

INTEGRACIJA PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA U FUNKCIJI UNAPRJEĐENJA SIGURNOSTI / INTEGRATION OF SMART TRAFFIC SYSTEMS TO IMPORVE SAFETY

Emina Ravnjak¹, Sedina Hodžić¹, Kemal Spahić, MA¹

¹Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku – Saobraćajni fakultet Travnik

e-mail: ravnjakemina@gmail.com, hodzic.sedina01@gmail.com, kemalspahic@iu-travnik.com

Pregledni članak

<https://www.doi.org/10.58952/zr20261501078>

UDK / UDC 656.1:004.89:614.8

Sažetak

Pametni saobraćajni sistemi imaju važnu ulogu u unaprjeđenju sigurnosti i efikasnosti saobraćaja, te predstavljaju jedan od ključnih pristupa unaprjeđenju sigurnosti savremeneog saobraćaja. Integracija pametnih saobraćajnih sistema povezuje različite komponente, uključujući sisteme za upravljanje saobraćajem, nadzor, informisanje učesnika i upravljanje incidentima. Poseban fokus predstavlja primjena naprednih tehnologija poput senzora, komunikacionih mreža i obrada podataka u realnom vremenu, čime se omogućava brza identifikacija i reakcija u hitnim situacijama. Integracija pametnih saobraćajnih rješenja predstavlja važan korak ka unapređenju sigurnosti i efikasnosti savremenog saobraćaja. Povećanjem broja vozila, zagušenja i saobraćajnih nezogda javlja se potreba za primjenom savremenih tehnoloških rješenja koja omogućavaju efikasnije upravljanje saobraćajnim tokovima i pravovremeno reagovanje na opasne situacije. U radu su prikazani primjeri primjene pametnih saobraćajnih sistema kao rješenja u urbanim sredinama, te njihovi efekti na smanjenje broja saobraćajnih nezogda, smanjenje vremena putovanja i povećanja protočnosti. U radu su razmotreni i izazovi implemtacija pametnih saobraćajnih sistema, uključujući tehničke, finansijske i organizacione aspekte. Integracija pametnih sistema može značajno doprinijeti unaprjeđenju sigurnosti, a to zahtjeva strateški pristup i dugoročna ulaganja. Pametni saobraćajni sistem predstavlja važan segment budućeg razvoja saobraćajne infrastrukture.

Ključne riječi: *Pametni saobraćajni sistemi, sigurnost saobraćaja, upravljanje saobraćajem*

JEL Klasifikacija: R41, R42, Q32, L91

Abstract

Smart traffic systems play an important role in improving traffic safety and efficiency, and represent one of the key approaches to improving the safety of modern traffic. The integration of smart traffic systems connects various components, including traffic management systems, surveillance, participant information and incident management. A special focus is the application of advanced technologies such as sensors, communication networks and real-time data processing, which enables rapid identification and response in emergency situations. The integration of smart traffic solutions is an important step towards improving the safety and efficiency of modern traffic. The increase in the number of vehicles, congestion and traffic accidents creates a need for the application of modern technological solutions that enable more efficient traffic flow management and timely response to dangerous situations. The paper presents examples of the application of smart traffic systems solutions in urban areas, and their effects on reducing the number of traffic accidents, reducing travel times and increasing throughput. The paper also discusses the challenges of implementing smart traffic systems, including technical, financial and organizational aspects. The integration of smart systems can significantly contribute to improving safety, but it requires a strategic approach and long-term investments. Smart traffic systems represents an important segment of the future development of transport infrastructure.

Keywords: Smart traffic systems, traffic safety, traffic management

JEL Classification: R41, R42, Q32, L91

UVOD

Savremeni urbani saobraćaj suočava se sa brojnim izazovima koji proizlaze iz ubrzane urbanizacije, povećanja stepena motorizacije i rasta mobilnosti stanovništva. Razvoj gradova i svakodnevno povećanje broja vozila doveli su do sve većih problema u funkcionisanju saobraćajnih sistema, što se prvenstveno ogleda kroz saobraćajna zagušenja, povećanje vremena putovanja, negativne ekološke posljedice i povećanje broja saobraćajnih nezgoda.

