

Primjena inteligentnih transportnih sustava (ITS) na primjeru grada Varaždina

Pavličević, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:686137>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 027/OMIL/2019

**PRIMJENA INTELIGENTSKIH TRANSPORTNIH
SUSTAVA (ITS) NA PRIMJERU GRADA VARAŽDINA**

Nikola Pavličević, 0605/336D

Koprivnica, rujan 2019. godine



**Sveučilište
Sjever**

Odjel za Održivu mobilnost i logistiku

Diplomski rad br. 027/OMIL/2019

PRIMJENA INTELIGENTSKIH TRANSPORTNIH SUSTAVA (ITS) NA PRIMJERU GRADA VARAŽDINA

Student

Nikola Pavličević, 0605/336D

Mentor

Doc. dr. sc. Predrag Brlek

Koprivnica, rujan 2019. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika		
PRISTUPNIK	Nikola Pavličević	MATIČNI BROJ	0336002815 1060513360
DATUM	10.3.2019.	KOLEGIJ	Upravljanje prometnim sustavima u urbanim sredinama
NASLOV RADA	Primjena inteligentnih transportnih sustava (ITS) na primjeru grada Varaždina		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Application of intelligent transport systems (ITS) on the example of the city of Varaždin		
MENTOR	dr. sc. Predrag Brlek	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, predsjednik povjerenstva		
	2. doc. dr. sc. Predrag Brlek, član - mentor		
	3. doc. dr. sc. Ana Globočnik Žunac, član		
	4. red. prof. dr. sc. Ljudevit Krpan, zamjena		
	5. _____		

Zadatak diplomskog rada

BROJ 027/OMIL/2019

OPIS

Zadatak diplomskog rada jest predstaviti pojam inteligentnih transportnih sustava koji u zadnjih nekoliko godina dobivaju sve više na važnosti. Primjenom inteligentnih transportnih sustava može se utjecati na poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti prometnog sustava, što između ostalog i jest osnovna zadaća ITS-a.

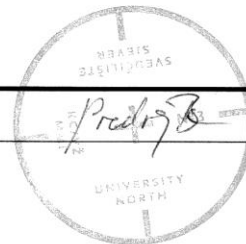
Cilj rada jest nakon dane teorijske osnove, prikazati pozitivne primjere iz Europe i svijeta gdje se neka od rješenja iz područja ITS-a aktivno primjenjuju.

Jedan od ciljeva rada jest i analizirati kako se primjenjuje ITS na području grada Varaždina te gdje postoje mogućnosti unaprjeđenja sustava.

ZADATAK URUČEN

12.09.2019

POTPIS MENTORA



Predgovor

Zahvaljujem se mentoru, doc. dr. sc. Predragu Brleku na ukazanom povjerenju, pomoći i strpljenju tijekom izrade ovog završnog rada. Također, zahvaljujem se svim profesorima, asistentima i djelatnicima Sveučilišta Sjever koji su prenosili svoje znanje te mi pružili ugodno studiranje na Sveučilištu Sjever. Zahvaljujem se i prijateljima te obitelji na korisnim savjetima i podršci tijekom studiranja.

Sažetak

Uz brz i konstantan razvoj tehnologije, normalno je da se ista počinje koristiti unutar različitih segmenata društva a sve s ciljem da unaprijedi i olakša svakodnevni život. Jedan od pojmova koji u posljednjih nekoliko godina dobiva sve veće značenje, jest inteligentni transportni sustav. Inteligentni transportni sustav ili skraćeno ITS ustvari predstavlja primjenu različite tehnologije u prometnom sustavu s ciljem povećanja njegove učinkovitosti i sigurnosti. ITS je primjenjiv na svim razinama prometnog sustava, međutim ovaj rad će se više bazirati na primjeni ITS-a na području unutra određenog grada, što je u ovom slučaju Grad Varaždin. ITS utječe i na izgled grada, pozitivno utječe na okoliš i na život ljudi u njemu. Promet kao sustav se u posljednjih nekoliko godina uslijed uvođenja digitalizacije, drastično promijenio, što ni u kojem slučaju nije loše te takav trend treba očekivati i ubuduće.

Ključne riječi: tehnologija, inteligentni transportni sustavi, prometni sustav, Varaždin, digitalizacija

Summary

With a fast and constant development of technology, it is reasonable that technology is used through all segments of society, with a goal to develop and make everyday life easier. One of the terms that are increasingly used over the last few years is intelligent transport system. Intelligent transport systems or ITS for short represents application of different technology solutions in traffic systems with a goal of increasing its efficiency and safety. ITS is applicable on all levels of traffic system, however, this paper will be based on ITS application in a city, in this case, the city of Varaždin. ITS affects the appearance of a city, positively affects the environment and the people that live within it. Traffic, as a system has been drastically changed because of introduction of digitalization, which is in no way a bad thing, and such pattern should be expected in the future.

Key words: technology, intelligent transport systems, traffic system, Varaždin, digitalization

Popis korištenih kratica

ITS- Inteligentni transportni sustavi

ISO- International Standardization Organization

ENC- elektronička naplata cestarine

LED- Light emitting diode, dioda koja emitira svjetlost

GPS- Global positioning system- globalni sustav pozicioniranja

PTI- Pre- Trip information- predputno informiranje

ODI- On- Trip Driver Information

HAK- Hrvatski auto klub

EU- Europska unija

TEN-T- Trans European Transport Networks- transeuropska prometna mreža

UPGS- Uputno parkirno garažni sustavi

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Problem i predmet istraživanja	2
1.2. Svrha i cilj istraživanja	2
1.3. Metode istraživanja.....	2
1.4. Struktura rada	3
2. POJAM INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA	4
2.1. Normizacija ITS usluga	7
2.2. ITS usluge unutar pojedinih područja	9
3. USTROJ INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA.....	11
3.1. Zahtjevi podsustava ITS-a	12
4. INTELIGENTNA INFRASTRUKTURA I VOZILA	16
4.1. Inteligentne prometnice	16
4.1.1. Inteligentna raskrižja	18
4.2. Inteligentna vozila	19
5. POBOLJŠANJE SIGURNOSTI U PROMETU PRIMJENOM ITS RJEŠENJA.....	21
5.1. Procjena i upravljanje rizikom.....	21
5.2. Incidentne situacije	23
6. ITS USLUGE NAVIGACIJE I LOKACIJE	24
6.1. Satelitski sustavi globalnog pozicioniranja kao dio ITS-a	25
7. PRIMJENA ITS-A U GRADOVIMA	25
7.1. ITS u funkciji informiranja putnika.....	26
7.1.1. Predputno informiranje	26
7.1.2. Putno informiranje.....	27
7.1.3. Napredni sustavi informiranja putnika	27
7.2. Uspješni primjeri korištenja ITS tehnologije u Europi i svijetu.....	29
8. MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA ITS-A U REPUBLICI HRVATSKOJ	33
8.1. Razvoj ITS-a na području Europske unije.....	33
8.2. Razvoj ITS-a na području Republike Hrvatske.....	35
8.3. Ciljevi uvođenja ITS-a u Republici Hrvatskoj	36
9. PRIMJENA ITS TEHNOLOGIJE U GRADU VARAŽDINU	38

10. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA PROMETNOG SUSTAVA GRADA VARAŽDINA PRIMJENOM ITS-A.....	42
10.1. Prijedlozi mjera iz područja ITS-a za Grad Varaždin.....	43
11. ZAKLJUČAK	48
Literatura	49
Popis	52
Popis tablica i grafikona	52

1. UVOD

Urbanizacijom, porastom broja stanovnika a time i vozila, došlo je do sve većih problema u prometu, prvenstveno u pogledu zagušenja i smanjene efikasnosti postojeće prometne infrastrukture. Velika zagušenja prometnica a time i produženo vrijeme putovanja, veća potrošnja goriva i povećane emisije štetnih plinova, dovele su do toga da je potrebno početi razmišljati o novoj i boljoj organizaciji cjelokupnog prometnog sustava. U današnje vrijeme, mogućnost izgradnje novih prometnica zbog manjka prostora za iste jeste smanjenja ili u potpunosti neostvariva. Iz navedenog razloga, potrebno je razmišljati na drugačiji način, to jest kako kroz pojedina alternativna rješenja, poput inteligentnih transportnih sustava riješiti probleme u prometnim sustavima. Sam pojam inteligentnog podrazumijeva sposobnost prilagodbe na nove situacije korištenjem prethodnih znanja. Upravo ta karakteristika da je sustav prilagodljiv jest i najveća odlika inteligentnih transportnih sustava koji prikupljaju i obrađuju podatke te po potrebi djeluju u promjenjivim situacijama. Inteligentni transportni sustavi se pokušavaju uvesti u sve veći broj zemalja. Kod razvijenijih zemalja taj proces jest mnogo jednostavniji i naposljetku bolje prihvaćen za razliku od nerazvijenih zemalja gdje postoji određena skepsa prema prometnim rješenjima iz područja ITS-a¹. ITS kao relativno nova tehnologija se koristi u raznim granama i aspektima gospodarstva kako bi se određeni procesi ubrzali ili olakšali. U ovom radu najviše ću se usredotočiti na prometni aspekt ITS-a koji se sve više počeo koristiti i na prometnicama u Republici Hrvatskoj.

¹ ITS- Inteligentni transportni sustavi

1.1. Problem i predmet istraživanja

Problem istraživanja jest kako grad Varaždin trenutno koristi prometna rješenja iz područja ITS-a te gdje postoje mogućnosti za intenzivnije uvođenje i korištenje svih prednosti koje ITS-a pruža.

Predmet istraživanja, odnosno tema ovog diplomskog rada jest istražiti tematiku inteligentnih transportnih sustava u teoretskom obliku a zatim i na stvarnom primjeru grada Varaždina.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

Svrha istraživanja jest pokazati kako rješenja iz područja inteligentnih transportnih sustava mogu unaprijediti prometni sustav u pogledu efikasnosti i sigurnosti te kako pojedina rješenja iz područja ITS-a mogu doprinijeti poboljšanju prometnog sustava na području grada Varaždina.

Cilj istraživanja jest pokazati da ITS nije nešto što se može koristiti samo u velikim gradovima i visoko razvijenim zemljama nego se nešto što može biti primjenjivo i na malom gradu kao što je Varaždin.

1.3. Metode istraživanja

U izradi rada korištene su klasične metode istraživanja kao što su proučavanje i prikupljanje literature te proučavanje internetskih stranica s potrebnim sadržajem. Literatura se odnosi na knjige, članke i stručne radove. Podaci iz svih korištenih izvora su se objedinili u jednu cjelinu te su se na temelju podataka iz više izvora donosili zaključci.

1.4. Struktura rada

Rad se sastoji od 11 poglavlja.

U prvom poglavlju odnosno uvodu daju se osnovni podaci o temi, navodi se problem i predmet istraživanja kojim ćemo se baviti kroz ovaj rad te se navode metode istraživanja kojima se koristilo tijekom izrade rada.

U drugom poglavlju, teoretski je definiran pojam ITS-a, te je navedena osnovna podjela ITS-a na funkcionalna područja i osnovne usluge.

U trećem dijelu, navedeni su osnovni dijelovi sustava koji su potrebni za funkcioniranje ITS-a

U četvrtom dijelu, navedeni su neki od načina primjene ITS tehnologije na primjeru inteligentnih prometnica i vozila

U petom dijelu, govori se o ITS rješenjima uz pomoć kojih se može utjecati na poboljšanje sigurnosti u prometu

U šestom dijelu, govori se o sustavima navigacije i lokacije koji spadaju pod domenu ITS-a.

U sedmom dijelu, govori se o primjeni ITS-a u gradovima te se navode načini na koje se ITS može koristiti u svrhu informiranja putnika prije i za vrijeme putovanja. Također su navedeni neki primjeri uspješne implementacije ITS rješenja u Europi i svijetu.

U osmom dijelu, govori se o kako je razvijen sustav ITS-a na području Europske unije a zatim i na području Republike Hrvatske.

U devetom dijelu prelazi se na praktični dio rada gdje su kroz fotografije prikazani primjeri korištenja ITS tehnologije na području grada Varaždina.

U desetom dijelu rada, dana su neka od mogućih rješenja iz područja ITS-a koja bi se mogla primijeniti na prometnom sustavu grada Varaždina.

U jedanaestom dijelu rada, dana su zaključna razmatranja i vlastita razmišljanja o temi.

