sistema, kao i obezbediti adekvatnu obuku zaposlenih za rad sa novim tehnologijama. Buduća istraživanja mogu doprineti razvoju održivijih rešenja, što će dodatno oblikovati globalnu logistiku i odgovoriti na rastuće zahteve savremenog tržišta.

Literatura

- [1] A. Mandale, P. Jumle, M. Wanjari, and D. Biranje, "A Review Paper on the Use of Artificial Intelligence in Postal and Parcel Sorting," *Proc. Int. Conf. Contemp. Comput. Informatics, IC3I 2023*, pp. 768–773, 2023, doi: 10.1109/IC3I59117.2023.10397892.
- [2] D. Lazarević, M. Dobrodolac, L. Švadlenka, and B. Stanivuković, "A model for business performance improvement: a case of the postal company," *J. Bus. Econ. Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 564–592, Feb. 2020, doi: 10.3846/JBEM.2020.12193.
- [3] J. Brand, "Exploring the Moral Value of Explainable Artificial Intelligence Through Public Service Postal Banks," *AIES 2023 - Proc. 2023 AAAI/ACM Conf. AI, Ethics, Soc.*, pp. 990–992, Aug. 2023, doi: 10.1145/3600211.3604741.
- [4] B. Mo, Q. Wang, X. Guo, M. Winkenbach, and J. Zhao, "Predicting Drivers' Route Trajectories in Last-Mile Delivery Using A Pair-wise Attention-based Pointer Neural Network," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 175, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.tre.2023.103168.
- [5] P. Suanpang and P. Jamjuntr, "Optimizing Last-Mile Delivery By Deep Q-Learning Approach For Autonomous Drone Routing In Smart Logistics," *Oper. Res. Eng. Sci. Theory Appl.*, vol. 7, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.31181/ORESTA190101S.
- [6] A. C. De Araujo and A. Etemad, "End-to-End Prediction of Parcel Delivery Time with Deep Learning for Smart-City Applications," *IEEE Internet Things J.*, vol. 8, no. 23, pp. 17043–17056, Sep. 2020, doi: 10.1109/JIOT.2021.3077007.
- [7] D. Lazarevic, M. Dobrodolac, M. Petrovic, and A. Tfunovic, "Application Of Geometric Modeling To Improve The Efficiency Of The Delivery Phase In The

- E-Commerce,” in *9th International Conference MoNGeometrija 2023*, 2023, pp. 381–388.
- [8] E. Shaklab *et al.*, “Towards Autonomous and Safe Last-mile Deliveries with AI-augmented Self-driving Delivery Robots,” May 2023, Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2305.17705v1>
- [9] C. K. Indira, N. Gayathrilahari, J. Jyoshna, A. Jyothi, M. S. C. Sruthi, and D. V. Saranya, “Automated Handwritten Letter Recognition using Optimized Deep Learning Model,” *2024 Int. Conf. Knowl. Eng. Commun. Syst. ICKECS 2024*, 2024, doi: 10.1109/ICKECS61492.2024.10617014.
- [10] D. Lazarevic, L. Švadlenka, V. Radojicic, and M. Dobrodolac, “New Express Delivery Service and Its Impact on CO2 Emissions,” *Sustain. 2020, Vol. 12, Page 456*, vol. 12, no. 2, p. 456, Jan. 2020, doi: 10.3390/SU12020456.
- [11] D. Lazarević and M. Dobrodolac, “Sustainability Trends In The Postal Systems Of Last-Mile Delivery,” *Perner’s Contacts*, vol. 15, no. 1, p. 2020, Jun. 2020, doi: 10.46585/PC.2020.1.1547.
- [12] W. L. Shang *et al.*, “Driving forces of CO2 emissions from the transport, storage and postal sectors: A pathway to achieving carbon neutrality,” *Appl. Energy*, vol. 365, p. 123226, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.APENERGY.2024.123226.
- [13] W. Chen, Y. Men, N. Fuster, C. Osorio, and A. A. Juan, “Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review,” *Sustain. 2024, Vol. 16, Page 9145*, vol. 16, no. 21, p. 9145, Oct. 2024, doi: 10.3390/SU16219145.
- [14] M. S. Islam, S. F. R. Suad, and A. Rahman, “Leveraging AI to Overcome Key Challenges in Last-Mile Delivery: Enhancing Customer Experience and Operational Efficiency in E-commerce,” *Supply Chain Insid. | ISSN 2617-7420 (Print), 2617-7420*, vol. 14, no. 1, Oct. 2024, Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available: <https://supplychaininsider.org/ojs/index.php/home/article/view/118>
- [15] D. Pamucar, D. Lazarević, M. Dobrodolac, V. Simic, and Ö. F. Görçün, “Prioritization of crowdsourcing models for last-mile delivery using fuzzy Sugeno–Weber framework,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 128, p. 107414, Feb. 2024, doi: 10.1016/J.ENGAPPAI.2023.107414.
- [16] I. A. Shah, N. Z. Jhanjhi, and S. K. Ray, “Artificial Intelligence Applications in the Context of the Security Framework for the Logistics Industry,” <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-6684-6361-1.ch011>, pp. 297–316, Jan. 1AD, doi: 10.4018/978-1-6684-6361-1.CH011.

Abstract: *The paper examines some possibilities and effects of applying Artificial Intelligence (AI) in postal systems. A brief overview of the literature in this field and a review of the most commonly used solutions by leading global companies engaged in shipment delivery are presented. A survey was conducted to gather expert views on AI application in postal systems, aiming to identify key indicators that could guide the implementation and utilization of this concept and to analyze the main priorities, benefits, and challenges it presents.*

Keywords: *shipment delivery, artificial intelligence (AI), optimization, efficiency improvement, modern technological solutions*

POSSIBILITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN POSTAL SYSTEMS

Momčilo Dobrodolac, Dragan Lazarević, Aleksandar Trifunović, Maja Petrović