Sigurnost saobraćaja predstavlja jedan od najvažnijih izazova savremenog društva. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, saobraćajne nezgode predstavljaju jedan od vodećih uzroka smrtnosti u svijetu, posebno među mladm populacijom. Osim ljudskih žrtava, saobraćajne nezgode uzrokuju značajne ekonomske gubitke, povećane troškove zdravstvenog sistema i smanjenje kvaliteta života stanovništva.

Tradicionalni sistemi upravljanja saobraćajem često nisu dovoljno efikasni da odgovore na savremene zahtjeve urbanog saobraćaja. Zbog toga se posljednjih decenija razvijaju pametni saobraćajni sistemi koji koriste napredne informacijske i komunikacijske tehnologije radi poboljšanja sigurnosti, efikasnosti i održivosti saobraćaja.

Pametni saobraćajni sistemi podrazumijevaju integraciju digitalnih tehnologija, senzora, komunikacijskih mreža i sistema za automatsku obradu podataka u cilju upravljanja saobraćajem u realnom vremenu. Ovi sistemi omogućavaju pravovremeno prikupljanje i analizu podataka, optimizaciju saobraćajnih tokova, automatsku detekciju nezgoda i efikasnije upravljanje infrastrukturom.

Cilj ovog rada jeste analiza doprinosa pametnih saobraćajnih sistema unapređenju sigurnosti saobraćaja, sa posebnim osvrtom na njihovu primjenu u urbanim sredinama. U radu će biti analizirane osnovne komponente pametnih saobraćajnih sistema, njihova primjena u praksi, utjecaj na sigurnost saobraćaja, kao i mogućnosti implementacije u Bosni i Hercegovini.

1. TEORIJSKI OKVIR

Integracija pametnih saobraćajnih sistema predstavlja važan segment savremenog upravljanja saobraćajem jer omogućava pravovremeno prikupljanje i obradu podataka sa ciljem povećanja sigurnosti učesnika u saobraćaju. Primjenom pametnih saobraćajnih sistema, kao što su pametna signalizacija, sistemi nadzora i informisanja vozača, moguće je smanjiti broj saobraćajnih nezgoda, povećati protočnost saobraćaja i unaprijediti efikasnost saobraćajnog sistema.

1.1. DEFINICIJA I RAZVOJ PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA

Pametni saobraćajni sistemi predstavljaju skup naprednih tehnologija koje se koriste za unapređenje upravljanja saobraćajem, povećanje sigurnosti i optimizaciju korištenja transportne infrastrukture. Pametni saobraćajni sistemi objedinjuju informacione tehnologije, telekomunikacije, senzore, automatizaciju i sisteme za obradu podataka.

Osnovni cilj pametnih saobraćajnih sistema jeste povećanje efikasnosti saobraćajnog sistema uz istovremeno smanjenje broja saobraćajnih nezgoda, zagušenja i negativnih utjecaja na okolinu. Primjena ovih sistema omogućava donošenje odluka u realnom vremenu na osnovu prikupljenih podataka sa terena.

Razvoj pametnih saobraćajnih sistema započeo je krajem dvadesetog stoljeća paralelno sa razvojem informacionih tehnologija i digitalizacije. Prve primjene pametnih saobraćajnih sistema odnosile su se na automatsku kontrolu semafora i elektronske sisteme naplate putarine.

Kasnije se razvoj proširio na adaptivno upravljanje saobraćajem, nadzor saobraćaja putem kamera i senzora, sisteme navigacije i komunikaciju između vozila i infrastrukture.

Danas su pametni saobraćajni sistemi sastavni dio koncepta pametnih gradova (Smart City), gdje se korištenjem digitalnih tehnologija nastoji unaprijediti kvalitet života stanovništva i efikasnost urbanih sistema.

1.2. KLJUČNE KOMPONENTE PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA

Ključne komponente pametnih saobraćajnih sistema podržavaju adaptivnu saobraćajnu signalizaciju, sisteme nadzora i detekcije, V2Xkomunikaciju (vozilo – infrastruktura) i pametno upravljanje saobraćajem.

Adaptivna saobraćajna signalizacija – adaptivni semafori sistemi predstavljaju jedan od najznačajnijih oblika primjene pametnih saobraćajnih sistema tehnologija u urbanim sredinama. Za razliku od klasičnih semafora koji rade prema unaprijed definisanom vremenskom planu, adaptivni sistemi prilagođavaju signalne planove stvarnim uslovima saobraćaja.