2. POJAM INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Sam pojam ITS počeo se koristiti tek 1994. godine nakon prvog svjetskog ITS kongresa održanog u Parizu gdje je pojam ITS uvršten u znanstveni i stručni rječnik prometnih inženjera. Prije tog događaja, korišteni su različiti nazivi kao što su cestovna transportna telematika i inteligentni sustavi prometnica. Inteligentni transportni sustavi su vrlo mlada tehnologija i znanstvena disciplina koja je nastala kao posljedica razvoja tehnologije i ideje da se ta ista tehnologija iskoristi u prometnom sustavu. Može se reći da ITS predstavlja novi pristup rješavanju prometnih problema, skup tehnologija, novi tehnološki pokret ali i znanstvenu disciplinu. Inteligentni transportni sustavi su zasigurno jedno od mogućih rješenja za probleme zagušenosti prometnica, onečišćenja okoliša, učinkovitosti prijevoza, sigurnosti i zaštite ljudi i roba u prometu.

„ITS se može definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko komunikacijska nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojom se postiže znatno poboljšanje karakteristika, odvijanje prometa, učinkovitiji transport putnika i roba, povećanje sigurnosti u prometu , udobnosti i zaštite putnika, manje onečišćenja okoliša, itd.“ (Bošnjak, 2006:1)

Postavlja se pitanje kako mjeriti učinke ITS-a odnosno dali su se uvođenjem ITS-a dogodile pozitivne promjene u odnosu na sustav bez ITS-a. Kao neki od pokazatelja konkretne koristi od ITS-a spominju se (Narodne novine, 2014):

- Sigurnost
- Učinkovitost protoka
- Produktivnost i reduciranje troškova
- Koristi za okoliš

Metode kojima se mjere učinci primjene ITS-a su metoda mjerenja fizičkih učinaka, metoda analize koristi, analiza troškova i efektivnosti te analiza koristi i troškova.

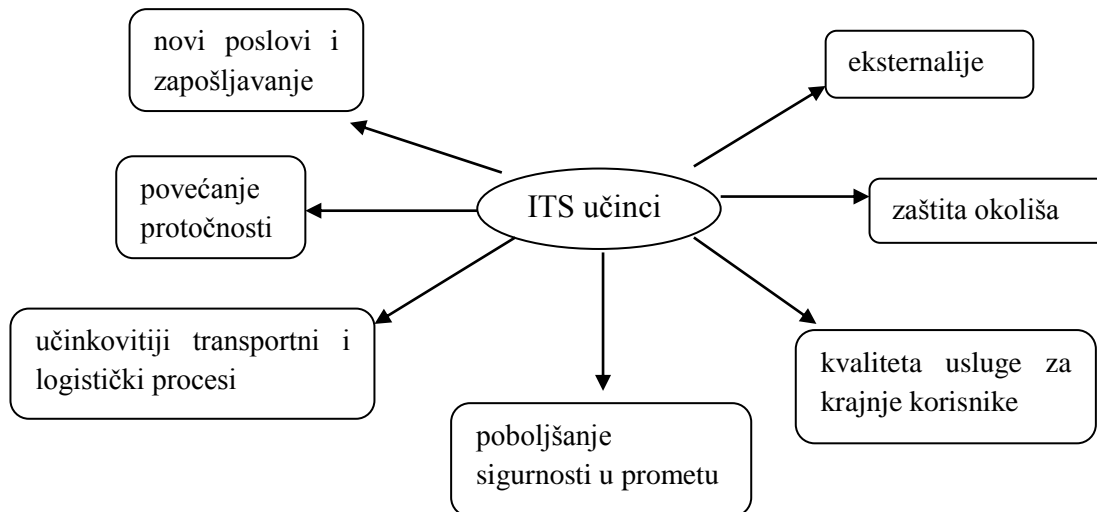
Područja koristi	Mjerljive veličine
Prijevoz osobnim automobilom	<ul style="list-style-type: none"> ➤ vrijeme putovanja (u minutama ili postocima) ➤ brzina prometnog toka (km/h) ➤ broj nezgoda (brojem i težinom) ➤ razina usluge (LoS) na rutama (A-F) ➤ protok putnika (putnika/sat) ➤ duljina redova čekanja (broj vozila) ➤ prometni stres (subjektivna mjera)
Javni prijevoz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ broj vožnji mjesečno ili godišnje ➤ iskorištenje kapaciteta vozila ➤ prihodi ➤ povećanje eksploatacijske brzine vožnje ➤ poboljšanje modalne razdiobe
Ekonomski razvoj	<ul style="list-style-type: none"> ➤ porast trgovine (€/god.) ➤ broj novih poslova (poslova/god.) ➤ porast zaposlenosti (%/god.)
Ekologija	<ul style="list-style-type: none"> ➤ smanjenje buke ➤ emisije polutanata (CO, CO₂, NO_x, SO_x, krute čestice)
turizam	<ul style="list-style-type: none"> ➤ povećanje broja turista ➤ povećanje prihoda po turistu ➤ mjerenje zadovoljstva turista ➤ popunjenost hotela i objekata uz prometnice

Tablica 1. Područja koristi i mjerljive veličine

Izvor: prilagodio autor prema:

http://estudent.fpz.hr/Predmeti/I/Inteligentni_transportni_sustavi_I/Materijali/Predavanje_1.pdf (pristupljeno 25.6.2019)

Uz mjerljive koristi, postoje i još neke dodatne koristi kao što su podizanje tehnološkog imidža grada, regije ili područja primjene ITS-a, poticaj novim zapošljavanjima i razvoju novih poslova.



Grafikon 1. Prikaz učinaka ITS-a

Izvor: prilagodio autor prema:

http://estudent.fpz.hr/Predmeti/I/Inteligentni_transportni_sustavi_I/Materijali/Predavanje_1.pdf (pristupljeno 25.6.2019)

Bošnjak (2006:2) navodi da se u okviru ITS razvijaju:

- Inteligentna vozila
- Inteligentne prometnice
- Bežične „pametne“ kartice za plaćanje cestarina
- Dinamički navigacijski sustavi
- Adaptivni sustavi semaforiziranih raskrižja
- Učinkovitiji javni prijevoz
- Brza distribucija pošiljaka podržana internetom
- Automatsko javljanje i pozicioniranje vozila u nesreći
- Biometrijski sustavi zaštite putnika
- Itd.

2.1. Normizacija ITS usluga

Usluge ITS-a normirane su i na međunarodnoj razini. Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO² je čak 1900. godine normirala ITS usluge dokumentom ISO TR 14813-1 da bi ta ista norma doživjela nekoliko revidiranja nakon kojih je sa osam funkcionalnih područja koliko ih je imala normom iz 1999., norma dodatno povećana na 11 funkcionalnih područja i 32 usluge.

Bošnjak (2006:15) u svom radu također navodi 11 funkcionalnih područja kao što je to navedeno i u klasifikaciji ISO (ISO 14813-1:2007):

1. informiranje putnika (engl. Traveler Information)
2. upravljanje prometom i operacijama (engl. Traffic Management and Operations)
3. vozila (engl. Vehicles)
4. prijevoz tereta (engl. Freight Transport)
5. javni prijevoz (engl. Public Transport)
6. žurne službe (engl. Emergency)
7. elektronička plaćanja vezana uz transport (engl. Transport Related Electronic Payment)
8. sigurnost osoba u cestovnom prijevozu (engl. Road Transport Related Personal Safety)
9. nadzor vremenskih uvjeta i okoliša (engl. Weather and Environmental Monitoring)
10. upravljanje odzivom na velike nesreće (engl. Disaster Response Management and Coordination)
11. nacionalna sigurnost (engl. National Security)

Skup od 32 temeljne usluge unutar ITS-a kao što ih je definirao ISO 14813-1:2007 a naveo ih i u svom djelu Bošnjak (2006:13) su:

1. predputno informiranje (engl. Pre-trip Information)
2. putno informiranje vozača (engl. On-trip Driver Information)

² ISO- International Standardization Organization

3. putno informiranje u javnom prijevozu (engl. On-trip Public Transport Information)
4. osobne informacijske usluge (engl. Personal Information Services)
5. rutni vodič i navigacija (engl. Route Guidance and Navigation)
6. podrška planiranju prijevoza (engl. Transport Planning Support)
7. vođenje prometnog toka (engl. Traffic Control)
8. nadzor i otklanjanje incidenata (engl. Incident Management)
9. upravljanje potražnjom (engl. Demand Management)
10. nadzor nad kršenjem prometne regulative (engl. Policing/Enforcing Traffic Regulations)
11. upravljanje održavanjem infrastrukture (engl. Infrastructure Maintenance Management)
12. poboljšanje vidljivosti (engl. Vision Enhancement)
13. automatizirane operacije vozila (engl. Automated Vehicle Operation)
14. izbjegavanje čelnih sudara (engl. Longitudinal Collision Avoidance)
15. izbjegavanje bočnih sudara (engl. Lateral Collision Avoidance).
16. sigurnosna pripravnost (engl. Safety Readiness)
17. sprečavanje sudara (engl. Pre-crash Restraint Deployment)
18. odobrenja za komercijalna vozila (engl. Commercial Vehicle Pre-Clearance)
19. administrativni procesi za komercijalna vozila (engl. Commercial Vehicle Administrative Processes)
20. automatski nadzor sigurnosti cesta (engl. Automated Roadside Safety Inspection)
21. sigurnosni nadzor komercijalnog vozila na instrumentnoj ploči (engl. Commercial Vehicle On-board Safety Monitoring)
22. upravljanje komercijalnim voznim parkom (engl. Commercial Fleet Management)
23. upravljanje javnim prijevozom (engl. Public Transport Management)
24. javni prijevoz na zahtjev (engl. Demand-Responsive Public Transport)
25. upravljanje zajedničkim prijevozom (engl. Shared Transport Management)
26. žurne objave i zaštita osoba (engl. Emergency Notification and Personal Security)
27. upravljanje vozilima žurnih službi (engl. Emergency Vehicle Management)

28. obavještanje o opasnim teretima (engl. Hazardous Materials and Incident Information)
29. elektroničke financijske transakcije (engl. Electronic Financial Transactions)
30. zaštita u javnom prijevozu (engl. Public Travel Security)
31. povećanje sigurnosti „ranjivih” cestovnih korisnika (engl. Safety Enhancement for Vulnerable Road Users)
32. inteligentna čvorišta i dionice (engl. Intelligent Junctions and Links)

2.2. ITS usluge unutar pojedinih područja

Kao što je u tekstu iznad navedeno postoji 11 funkcionalnih područja a svako od njih sadrži veliki broj usluga. U daljnjem tekstu biti će navedene neke od usluga unutar pojedinih područja.

Prvo od njih je **informiranje putnika** koje obuhvaća usluge informiranja o prometnoj mreži, predputno i putno informiranje, podrška službama koje obavljaju prikupljanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti. Usluga predputnog informiranja omogućuje korisnicima prometne usluge da iz bilo koje lokacije dođe do potrebnih informacijama o vremenu, cijenama i oblicima putovanja, odnosno svih onih informacija koje su potrebne za planiranje putovanja. Usluga putnog informiranja korisnicima daje informacije u stvarnom vremenu o potrebnom vremenu putovanja ovisno o postojećim uvjetima, raspoloživosti slobodnih parkirnih mjesta, prometnim nesrećama, radovima na cesti i slično. (Bošnjak, 2006:16)

Drugo područje unutar ITS-a pod nazivom **upravljanje prometom i operacijama** prema Bošnjak (2006:16) uključuje nekoliko usluga:

- vođenje prometa
- upravljanje incidentnim situacijama u prometu
- upravljanje potražnjom
- upravljanje i održavanje transportne infrastrukture
- identifikacija prekršitelja

Treće područje jest **vozila** koje sadrži usluge kojima se nastoji povećati sigurnost vozila, pomoći vozaču kroz sustave asistencije u vožnji, automatske radnje vozila, sprječavanje sudara i dr.

