

# ULOGA UMJETNE INTELIGENCIJE U UNAPREĐENJU INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SISTEMA ZA EFIKASNIJI PREVOZ PUTNIKA U URBANIM SREDINAMA / THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN IMPROVING INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS FOR MORE EFFICIENT PASSENGER TRANSPORT IN URBAN AREAS

Almir Ahmetspahić<sup>1</sup>, Goran Popović<sup>2</sup>, Mirza Mehanović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>BH Telecom, d.d. Sarajevo, Franca Lebara 7, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina,

<sup>2</sup>IUT, Fakultet politehničkih nauka Travnik, Aleja Konzula – Meljanac bb, 72270 Travnik, BiH

<sup>3</sup>Centralna banka Bosne i Hercegovine, Maršala Tita 25, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

e-mail: ultra@bih.net.ba, goran.popovic@iu-travnik.com, mirza.mehanovic@yahoo.com

*Stručni članak*

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401396>

UDK / UDC 004.8:656.1:711.4

## Sažetak

*Umjetna inteligencija (AI) postaje ključni element unapređenja transportnih sistema, omogućavajući automatizaciju, optimizaciju i predikciju saobraćajnih tokova u realnom vremenu. Njena primjena u Inteligentnim transportnim sistemima (ITS) doprinosi efikasnijem prevozu putnika u urbanim sredinama, gdje infrastruktura ne prati rast potražnje, što dovodi do čestih saobraćajnih gužvi i zastoja. U radu će biti opisano kako napredni AI algoritmi i modeli dubokog učenja omogućavaju analizu saobraćaja, predviđanje gužvi i optimizaciju ruta, poboljšavajući pouzdanost i efikasnost javnog prevoza. Integracija AI u ITS ne samo da optimizuje tokove saobraćaja, već i doprinosi održivosti smanjenjem emisija i unapređenjem energetske performansi. Pametna rješenja zasnovana na podacima čine transport sigurnijim, ekološki prihvatljivijim i prilagođenim potrebama korisnika.*

**Ključne riječi:** *Umjetna inteligencija (AI), Inteligentni transportni sistemi (ITS), Prevoz putnika, Optimizacija saobraćaja, Efikasnost javnog prevoza*

*JEL klasifikacija: L86*

## Abstract

*Artificial intelligence (AI) is becoming a key element in enhancing transportation systems, enabling automation, optimization, and real-time traffic flow prediction. Its application in Intelligent Transportation Systems (ITS) contributes to more efficient passenger transport in urban areas, where infrastructure fails to keep up with growing demand, leading to frequent traffic congestion and bottlenecks. This paper will describe how advanced AI algorithms and deep learning models enable traffic analysis, congestion prediction, and route optimization, improving the reliability and efficiency of public transportation. The integration of AI into ITS not only optimizes traffic flows but also enhances sustainability by reducing emissions and improving energy performance. Data-driven smart solutions make transportation safer, more environmentally friendly, and better suited to user needs.*

**Keywords:** *Artificial Intelligence (AI), Intelligent Transportation Systems (ITS), Passenger Transport, Traffic Optimization, Public Transport Efficiency*

*JEL classification: L86*

## UVOD

Veliki gradovi suočavaju se s izazovima u organizaciji javnog prevoza zbog urbanizacije i rasta broja putnika. Ograničeni kapaciteti saobraćajne infrastrukture uzrokuju gužve, kašnjenja i povećanu emisiju štetnih gasova, što negativno utiče na kvalitet života. Tradicionalna rješenja, poput širenja saobraćajne mreže, često nisu dala očekivane rezultate zbog visokih troškova i ograničenog prostora. Umjetna inteligencija (AI) igra ključnu ulogu u unapređenju ITS-a omogućavajući analizu podataka, automatizaciju odluka i prediktivne modele za optimizaciju saobraćaja. AI tehnologije, poput mašinskog učenja i analize podataka, poboljšavaju efikasnost prevoza kroz preciznije predviđanje potražnje, dinamičko upravljanje rutama i optimizaciju saobraćajnih tokova. Primjena AI-a u ITS smanjuje gužve, poboljšava tačnost rasporeda vožnje i povećava sigurnost u saobraćaju. Njihova integracija s konceptom pametnog grada doprinosi održivom, ekološki prihvatljivom i efikasnom transportnom sistemu. Ovaj rad istražuje ulogu AI-a u ITS-u, analizirajući njegove primjene, izazove i mogućnosti za poboljšanje prevoza putnika u urbanim sredinama. Cilj je identifikovati optimalne AI strategije za modernizaciju javnog gradskog prevoza.

