

IZMENJIVA SAOBRAĆAJNA SIGNALIZACIJA KAO FAKTOR BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA

EXCHANGEABLE TRAFFIC SIGNALIZATION AS A FACTOR OF TRAFFIC SAFETY

Rezime: Saobraćajne površine su mesta na kojima se istovremeno javlja veliki broj korisnika, dok su saobraćajni čvorovi mesta na kojima se ukrštaju dva ili više putna pravca. Kako bi se povećala bezbednost i smanjile konfliktne situacije, potrebno je primeniti regulativne mere, one koje su najpogodnije na tom mestu. Regulisanje vertikalnom signalizacijom, jednom od regulativnih mera, omogućeni su poboljšani uslovi odvijanja saobraćaja na saobraćajnim čvorovima na kojima dolazi do zastoja i ozbiljnijeg pogoršanja bezbednosti saobraćaja. Osim postavljene vertikalne signalizacije, na pojedinim mestima postavlja se vertikalna signalizacija sa izmenjivim saobraćajnim znacima. Razlog postavljanja ovakve vertikalne signalizacije je upravljanje saobraćajem i sprečavanje nastanka saobraćajnih nezgoda na pojedinim mestima. Saobraćajni znaci se prilagođavaju saobraćajnoj situaciji u datom trenutku i pravovremenom promenom određenog saobraćajnog znaka svaki vozač dobija u datom trenutku adekvatno obaveštenje o saobraćajnoj situaciji na koju nailazi. U našem regionu, korišćenje izmenjive saobraćajne signalizacije je na veoma niskom nivou. Za razliku od regiona, u razvijenim evropskim zemljama, izmenjiva saobraćajna signalizacija se koristi za upravljanje bezbednošću saobraćaja i sprečavanje nastanka saobraćajnih nezgoda.

Ključne reči: bezbednost saobraćaja, vertikalna signalizacija, izmenjiva saobraćajna signalizacija, upravljanje bezbednošću saobraćaja

Abstract: Traffic surfaces are places where a large number of users appear at the same time, while the transport nodes are sites where two or more routes are crossed. In order to increase security and reduce conflict situations, it is necessary to apply regulatory measures, the ones most appropriate at that place. Vertical signaling regulation, one of the regulatory measures, enabled improved traffic conditions on traffic lanes where traffic congestion and serious traffic deterioration were serious. In addition to the vertical signposting set, vertical singalization with interchangeable traffic signs is set up in some places. The reason for setting such a vertical signaling is traffic management and preventing the occurrence of traffic accidents in some places. Traffic signs are adapted to the traffic situation at a given moment and by timely change of a particular traffic sign, each driver receives an adequate traffic alert at a given moment at the moment. In our region, the use of interchangeable traffic signals is at a very low level. Unlike the region, in developed European countries, interchangeable traffic signaling is used to manage traffic safety and prevent the occurrence of traffic accidents.

Keywords: traffic safety, vertical signaling, interchangeable traffic signaling, traffic safety management

1. UVOD

Saobraćajna signalizacija obuhvata sredstva i uređaje kojima se obezbeđuje praćenje, kontrola i vođenje saobraćajnih tokova (obeležavanje na kolovozu, saobraćajni znaci sa stalnim i promenljivim sadržajem, svetlosna signalizacija i slično) sa ciljem ostvarenja projektovanog režima odvijanja saobraćaja. Osnovne odredbe o saobraćajnoj signalizaciji formulisane su pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji u kojem su posebno definisane to jest propisane vrste značenja, oblik, boja, mere, materijali za izradu saobraćajne signalizacije i pravila postavljanja saobraćajne signalizacije na putevima. Saobraćajna signalizacija može biti horizontalna, vertikalna i svetlosna signalizacija.

Horizontalna signalizacija (HS) se može definisati kao skup posebno oblikovanih geometrijskih elemenata (linija, figura i polja) i natpisa, čijim se kombinovanjem (prilikom projektovanja) i ugradnjom (na kolovozu) formiraju oznake. Horizontalna signalizacija postoji i na drugim (saobraćajnim) površinama: trotoarima, komunikacijama unutar garaža i parkinga, aerodromskim pistama i platformama itd. Prilika je da se ukaže na razliku između pojma element i pojma oznaka u Horizontalnoj signalizaciji. Oznaka je ono što je izvedeno na kolovozu ili nekoj drugoj površini, upotrebom nekog materijala i odgovarajućeg postupka ugradnje.