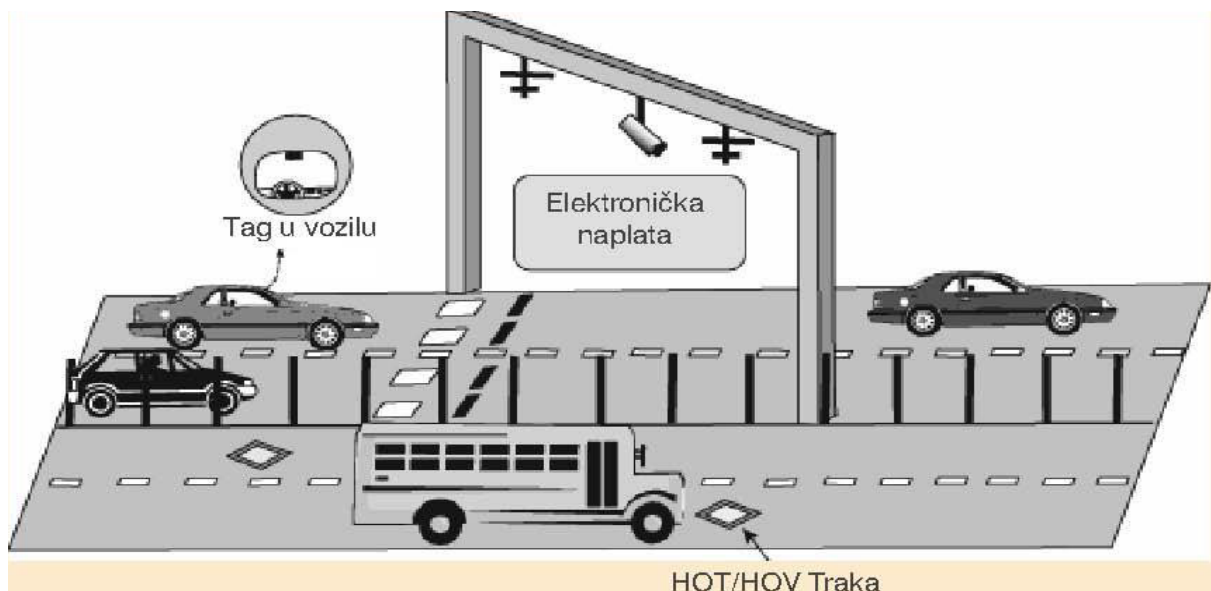
Područje **prijevoz tereta** uključuje usluge upravljanje informacijama o prijevozu tereta, upravljanje intermodalnim centrima, upravljanje opasnim teretima, automatska provjera težine vozila i dokumentacije.

Područje **javni prijevoz** podrazumijeva skup usluga koje omogućuju učinkovito odvijanje javnog prijevoza uz istovremeno ažurno informiranje korisnika. Neke od usluga su automatski poziv u slučaju nesreće, automatska provjera nesreće, praćenje voznog parka i sustav dispečinga.

Područje **žurnih službi** uključuje usluge odnosno procese kojima se omogućuje brza i efikasna intervencija žurnih službi (hitna pomoć, vatrogasci, policija, gorska služba spašavanja i druge).

Područje **elektronička plaćanja vezana za transport** uključuje usluge kao što su elektronička naplata javnog prijevoza, elektronička naplata cestarine, elektronička naplata parkiranja te razne vrste daljinskih plaćanja.

Na slici 1. nalazi se prikaz elektroničke naplate pri izlazu sa autoceste ili tunela. Sama naplata vrši se putem uređaja u vozilu kojeg identificira sustav postavljen na naplatnim postajama. Kao jedan od primjera za ovu vrstu usluge su ENC³ uređaji koji se koriste na autocestama diljem Hrvatske za naplatu cestarina.



Slika 1. Primjer sustava elektroničke naplate cestarina

Izvor: Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1, str.20

³ ENC- elektronička naplata cestarine

Područje **sigurnost osoba u cestovnom prometu** uključuje usluge kao naprimjer nadzor u vozilima javnog prijevoza, kolodvorima i slično, sustav nadzora pješaka i sustav upozorenja o radovima na cesti.

Područje **nadzor vremenskih uvjeta i okoliša** uključuje usluge nadzora vremenskih prilika na prometnicama, nadzor onečišćenja i razine vode ili leda.

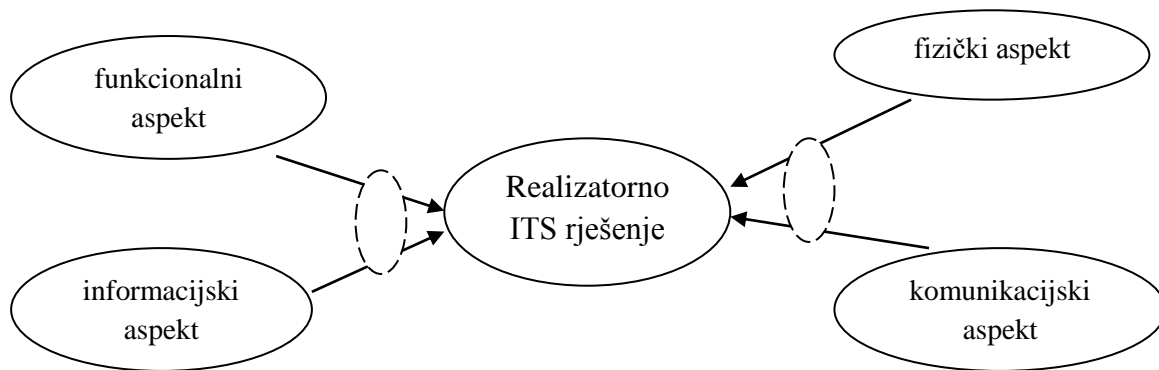
Pod područjem **upravljanje odzivom na velike nesreće** povezane su usluge vezane za prirodne nesreće koje upravljaju podacima o velikim nesrećama i koordiniraju žurnim službama.

U području **nacionalne sigurnosti** koriste se usluge kao što su identifikacija opasnih vozila, nadzor kretanja opasnih tvari itd.

3. USTROJ INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA

Ustroj ili struktura određenog sustava predstavlja temeljnu organizaciju sustava koja sadrži sve potrebne elemente, odnose i veze te načela da bi taj isti sustav funkcionirao i razvijao se po potrebi. Osnovno načelo prilikom ustroja inteligentnog transportnog jeste da mora ispunjavati sve postavljene zahtjeve od strane korisnika usluga. Sustav ITS-a bi uz zadovoljenje zahtjeva korisnika morao omogućiti i zadovoljenje zahtjeva javnog sektora. Karakteristika koja je važna za svaki sustav a tako i za ITS jest prilagodljivost odnosno sposobnost djelovanja i mogućnost rasta i razvoja bez obzira na eventualne promjene u operativnom i organizacijskom segmentu. Spomenuta karakteristika prilagodljivosti jest bitna iz razloga što proces razvoja ITS-a traje više godina tijekom kojih može doći do promjena u zahtjevima korisnika, promjena u tehničko- tehnološkim rješenjima te promjena pravnog okruženja.

Prvi korak u razvoju ITS sustava odnosno njegove temeljne strukture jest jednoznačno definirati zahtjeve korisnika odnosno interesnih skupina. Zatim slijedi faza gdje je potrebno definirati funkcije potrebne za zadovoljenje zahtjeva i na određeni način ostvariti vezu s vanjskim svijetom preko sudionika koji će biti korisnici usluga ITS-a.



Grafikon 2. Aspekti ustroja ITS-a

Izvor: prilagodio autor prema: Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1, str.128

Izgradnja inteligentnih transportnih sustava imala je za cilj integrirati više dionika transportnog poslovnog procesa (cestovne i druge operatore prometne mreže, policiju, carine, telekomunikacijske operatore itd.) pomoću tehnologija kao što su (Filijar et al., 2009):

- satelitski navigacijski sustavi
- informacijske i komunikacijske tehnologije (mobilna komunikacija sustavi; pozicioniranje, navigaciju i praćenje (PNT) algoritmi i metode;)
- radari
- napredni senzorski elementi (stanje detekcije ceste, bilo ugrađeno u vozilo ili distribuirano po cestovnoj infrastrukturi)

Novi koncept razvoja inteligentnih transportnih sustava zahtijeva sinergiju između svih uključenih sudionika sa svim povezanim tehnologijama. Nova generacija ITS-a u središte stavlja pitanje razvoja kooperativnost koja povećava važnost uključenih telekomunikacijskih sustava (Filijar et al., 2009).

3.1. Zahtjevi podsustava ITS-a

Prema Kos (2010:25) inteligentni transportni sustavi u cestovnom prometu čine podsustavi:

- Pozivno središte

- Informacijski sustav
- Sustav nadzora i upravljanja
- Sustav lokacije i navigacije
- Komunikacijski sustav

U nastavku su navedeni specijalni zahtjevi koje pojedini podsustavi moraju zadovoljiti. Tako prema Kos (2010:26) zahtjevi koji se postavljaju na **pozivno središte** su:

- Pouzdana i cjelodnevna mogućnost pozivanja pozivnog središta putem javnih nepokretnih i pokretnih telefonskih sustava
- Učinkovito odgovaranje na sve pozive
- Interaktivni govorni odziv uz pohranu razgovora
- Mogućnost izvlačenja svih relevantnih podataka iz informacijskog sustava
- Komunikacija između pozivnog središta i javnosti
- Povezanost glavnog pozivnog središta s područnim službama
- Povezanost pozivnog središta sa službama od posebnog interesa (policija, hitna medicinska pomoć, vatrogasna služba itd.)
- Visoka zasićenost povjerljivih komunikacija

Prema Kos (2010:26) zahtjevi koji se postavljaju pred **informacijski sustavi** su:

- Informacijski sustav treba osigurati okosnicu za konfiguriranje, implementiranje i integriranje informacijskih usluga putem koje će se korisnicima transportnih sredstava pružiti pouzdane, precizne i pravovremene informacije potrebne za putovanje
- Informacijski sustav treba osigurati sredstva za jednostavan pristup informacijama
- Informacijski sustav treba podržavati prikupljanje, obradu i distribuciju korisničkih informacija kao i kontrolu pristupa informacijama, njihovo ažuriranje i zaštitu
- Informacijski sustav treba biti fleksibilan odnosno mora omogućiti uvođenje novih informacijskih usluga na jednostavan način, a isto tako mora omogućiti interakciju s vanjskim sustavima koji mogu biti izvor informacija; informacijski sustav treba također imati mogućnost uvođenja novih informacijskih tehnologija i infrastrukture, a treba osigurati i prihvatljiviju razinu integracije i kontinuitet rada
- Informacijski sustav treba osigurati nepristrano pružanje informacijskih usluga, odnosno treba sadržavati informacije koje se odnose na širok demografski segment društva (starije ljude, invalide, itd.) i na različita geografska područja (urbane sredine,

ruralne sredine, područja s toplijom i hladnijom klimom), također treba podržavati ekonomski opravdan rad i održavanje kako bi se prilagodio sredstvima davatelja usluge i potrebama korisnika

Prema Kos (2010:26) zahtjevi koji se postavljaju pred **sustav nadzora i upravljanja** su:

- Prilagođenost senzora, koji se nalaze na prometnicama, radu u mikroklimatskim uvjetima na toj prometnici
- Raspored senzora koji osigurava potpuno pokrivanje prometnica na kojoj se senzori postavljaju kako bi informacija koju zaprima centar za nadzor i upravljanje bila pouzdana
- Nadzor i upravljanje senzorima koji su postavljeni na određenoj dionici prometnice, zbog registriranja broj vozila, brzine i drugog
- Podržavanje komunikacije senzora s centrom za nadzor i upravljanje, komunikacije centra za nadzor i upravljanje s pokaznim sustavima i posebnim službama uporabom odgovarajuće komunikacijske mreže
- Upravljanje pokaznim sustavima koji su povezani s dojavom o incidentnim situacijama na prometnicama
- Povezivanje centara za nadzor i upravljanje smještenih na većem broju lokacija s glavnim centrom za nadzor i upravljanje
- Omogućavanje brze i učinkovite komunikacije centra za nadzor i upravljanje sa specijalnim službama, te međusobne komunikacije glavnog i lokalnih centara za nadzor i upravljanje
- Postavljanje posebnog servera za upravljanje incidentnim situacijama
- Upravljanje tranzitnim vozilima
- Upravljanje voznim parkovima
- Upravljanje komercijalnim vozilima

Prema Kos (2010:27) zahtjevi koji se postavljaju pred **sustav lokacije i navigacije** ITS-a su:

- Integriranost sustava lokacije i navigacije, te radiolokacijskih sustava- zemaljskih i satelitskih kako bi se ostvario što učinkovitiji rad cjelokupnog sustava
- Visoka pouzdanost i točnost sustava neovisno o atmosferskim i drugim utjecajima
- Mogućnost neposrednog praćenja i lociranja vozila uz vizualnu i podatkovnu prezentaciju na zemljovidnoj karti