## 1. ULOGA UMJETNE INTELIGENCIJE U ITS-U

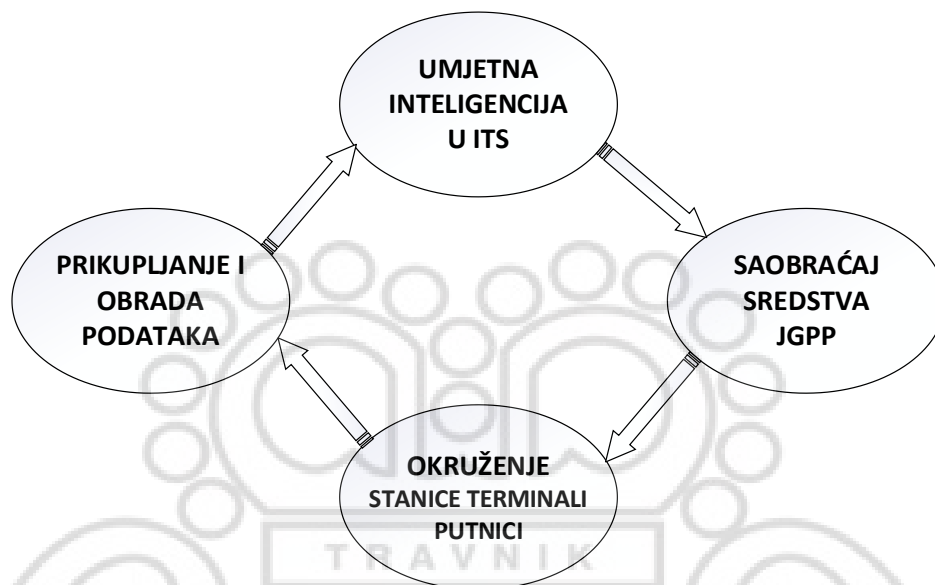
Inteligencija podrazumijeva sposobnost učenja i rješavanja novih problema, što uključuje posjedovanje i primjenu znanja. U kontekstu Inteligentnih Transportnih Sistema (ITS), inteligencija se odnosi na sposobnost prikupljanja i obrade podataka, čime se omogućava bolje prilagođavanje i optimizacija saobraćajnih procesa [1].

Umjetna inteligencija (AI – Artificial Intelligence) obuhvata razvoj sistema koji mogu donositi zaključke o okolini, razumjeti prirodni jezik, prepoznavati vizuelne obrasce i obavljati zadatke koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju. Napredak AI omogućio je razvoj ambijentalne inteligencije (AmI – Ambient Intelligence), koja integriše senzore, komunikacijske uređaje i računarske sisteme kako bi omogućila inteligentne usluge u svakodnevnom okruženju [5].

U oblasti transporta, ambijentalna inteligencija poboljšava interakciju komponenti sistema i njihovu komunikaciju s okolinom. Fokus je na korisnički orijentisanom pristupu, omogućavajući efikasnije usluge i veću interakciju između korisnika i sistema. Ambijentalna inteligencija podrazumijeva razvoj intuitivnih interfejsa koji omogućavaju prepoznavanje i reagovanje na prisustvo entiteta u okruženju, pri čemu tehnologija treba biti prilagođena korisnicima, a ne obrnuto.

AI ima široku primjenu u transportnim sistemima, uključujući predikcije saobraćaja, optimizaciju transportnih ruta, prepoznavanje obrazaca i unapređenje upravljanja saobraćajem. Ove tehnologije se odlikuju fleksibilnošću, prilagodljivošću i sposobnošću obrade velikih količina podataka, što doprinosi efikasnijem funkcionisanju ITS-a.