Projektantski posmatrano, oznake se sastoje od elemenata koji se najčešće propisuju državnim standardima. U tom smislu, element, kao što je linija, figura ili strelica, predstavlja najmanju "strukturu" koja je definisana i propisana državnim standardom.

Vertikalna signalizacije se može definisati kao skup posebno kodiranih oznaka namenjenih učesnicima u saobraćaju, koje se, u odnosu na saobraćajne površine, lociraju u vertikalnoj ravni. Tako

formiran skup oznaka prezentiran je učesnicima u saobraćaju pomoću različitih saobraćajnih znakova. Njihova osnovna namena proistekla je iz potrebe da se upravlja kretanjem po mreži. Drugim rečima, saobraćajni znakovi se mogu tretirati kao jedno od tehničkih sredstava za regulisanje i upravljanje saobraćajnim tokovima. Posmatrano sa aspekta upravljačkog sistema, saobraćajni znakovi predstavljaju tzv. spoljne elemente sistema, a posmatrano sa aspekta korisnika saobraćajnog sistema, vertikalna signalizacija može da se tretira kao sredstvo lokalnog regulisanja saobraćaja za kretanje po saobraćajnoj mreži. S obzirom da je namena vertikalne signalizacije proistekla iz potrebe da se upravlja kretanjem po saobraćajnoj mreži, ona je, prema lokaciji, jedno od najviše eksponiranih sredstava za regulisanje i upravljanje saobraćajem.

Vertikalna signalizacija može da se podeli prema: funkcionalnosti, prema značenju, prema stepenu standardizacije, prema načinu izrade i prema stalnosti informacija. Podela vertikalne signalizacije prema načinu izrade, podrazumeva podelu na osnovu karakteristika materijala od kojih su znakovi izrađeni. Na taj način, moguće je vertikalnu signalizaciju podeliti u tri grupe:

- Obični saobraćajni znakovi nemaju nikakav izvor svetlosti i obično se koriste samo za signalizaciju u zatvorenim prostorima (fabričke hale, dvorišta i slično). Što se tiče njihovih karakteristika (rade se isključivo bojenjem podloge), one su vrlo skromne i prema važećim propisima, ne mogu da se primenjuju na putevima i gradskim saobraćajnicama, jer su nedovoljno uočljivi sa daljine, posebno u nepovoljnim vremenskim uslovima i noću.
- Osvetljeni saobraćajni znakovi mogu da budu sa unutrašnjim ili spoljašnjim svetlosnim izvorom. Vrlo dobro su uočljivi i vidljivi, ali zahtevaju posebnu tehnologiju izrade i posebne instalacije prilikom postavljanja, što znatno utiče na njihovu cenu odnosno cenu postavljanja i održavanja. Poseban problem je njihova osetljivost na mehanička oštećenja i neophodnost redovnog i detaljnog održavanja.
- Reflektujući saobraćajni znakovi najčešće se koriste kako zbog izuzetne uočljivosti i vidljivosti kao i efekata koje postižu na putu i lakog i jednostavnog postavljanja, tako i zbog jednostavne tehnologije proizvodnje. Kod ovih znakova lice znaka izrađuje se od retroreflektujućih materijala čija svetloodbojnost dostiže takav nivo da se približava čak i osvetljenim znakovima.

Podela koja je veoma važna za istraživanje u ovom radu je podela vertikalne signalizacije prema stalnosti informacija. Vertikalna signalizacija se prema stalnosti informacija može podeliti na:

- vertikalna signalizacija sa stalnim sadržajem znakova, i
- vertikalna signalizacija sa izmenjivim sadržajem znakova koja je danas sastavni deo ITS sistema.

Vertikalnu signalizaciju sa stalnim sadržajem karakteriše činjenica da se na jednoj signalnoj poziciji nalazi znak čije je značenje konstantno od trenutka postavljanja do uklanjanja. Može se reći da je to najčešći slučaj primene elemenata saobraćajne signalizacije. Kod vertikalne signalizacije sa izmenjivim sadržajem, na jednoj signalnoj poziciji moguće je menjati značenje znaka u zavisnosti od zahteva saobraćaja i izabrane strategije upravljanja saobraćajem. Ova vrsta signalizacije tek stiče svoje mesto u primeni i već se pokazuje potreba da se na pojedinim tačkama saobraćajne mreže, gde je korisnicima potrebno u različita vremena ponuditi različite informacije, postavljaju znakovi sa izmenjivim sadržajem.

2. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTEMI

Inteligentni transportni sistemi (ITS) koristi se već više od 20 godina. Inteligentni transportni sistemi brzo ulaze na tržište i verovatno će prodrći u veći deo voznog parka u narednih 10 do 15 godina. Sve veća primena ovih sistema može spasiti živote koji stradaju u saobraćajnim nezgodama, vreme i novac, i smanjiti pretnje našem okruženju.

Primena inteligentnih transportnih sistema (ITS) širom sveta značajno se povećava iz godine u godinu. ITS predstavlja napredne sisteme čiji cilj je da omogućuje upravljanje saobraćajem i obezbede korisnicima transportnog sistema bolje informisanje, viši nivo bezbednosti i koordinisanu i „pametniju“ upotrebu transportne mreže u svim vidovima transporta. Inteligentni transportni sistemi (ITS) predstavljaju sisteme u kojima su informatička i telekomunikaciona tehnologija primenjene u drumskom transportu (uključujući

infrastrukturu, vozila i učesnike u saobraćaju), upravljanju saobraćajem i mobilnošću i kao interfejs sa drugim vidovima transporta.

Primena inteligentnih transportnih sistema u zemljama u razvoju, bez obzira na cenu ili stepen tehnološkog razvoja, će dobijati sve značajnije mesto i sa očekivanim rastom mobilnosti imaće značajan uticaj na bezbednost saobraćaja. Po mestu na kojem se informacije prenose korisnicima razlikujemo:

- Inteligentna transportna sredstva;
- Inteligentne saobraćajnice.

Funkcije inteligentnih transportnih sredstava su svakako sprečavanje saobraćajnih nezgoda pomažući vozaču da izbegne nezgodu ili predupredi nezgodu upotrebom različitih sistema koji se nalaze unutar vozila i čija je funkcija da procene prirodu ili značaj pretnje, uzimajući u obzir stanje vozača. Cilj ovih funkcija je da pomognu vozaču, menjajući njegovo ponašanje u određenim situacijama. U zavisnosti od značaja i blizine pretnje svaki sistem će vozača: obavestiti o opasnosti što ranije, upozoriti ga ako vozač nije pravovremeno reagovao o aktivno pomoći ili u pojedinim situacijama samostalno reagovati u cilju izbegavanja saobraćajne nezgode.

Opšta poruka je da se ITS treba primeniti kako bi se smanjili zadaci vozača: ITS će na takav način smanjiti rizik vozača da bude uključen u sudar. Međutim, neophodno je biti pažljiv jer pojedini sistemi nisu razvijeni kako bi smanjili broj saobraćajnih nezgoda, a od pojedinih sistema se očekuje da rezultiraju većim padom broja saobraćajnih nezgoda. Zbog toga bi preduzeća koja održavaju puteve, kao glavni javni akteri ITS-a, uglavnom su odgovorni za sigurnosne aspekte ITS-a. Zbog toga preduzeća koja održavaju puteve trebaju da povećaju istraživačke napore, i mnogo ulagati u oblasti bezbednosti saobraćaja i ITS-a.

Dopunske funkcije inteligentnog transportnog sredstava je da pomaže vozaču da se kreće bezbednom brzinom, drži bezbedno rastojanje, održava pravac kretanja u istoj saobraćajnoj traci, ne započinje preticanje u kritičnim situacijama i izbegne opasne situacije i sudare sa ranjivim učesnicima u saobraćaju.

Inteligentne saobraćajnice predstavljaju sisteme koji su deo opreme na putevima i služe za povećanje nivoa bezbednosti saobraćaja i poboljanje efikasnosti saobraćajnog sistema. U zavisnosti od uloge u sistemu razlikujemo nekoliko tipova inteligentnih transportnih sistema zasnovanih na infrastrukturi:

- Sistemi za upravljanje saobraćaja na putevima;
- Sistemi za kontrolu saobraćaja;
- Sistemi za informisanje putnika;
- Sistemi za upravljanje saobraćajem na raskrsnicama;
- Sistemi za zaštitu pešaka i sl.