- Mogućnost daljinskog praćenja i upravljanja putem osobnog računala ili prenosivog računala
- Mogućnost brzog i pouzdanog prijenosa slike sa zidnog zaslona odnosno ekrana nadzornog računala službama na drugim punktovima
- Mogućnost vođenja vozila određenom rutom
- Mogućnost vođenja vozila putovima „minimalne cijene“
- Povezanost s javnom telefonskom mrežom, stacionarnom i mobilnom, te privatnim i lokalnim radiokomunikacijskim sustavima
- Mogućnost obavješćivanja o mjestima zagušenja prometa, nesreća ili oštećenja na cestama
- Povezanost s drugim javnim sustavima preko odgovarajućih sučelja za komunikaciju
- Pružanje usluga lokacije i navigacije drugim zainteresiranim tvrtkama i institucijama

Zahtjevi koji se postavljaju na **komunikacijski sustav** ITS-a prema Kos (2010:28) su:

- Omogućiti prijenos različitih vrsta komunikacijskog prometa i to prijenos govora, podataka, slike, video signala i telemetrijskih signala
- Omogućiti uporabu različitih vrsta terminala- stacionarnih, prenosivih i ugradivih u vozila
- Osigurati komunikaciju između središnjeg ureda i područnih službi, odnosno pokretnih ekipa na terenu
- Osigurati komunikaciju sa službama koje su od posebnog interesa kao što su policija, vatrogasci, hitna medicinska služba, održavanje cesta, meteorološki centar i druge službe
- Osigurati široko geografsko područje pokrivanja što uključuje urbana, ruralna i nepristupačna područja, što se posebice odnosi na pokretne komunikacije
- Osigurati prijenos informacija od senzora koji su postavljeni na prometnicama prema središnjem uredu
- Omogućiti upravljanje opremom za preusmjeravanje prometa koja se nalazi uz prometnicu u slučaju nemogućnosti odvijanja prometa
- Omogućiti učinkovitu i ekonomski opravdanu uporabu radiofrekvencijskog spektra
- Osigurati visoku kvalitetu usluga i zaštićenost povjerljivih informacija

4. INTELIGENTNA INFRASTRUKTURA I VOZILA

4.1. Inteligentne prometnice

Klasično poimanje prometnice podrazumijeva cestu na kojoj se obavlja promet uz osnovne fizičke funkcije, sa svim pripadajućim oznakama i znakovima ovisno o kategorizaciji ceste. U trenutku kada se na takve postojeće prometnice ugrade kibernetičke i informatičke nadogradnje stvaraju se inteligentne prometnice. Dakle inteligentne prometnice su ništa drugo negoli nadogradnja klasičnih prometnica koje uz osnovne funkcije posjeduju i dodatne funkcije koje za cilj imaju informiranje vozača, vođenje prometa, povećanje sigurnosti i drugo.

Inteligentne prometnice se može nazivati i automatiziranim prometnicama iz razloga jer sustavi instalirani na njih mogu obavljati razne operacije kao naprimjer: mjerenja prometa i vršenje klasifikacije vozila, analizu prometnog toka, telekontrolu gabarita (primjenom lasera), telemetriju meteoroloških uvjeta (temperatura, vlaga, padaline, vjetar), videonadzor i daljinsko upravljanje protočnošću prometnica, naplata cestarina putem pametnih kartica, telekontrolu pojave dima ili vatre, upravljanje promjenjivom prometnom signalizacijom, infopanoima, uključivanje i regulacija rasvjete i dr.

Sustavi detekcije vozila, prisutnosti i promjene trake mogu biti ugrađeni u vozila ili u samu prometnicu i biti dio inteligentne prometnice a sve s ciljem da mjere i očitavaju promjenu unutar svog područja uz pomoć detektora, senzora, kamera i slično da bi se povećala učinkovitost i sigurnost prometnog toka.

Spomenuto upravljanje promjenjivom prometnom signalizacijom kao dio inteligentne prometnice služi kao metoda propuštanja vozila kroz dva ili više povezanih raskrižja bez potrebe zaustavljanja u slučaju kada vozilo vozi brzinom koja je regulirana propisima. Ukoliko se vozilo kreće iznad brzine koja je određena za taj dio prometnice, dočekat će ga crveno svjetlo. Ovakav sustav ima višestruke prednosti kao naprimjer smanjenje zagušenja prometa jer uz stalnu brzinu prometnog toka, zeleno svjetlo na semaforima se pali jedno za drugim. Jedna od prednosti jest i poticanje vozača na smanjenje brzine i vožnju po propisanoj brzini jer vožnjom takvom brzinom dolazi do situacije da se na svim semaforima ispred njega pali zeleno svjetlo.

Prethodno spomenuto mjerenje prometa i vršenje klasifikacije vozila u velikom broju slučajeva se odvija uz pomoć induktivne petlje koja je ugrađena u samu inteligentnu prometnicu a mjeri prisutnost vozila na način da promjenom induktiviteta petlje detektira promjenu odnosno vozilo.

Upravljanje promjenjivom prometnom signalizacijom koja je prethodno spomenuta kao dio inteligentne prometnice jest i možda najpoznatiji oblik ITS tehnologije. To su ustvari LED⁴ paneli kojima se može jednostavno upravljati i na njih unositi tekst, upozorenja, obavijesti i jednostavne slike a sve s ciljem da se upravlja prometom ovisno o stvarnoj situaciji na prometnici. Ovakva vrsta signalizacije je učinkovitija od klasične jer je dinamična, uočljiva i promjenjiva.



Slika 2. Primjer promjenjive prometne signalizacije

Izvor: http://www.solarno.hr/Images/Catalog/Products/LED-RADAR_001.PNG (pristupljeno 6.7.2019)

Učinke inteligentne prometnice moguće je i izmjeriti. Za same korisnike inteligentnih prometnica važni su mnogi segmenti koji će im osigurati zadovoljavajuće putovanje. Iz tog razloga razina usluge se nastoji konstanto povećavati i usavršiti, ali i mjeriti da bi se dobili podaci koji su relevantni za daljnju proizvodnju prometne usluge. Parametri koje je moguće mjeriti kod inteligentnih prometnica su smanjenje vremena putovanja, povećanje sigurnosti

⁴ LED- Light emitting diode, dioda koja emitira svjetlost

vožnje, smanjenje prekida prometnog toka, sloboda manevriranja, povećanje udobnosti vožnje i smanjenje troškova korištenja vozila.

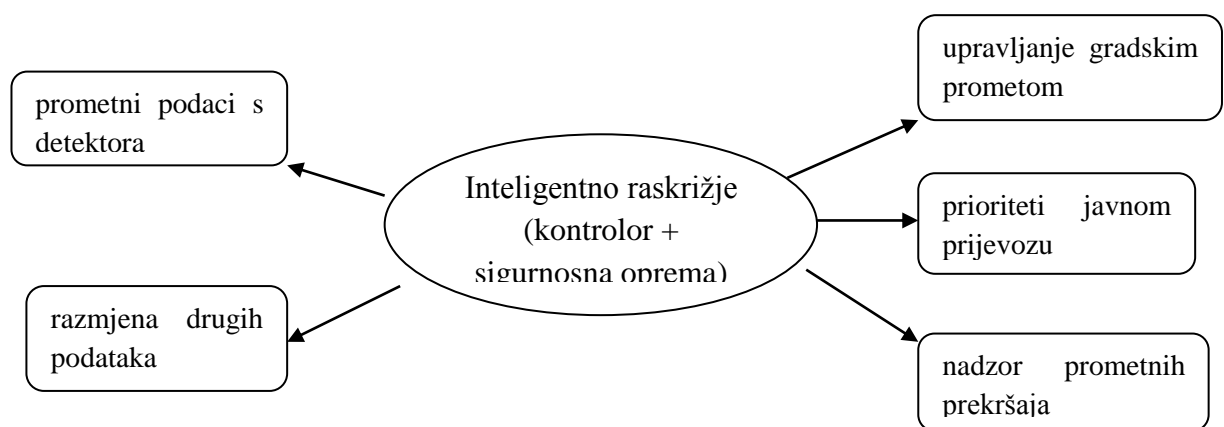
4.1.1. Inteligentna raskrižja

Električna prometna svjetla na raskrižja su uvedena sa svrhom da organiziraju promet na raskrižju, odnosno smanje broj prometnih nesreća i smanje čekanja a time i prometna zagušenja. Klasična raskrižja nemaju mogućnost dinamičkog prilagođavanja trajanja ciklusa, propuštanja prioriternih skupina vozila i upravljanja raskrižjem u ovisnosti o veličini prometnog toka.

„Inteligentno raskrižje je prometno rješenje koje sadrži skup senzora, algoritme za spajanje senzora za generiranje modela zaštite okoliša i namjenske komunikacije kratkog dometa za prijenos vrijedne informacije između raskrižja i povezanih vozila“ (Emergency-live, 2019).

Ovakva raskrižja posjeduju mogućnost propuštanja vozila žurnih službi i to na način da detektori na raskrižju identificiraju dolazeće vozilo, procjenjuje važnost te na temelju tog podatka upravljački sustav prilagođava svjetlo na semaforu, odnosno propušta vozilo žurne službe. Ovakva raskrižja imaju mogućnost upozoravanja vozača koji se približava pješaćkom prijelazu, smanjenje emisija štetnih plinova kroz reduciranje vremena praznog hoda na raskrižjima.

Inteligentna raskrižja dio su sustava upravljanja prometom ali su povezana i s ostalim podsustavima inteligentnih transportnih sustava.



Grafikon 3. Veza inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima

Izvor: prilagodio autor prema: Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1, str.223

Sama struktura inteligentnog raskrižja sastoji se od upravljačkog dijela kojim upravlja kontrolor i signalne opreme. Signalna oprema, odnosno detektori prikupljaju i šalju podatke o vozilima koja se približavaju raskrižju. Takvi podaci idu u centar za upravljanje prometom na daljnju obradu.

4.2. Inteligentna vozila

Uz osnovne funkcije, vozila koja posjeduju dodatne funkcije prikupljanja i obrade podataka iz okoline i automatsku prilagodbu kao pomoć ili zamjenu za čovjeka nazivaju se inteligentnim vozilima. Vozila koja posjeduju mogućnost samostalnog kretanja prometnicom nisu još uvijek u širokoj upotrebi ali njihova eksploatacija sve više raste te se kroz sljedećih nekoliko godina može očekivati veliki porast broja takvih vozila na prometnicama. Svrha takvih vozila jest povećanje sigurnosti, učinkovitosti i udobnosti vozača.

Inteligentna vozila mogu biti autonomna što znači da razni senzori, radari i uređaji koji čine vozilo inteligentnim na neki način „komunicira“ s prometnicom i drugim vozilima. Njihova „suradnja“ se ostvaruje putem telematičke opreme koja je nadograđena na osnovnu opremu. Sustavi instalirani u inteligentna vozila pravovremeno upozoravaju vozača na opasnost od frontalnog sudara, izlijetanja s prometnice, opasnost pri prestrojavanju, mogućeg naleta na pješaka i slično. U slučaju kada vozač ne reagira adekvatno na upozorenje od strane vozila, ono može u potpunosti preuzeti kontrolu nad upravljanjem vozilom (Techtarget, 2018).

Ovisno o razini opremljenosti inteligentnog vozila postoji šest razina autonomnosti (Techtarget, 2018):

- Razina 0- Vozač obavlja sve operacije u potpunosti samostalno
- Razina 1- Napredni sustavi asistencije pomažu vozaču prilikom skretanja, kočenja ili ubrzanja ali ne istovremeno. Sustav asistencije vozaču opremljen je kamerama za vožnju unatrag i pomagalima kao što su vibriranje sjedala ili upravljača za upozorenje prilikom prelaska u suprotnu prometnu traku
- Razina 2- Sustav asistencije vozaču na ovoj razini može skretati, kočiti ili ubrzavati istovremeno dok je vozač istovremeno prisutan za upravljačem i

nastavlja djelovati kao vozač jer sustav ima tek djelomičnu autonomiju na ovoj razini.