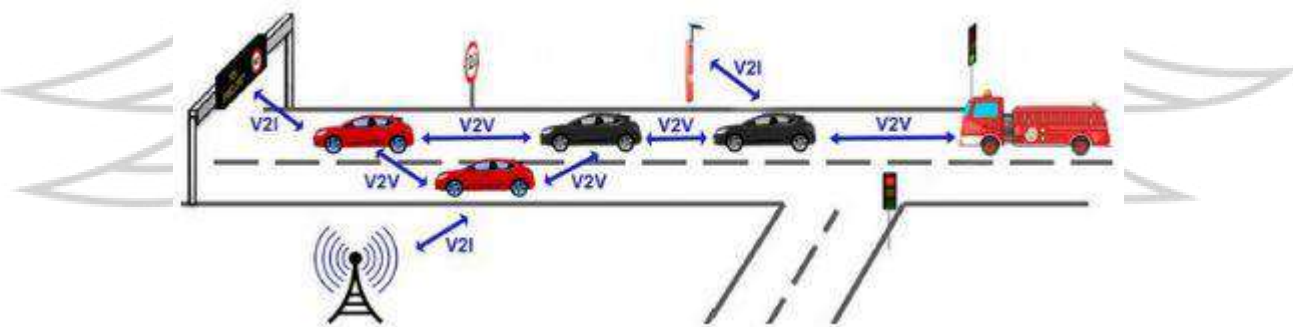
Korištenjem senzora, kamera i detektora saobraćaja, sistem prikuplja informacije o intenzitetu saobraćaja, dužini kolona i broju vozila, nakon čega automatski prilagođava trajanje zelenog i crvenog svjetla. Na taj način postiže se smanjenje zagušenja, povećanje protočnosti i smanjenje konfliktnih situacija na raskrsnicama.

Sistemi nadzora i detekcije – Suvremeni saobraćajni sistemi koriste različite tehnologije za nadzor saobraćaja i automatsku detekciju incidentnih situacija. Kamere visoke rezolucije, radar sistemi, senzori i uređaji za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka omogućavaju kontinuirano praćenje saobraćajnih tokova.

Sistemi nadzora omogućavaju pravovremenu reakciju nadležnih službi u slučaju nezgoda, zastoja ili drugih vanrednih situacija. Također omogućavaju prikupljanje podataka za planiranje i optimizaciju saobraćaja.

V2X komunikacija – V2X komunikacija predstavlja savremeni koncept komunikacije između vozila, infrastrukture i drugih učesnika u saobraćaju. Ova tehnologija omogućava razmjenu informacija u realnom vremenu između različitih elemenata saobraćajnog sistema.

V2V (Vehicle-to-Vehicle) komunikacija omogućava razmjenu podataka između vozila, dok V2I (Vehicle-to-Infrastructure) komunikacija povezuje vozila sa infrastrukturom poput semafora i saobraćajnih znakova. V2P (Vehicle-to-Pedestrian) komunikacija omogućava povećanje sigurnosti pješaka.



Slika 1. V2V i V2I tehnologija

Izvor: [1]

Primjena V2X tehnologije može značajno smanjiti broj saobraćajnih nezgoda uzrokovanih ljudskim faktorom.

Inteligentno upravljanje saobraćajem – Inteligentni sistemi upravljanja saobraćajem koriste centralizovane platforme za obradu podataka i upravljanje saobraćajem u realnom vremenu. Na osnovu podataka prikupljenih sa terena moguće je optimizirati tokove saobraćaja, preusmjeravati vozila i upravljati incidentnim situacijama.

Ovakvi sistemi posebno su značajni u velikim urbanim sredinama sa visokim intenzitetom saobraćaja.

1.3. PAMETNI GRADOVI I PAMETNI SAOBRAĆAJNI SISTEMI

Koncept pametnih gradova zasniva se na korištenju digitalnih tehnologija radi unapređenja kvaliteta života stanovništva i efikasnijeg upravljanja urbanim sistemima. Saobraćaj predstavlja jedan od osnovnih segmenata koncepta pametnog grada.