2.1. Primena ITS-a u kontroli saobraćaja

Značajnija primena ITS-a u kontroli saobraćaja datira još iz 60-ih godina prošlog veka, a vredno je spomenuti da je ovakav vid kontrole saobraćaja bio u upotrebi i u Republici Srbiji 80-ih godina prošlog veka. U svetu u ovom trenutku u primeni je čitav niz ITS aplikacija u kontroli saobraćaja. One su usmerene na uticaj vozača u periodu pre i tokom saobraćajne nezgode. Automatska detekcija i registrovanje saobraćajnih prekršaja najčešće se odnosi na sledeće saobraćajne prekršaje:

- Prekoračenje brzine;
- Prolazak na crveno svetlo;
- Odstojanje između vozila (posebno u tunelima);
- Korišćenje traka namenjenih za kretanje vozila javnog prevoza;
- Neregistrovano vozilo;
- Neregularne dimenzije vozila i osovinsko opterećenje;
- Klasifikacija i kontrola pristupa vozila.

Primena ITS-a u bezbednosti saobraćaja je velika. Postoji veliki broj sistema koji omogućavaju veći stepen bezbednosti saobraćaja a samostalno predstavljaju jedan ITS. Uticaj određenih ITS sistema na vozilo i vozača zavisi od samog ITS sistema, njegove svrhe u vozilu i načina na koji se koristi. Najveći efekti u kontroli saobraćaja ostvaruju se uz pomoć uređaja koji kontrolišu brzinu vozila, odnosno daju informaciju vozaču o brzini vozila kojim upravlja. Pored uređaja u vozilu koji daje takvu informaciju „brzinomer“, sve češće se na putevima pojavljuju novi uređaji koji su zasnovani na sistemu radara i pružaju informaciju vozaču o brzini njegovog kretanja. Saveti o odgovarajućoj brzini mogu se dati na različite načine, sistemima u vozilu, svetlosnom signalizacijom i zvukom ako vozač prekorači ograničenje brzine. Od ovakvih sistema se očekuje da smanje broj saobraćajnih nezgoda za 10%.

Uticaj na brzinu vozila uz pomoć promenljivih ograničenja brzine uz pomoć promenljive saobraćajne signalizacije pokušano je na primerima upravljanja saobraćajem smanjenjem ograničenja brzine u nepovoljnim uslovima. Promenljivo ograničenje brzine predstavlja integrisan sistem sa sistemom upozorenja u slučaju magle i kao rezultat doprinosi smanjenju povreda prilikom nezgoda na nemačkim autoputevima za oko 20% (Balz i Zhu, 1994), kao i promenljivo ograničenje brzine integrisan sistem sa sistemom upozorenja za klizav put na Finskom autoputu za oko 10% (Rama, 1997). Obe ove studije pokazuju značajnu redukciju pri srednjim brzinama (od 3 do 9 km/h) pri lošim vremenskim uslovima, i druge takođe značajno smanjuju brzine varijacija.[2]

Holandski sistem za maglu, uključuje i upozoravajući tekst („magla“) i dinamičko ograničenje brzine VMS znale upozorenja na autoputevima, smanjenje brzine u magli od 8 do 10 km/h, iako je u izuzetno gustoj magli sistem imao negativan uticaj na brzinu. Do ovog problema dolazi zbog previsoke granice za najmanju moguću brzinu koja se emituje na ekranima VMS-a (60 km/h). Mnoga uniformna ponašanja dobijena su nakon uvođenja ovog sistema. Varijable ograničenja brzine su takođe bile primenjene u školskom okruženju, što je dovelo do smanjenja saobraćajnih nezgoda za 20%.

2.1.1. Inteligentni sistem adaptacija brzina (MSR)

Sistem koji najviše obećava jeste inteligentni sistem adaptacija brzina (MSR) ili eksterna kontrola brzine vozila (EVSC), koja je procenjena da smanjuje broj saobraćajnih nezgoda za oko 35%, kao obavezni deo interventnog sistema (Karsten & Fovkes, 1998; Gustafsson, 1997 i Lind, 1997). Várhelyi (1997) je procenio da automatsko ograničavanje brzina na vangradskim putevima smanjuje ukupan broj povreda nastalih u saobraćaju u Švedskoj za oko 10%. MSR u uslovima niskog trenja mogao bi da smanji ukupan broj povreda prilikom sudara za oko 12% i MSR u uslovima slabe vidljivosti i mraka za više od 12%.[2]

2.2. Sistem za upozoravanje o incidentima

Upravljanje saobraćajnim nezgodama uključuje otkrivanje, upozorenje i razjašnjenje nezgoda. Koristi za bezbednost saobraćaja su dobijene izbegavanjem lančanih sudara kao rezultat bržeg upravljanja nezgodama uvođenjem ITS-a. Smanjenje sudara zbog sveobuhvatnih sistema za upravljanje nezgodama je procenjeno na oko 28%. Upozorenje na nezgode daju VMS ili signalni uređaji, te preko radija i staničnih informativnih službi.