- Razina 3- Sustav automatizirane vožnje može obavljati sve vozačke zadatke pod određenim okolnostima. Na ovoj razini vozilo se može samostalno parkirati. Na ovoj razini vozač mora biti spreman preuzeti kontrolu nad vozilom i još uvijek je vozač glavni pokretač i upravitelj vozilom
- Razina 4- Sustav automatizirane vožnje može obavljati sve vozačke zadatke uz istovremeno nadziranje prometnog okruženja. Na ovoj razini, sustav je dovoljno pouzdan da vozač ne treba obraćati pažnju na vožnju.
- Razina 5- Sustav automatizirane vožnje u vozilu imitira virtualnog vozača i sve radnje obavlja u potpunosti samostalno. Osobe prisutne u vozilu su isključivo putnici i od njih se ne očekuju nikakve radnje.



Slika 3. Oprema inteligentnog osobnog vozila

Izvor: Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1, str.149

5. POBOLJŠANJE SIGURNOSTI U PROMETU PRIMJENOM ITS RJEŠENJA

Najveće koristi od uvođenja ITS rješenja u pogledu sigurnosti su zasigurno smanjenje broja stradalih, smanjenje broja nesreća, veća sigurnost u odvijanju prometa i brži odziv žurnih službi. Inteligentna vozila spomenuta u prethodnom poglavlju zasigurno mogu doprinijeti povećanju sigurnosti prometa koja se čak može i izmjeriti putem različitih testova. Ono što se može pratiti i uspoređivati je broj i težina prometnih nesreća prije i poslije uvođenja ITS-a tako da se može vrlo lako ustvrditi kolike su sigurnosne prednosti ostvarene uvođenjem nekog od rješenja iz područja ITS-a. Smanjenje vremena odziva žurnih službi uvelike pospješuje smanjenje smrtno stradalih i dodatnog stradavanja nakon prometne nesreće. Percepcija sigurnog putovanja nije samo vezana za smanjenje broja nesreća nego i povećanje percepcije kod ljudi o osobnoj zaštiti i zaštiti u prometu. Upravo je, sigurnost jedan od najvažnijih razloga za uvođenje ITS-a zbog sve veće učestalosti prometnih nesreća i teških posljedica istih.

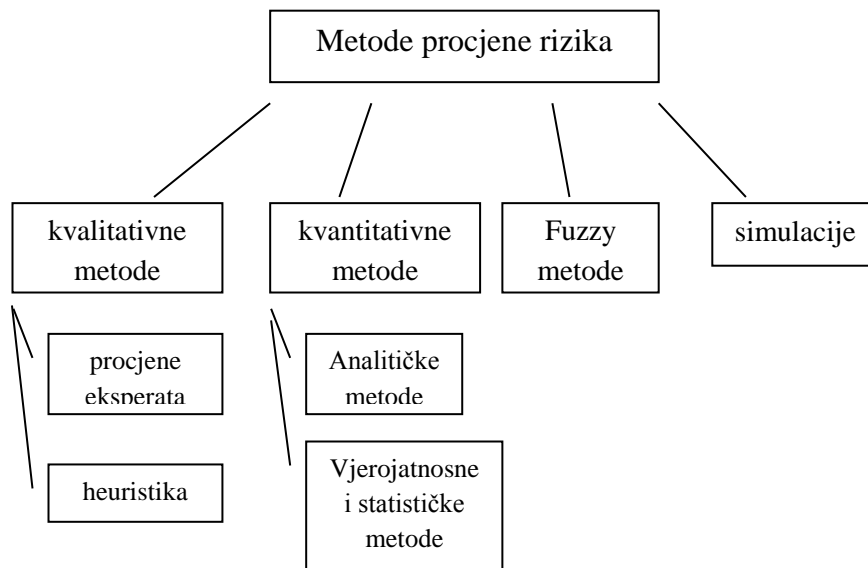
Bilo koji sustav, a tako i prometni, ne može biti u potpunosti siguran i bez neželjenih događaja tj. prometnih nesreća. Važnu ulogu u bilo kojem prometnom sustavu imaju prometni stručnjaci koji moraju dobro razumjeti i biti u mogućnosti odrediti mogući rizik. Zadatak prometnih stručnjaka u pogledu sigurnosti jest i pravilno analizirati čimbenike opasnosti u različitim prometnim situacijama, odrediti prihvatljivu razinu rizika te na temelju tog podatka dizajnirati prihvatljiva rješenja s obzirom na vjerojatnost nesreće. Uz pojam rizika veže se neizvjesnost koja je povezana s određenim događajem.

5.1. Procjena i upravljanje rizikom

Rizik se može definirati kao potencijalni gubitak ili nagrada koja slijedi uslijed izlaganja opasnosti ili kao rezultat određenih nepredvidljivih događaja. Rizik se promatra kao multidimenzionalna veličina koja prema Bošnjak (2006:217) uključuje:

- Vjerojatnost pojavljivanja određenog događaja
- Posljedice tog događaja
- Značenje ili težinu posljedica
- Populaciju izloženu riziku

Preventivno djelovanje u pogledu sigurnosti treba usmjeriti na smanjenje pogrešnog ponašanja koje izaziva najteže posljedice. Kao neke od primjera za takvo „pogrešno ponašanje“ može se navesti prevelika brzina vožnje, oduzimanje prednosti prolaska, premali razmak slijeđenja vozila i nepoštivanje prometne signalizacije. Detekcija i kažnjavanje takvog ponašanja ne može u potpunosti ukloniti nepoželjno ponašanje jer ovisno o karakteru čovjeka svatko ima vlastitu percepciju sigurnosti i rizika koja je predodređena iskustvom ali i znanjem. Procjena rizika može se temeljiti na različitim metodama u ovisnosti o raspoloživosti podataka, vremenskim ograničenjima i informatičkoj podršci.



Grafikon 4. Metode procjene rizika

Izvor: prilagodio autor prema: Bošnjak, Ivan, *Inteligentni transportni sustavi-ITS 1*, str. 219

Kvalitativne metode procjene rizika koriste znanje i mišljenja eksperata koji procjenjuju vjerojatnost rizika u razmjeru od vrlo velikog do vrlo malog.

Kvantitativna metoda koristi analitičke metode, vjerojatnosne i statističke metode opisa rizika. Kod ovih vrsta metoda postoji i određeno ograničenje, a to je da polazne pretpostavke ne odgovaraju stvarnoj situaciji.

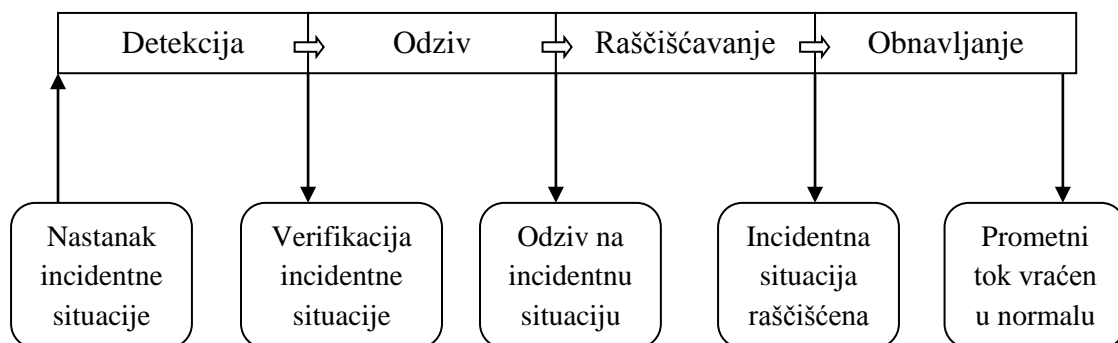
Fuzzy metode omogućuju bolju i realnu procjenu rizika. Opravdanost fuzzy metoda slijedi iz ograničenja klasičnih metoda koje se baziraju na statistici.

Metode simulacije kao što sam naziv govori nastoje simulirati ponašanje realnog sustava na temelju kojeg se izvode zaključci o rizicima. Može se reći da se ova metoda procjene rizika bazira na eksperimentiranju raznim pretpostavkama na temelju kojih se donose zaključci.

5.2. Incidentne situacije

Ne postoji neki jedinstveni model rješavanja incidentne situacije jer svaka situacija ima neke jedinstvene uvjete i zbog toga je sustav upravljanje incidentnim situacijama jako složen. Incidentne situacije moguće je podijeliti u dva sustava. Jedan sustav se koristi za upravljanje zagušenjima prometa uslijed prevelike opterećenosti prometnice, a drugi sustav služi za intervencije u slučaju prometne ili neke druge nesreće. Brz ali i koordinirani odziv svih žurnih službi ključan je pri nastanku prometne nesreće.

Spašavanje stradalih u prometnim nesrećama važan je dio ITS-a u razvijenim zemljama. U trenutku nastanka prometne nesreće aktiviranjem zračnog jastuka ili ručno iz vozila se odašilje signal prema centru za upravljanje incidentnim situacijama. Lokacija vozila se precizno utvrđuje putem GPS-a⁵ te se davanjem prioriteta vozilima žurnih službi omogućuje najbližem vozilu da u kratkom roku dođe do mjesta nesreće. Upravljanje incidentnim situacijama ima četiri faze.



Grafikon 5. Faze upravljanja incidentnim situacijama

Izvor: prilagodio autor prema: Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1, str. 224

Faza detekcije za zadaću ima prostorno i vremenski odrediti incidentnu situaciju, dok verifikacija podrazumijeva potvrđivanje prometne nesreće i određivanje tipa. Nakon faze

⁵ GPS- Global positioning system- globalni sustav pozicioniranja

odziva na prometnu nesreću, daljnju koordinaciju aktivnosti do razrješenja situacije u pravilu vodi prometna policija.

6. ITS USLUGE NAVIGACIJE I LOKACIJE

Usluge navigacije i lokacije unutar ITS-a omogućuju određivanje položaja svih vozila čije se kretanje prati, te je omogućeno daljinsko praćenje i upravljanje vozilima. Zbog važnosti pouzdanosti podataka neophodna je stalna interakcija s drugim sustavima i službama. Usluge navigacije i lokacije koriste se za povećanje udobnosti i sigurnost putovanja a ujedno da se i brže dođe do krajnje točke.

Navigacija i usmjeravanje vozila postalo je vrlo popularno zbog dostupnosti sustava namijenjenih za to. Kako bi se neko vozilo moglo voditi prema unaprijed definiranom cilju, potrebna je stalna interakcija između centra za lokaciju i navigaciju i vozila preko radiokomunikacijskog sustava. Trenutno postoje dvije vrste navigacijskih sustava u vozilu a to su zemaljski i satelitski, koji omogućuju bolju pokrivenost područja od zemaljskih. Iz navedenog razloga sve je izraženije napuštanje zemaljskih radio lokacijskih sustava.

Najpoznatiji zemaljski radio lokacijski sustavi kao što to navodi Kos (2010:68) su:

- DECCA
- OMEGA
- LORAN-C

Najčešće korišteni satelitski navigacijski sustavi prema Turkalj (2017) su:

- NAVSTAR/ GPS
- GLONASS
- GALILEO
- COMPASS
- Regionalni navigacijski sustavi:
 - DORIS (Francuski sustav)
 - IRNSS (Indijski sustav)
 - QZSS (Japanski sustav)

6.1. Satelitski sustavi globalnog pozicioniranja kao dio ITS-a

Kao što je spomenuto, najpoznatiji satelitski sustavi pozicioniranja su američki sustav pozicioniranja GPS, ruski GLONASS, europska verzija nazvana Galileo te kineska Compass.

Prema Turkalj (2017) GPS je satelitski radio navigacijski sustav koji omogućava određivanje pozicije, vremena i brzine gibanja uporabom metode mjerenja vremena dolaska radio signala. Spomenuti GPS sustav, važan je dio različitih ITS rješenja koja se odnose na određivanje položaja u prostoru. Ovisno o potrebama ITS-a mogu se koristiti razne izvedbe GPS prijamnika, manjih ili većih dimenzija i raznog cjenovnog ranga. Funkcija GPS prijamnika je da prepozna, prati i mjeri satelitske GPS signale te da na osnovi mjerenja izračuna poziciju. Navedeno je moguće sprovesti jer se u orbiti Zemlje uvijek nalaze najmanje 4 satelita, što je dovoljno da se precizno odredi položaj.