Postojeće tehnologije omogućavaju prikupljanje i analizu podataka u realnom vremenu, ali njihova vrijednost zavisi od sposobnosti interpretacije i korisnosti za krajnje korisnike. Inteligentne aplikacije ne samo da pružaju informacije, već razumiju namjere korisnika i prilagođavaju informacije specifičnim situacijama.

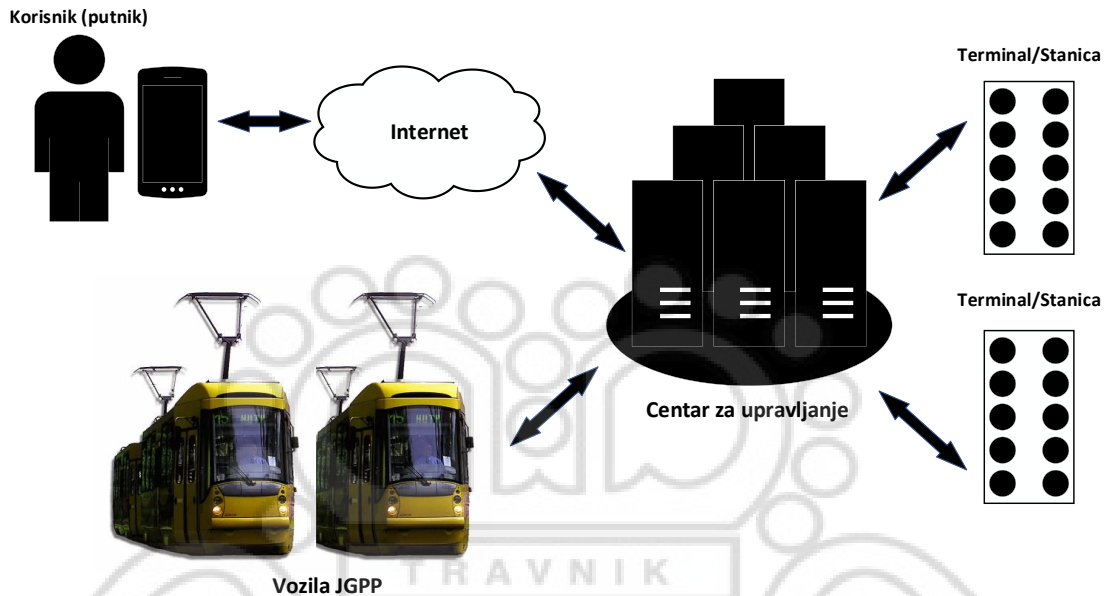


Slika 1. Uloga umjetne inteligencije AI u ITS-u.

Informacijsko-komunikacijske tehnologije omogućavaju visok nivo funkcionalnosti, uključujući sisteme pozicioniranja bazirane na Automatic Vehicle Location (AVL) uređajima s Global Positioning System (GPS) tehnologijom. Podaci o lokalizaciji saobraćajnih entiteta prikupljaju se putem analognih i digitalnih senzora, dok se njihova analiza i predikcija vrši uz primjenu savremenih statističkih metoda, mašinskog učenja i obrade podataka.

Korištenjem AI tehnologija, javni prevoz postaje precizniji, efikasniji i pouzdaniji. Ključni aspekti primjene AI u ITS-u uključuju:

- **Optimizaciju saobraćajnih tokova i ruta** - AI analizira podatke po trenutnim i historijskim saobraćajnim obrascima kako bi u realnom vremenu predložio najefikasnije raspored vozila i smanjio zastoje;
- **Automatsku analizu podataka i predikciju gužvi** - Korištenjem mašinskog učenja, historijskih podataka o saobraćaju i senzorskih podataka, AI može unaprijed detektovati nastanak gužvi i predložiti optimalan broj i raspored vozila na ruti;
- **Inteligentno upravljanje semaforima** - Korištenjem AI algoritama i neuronskih mreža, semafori dinamički prilagođavaju trajanje signala, dajući prednost vozilima javnog prevoza, smanjujući kašnjenja i poboljšavajući protočnost saobraćaja.
- **Praćenje i predviđanje kvarova na vozilima** - Analizom podataka sa senzora u vozilima, AI može identifikovati obrasce koji ukazuju na potencijalne kvarove i omogućiti preventivno održavanje, čime se smanjuju troškovi i vrijeme zastoja.
- **Analiza ponašanja putnika** - AI omogućava prikupljanje i obradu podataka o obrascima kretanja putnika, što pomaže u boljem planiranju i optimizaciji kapaciteta vozila.
- **Poboljšanje korisničkog iskustva kroz personalizovane informacije i preporuke** - AI analizira navike i preferencije korisnika kako bi pružio prilagođene informacije o rutama, vremenu dolaska vozila i alternativnim opcijama prevoza.