Studije pokazuju smanjenje sudara na IWS (*Incident Warning System*) opremljenim autoputevima. Ukupan broj nezgoda sa povredama je smanjen sa 35% na svega 9%, gde najveće smanjenje obuhvata smanjenje izazvano ukupnim posledicama. Efekti su delotvorniji prilikom sprečavanja nastanka lančanog sudara. Vrlo malo informacija postoji o bezbednosnim efektima radio baza zasnovanim na IWS sistemima kao što su RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel). Prema istraživanju Elvika et al. Povrede u saobraćajnim nezgodama su smanjene upravo zbog upozorenja koja se nalaze na autoputevima, dok je broj nezgoda sa materijalnom štetom porastao.

3. ADAPTIVNA KONTROLA SAOBRAĆAJA

Adaptivna kontrola saobraćaja je strategija upravljanja saobraćajem u kojoj se vreme saobraćajnog signala menja ili prilagođava, na osnovu stvarne potrebe za saobraćajem. Ovo se postiže korišćenjem adaptivnog

sistema kontrole prometa koji se sastoji od hardvera i softvera. U mnogim savremenim zemljama počinje se sa uvođenjem ovakvih sistema u upravljanje saobraćajem. Na primer, u Sjedinjenim državama počelo se sa intenzivnom primenom ovih sistema, međutim trenutno veoma mali deo putne mreže je pokriven ovim sistemima. Cilj federalne uprave za autoputeve je da svi putevi budu pokriveni ovim sistemima, što trenutno nije slučaj. Trenutno, samo 1% putne mreže pokriveno je ovim savremenim inteligentnim sistemima upravljanja saobraćajem.

Kontrola adaptivnih saobraćajnih signala je proces koji je u vremenu promenljiv i prilagođava se trenutnim prilikama u saobraćaju. Tokom trajanja procesa, određeni signal daje informaciju o slobodnom prolasku (zeleno) svakome ko dolazi iz tog pravca na raskrsnici, a pristup je zasnovan na očekivanom dolasku na susednoj raskrsnici. Kako se raspodela dolaska menja od ciklusa do ciklusa, dužina trajanja zelenog vremena takođe se menja od ciklusa do ciklusa. Federalna uprava za autoputeve u Sjedinjenim Američkim državama koristi ovakav način upravljanja saobraćajem kako bi se smanjila zagušenja. Pored smanjenja zagušenja, upravljanje uz pomoć ovog sistema omogućuje smanjenje kašnjenja javnog prevoza, povećava se kapacitet saobraćajnih traka, smanjuje se potrošnja goriva a odatle proističe i smanjenje emisije štetnih gasova što je u poslednje vreme ozbiljan problem.

3.1. Način funkcionisanja ovog sistema

Pre svega, senzori na saobraćajnicama prikupljaju podatke. Zatim se podaci o saobraćaju procenjuju i upoređuju sa trenutnim uslovima odvijanja saobraćaja. Nakon uporedne analize i procene, signal adaptivne kontrole vrši ažuriranje vremena trajanja određenog signala na određenoj raskrsnici ili određenom prilazu. Ovaj proces se vremenom ponavlja kontinuirano unutar sistemskog hardvera/softvera. Nakon obrade signala i podešavanja na datoj raskrsnici sistem vrši neophodnu proveru sa ostalim adaptivnim kontrolnim signalima kako bi se održao kontinuitet saobraćajnog toka i normalan protok vozila kroz raskrsnice bez stvaranja dodatnih zagušenja. Ovaj sistem predstavlja savremeni sistem koordinisanja raskrsnica. Koordinisanje raskrsnica uradi se unapred za svaki ciklus i traje konstantno duži period dok se ne utvrdi da je na određenom prilazu neophodno obezbediti duže trajanje signala za dozvoljen prolaz. Kontrola adaptivnih signala omogućuje permanentno praćenje saobraćajnih zahteva i na osnovu potreba podešavanje signala na određenim prilazima. Ovaj sistem je daleko efikasniji od prethodnih sistema za koordinisanje raskrsnica. Glavne prednosti adaptivne tehnologije za kontrolu signala u odnosu na konvencionalne signalne sisteme su to što može:

- Prema istraživanju transportnog instituta u Teksasu, troškovi zagušenja u saobraćaju iznose 87,2 milijarde dolara u vidu potrošnje goriva i izgubljenoj produktivnosti, što predstavlja 750\$ po putniku;
- Trenutno kašnjenja u saobraćaju predstavljaju više od 10% svih problema nastalih kao posledica saobraćaja;
- Kada saobraćajni signali odgovaraju potrebama saobraćaja smanjuje se ukupno vreme putovanja;
- Prosečna brzina se povećava primenom tehnologije kontrole adaptivnog signala;
- Adaptivna kontrola signala obično utiče na smanjenje vremena putovanja i kašnjenja za 10% a čak za 50% na mestima na kojima su postojali signali bez koordinacije signala;

Standardni signali za upravljanje saobraćajem doprinose zagušenju saobraćaja i kašnjenjem. Konvencionalni signalni sistemi koriste unapred programirane dnevne vremenske rasporede signalnog plana. Tehnologija za prilagođavanje signala vrši podešavanje vremena trajanja crvenog, žutog i zelenog svetla kako bi se prilagodili promenljivim zahtevima saobraćala i sprečili nastanak zagušenja saobraćaja.

Adaptive Signal Control Technologies (ASCT), u kombinaciji sa dobro projektovanim vremenskim signalima, mogu se postići veoma dobri rezultati. Ovaj sistem prima i obrađuje podatke od strateški postavljenih senzora, a ASCT određuje koja svetla bi trebala da se upale ili da se produži trajanje određenog signala na pojedinim prilazima. ASCT pomaže poboljšanju kvaliteta nivoa usluge koje putnici doživljavaju na našim lokalnim putevima i autoputevima. Uz pomoć ovog sistema smanjuje se nepotrebna kašnjenja i zastoji, a saobraćaj kontinualno teče.

Tradicionalni proces vremenskog trajanja signala traje dosta dugo i zahteva znatne količine ručno prikupljenih podataka o saobraćaju. Tradicionalni planovi vremenskog trajanja signala ne odgovaraju

promenljivim i nepredvidivim zahtevima u saobraćaju. Promene ovih sistema zahtevaju žalbe korisnika kako bi se pristupilo izmenama tradicionalnih planova. Od žalbe pa do promena signala može da protekne i veoma dug vremenski period, što može negativno da se odrazi na sve segmente saobraćaja na datoj lokaciji. Sa ASCT-om, informacije se prikupljaju i vremenski raspored se ažurira kontinuirano.

3.2. Prednosti korišćenja ovog sistema

Tehnologije za prilagođavanje signala veoma pozitivno utiču i na životnu sredinu. Korišćenjem ASCT-a može smanjiti emisije ugljovodonika i ugljen-monoksida zbog poboljšanja toka saobraćaja.

Prednosti korišćenja tehnologije adaptivne kontrole signala su:

- Kontinuirano rasporediti dužinu zelenog svetla jednako za sve saobraćajne pravce;
- Postepeno povećati pouzdanost vremena putovanja kretanja vozila kroz zeleno svetlo;
- Smanji zagušenje kreiranjem lakšeg protoka;
- Efikasno samnjenje zagušenje saobraćaja, veću potrošnju goriva i kašnjenje;
- Produžiti efikasnost vremenskog saobraćajnog signala;
- Maksimalno povećanje kapaciteta postojećih sistema, uz smanjenje troškova za sve korisnike sistema i upravljača puta koji vrši kontrolu adaptivnih signala;
- Postiže se ekološki napredak, smanjuje emisija ugljen-dioksida i ugljen-monoksida kao i drugih ugljovodonika;
- Poboljšava protok saobraćaja.

Generalno, svaki sistem upravljanja saobraćajnim signalima je dizajniran da zadovolji specifične društvene o političke ciljeve svake zajednice. U principu, sistemi kontrole saobraćajnih signala teže da postignu sledeće:

- Povećanje efikasnosti saobraćaja i javnu sigurnost;
- Precizno praćenje tokova saobraćaja i donošenje odgovarajućih i blagovremenih odluka pri kontroli saobraćaja;
- Umerena potrošnja goriva i ekološki uticaj na stop-and-go saobraćaj;
- Poboljšanje efikasnosti protoka saobraćaja.