Integracija pametnih saobraćajnih sistema u koncept Smart City omogućava:

smanjenje saobraćajnih gužvi,
smanjenje emisije štetnih gasova,
povećanje sigurnosti saobraćaja,
bolju organizaciju javnog prevoza,
efikasnije upravljanje infrastrukturom.

Pametni gradovi koriste podatke prikupljene putem senzora i komunikacijskih sistema za donošenje odluka u realnom vremenu.

1.4. SIGURNOST SAOBRAĆAJA I FAKTOR RIZIKA

Sigurnost saobraćaja predstavlja stanje u kojem je rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda i njihovih posljedica sveden na najmanju moguću mjeru. Na sigurnost saobraćaja utiču brojni faktori među kojima se izdvajaju ljudski faktor, stanje infrastrukture, tehnička ispravnost vozila i vremenski uslovi.

Ljudski faktor predstavlja najčešći uzrok nastanka saobraćajnih nezgoda. Neprilagođena brzina, distrakcija, umor i vožnja pod utjecajem alkohola samo su neki od uzroka povećanog rizika u saobraćaju.

Pametni saobraćajni sistemi omogućavaju smanjenje negativnog utjecaja ljudskog faktora kroz automatizaciju, upozorenja i pravovremeno informisanje vozača.

2. PRIMJENA PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA U FUNKCIJI SIGURNOSTI

Primjena pametnih saobraćajnih sistema predstavlja jedan od najznačajnijih koraka u modernizaciji urbanog saobraćaja i unapređenju sigurnosti svih učesnika u saobraćaju. Razvojem informaciono – komunikacijskih tehnologija omogućena je integracija različitih sistema za nadzor, upravljanje i analizu saobraćajnih tokova u realnom vremenu. Na taj način saobraćajni sistemi postaju efikasniji, sigurniji i prilagodljiviji savremenim potrebama urbanih sredina.

Savremeni inteligentni transportni sistemi koriste senzore, kamere, komunikacijske mreže i napredne softverske platforme kako bi omogućili kontinuirano praćenje stanja saobraćaja, pravovremeno reagovanje na incidentne situacije i optimizaciju protoka vozila. Njihova primjena posebno je značajna u velikim gradovima gdje su problemi zagušenja, saobraćajnih nezgoda i povećane emisije štetnih gasova izraženiji.

2.1. ADAPTIVNI SEMAFORSKI SISTEMI

Adaptivni semafori sistemi predstavljaju jedno od najvažnijih rješenja pametnih saobraćajnih sistema u urbanim sredinama. Za razliku od klasičnih semafora koji rade prema unaprijed definisanom vremenskom planu, adaptivni sistemi koriste podatke sa senzora i kamera kako bi u realnom vremenu prilagodili trajanje signalnih faza trenutnom intenzitetu saobraćaja.

Ovakav način upravljanja omogućava smanjenje vremena čekanja na raskrsnicama, povećanje protočnosti saobraćaja i smanjenje broja konfliktnih situacija između učesnika u saobraćaju. Pored toga, adaptivni sistemi doprinose smanjenju potrošnje goriva i emisije štetnih gasova zbog manjeg broja zaustavljanja vozila.

U brojnim evropskim gradovima poput Amsterdama i Kopenhagena implementacija adaptivnih semafora rezultirala je značajnim poboljšanjem efikasnosti saobraćaja i povećanjem nivoa sigurnosti.

2.2. INTELIGENTNI SISTEMI NADZORA I DETEKCIJE

Inteligentni sistemi nadzora koriste kamere visoke rezolucije, radar sisteme, senzore i uređaje za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka u cilju kontinuiranog praćenja stanja saobraćaja.

Ovi sistemi omogućavaju pravovremenu detekciju saobraćajnih nezgoda, zastoja, prekoračenja brzine i drugih incidentnih situacija. Prikupljeni podaci koriste se za efikasnije upravljanje saobraćajem, analizu rizika i planiranje infrastrukturnih poboljšanja.

Posebna prednost inteligentnih sistema nadzora ogleda se u mogućnosti brzog reagovanja hitnih službi, čime se smanjuju posljedice saobraćajnih nezgoda i povećava sigurnost učesnika u saobraćaju.