Slika 2. Opšta arhitektura primjene AI u ITS-u.

Primjena umjetne inteligencije (AI) u inteligentnim transportnim sistemima (ITS) za javni gradski prevoz putnika donosi značajna poboljšanja u efikasnosti, održivosti i kvalitetu usluga. Korištenjem naprednih AI algoritama, javni prevoz postaje prilagodljiviji, precizniji i ekološki prihvatljiviji. Daljnji razvoj i integracija AI tehnologija u ITS ključni su za modernizaciju i unapređenje urbanog transporta. Kontinuirana ulaganja u istraživanje i inovacije omogućit će pametniji i održiviji gradski prevoz u budućnosti.

AI omogućava inteligentnu analizu podataka s različitih izvora, poput senzora, kamera, GPS uređaja i pametnih kartica, čime se poboljšava efikasnost i sigurnost sistema JGPP.

Iako AI donosi značajne koristi, postoje i izazovi. Implementacija zahtijeva velika ulaganja u infrastrukturu i razvoj algoritama, a zaštita privatnosti podataka putnika ostaje ključno pitanje. U budućnosti se očekuje razvoj autonomnih vozila u ITS-u te integracija AI s IoT tehnologijama za efikasnije upravljanje saobraćajem.

## 2.METODE UMJETNE INTELIGENCIJE U JAVNOM GRADSKOM PREVOZU PUTNIKA

Razvoj umjetne inteligencije (AI) omogućio je napredna rješenja za optimizaciju i efikasno upravljanje javnim gradskim prevozom putnika. Različite AI metode, poput sistema zasnovanih na znanju (KBS), neuronskih mreža (NN), genetskih algoritama (GA) i fuzzy logike, koriste se za poboljšanje pouzdanosti prevoza, optimizaciju ruta, smanjenje zagušenja i povećanje sigurnosti putnika.