7. PRIMJENA ITS-A U GRADOVIMA

Upravljanje prometom određuje razinu usluge kojom se određeni prometni kapacitet može odvijati na određenoj prometnici. Kapacitet prometne mreže određen je razinom izgrađenosti infrastrukture i kvalitetom upravljanja prometom. Neki od zadataka upravljanja prometom uz pomoć ITS-a su kontrola pristupa na prometnu mrežu, ublažavanje problema uskih grla uslijed incidentne situacije, rješavanje problema zagušenja na prometnicama, smanjenje utjecaja nepovoljnih faktora kao što su vremenske neprilike i slično na odvijanje prometa te podizanje razine sigurnosti u prometu.

U trenutku kada se odluči upravljati prometom uz pomoć inteligentnih transportnih sustava, potrebno je krenuti od proučavanja zahtjeva korisnika. Nakon te faze, kreće se na stvaranje arhitekture sustava, radi se detaljan dizajn sustava, testiraju se prototipovi te se nakon pozitivno ocjenjenih prototipa kreće u implementaciju.

Kontinuiranje promjene koje se događaju unutar prometnog toka, prema Dadić i Kos (2007:82) nošene su tzv. „valovima“ koji se kreću duž prometnice u pravcu kretanja prometnog toka ili suprotno od pravca prometnog toka. Promjena osnovnih parametara odvijanja prometnog toka za posljedicu ima uvijek i određene poremećaje u odvijanju prometa. Termin koji Dadić i Kos (2007:82) također koriste su tzv. „šok valovi“ koji se prometnicom mogu kretati u smjeru prometnog toka ali češće suprotno od smjera odvijanja

prometnog toka. Do promjene parametara prometnog toka može doći uslijed velikog priljeva vozila na određeni dio prometnice. Ukoliko je priljev vozila kontinuiran dolazi do pojave „vala“ a ukoliko je priljev vozila skokovit dolazi do pojave „šok valova“.

7.1. ITS u funkciji informiranja putnika

Konstantan razvoj informacijske tehnologije u današnje vrijeme otvara mogućnosti za pojavu i razvoj različitih sustava informiranja putnika. Uslijed rasta broja stanovnika u gradovima, posljedično raste i broj vozila/ putnika te dolazi do potrebe razvoja različitih načina transporta unutar grada. Slijedom tih događaja dolazi do potrebe za razvojem sustava informiranja putnika. U brojnim slučajevima se pokazalo da sudionici u prometu koriste sustave informiranja s ciljem da uštede na vremenu putovanja. Informacije unutar informacijskog sustava trebaju smanjiti mogućnost zabune i omogućiti lakši odabir načina prijevoza, vremena polaska, rute i moda putovanja.

7.1.1. Predputno informiranje

Usluga predputnog informiranja (ili PTI⁶), ukratko spomenuta u poglavlju 2.2., u ovom dijelu rada biti će se detaljnije obrađena. Predputno informiranje prva je usluga unutar područja informiranja putnika. Cilj usluge predputnog informiranja jest pružiti putnicima podatke u pravom vremenu na temelju kojih će korisnik lakše donijeti odluku o načinu putovanja. Informacije u području predputnog informiranja prema Hodžić i Đukić (2016) mogu se odnositi na:

- Stanje na prometnicama
- Vremenske prilike (kiša, snijeg, led i sl.)
- Vozne redove u željezničkom, zračnom i vodenom prometu
- Planiranje putovanja javnim prijevoznim sredstvima
- Slobodna mjesta za parking
- Turističke i ugostiteljske sadržaje

⁶ PTI- Pre- Trip information- predputno informiranje

Predputne informacije, krajnjem su korisniku dostupne putem računala spojenog na Internet, mobilnog uređaja, javnog interaktivnog kioska i sl.

7.1.2. Putno informiranje

ITS usluga putnog informiranja (ili ODI⁷) za cilj ima pružanje kvalitetnih informacija o prometnim uvjetima. Na temelju takvih informacija na korisniku je da donese daljnju odluku o svom putovanju. Putne informacije koje se plasiraju vozaču/korisniku prema Horvat (2016:12) odnose se na:

- Novonastale promjene u odnosu na predputne informacije
- Alternativne rute
- Atraktivni turistički događaji
- Nesreće na prometnici
- Uvjete na prometnici
- Posebne događaje koji utječu na odvijanje prometa

Jedna od zadaća putnog informiranja jest i poticanje korištenja javnog gradskog prijevoza boljim informiranjem korisnika takvih usluga. Sustav nastoji pružiti relevantne informacije o uslugama svih javnih gradskih prijevoznika (autobus, tramvaj, željeznica, taxi i sl.) putem tehnologije u domu korisnika, uredu, ulici i kolodvoru. Na kolodvorima su instalirani sustavi displeja koji prikazuju sve relevantne informacije o mogućnostima putovanja.

7.1.3. Napredni sustavi informiranja putnika

Neki od naprednih sustava informiranja putnika su (Bojić, 2016:22):

- 5-1-1 sustav
- Savjetodavni radio
- Interaktivni elektronički kiosk
- Elektroničke oglasne ploče

⁷ ODI- On- Trip Driver Information

Usluga 5-1-1 jest telefonska linija koja pruža informacije o prometu u nekim regijama SAD-a i Kanade. Usluga funkcionira na način da se nazove broj 5-1-1 te se izgovaraju ključne riječi na temelju kojih se dolazi do traženih podataka. Usluga 5-1-1 jest vrlo jednostavna i ne zahtjeva veliku i skupu infrastrukturu. Slična usluga postoji i na području Hrvatske gdje takve usluge pruža HAK⁸ na pozivni broj 072 777 777.

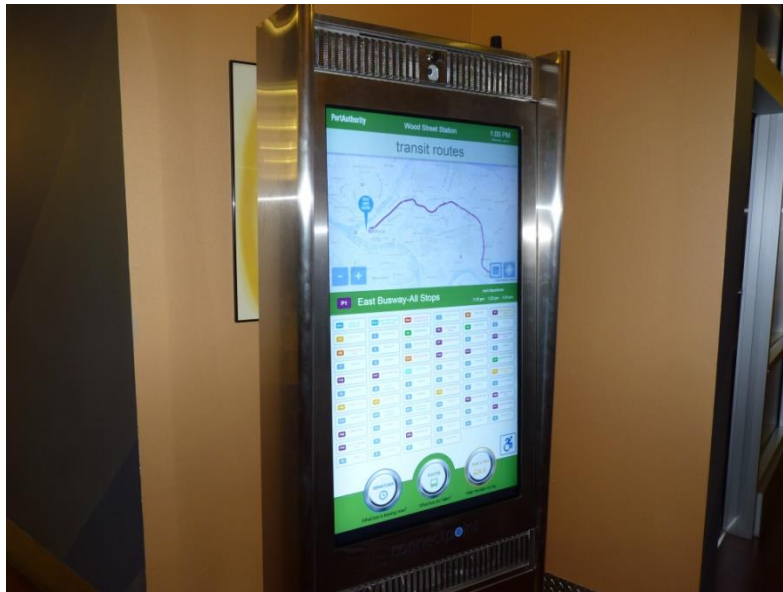
Sustav informiranja putnika putem savjetodavnog radija vrlo je jednostavna tehnologija koja se bazira na licenciranoj radio frekvenciji koja pruža usluge informiranja putnika o prometu. Usluga savjetodavnog radija za sada se koristi samo na području SAD-a. Trenutno ovakva usluga specijalizirane radio frekvencije koja samo imitira podatke o prometu ne postoji na području Republike Hrvatske.

Interaktivni elektronički kiosk je uređaj postavljen na javnim mjestima koja imaju veliku fluktuaciju ljudi s ciljem da se ljudi samostalno informiraju o stanju u prometu. Mjesta gdje se najčešće postavljaju su željezničke i autobusne postaje, zračne luke pa čak i gradski trgovi.

⁸ HAK- Hrvatski auto klub

7.2. Uspješni primjeri korištenja ITS tehnologije u Europi i svijetu

Jedan od primjera primjene ITS tehnologije jest interaktivni kiosk u američkom gradu Pittsburghu gdje se ovakva vrsta kioska koristi za pružanje informacija u stvarnom vremenu o dolascima i odlascima vozila javnog gradskog prijevoza. Ovakva vrsta kioska jest veoma popularna i te se koristi i diljem Europe.



Slika 4. Digitalni informacijski kiosk- Pittsburgh

Izvor: <https://www.pghcitypaper.com/Blog/archives/2016/06/09/port-authority-of-allegheny-county-installing-digital-real-time-bus-stops-in-downtown-pittsburgh> (pristupljeno 26.8.2019)

U gradu Pragu u vozila javnog prijevoza ali i na kolodvorima instalirani su uređaji koji služe za izdavanje integrirane karte kojom se može koristiti za prijevoz autobusima, vlakovima i metroom. Primjena tehnologije unutar ovog uređaja očituje se u tome što se na zaslonu uređaja uz cijenu karte mogu prikazivati i razni drugi podaci od voznog reda, trenutne pozicije vozila javnog gradskog prijevoza i slično.



Slika 5. Uređaj za izdavanje integrirane karte

Izvor: <https://www.pragueexperience.com/travel/public-transport.asp> (pristupljeno 26.8.2019)

Autonomni autobus u Beču koji vozi u potpunosti bez ikakve pomoći vozača postao je svakodnevnicom u Bečkom kvartu Aspern. Ovakav autobus je kapaciteta 9 sjedećih mjesta. Beč je uveo i tehnologiju koja upravlja semaforima u gradu pomoću senzora, gdje semafori skupljaju podatke o prometnosti i međusobno komuniciraju i usklađuju svoj rad ne bi li optimizirali gradski promet. Uz uređaje za vođenje prometa semafori su opremljeni i s sensorima koji skupljaju podatke o kvaliteti zraka i okoliša.



Slika 6. Autonomni autobus u Beču

Izvor: <https://www.jutarnji.hr/native/svjetski-uzori/8830520/#bec> (pristupljeno 26.8.2019)

Sljedeći primjer ITS tehnologije koja se u stvarnosti koristi jest zeleni val za bicikliste u Kopenhagenu gdje se tijekom najvećih gradskih gužvi semafori prilagode prosječnoj biciklističkoj brzini. Uobičajeno je da se zeleni val stvara za automobile ali u ovom primjeru se on stvara za bicikliste što nije ništa neobično jer na području grada postoji čak 375 kilometara biciklističkih staza a manje od 30% stanovnika posjeduje automobil. Zbog velikog broja biciklista u prometu na stupove ulične rasvjete postavljeni su senzori za upravljanje jačinom uličnog svjetla, koji zbog sigurnosti, prilikom prilaska biciklista raskrižju pojačavaju intenzitet svjetla.



Slika 7. Semafori koji daju prioritet prolaska biciklima

Izvor:<https://i.pinimg.com/originals/84/5b/0d/845b0dd6347193864d69ba76f6793185.jpg>
(pristupljeno 26.8.2019)

Grad koji uz Beč i Kopenhagen jest dobar primjer korištenja ITS-a jest i Barcelona koja je od 2011. godine krenula s intenzivnim uvođenjem električnih punionica (danas ih je 400 besplatnih na području grada), pametne ulične rasvjete, pametne autobusne stanice koje pružaju podatke u stvarnom vremenu itd. Upravo je Barcelona prva u Europi uvela bike-sharing sustav.



Slika 8. Bike-sharing sustav u Barceloni

Izvor: <https://www.fleeteurope.com/en/shared-mobility/spain/news/barcelona-expands-bikesharing-system?t%5B0%5D=bike%20sharing&curl=1> (pristupljeno 26.8.2019)

Jedno od rješenja koje je postavljeno u Nizozemskoj u gradu Bodegravenu jest veoma neobično ali ispunjava svoju svrhu a to je povećanje sigurnosti pješaka u prometu. Gradske vlasti su odlučile da kod pješačkih prijelaza koji se nalaze u blizini triju škola unutar pločnika postave prometno svjetlo koje je usklađeno sa prometnim svjetlom na semaforu. Razlog za uvođenje ovakvog rješenja jest veliki broj učenika koji prolaze prometnicu a da uopće ne obraćaju pažnju na prometno svjetlo jer su previše zaokupljeni svojim pametnim telefonima.