2.3. V2X KOMUNIKACIJA

V2X komunikacija predstavlja savremeni oblik razmjene informacija između vozila, infrastrukture i drugih učesnika u saobraćaju. Ova tehnologija omogućava komunikaciju u realnom vremenu i doprinosi pravovremenom upozoravanju vozača na potencijalne opasnosti.

Najznačajniji oblici V2X komunikacije su:

V2V (Vehicle-to-Vehicle) komunikacija između vozila,

V2I (Vehicle-to-Infrastructure) komunikacija između vozila i saobraćajne infrastrukture,

V2P (Vehicle-to-Pedestrian) komunikacija između vozila i pješaka.

Primjena ovih tehnologija omogućava smanjenje rizika od sudara, povećanje sigurnosti pješaka i efikasnije upravljanje saobraćajnim tokovima.

2. 4. PAMETNI SISTEMI ZA ZAŠTITU PJEŠAKA I BIKIKLISTA

Savremeni koncepti urbane mobilnosti posebnu pažnju posvećuju zaštiti ranjivih učesnika u saobraćaju, prije svega pješaka i biciklista. Pametni sistemi koriste senzore pokreta, LED signalizaciju i automatske sisteme upozorenja kako bi povećali sigurnost na pješačkim prelazima i biciklističkim stazama.

U pojedinim gradovima implementirani su pametni pješački prelazi koji automatski pojačavaju signalizaciju prilikom detekcije pješaka ili biciklista. Također, razvijeni su sistemi koji upozoravaju vozače na prisustvo biciklista u mrtvom uglu vozila.

Primjena ovakvih sistema doprinosi smanjenju broja nezgoda u kojima učestvuju ranjive kategorije učesnika u saobraćaju.

2. 5. INTELIGENTNI SISTEMI JAVNOG PRIJEVOZA

Pametni sistemi javnog prevoza koriste GPS tehnologiju, senzore i digitalne platforme za praćenje kretanja vozila javnog prevoza i optimizaciju njihovog rada.

Integracijom ITS tehnologija omogućava se bolja organizacija linija javnog prevoza, smanjenje kašnjenja i povećanje pouzdanosti sistema. U pojedinim gradovima vozila javnog prevoza imaju prioritet prolaska kroz raskrsnice zahvaljujući komunikaciji sa semaforским sistemima.

Efikasniji javni prevoz doprinosi smanjenju broja individualnih putovanja automobilima, čime se indirektno utiče na smanjenje zagušenja i povećanje sigurnosti saobraćaja.

3. UTJECAJ PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA NA SIGURNOST SAOBRAĆAJA

Primjena pametnih saobraćajnih sistema ima značajan utjecaj na unapređenje sigurnosti saobraćaja i efikasnije funkcionisanje urbanih transportnih mreža. Integracijom savremenih informaciono – komunikacijskih tehnologija omogućeno je kontinuirano praćenje saobraćajnih tokova, pravovremeno reagovanje na incidentne situacije i donošenje odluka u realnom vremenu.

Za razliku od tradicionalnih sistema upravljanja saobraćajem, inteligentni transportni sistemi omogućavaju proaktivno djelovanje i smanjenje rizika od nastanka saobraćajnih nezgoda. Njihova primjena doprinosi povećanju nivoa sigurnosti svih učesnika u saobraćaju, uključujući vozače, pješake, bicikliste i korisnike javnog prevoza.

3. 1. SMANJENJE BROJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Jedan od najznačajnijih efekata primjene pametnih saobraćajnih sistema jeste smanjenje broja saobraćajnih nezgoda. Korištenjem adaptivnih semaforских sistema, sistema upozorenja i automatske detekcije opasnosti moguće je pravovremeno identifikovati potencijalno rizične situacije i spriječiti nastanak nezgoda.

Pametni sistemi omogućavaju vozačima pristup informacijama o stanju na cestama, vremenskim uslovima, zagušenjima i incidentima, čime se povećava mogućnost donošenja sigurnijih odluka tokom vožnje.

Poseban značaj imaju sistemi za kontrolu brzine i automatsko evidentiranje saobraćajnih prekršaja koji utiču na povećanje discipline učesnika u saobraćaju.