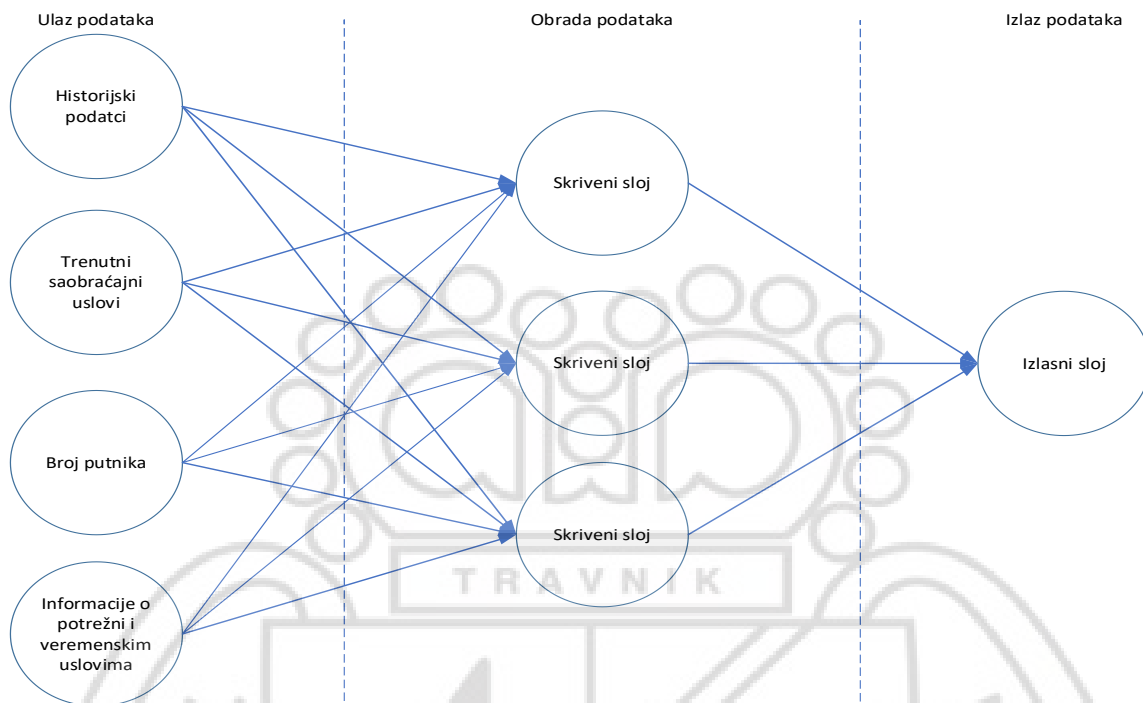
### 2.1.SISTEMI ZASNOVANI NA ZNANJU (KBS) U JAVNOM PREVOZU

Sistemi zasnovani na znanju (Knowledge-Based Systems - KBS) koriste bazu pravila, algoritme zaključivanja i dostupne podatke kako bi omogućili donošenje odluka u realnom vremenu. U kontekstu javnog prevoza, KBS igra ključnu ulogu u unapređenju efikasnosti, sigurnosti i kvaliteta usluga. Njihova primjena se ogleda u nekoliko ključnih oblasti:

- **Dinamika planiranja ruta i voznog reda** - KBS analizira historijske i trenutne podatke o potražnji putnika, saobraćajnim uslovima i događajima u realnom vremenu. Na osnovu ovih informacija, sistem optimizuje raspored polazaka, prilagođava rute i minimizira kašnjenja. To omogućava bolju iskorištenost resursa i povećava zadovoljstvo korisnika.
- **Predviđanje opterećenja linija** - Korištenjem naprednih algoritama za analizu podataka, KBS može predvidjeti opterećenost pojedinih linija i perioda najveće potražnje. Na osnovu ovih predviđanja, operatori mogu prilagoditi kapacitete vozila, učestalost polazaka i broj dostupnih jedinica prevoza, čime se smanjuju gužve i optimizuje protok putnika.
- **Održavanje i servisiranje vozila** - KBS omogućava praćenje tehničkog stanja vozila kroz analizu podataka o performansama, frekvenciji kvarova i obrascima habanja. Prepoznavanjem potencijalnih problema prije nego što dođe do ozbiljnih kvarova, sistem pomaže u planiranju preventivnog održavanja. Na ovaj način smanjuju se zastoji, povećava sigurnost i produžava radni vijek vozila.
- **Upravljanje incidentima** - U situacijama poput tehničkih kvarova, saobraćajnih nesreća ili vremenskih nepogoda, KBS omogućava brzu identifikaciju i analizu problema. Sistem automatski generiše preporuke za postupanje, obavještava relevantne službe i putnike, te predlaže alternativne rute ili načine prevoza. Time se značajno skraćuje vrijeme reakcije i minimiziraju negativni uticaji na saobraćaj.
- **Integracija s drugim pametnim sistemima** - KBS se može integrisati sa sistemima za upravljanje saobraćajem, pametnim signalizacijama i aplikacijama za informisanje putnika. Ova sinergija omogućava sveobuhvatno upravljanje prevoznim uslugama i bolje iskustvo korisnika, pružajući informacije u realnom vremenu i olakšavajući planiranje putovanja.

## 2.2. NEURONSKE MREŽE (NN) U JAVNOM PREVOZU

Neuronske mreže omogućavaju analizu velikih količina podataka i učenje obrazaca, što je ključno za inteligentno upravljanje prevozom. Dijagram jednostavne neuronske mreže ilustruje kako ulazni podaci prolaze kroz više slojeva kako bi se dobili korisni izlazi za optimizaciju javnog prevoza putnika u urbanim sredinama.