Slika 9. Prometno svjetlo ugrađeno u pločnik

Izvor: <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/traffic-lights-pavement-smartphone-users-look-down-dutch-pedestrians-netherlands-a7584081.html> (pristupljeno 26.8.2019)

8. MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA ITS-A U REPUBLICI HRVATSKOJ

Za bilo kakve promjene unutar prometnog sustava potrebno je pratiti zakonodavni okvir. Za uvođenje nekih od rješenja iz područja inteligentnih transportnih sustava na području Republike Hrvatske postoje dobri temelji i već su mnoge stvari na tom području napravljene. Jedan od temelja za uvođenje ITS-a je i Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. od 2018. godine. Program je donesen s ciljem da se prikaže postojeće stanje te planovi budućih aktivnosti razvoja inteligentnih transportnih sustava.

8.1. Razvoj ITS-a na području Europske unije

Europska unija i njene članice su već davno otkrile važnost i mogućnosti koje proizlaze iz primjene inteligentnih transportnih sustava. Postoji nekoliko izazova koje treba prevladati da bi europski prometni sustav mogao udovoljavati potrebama za mobilnošću kako društva tako i gospodarstva. Neki od izazova su (Narodne novine:2014):

- Procjenjuje se da zagušenje u cestovnom prometu direktno utječe na 10% EU⁹ cestovne mreže
- Godišnji troškovi generirani zagušenjem procjenjuju se od 0,9 do 1,5 % BDP-a Europske unije
- Cestovni promet trenutno generira 72% svih emisija CO₂ vezanih za prijevoz (emisije porasle za 32% u odnosu na razdoblje 1990-2005)
- Broj smrtno stradalih na cestama Europske unije još uvijek je 4000 iznad planiranog (plan je 31000 poginulih)

Europska unije na inteligentne transportne sustave kao tehnologiju gleda sa više aspekata. Uz onaj osnovni, a to je da unaprijedi prometni i transportni sektor, Europska unija u ITS-u vidi mogućnost razvoja pripadne industrije koja bi proizvodila opremu i usluge u području ITS-a. Na tu granu industrije se gleda kao na granu s visokom dodanom vrijednošću pa time i

⁹ EU- Europska unija

veoma produktivnu. Aktivnije promoviranje a zatim i uvođenje ITS-a od strane Europske unije kreće od 2000. godine kad Europska komisija počinje sve češće objavljivati dokumente vezane uz usluge ITS-a, da bi 2008. godine nastao Akcijski plan za uvođenje ITS-a u Europi.

Svake godine, Europska komisija investira više od 400 milijuna eura u područje ITS-a. Temeljni programi preko kojih se investira u inteligentne transportne sustave su (Narodne novine:2014):

- TEN-T¹⁰- u razdoblju od 2007. do 2013. uloženo 1.51 milijarde eura
- Strukturni i kohezijski fond- u razdoblju od 2007. do 2013. uloženo 1.09 milijarde eura
- Instrument za povezivanje Europe- planirana ulaganja od 970 milijuna eura do 2020. Godine
- Sedmi okvirni program za istraživanje i tehnološki razvoj- do 2013.godine 400 milijuna eura uloženo u istraživanje
- Program Horizon 2020- budžet od 80 milijardi eura za istraživanje i inovacije do 2020. godine

Odlučnost Europske unije da krene s uvođenjem ITS-a vidi se i iz „Akcijskog plana za uvođenje ITS-a u Europi“ kojim se postigao i zakonodavni okvir za odlučniji iskorak u pogledu ITS-a. Unutar akcijskog plana navedena su 6 područja aktivnosti na koje se nastoji djelovati (Narodne novine:2014):

- Optimalno korištenje cestovnih, prometnih i putnih podataka,
- Neprekinutost ITS usluga za upravljanja prometom i teretom na europskim prometnim koridorima i u gradovima,
- Sigurnost na cestama,
- Povezivanje vozila i prometne infrastrukture,
- Sigurnost i pouzdanost podataka,
- Europska suradnja i koordinacija na području ITS-a.

¹⁰ TEN-T- Trans European Transport Networks- transeuropska prometna mreža



Grafikon 6. Akcijski plan za uvođenje ITS-a

Izvor: <http://www.poslovni-savjetnik.com/propisi/nacionalni-program-za-razvoj-i-uvodenje-inteligentnih-transportnih-sustava-u-cestovnom> (pristupljeno 11.7.2019)

8.2. Razvoj ITS-a na području Republike Hrvatske

Gradnja novih autocesta diljem Hrvatske, a posebno intenzivno od 2000. godine na dalje, poslužila je za ubrzani razvoj i uvođenje ITS rješenja na novoizgrađene dijelove autoceste ali i na one dijelove koji su ranije izgrađeni. Posljedica novo izgrađenih autocesta u kombinaciji sa primjenom ITS tehnologije dovela je do situacije da su autoceste u Hrvatskoj među najmodernijim i najsigurnijim u Europi. Dijelovi sustava na koji ITS na autocestama ima najveći utjecaj su područje upravljanja prometa i područje upravljanja incidentnim situacijama u tunelima. Iako je sustav ITS-a na autocestama razvijen u velikoj mjeri, situacija na državnim i ostalim prometnicama je znatno lošija te su u ta područja potrebne značajne

investicije. Iako primjena ITS-a na državnim i županijskim cestama nije na zavidnoj razini može se reći da je Republika Hrvatska ipak u vrhu u regiji što se tiče opremljenosti sustavima za upravljanje prometom. Većina opreme koja je implementirana na prometnice, plod je domaće industrije pa je uz rast sigurnosti i učinkovitosti prometnica posljedično rasla i industrija i to putem projektiranja, istraživanja i razvoja, proizvodnje i ugradnje i održavanja opreme. Na temelju pozitivnih iskustava iz prošlosti, trebalo bi nastaviti s trendom uvođenja inteligentnih transportnih rješenja, posebice u gradska područja. U Republici Hrvatskoj je osnovana Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije- HAMAG-BICRO čime se nastoji riješiti problem nedovoljne povezanost znanstveno- istraživačke zajednice i gospodarskih subjekata što je jedan od glavnih problema u RH. Agencija HAMAG-BICRO služi za provedbu vladinih programa potpore tehnološkom razvoju.

8.3. Ciljevi uvođenja ITS-a u Republici Hrvatskoj

Unutar Nacionalnog programa za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu definirana su 4 strateška cilja (Narodne novine:2014):

- Strateški cilj 1.- Sigurnost i zaštita cestovnog prometa
- Strateški cilj 2.- Podizanje učinkovitosti cestovnog prometnog sustava
- Strateški cilj 3.- Održiva mobilnost u gradovima
- Strateški cilj 4.- Razvoj ITS industrije

U okviru ovoga Nacionalnog programa za razvoj i uvođenje ITS-a u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine predviđeno je pet (5) nacionalnih prioriteta područja (Narodne novine:2014):

- Nacionalni prioritetno područje 1.: Upravljanje sigurnošću u cestovnom prometu
- Nacionalni prioritetno područje 2.: Upravljanje prometnom potražnjom i multimodalnost
- Nacionalni prioritetno područje 3.: Upravljanje prometom u gradovima
- Nacionalni prioritetno područje 4.: Podizanje razine prometnih usluga za podršku hrvatskom turizmu

- Nacionalni prioritetno područje 5.: Unaprjeđenje održavanja cestovnih prometnica podržano ITS aplikacijama



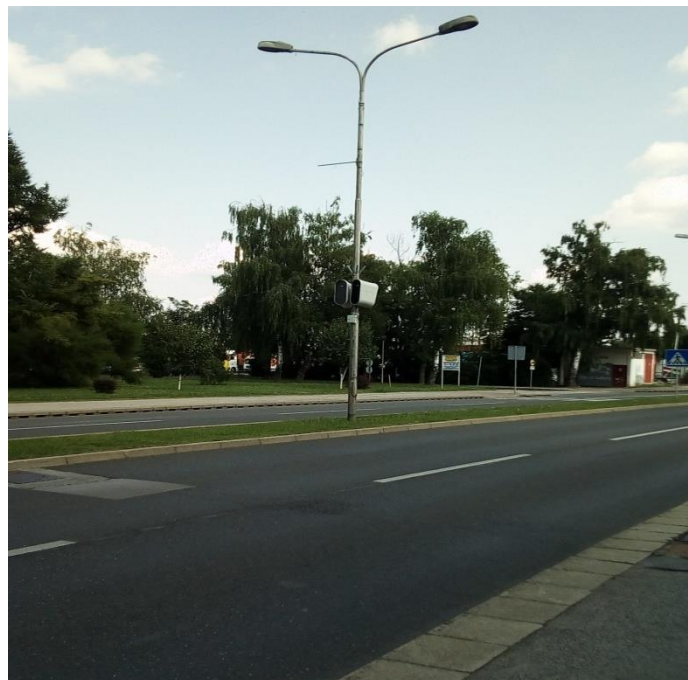
Grafikon 7. Veza strateških ciljeva, nacionalnih prioritetnih područja i europskih prioritetnih područja

Izvor: <http://www.poslovni-savjetnik.com/propisi/nacionalni-program-za-razvoj-i-uvodenje-inteligentnih-transportnih-sustava-u-cestovnom> (pristupljeno 11.7.2019)

9. PRIMJENA ITS TEHNOLOGIJE U GRADU VARAŽDINU

Primjena ITS tehnologije na području grada Varaždina zasad se bazira na jednostavnim pojedinačnim rješenjima, dakle ne postoji sveobuhvatan sustav upravljanja prometom uz pomoć ITS-a.

Jedan od primjera primjene ITS-a na području grada Varaždina jesu kamere za nadzor brzine kao na Slici 10. Kamere sa slike ne služe samo za nadzor brzine, nego kamere prepoznaju dali su vozač i suvozač vezani sigurnosnim pojasom te dali vozač koristi mobitel na nedopušteni način. Kamera automatski čita registarske pločice i putem mobilne mreže fotografije se u realnom vremenu šalju u policiju. Kamera sa slike nalazi se u Koprivničkoj ulici u kvartu Banfica. Iste kamere, nalaze se na još nekoliko lokacija na širem području grada ali one nisu toliko predmet interesa jer sam se u ovom radu bazirao na područje šireg centra grada a ne toliko na prigradska naselja.



Slika 10. Kamere za nadzor brzine

Izvor: Autor

Na području grada, primjenjuju se UPGS sustavi. UPGS ili uputno parkirno garažno sustavi koji obavještavaju vozače putem promjenjivih znakova na najbliže slobodne parkirne lokacije koje se nalaze u tom dijelu grada.



Slika 11. UPGS na lokaciji Ulica Ratimira Hercega

Izvor: Autor



Slika 12. UPGS na lokaciji Ulica Zrinskih i Frankopana

Izvor: Autor

Tehnologija koja se sve više koristi na području grada, a prvenstveno u svrhu poboljšanja sigurnosti pješaka i biciklista jesu promjenjivi prometni znakovi opremljeni sensorima i napajani solarnom energijom.



Slika 13. Prometna signalizacija u svrhu poboljšanja sigurnosti prometa

Izvor: Autor

Prometna signalizacija sa Slike 13. nalazi se u Ulici Miroslava Krležu u neposrednoj blizini VI. Osnovne škole Varaždin. Ova vrsta signalizacije opremljena je senzorom koji prepoznaje dolazak vozila te mu mjeri brzinu te istu prikazuje na ekranu. Ova vrsta prometne signalizacije nije opremljena sustavom koji bi bilježio prekoračenje brzine i u skladu s time kažnjavao vozače već mu je osnovna svrha obavijestiti vozača da prevelikom brzinom dolazi na mjestu na kojem je obilježen pješački prijelaz.

Prometna signalizacija kao na Slici 14., sve je češća na području grada Varaždina a pogotovo u blizini škola. Signalizacija sa slike 14. se nalazi u Ulici Franca Prešerna u neposrednoj blizini II. Osnovne škole Varaždin. Ova vrsta signalizacije je opremljena sensorima koji prepoznaju dolazak vozila te na ekranu ispisuju tekst: „Oprez!“ i „Škola“ čime se vozačima sugerira da smanje brzinu jer se djeca nalaze u blizini prometnice i pješačkog prijelaza.



Slika 14. Promjenjiva prometna signalizacija opremljena sensorima

Izvor: Autor

Na frekventnijim pješačkim prijelazima na području grada koji nisu opremljeni semaforima počele su se ugrađivati LED diode koje u uvjetima smanjenje vidljivosti i u noćnim satima dodatno ističu pješački prijelaz. Na slici 15. Led diode postavljene su na lokaciji u Ulici Stanka Vraza.