Napredni sistemi za kontrolu saobraćajnog signala pokazali su da se koriste u nekoliko oblasti uključujući i vreme putovanja, brzine, zaustavljanje vozila, kašnjenja, potrošnju energije i uticaj na životnu sredinu. Pored toga, pokazano je da smanjuju zagušenje i broj saobraćajnih nezgoda na putevima. Tabela 1.1. prikazuje koristi koje se ostvaruju pri korišćenju sistema za upravljanje saobraćajem koji su dobijeni od ministarstva za saobraćaj SAD-a.[1]

Tabela 1. Prednosti dobijene primenom ITS-a u upravljanju saobraćajem

Vreme putovanja	smanjenje od 8% do 25%
Brzina putovanja	povećana za 14% do 22%
Zaustavljanje vozila	smanjeno za 41%
Zadržavanja	smanjenje od 17% do 44%
Potrošnja goriva	smanjenje goriva koje se koristi za 6%-13%
Emisija	smanjenje emisije HC od 4% do 10% smanjenje emisije CO od 5% do 15%

4. PRIMERI ADAPTIVNIH SISTEMA ZA KONTROLU SAOBRAĆAJA

U nastavku biće istaknuto nekoliko adaptivnih sistema pomoću kojih se upravlja saobraćajem. Svi ovi sistemi imaju različitu primenu, sve zavisi od namene svakog pojedinačnog sistema.

4.1. InSinc adaptivni sistem

InSinc adaptivni sistem za kontrolu saobraćaja je inteligentni transportni sistem koji omogućava da se saobraćajni signali prilagode stvarnoj potražnji u saobraćaju. InSinc je razvijen 2005. godine. U martu 2012. godine saobraćajne agencije u 18 američkih država odabrale su InSinc za upotrebu na više od 900 raskrsnica. Ovaj adaptivni sistem je prvo razvijen od strane *Rhithm Engineering*. *Rhithm Engineering* je ugledna kompanija koja radi u oblasti saobraćaja uglavnom samo u Sjedinjenim Američkim Državama. Glavne komponente ovog sistema su IP video kamere i procesor, ponekad nazivan „oči“ i „mozak“ sistema. Montirane video kamere određuju broj vozila i koliko dugo vozila čekaju (kašnjenja). Lokalna optimizacija InSinc koristi integrisane digitalne senzore da bi saznali tačan broj automobila koji zahtevaju uslugu na raskrsnici i koliko dugo čekaju. Pristupima se daje fazni prioritet zasnovan na ovim redosledima i vremenskim prilikama. Dinamički fazni i dinamički zeleni rasponi InSinc omogućava efikasno korišćenje zelenog vremena na saobraćajnim signalima.[3]

Globalna optimizacija InSinc kreira progresiju duž celog koridora koristeći „zeleni talas“. Vozila koja se kreću prolaze kroz koridor. Komunikacijom jednog sistema sa drugim, signali predviđaju dolazak zelenog talasa tako da vozila prolaze bez usporavanja ili zaustavljanja. Trajanje i frekvencija zelenih talasa mogu se razlikovati i u najboljim uslovima saobraćaja. Između zelenih talasa, lokalna optimizacija služi za bočne smerove i leva skretanja.

4.2. Scalable Urban TRAffic Control (SURTRAC)

Scalable Urban TRAffic Control (SURTRAC) je adaptivni sistem kontrole saobraćaja koji su razvili istraživači na Robotičkom institutu Mellon Univerziteta. SURTRAC dinamički optimizuje kontrolu saobraćajnih signala kako bi se poboljšao tok saobraćaja kako za urbane mreže, tako i za koridore. Ciljevi optimizacije uključuju manje čekanja, smanjenje zagušenosti u saobraćaju, kraće putovanje i manje zagađenja. Osnovni upravljački mehanizam kombinuje rapoređenu kontrolu preseka sa decentralizovanim koordinacionim mehanizmima. Od juna 2012. godine počela je implementacija pilot projekta SURTRAC sistema i raspoređena je na devet raskrsnica u Pitsburgu u Pensilvaniji. SURTRAC je u proseku smanjio vreme putovanja više od 25%, a vreme čekanja je u proseku smanjena za 40%.