3.2. SMANJENJE KONFLIKTNIH TAČAKA NA RASKRSNICI

Raskrsnice predstavljaju mjesta sa povećanim rizikom od nastanka saobraćajnih nezgoda zbog ukrštanja različitih saobraćajnih tokova. Primjena inteligentnih sistema upravljanja raskrsnicama omogućava optimizaciju signalnih planova i smanjenje konfliktnih situacija između vozila, pješaka i biciklista.

Adaptivni semaforски sistemi prilagođavaju rad signalizacije trenutnom intenzitetu saobraćaja, čime se smanjuje broj naglih zaustavljanja i rizičnih manevara. Pored toga, senzorski sistemi omogućavaju prepoznavanje prisustva pješaka i biciklista te aktiviranje dodatnih sigurnosnih mjera.

Smanjenje konfliktnih tačaka direktno doprinosi povećanju nivoa sigurnosti u urbanim sredinama.

3.3. POVEĆANJE PROTOČNOSTI I SMANJENJE ZAGUŠENJA

Zagušenja saobraćaja predstavljaju jedan od najvećih problema savremenih urbanih sredina. Dugotrajna čekanja i usporen saobraćaj negativno utiču na efikasnost transportnog sistema, povećavaju stres vozača i stvaraju dodatni rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda.

Pametni saobraćajni sistemi omogućavaju optimizaciju tokova saobraćaja i efikasnije korištenje postojeće infrastrukture. Korištenjem senzora, kamera i sistema za obradu podataka moguće je u realnom vremenu prilagođavati signalne planove i preusmjeravati saobraćajne tokove.

Povećanje protočnosti saobraćaja indirektno utiče na unapređenje sigurnosti jer smanjuje broj konfliktnih situacija, agresivnu vožnju i nepravilna preticanja.

3.4. UNAPREĐENJE REAKCIJE U HITNIM SITUACIJAMA

Jedna od važnih prednosti pametnih saobraćajnih sistema jeste mogućnost brzog reagovanja u slučaju saobraćajnih nezgoda i drugih incidentnih situacija.

Sistemi automatske detekcije nezgoda omogućavaju trenutno prepoznavanje incidenta i automatsko obavješćavanje nadležnih službi. Na taj način smanjuje se vrijeme potrebno za dolazak hitne pomoći, policije i vatrogasnih službi.

U određenim gradovima implementirani su sistemi koji vozilima hitnih službi omogućavaju prioritet prolaska kroz raskrsnice putem komunikacije sa semaforskim sistemima. Time se dodatno povećava efikasnost intervencija i smanjuju posljedice nezgoda.

3.5. UTICAJ NA PONAŠANJE UČESNIKA U SAOBRAĆAJU

Pametni saobraćajni sistemi imaju značajan utjecaj i na ponašanje učesnika u saobraćaju. Informacioni paneli, sistemi upozorenja i digitalna signalizacija omogućavaju pravovremeno informisanje vozača o ograničenjima brzine, uslovima na cesti i mogućim opasnostima.

Prisutnost sistema nadzora i kontrole pozitivno utiče na povećanje discipline vozača i smanjenje broja saobraćajnih prekršaja. Također, edukativni i informativni sistemi doprinose razvoju saobraćajne kulture i povećanju svijesti o značaju sigurnog ponašanja u saobraćaju.

Savremeni saobraćajni sistemi ne doprinose samo tehničkom unapređenju saobraćaja, već i stvaranju sigurnijeg i odgovornijeg okruženja za sve učesnike u saobraćaju.

4. STUDIJA SLUČAJA I PRIMJENA U PRAKSI

4.1. PRIMJERI IMPLEMENTACIJE PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA U RAZVIJENIM GRADOVIMA

Brojni evropski i svjetski gradovi uspješno su implementirali inteligentne transportne sisteme u cilju unapređenja sigurnosti i efikasnosti saobraćaja.

Amsterdam predstavlja jedan od vodećih gradova u primjeni pametnih saobraćajnih sistema. Grad koristi adaptivne semaforske sisteme, senzore za praćenje saobraćaja i digitalne platforme za upravljanje urbanom mobilnošću.

Singapur je razvio jedan od najnaprednijih sistema upravljanja saobraćajem na svijetu koji koristi kamere, senzore i umjetnu inteligenciju za upravljanje saobraćajem u realnom vremenu.