Slika 3. Neuronske mreže (NN).

Dijagram neuronske mreže vizualno prikazuje proces, od ulaznih podataka preko skrivenih slojeva do izlaznih rezultata koji podržavaju bolje upravljanje javnim prevozom.

### Primjena neuronskih mreža u javnom prevozu

- **Ulazni podaci**, Neuronska mreža započinje proces analizom ključnih informacija koje su neophodne za precizno modeliranje i optimizaciju sistema:
  - Historijski podaci o dolascima vozila omogućavaju analizu prethodnih obrazaca dolazaka i identifikaciju ponavljajućih trendova.
  - Trenutni saobraćajni uslovi pružaju informacije o zagušenjima i nesrećama koje mogu uticati na tačnost predviđanja dolaska vozila.
  - Broj putnika omogućava optimizaciju kapaciteta i prilagođavanje frekvencija prevoza u skladu s potražnjom.
  - Informacije o potražnji i vremenskim uslovima pomažu u procjeni promjena u broju putnika zavisno od doba dana, dana u sedmici ili vremenskih prilika.
- **Skriveni slojevi**, ovi slojevi obrađuju podatke primjenom težinskih faktora i aktivacijskih funkcija. Kroz iterativno učenje, mreža prepoznaje obrasce i odnose među podacima.
- **Izlazni sloj**, na osnovu obrađenih podataka, neuronska mreža generiše sljedeće rezultate:
  - Predviđanje dolazaka vozila, precizna procjena vremena dolaska autobusa ili tramvaja, što pomaže u smanjenju kašnjenja i poboljšanju informisanosti putnika.
  - Optimizacija elektronske naplate, prilagođavanje cijena karata u skladu s dinamikom potražnje, čime se optimizuje protok putnika i smanjuju gužve.

- Analiza ponašanja putnika, identifikacija obrazaca putovanja i preporuke za optimizaciju ruta i frekvencija linija.

### Matematički model neuronske mreže

Matematički izraz koji opisuje rad jednog neuronskog sloja je:

$$y = f \left( \sum_{i=1}^n \omega_i x_i + b \right) \quad (1)$$

Gdje:

- $x_i$  – predstavljaju ulazne podatke, (npr. broj putnika, trenutni saobraćaj, vremenski uslovi);
- $\omega_i$  – su težinski faktori koji određuju značaj svake ulazne varijable;
- $b$  - je bias (pomak), koji pomaže modelu da bolje generalizuje podatke;
- $f$  - je aktivacijska funkcija, (npr. sigmoid, ReLU), koja transformiše sumirane vrijednosti;
- $y$  - je izlaz modela, npr. predviđeno vrijeme dolaska tramvaja.

Ovaj matematički model se primjenjuje u više slojeva neuronske mreže kako bi se obrađivali složeniji podaci javnog prevoza putnika.

Prednost neuronskih mreža je njihova sposobnost da se kontinuirano prilagođavaju promjenama u javnom prevozu. Međutim, glavni izazov je nedostatak transparentnosti - teško je objasniti kako mreža donosi odluke, što može otežati njenu interpretaciju i primjenu u kritičnim situacijama.

### 2.3. GENETSKI ALGORITMI (GA) U JAVNOM PREVOZU PUTNIKA

Genetski algoritmi (GA) su stohastički algoritmi inspirisani principima prirodne selekcije i evolucije. Njihov proces rada uključuje generisanje početne populacije mogućih rješenja, selekciju najboljih jedinki na osnovu definisanih kriterija, križanje (kombinaciju karakteristika najboljih rješenja) i mutaciju (nasumične promjene) kako bi se postepeno postigla optimizacija i pronašlo optimalno rješenje. Primjena genetskih algoritama u javnom prevozu putnika ima veliki potencijal za unapređenje efikasnosti i kvaliteta usluga:

- **Optimizacija saobraćajnih semafora:** GA se koriste za podešavanje i sinhronizaciju semafora s ciljem poboljšanja protoka vozila kroz mrežu, smanjenja zastoja i skraćivanja vremena čekanja. Ovo direktno utiče na efikasnost javnog prevoza, posebno u urbanim sredinama sa velikom frekvencijom vozila.
- **Dizajniranje i optimizacija javnog prevoza:** GA analiziraju podatke o potražnji putnika, saobraćajnim obrascima i operativnim ciljevima (poput minimalizacije vremena putovanja i troškova). Na osnovu ovih informacija, algoritmi pomažu u optimizaciji ruta, rasporeda polazaka i distribuciji kapaciteta vozila, čime se povećava dostupnost i pouzdanost prevoza.
- **Planiranje resursa i rasporeda vozila:** GA omogućavaju optimizaciju rasporeda vozača, vozila i ruta, uzimajući u obzir različite faktore kao što su radno vrijeme, frekvencija vožnji i očekivani broj putnika. Na taj način se smanjuju operativni troškovi i povećava efikasnost sistema.

- **Rješavanje problema sa kapacitetom:** GA pomažu u identifikaciji optimalnih kapaciteta vozila na određenim linijama, prilagođavajući broj vozila i njihovu veličinu kako bi se smanjile gužve i povećala udobnost putnika.

Iako GA mogu pronaći kvalitetna rješenja, njihova primjena nosi određena ograničenja:

- **Lokalni optimum:** GA se mogu zaglaviti u lokalnim optimalnim rješenjima, što može onemogućiti postizanje globalno najboljeg rješenja. Potrebno je pažljivo definisati parametre mutacije i selekcije kako bi se smanjila ova pojava.
- **Podešavanje parametara:** Efikasnost GA zavisi od pravilnog podešavanja parametara poput veličine populacije, stope mutacije i broja iteracija. Ovo zahtijeva iskustvo i eksperimentalni pristup.
- **Infrastrukturalna zahtjevnost:** GA mogu zahtijevati značajne računarske resurse, posebno kod složenih problema sa velikim brojem varijabli.

Kako bi se prevazišle ove prepreke, preporučuje se:

- **Kombinovanje GA sa drugim optimizacionim tehnikama**, poput simulacionih modela ili heurističkih pristupa.
- **Kontinuirano testiranje i prilagođavanje algoritma** na osnovu stvarnih podataka i promjena u saobraćajnom okruženju.

**Obuka operativnog osoblja** za pravilno razumijevanje i primjenu GA.

Kroz pažljivo planiranje i pravilnu implementaciju, genetski algoritmi mogu značajno unaprijediti efikasnost, pouzdanost i kvalitet javnog gradski prevoza putnika.

## 2.4.FUZZY LOGIKA U JAVNOM GRADSKOM PREVOZU PUTNIKA

Fuzzy logika predstavlja naprednu metodu rješavanja problema u kojima varijable nisu jasno definisane, što je česta pojava u kompleksnim sistemima poput javnog gradskog prevoza putnika. Za razliku od tradicionalnih binarnih sistema odlučivanja (tačno/netačno), fuzzy logika omogućava postepeno rasuđivanje između različitih opcija, uzimajući u obzir različite stepene nesigurnosti i varijabilnosti podataka.

**Primjena fuzzy logike u javnom prevozu putnika:**

### 1. Donošenje odluka pri izboru rute, moda prijevoza i vremena polaska:

- Fuzzy logika može pomoći putnicima u određivanju optimalne rute uzimajući u obzir faktore kao što su trenutna gužva, očekivano vrijeme dolaska, vremenski uslovi i dostupnost prevoznih sredstava.
- Također, može asistirati pri izboru moda prevoza (autobus, tramvaj, metro) analizirajući faktore poput frekvencije vožnje, troškova i komfora.
- Kod planiranja vremena polaska, fuzzy sistem može uzeti u obzir vremenske varijacije, očekivana kašnjenja i gustinu saobraćaja.



## 2. Analiza sigurnosnih aspekata vožnje:

- Fuzzy logika može procijeniti percepciju sigurnog razmaka između vozila, pomažući vozačima i sistemima autonomne vožnje u donošenju sigurnijih odluka.
- Također, može analizirati ponašanje putnika i vozača u vozilima javnog prevoza, predviđajući moguće rizične situacije.