SURTRAC sistem ima tri karakteristike. Kao prvo, donošenje odluka u SURTRAC-u se nastavlja na decentralizovan način. Decentralizovana kontrola individualnih raskrsnica omogućava veću održivost na lokalne uslove u realnom vremenu. Decentralizacija olakšava postepeno dodavanje kontrolisanih raskrsnica tokom vremena sa malo promene na postojeću adaptivnu mrežu. Takođe smanjuje mogućnost centralizovanog uskog grla. Druga karakteristika SURTRAC-a je naglasak na realnom vremenu reagovanja na promene saobraćajnih uslova. SURTRAC usvaja metode po kojima u realnom vremenu mogu da promene planirane kontrole raskrsnica i stvore uslove za kontrolu na osnovu stvarnih priliva vozila u raskrsnici. Treća karakteristika SURTRAC-a je upravljanje mrežnim putevima-koridorima i urbanim putevima, gde postoje višestruki dominantni tokovi koji se dinamički pomeraju tokom dana i gde specifični dominantni tokovi ne mogu biti unapred određeni. Urbane mreže takođe često imaju na malom rastojanju raskrsnice koje zahtevaju tesnu koordinaciju kontrolora raskrsnice. Kombinacija konkurentnih dominantnih tokova i gusto razmaknutih raskrsnica predstavlja izazov za sve adaptivne sisteme kontrole saobraćaja, SURTRAC dinamički određuje dominantne tokove neprestano komunicirajući sa ostalim elementima sistema na susednim raskrsnicama. Ove informacije daju svakom kontroloru raskrsnice više informacija za lakše koordinisanje raskrsnica i mogućnost stvaranja zelenog talasa.

5. ZAKLJUČAK

U poslednje vreme svedoci smo sve intenzivnije upotrebe i uvođenja inteligentnih transportnih sistema u svakodnevno odvijanje saobraćaja, upravljanje saobraćajem i bezbednost saobraćaja. Mnogi razvoji odvijaju se u oblasti inteligentnih transportnih sistema (ITS) sa svrhom razvoja saobraćaja. Mnoge trenutne ITS aplikacije uglavnom imaju za cilj povećanje udobnosti tokom vožnje i poboljšanje pristupačnosti. Pored toga, sistemi kao što su alco-lock brava i sigurnosni pojasevi se razvijaju kao primarni ciljevi bezbednosti na putevima. Postoje i savremeni sistemi kao što su Advanced Cruise Control i paneli za informacije o dinamičkim putanjama, koji su namenjeni poboljšanju bezbednosti na putevima. Postoje velika očekivanja za rezultate od pojedinih ITS aplikacija. Javna i politička podrška, postepeno uvode i saradnju svih uključenih strana i to je od suštinskog značaja za uspešnu implementaciju svih ovih sistema.

Pregledom literature, već je navedeno da je identifikovani nekoliko postojećih i nekoliko sasvim novih ITS sistema koji su razvijani i usavršavani, koji poboljšavaju bezbednost u vozilu. Pojedini sistemi predstavljaju sastavni deo vozila dok pojedini sistemi čine sastavni deo putnog okruženja i putne mreže. Napredni sistemi koji su razvijeni za pomoć u vozilu služe da vozača obaveste o mogućnosti sudara, sistem za izbegavanje, sistem za održavanje trake i sistem koji upozorava o promeni saobraćajne trake, sistem za poboljšanje vidljivosti, sistem koji upozorava na nevezivanje sigurnosnog pojasa i sl.

Veliki problem u primeni ovakvih sistema je što samo zemlje sa visokim bruto nacionalnim dohotkom mogu sebi da priušte ovakve savremene inteligentne transportne sisteme. U malim zemljama, u kojima bezbednost saobraćaja nije na visokom nivou ovakvi sistemi su izuzetni skupi i u startu se odustaje od nabavke ovakvih uređaja i kompletnih sistema kako sistema za pomoć u vozilu tako i sistema koji se odnose na lakše upravljanje putevima, i trenutnim potrebama u saobraćaju. Iz navedenog se vidi da takvi sistemi osim smanjenja stradanja i opšteg uticaja na bezbednost saobraćaja ovi sistemi utiču i na smanjenje potrošnje energije i goriva, smanjenje emisije, vremena putovanja i definitivno smanjenje kašnjenja.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Developing Traffic Signal Control Systems using the National ITS Architecture", US Department of Transportation, February 1998.
- [2] "Intelligent Transportation Systems and Road Safety", European Transport Safety Council, Brussels, 1999.
- [3] Ketabdari M., Marchionnin G., Studer L., "Analysis of Adaptive Traffic Control Systems Design of a Decision Support System for Better Choices"