Kopenhagen je poznat po implementaciji pametnih sistema za biciklistički saobraćaj koji omogućavaju prioritet biciklistima na raskrsnicama.

4.2. ANALIZA ADAPTIVNIH SEMAFORA U AMSTERDAMU

Grad Amsterdam koristi inteligentni sistem upravljanja raskrscima koji prilagođava signalne planove stvarnom intenzitetu saobraćaja. Sistem koristi senzore i kamere za prikupljanje podataka o saobraćajnim tokovima.

Rezultati implementacije pokazali su smanjenje vremena čekanja na raskrscima, povećanje protočnosti i smanjenje broja saobraćajnih nezgoda.

Posebna pažnja posvećena je zaštiti pješaka i biciklista kroz implementaciju posebnih signalnih režima i senzorskih sistema.

4.3. STANJE I MOGUĆNOSTI IMPLEMENTACIJE PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA U BOSNI I HERCEGOVINI

Bosna i Hercegovina još uvijek nema široku primjenu pametnih saobraćajnih sistema. Većina gradova koristi tradicionalne sisteme upravljanja saobraćajem sa ograničenim nivoom digitalizacije.

Glavni problemi implementacije pametnih saobraćajnih sistema u BiH odnose se na nedovoljnu infrastrukturu, ograničena finansijska sredstva i nedostatak stručnog kadra. Ipak, postoje značajne mogućnosti za razvoj pametnih saobraćajnih sistema kroz korištenje evropskih fondova i realizaciju pilot projekata.

Gradovi poput Sarajeva, Mostara i Banje Luke imaju potencijal za implementaciju adaptivnih semaforских sistema, centralizovanog upravljanja saobraćajem i pametnih sistema javnog prevoza.

5. IZAZOVI I PREPORUKE

Iako pametni saobraćajni sistemi donose brojne prednosti u pogledu sigurnosti, efikasnosti i održivosti saobraćaja, njihova implementacija suočava se sa različitim tehničkim, finansijskim i organizacionim izazovima. Uspješna integracija rješenja pametnih saobraćajnih sistema zahtijeva adekvatnu infrastrukturu, stručni kadar, institucionalnu podršku i kontinuirana ulaganja u razvoj savremenih tehnologija.

5. 1. GLAVNI IZAZOVI IMPLEMENTACIJE PAMETNIH SAOBRAĆAJNIH SISTEMA

Implementacija pametnih saobraćajnih sistema zahtijeva značajna finansijska ulaganja u infrastrukturu, opremu i softverska rješenja. Visoki troškovi predstavljaju jedan od glavnih razloga sporije implementacije pametnih saobraćajnih sistema u zemljama u razvoju.

Pored finansijskih izazova, značajan problem predstavlja i nedovoljna digitalizacija postojeće infrastrukture. Mnogi gradovi nemaju adekvatne komunikacijske mreže, senzore i sisteme za obradu podataka.

Nedostatak stručnog kadra za održavanje i upravljanje pametnim saobraćajnim sistemima također predstavlja značajan izazov.

5. 2. INTEROPERABILNOST SISTEMA

Efikasno funkcionisanje pametnih saobraćajnih sistema zahtijeva međusobnu povezanost različitih sistema i tehnologija. Problem interoperabilnosti odnosi se na kompatibilnost softverskih i hardverskih rješenja različitih proizvođača.

Standardizacija sistema predstavlja važan uslov za uspješnu implementaciju tehnologija pametnih saobraćajnih sistema.

5. 3. PREPORUKE ZA UNAPREĐENJE

U cilju uspješne implementacije i dugoročnog razvoja pametnih saobraćajnih sistema potrebno je primijeniti strateški pristup koji podrazumijeva tehnološki razvoj, institucionalnu podršku i kontinuirana ulaganja u modernizaciju saobraćajne infrastrukture.

U cilju uspješne implementacije pametnih saobraćajnih sistema potrebno je razviti strateški pristup koji uključuje postepenu implementaciju rješenja pametnih saobraćajnih sistema. Posebno je značajna integracija pametnih saobraćajnih sistema sa procesima planiranja saobraćaja i urbanog razvoja.