## 3. Optimizacija saobraćajnih tokova pomoću fuzzy kontrolera:

- Fuzzy kontroleri mogu prilagoditi dinamiku rada semafora u zavisnosti od trenutne gustoće saobraćaja, čime se smanjuju gužve i poboljšava protok saobraćaja.
- Ova metoda može optimizirati vrijeme dolaska i odlaska vozila javnog prevoza, smanjujući kašnjenja i povećavajući efikasnost prevoza.

### **Prednosti fuzzy logike u javnom prevozu**

Fuzzy logika ne daje precizne odgovore, već omogućava donošenje najboljeg kompromisnog rješenja u neizvjesnim situacijama. Ova metoda je izuzetno korisna u slučajevima kada analitički modeli nisu dovoljno fleksibilni za rješavanje problema, kao što su nepredvidivi saobraćajni uslovi, promjene u ponašanju putnika ili neočekivane situacije na terenu. Korištenjem fuzzy logike, sistemi javnog prevoza mogu postati fleksibilniji, adaptivniji i efikasniji, što direktno doprinosi boljem iskustvu korisnika i smanjenju zastoja u saobraćaju.

## ZAKLJUČAK

Primjena umjetne inteligencije (AI) u unapređenju Inteligentnih Transportnih Sistema (ITS) predstavlja ključni faktor za modernizaciju i optimizaciju javnog prevoza putnika u urbanim sredinama. Korištenjem naprednih AI tehnologija, kao što su mašinsko učenje, neuronske mreže, sistemi zasnovani na znanju i genetski algoritmi, omogućava se efikasnije upravljanje saobraćajnim tokovima, optimizacija ruta, preciznija predviđanja potražnje, kao i unapređenje sigurnosti i korisničkog iskustva.

AI doprinosi boljem planiranju resursa, smanjenju saobraćajnih gužvi i povećanju pouzdanosti javnog prevoza. Integracija AI s konceptima pametnog grada i IoT tehnologijama omogućava stvaranje održivog, ekološki prihvatljivog i inteligentnog transportnog sistema. Iako postoje izazovi, poput visokih troškova implementacije i potrebe za zaštitom privatnosti podataka, kontinuirana ulaganja u AI tehnologije i infrastrukturu osigurat će dugoročna poboljšanja i unapređenje kvaliteta urbanog prevoza.

U budućim istraživanjima, autori bi mogli usmjeriti pažnju na razvoj adaptivnih AI modela koji se dinamički prilagođavaju promjenama u saobraćajnim obrascima i integraciji sa novim tehnologijama, čime bi se dodatno povećala efikasnost i održivost ITS-a.

## LITERATURA

1. Jusufrić I., Stefanović G., Sistem prevoza putnika u gradovima, Internacionalni Univerzitet Travniku u Travnik, 2014. godine.
2. Jusufrić I. Javni gradski prevoz putnika: organizacija, eksploatacija, upravljanje, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Sarajevo, 2003. godine.
3. Jusufrić I. Prevoz putnika u gradovima, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Sarajevo, 1998. godine.
4. Banković R., Javni gradski putnički prevoz, Naučna Knjiga, Beograd 1978.
5. Ezgeta D., Inteligentni transportni sustavi, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, 2018. godine.
6. Stipaničev D., Šerić LJ., Braović M., Uvod u umjetnu inteligenciju, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogranje u Splitu, 2021. godine.
7. Mehanović M. Planiranje u saobraćaju, prevozu i komunikacijama, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Sarajevo, 2017.
8. Mehanović M. Mreže u saobraćaju i komunikacijama, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Sarajevo, 2015. godina.
9. Drane C., Rizos C., Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems, Artech House Inc., Boston-London, 1998. godine.
10. Abduljabbar R., Dia H. Liyanage S. i Bagloee S. A., Applications of Artificial Intelligence in Transport, Received: 4 November 2018; Accepted: 24 December 2018; Published: 2 January 2019.
11. Elnaggar, E.O.; Ramadan, R.A.; Fayek, M.B. WSN in Monitoring Oil Pipelines Using ACO and GA. *Procedia Comput. Sci.* 2015, 52, 1198–1205.