Korištenje evropskih fondova i realizacija pilot projekata mogu doprinijeti bržoj implementaciji savremenih tehnologija u Bosni i Hercegovini. Također je potrebno ulagati u edukaciju stručnog kadra i razvoj institucionalnih kapaciteta za upravljanje ipametnim saobraćajnim sistemima.

ZAKLJUČAK

Pametni saobraćajni sistemi predstavljaju važan segment savremenih urbanih saobraćajnih sistema i imaju značajnu ulogu u unapređenju sigurnosti saobraćaja. Primjena pametnih tehnologija omogućava efikasnije upravljanje saobraćajnim tokovima, smanjenje broja saobraćajnih nezgoda, povećanje protočnosti i poboljšanje kvaliteta života stanovništva.

Najveći efekti implementacije pametnih saobraćajnih sistema ostvaruju se u urbanim sredinama sa velikim saobraćajnim opterećenjem, gdje savremene tehnologije omogućavaju optimizaciju korištenja postojeće infrastrukture.

Ključ uspješne implementacije pametnih saobraćajnih sistema jeste integracija tehnologije u procese planiranja saobraćaja i urbanog razvoja. Pored tehnoloških rješenja, važnu ulogu imaju edukacija stručnog kadra, institucionalna podrška i strateško planiranje.

Bosna i Hercegovina posjeduje značajan potencijal za razvoj pametnih saobraćajnih sistema, ali je za njihovu uspješnu implementaciju potrebno osigurati adekvatna finansijska sredstva, unaprijediti digitalnu infrastrukturu i razviti dugoročne strategije razvoja. Primjena pametnih saobraćajnih sistema predstavlja jedan od osnovnih koraka ka stvaranju sigurnijeg, efikasnijeg i održivijeg saobraćajnog sistema budućnosti.

LITERATURA

1. Ali, Q. E., Ahmad, N., Malik, A. H., Ali, G., & Rehman, W. U. (2018). Issues, Challenges, and Research Opportunities in Intelligent Transport System for Security and Privacy. *Applied Sciences*, 8(10), 1964.
2. Avci, İ., & Koca, M. (2024). Intelligent Transportation System Technologies, Challenges and Security. *Applied Sciences*, 14(11), 4646.
3. Barić, D. (2019). Inteligentni transportni sustavi i urbana mobilnost. Zagreb.
4. Bayly, M., Fildes, B. N., Regan, M., & Young, K. (2007). Review of Crash Effectiveness of Intelligent Transport Systems. Monash University Accident Research Centre.
5. Božičević, J. (2006). Inteligentni transportni sustavi. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
6. Boualouache, A., Moussaoui, S., & Engel, T. (2020). Towards a Secure ITS: Overview, Challenges and Solutions. *Journal of Information Security and Applications*, 55, 102637.
7. Cerovac, V. (2001). Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
8. Creß, C., Bing, Z., & Knoll, A. (2021). Intelligent Transportation Systems Using External Infrastructure: A Literature Survey. arXiv preprint.
9. European Commission – Intelligent Transport Systems (2025.)
10. Garg, T., & Kaur, G. (2022). A Systematic Review on Intelligent Transport Systems. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, 2(3), 175–188.
11. Jusufrić, J., & Imamović, M. (2019). Inteligentni transportni sistemi i inteligentno upravljanje u saobraćaju. Zbornik radova međunarodne konferencije.
12. Kampf, R., Lizbetin, J., & Lizbetinova, L. (2016). Improving Safety of Transportation by Using Intelligent Transport Systems. *Procedia Engineering*, 134, 14–22.
13. Legac, I. (2008). Prometni sustavi. Zagreb.
14. Mecheva, T., & Kakanakov, N. (2020). Cybersecurity in Intelligent Transportation Systems. *Computers*, 9(4), 83.
15. Smart Traffic Management Systems in Urban Areas
16. Sustainable Urban Mobility Planning Reports
17. World Health Organization – Global Status Report on Road Safety (2023.)
18. Zeddini, B., Maachaoui, M., & Inedjaren, Y. (2022). Security Threats in Intelligent Transportation Systems and Their Risk Levels. *Risks*, 10(5), 91.

Internet izvori:

<https://www.its.edu.rs> (datum pristupa: 10.04.2026. godine)