Slika 15. LED diode za dodatno isticanje pješačkog prijelaza

Izvor: Autor

10. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA PROMETNOG SUSTAVA GRADA VARAŽDINA PRIMJENOM ITS-A

Za prometnu situaciju na području grada Varaždina može se reći da je više nego dobra. S navedenom konstatacijom se ne slažu svi građani grada Varaždina i Varaždinske županije, međutim ona je moje osobno mišljenje. Razloge zašto razmišljam na taj način ću objasniti u nastavku.

O Gradu Varaždinu može se reći da je:

- Ekonomsko središte sjevernog dijela Hrvatske s razvijenom prehrambenom, prerađivačkom, transportnom i obrtničkom djelatnošću
- Obrazovno središte sjevera Hrvatske (razvijeni svi oblici obrazovanja)
- Socijalne usluge su kvalitetno razvijene i dostupne svim strukturama građana

Iako Varaždin predstavlja najvažnije središte za sjeverni dio Hrvatske, odnosno gravitira mu veliki broj ljudi iz te regije, prometni sustav na području grada za sada funkcionira bez većih problema i zastoja. Kao i svaki sustav, tako i ovaj ima određene „kritične točke“ koje su na vrijeme prepoznate i koje su se krenule rješavati, neke zasad samo na idejnoj razini a neka rješenja su već u provedbi. U jutarnjim i popodnevnim vršnim satima ponekad se stvaraju gužve, međutim one nisu većeg intenziteta. Jedan od razloga, što ne dolazi do većeg stvaranja gužva zasigurno je i taj što su sve industrije koje svaki dan generiraju veliki broj ljudi zbog posla smještene na periferiji grada. Iako je u tom području grada u jednom trenutku prisutan veliki broj automobila, nakon završetak radnog vremena svi ti automobili se rasprše u različitim smjerovima a tek mali dio njih ide prema užem centru grada.

Grad Varaždin jedan je od rijetkih gradova u Hrvatskoj u kojem postoji sustav javnog gradskog prijevoza iako ne u obliku tramvaja ili gradskih autobusa kao što je to uobičajeno nego u obliku kombi vozila. Za navedenu uslugu grad Varaždin ima potpisani koncesijski ugovor s prijevoznikom Vincek d.o.o. U okviru Ugovora definirano je prometovanje pet linija, s ukupno deset dnevnih polazaka radnim danom, četiri polaska subotom i dva nedjeljom. S obzirom da Grad Varaždin veličinom i infrastrukturom omogućuje svakodnevno pješaćenje i bicikliranje ne iznenađuje veliki broj pješaka i biciklista na ulicama koji rađe koriste taj oblik putovanja negoli javni prijevoz ili taksi. U pogledu biciklističkih staza,

postojeća situacija je dobra jer se biciklisti kreću površinama koje su izdvojene za biciklistički promet.

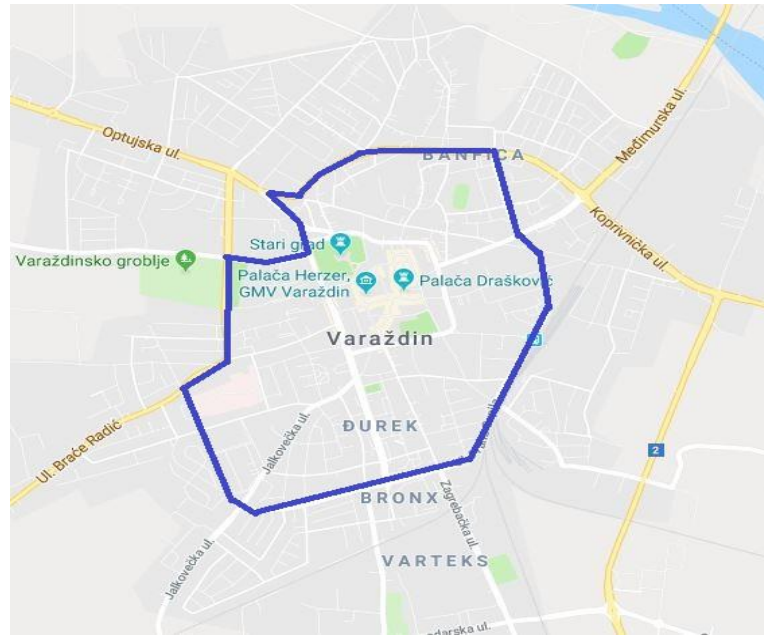
Usljed svega navedenog, dolazi se do zaključka da su područja pješačkog i biciklističkog prometa najvažnija područja u koja treba implementirati ITS rješenja. Uz pješački i biciklistički promet, rješenja iz ITS područja, potrebno je implementirati i u sustav javnog gradskog prometa koji se ne koristi u dovoljnoj mjeri. Iako je situaciju u gradskom cestovnom prometu, kao što je prethodno navedeno, prihvatljiva, potrebno je takvu situaciju i dalje zadržati pa čak i poboljšati i upravo iz tog razloga u daljnjem tekstu biti će ponuđena neka ITS rješenja i unutra ovog područja.

10.1. Prijedlozi mjera iz područja ITS-a za Grad Varaždin

U prethodnim odlomcima je spomenuta važnost pješačkog i biciklističkog prometa za područje grada Varaždina, pa je na tom tragu i sam Grad krenuo s uvođenjem jednog rješenja kojim se nastoji potaknuti ljude na bicikliranje a zatim i razvoj cikloturizma. Grad je izgradio **cikloturistički objekt** koji bi s radom trebao krenuti 2020. godine, međutim sam projekt nema nikakvih dodirnih točaka sa sustavom ITS-a. Upravo iz tog razloga, moja ideja jest izgradnja sličnih cikloturističkih objekata u gradovima koji su udaljeni maksimalno 25 kilometara od grada Varaždina, dakle lako su dostupni biciklom. Navedeni gradovi su Ivanec, Ludbreg, Varaždinske toplice i Čakovec. Primjena ITS-a jest u tome da bi se posebnom aplikacijom povezali navedeni gradovi na način da bi se unutar aplikacije stvorila ruta bicikliranja sa svim zanimljivim mjestima za posjet koja su dostupna na ruti a pristupačna su biciklom. Cilj aplikacije jest uz poticanje biciklizma kao oblika prometovanja ujedno poticati razvoj turizma u kontinentalnoj Hrvatskoj. Jedna od opcija unutar aplikacije svakako bi trebala biti mogućnost rezerviranja mjesta unutar cikloturističkog objekta čime bi stranci koji su na proputovanju kroz tzv. Dravsku rutu od Slovenske do Mađarske granice mogli lakše isplanirati putovanje. Aplikacija bi ustvari pružala uslugu predputnog i putog informiranja što je jedna od važnih usluga unutra ITS-a.

Jedna od ideja jest uvođenje **prilagodljive rasvjete upravljane senzorima za pješačke i biciklističke staze**. Primjena ITS tehnologije unutar ove ideje očituje se u korištenju senzora za upravljanje prometom. Posebni senzori koji su postavljeni na rasvjetne stupove detektiraju prisutnost pješaka ili biciklista i u ovisno o prisutnosti mijenjaju intenzitet svjetla. Kada u

području detekcije nema pješaka ili biciklista, svjetiljka svijetli sa 40-50 % a kada senzor detektira prisutnost nekog objekta povećava intenzitet svjetla na maksimalnu vrijednost. Iz razloga što se većina pješačkog i biciklističkog prometa odvija u centru grada, ideja je da se samo taj dio grada opremi senzorski upravljanom rasvjetom. Na slici 16. prikazano je područje za koje se predlaže primjena ove ideje.



Slika 16. Područje obuhvata primjene prilagodljive rasvjete upravljane senzorima

Izvor: doradio autor prema <https://www.google.hr/maps/@46.306333,16.3292388,14z> (pristupljeno 24.7.2019)

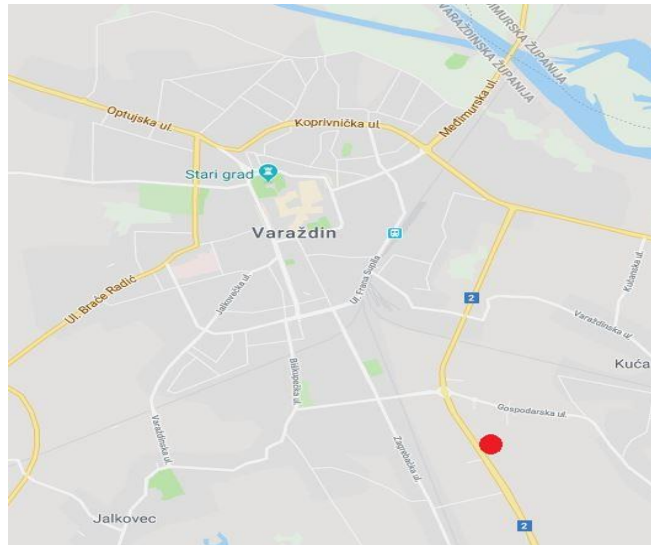
Jedna od mogućnosti primjene ITS tehnologije na području grada Varaždina jest postavljanje **interaktivnih kioska** na autobusni i željeznički kolodvor te postavljanje manjih **Led panoa** na frekventnija autobusna stajališta na području grada. Cilj ovakvih rješenja jest informiranje putnika s provjerenim i točnim informacijama u pravom vremenu ali i poticanje korištenja javnog gradskog prometa. Na ekranima bi se prikazivali podaci o voznom redu, eventualnom kašnjenju, vremenu dolaska, raspoloživosti taksi vozila i slično. Na slici 17. prikazan je primjer jednog interaktivnog kioska koji je u slučaju sa slike korišten u turističke svrhe.



Slika 17. Primjer interaktivnog kioska

Izvor: http://www.trogir.hr/GradTrogir/images/stories/Vijesti/2017/Studeni/1011_Totem/IMG_20171110_102044.jpg (pristupljeno 24.7.2019)

Jedno od mogućih rješenja iz područja ITS-a koje je također primjenjivo na grad Varaždin je **sustav Park&Ride**. Moja ideja jest da se u sljedećih 5 do 8 godina ulazak u sam centar grada u potpunosti zabrani za vozila koja ne zadovoljavaju normu EURO 6 a kao alternativa se ponudi opcija Park&Ride. Moja ideja je da se na periferiji grada (slika 18.) smjesti velika parkirna površina gdje bi ljudi koji žele ući u grad ostavili svoja vozila i nastavili dalje sa nekim od ponuđenih oblika prijevoza. Mogućnosti koje bi se ponudile za prijevoz prema centru grada su sustav javnog prijevoza ekološki prihvatljivim vozilima i sustav javnih bicikala. Lokacija za Park&Ride sustav (slika 18.) odabrana je iz razloga što se lokacija nalazi neposredno uz zaobilaznicu kojom sav promet sa autoceste iz smjera Zagreba dolazi u grad.

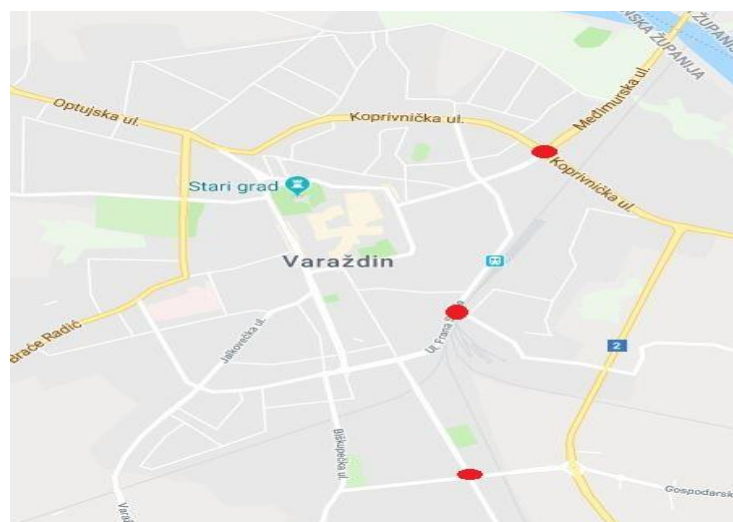


Slika 18. Moguća lokacija za Park&Ride sustav u Varaždinu

Izvor: doradio autor prema <https://www.google.hr/maps/@46.306333,16.3292388,14z>
(pristupljeno 25.7.2019)

Prometni sustav na području grada ima, kao što je to navedeno u poglavlju 10., nekoliko kritičnih točaka. Kritične točke na području grada su:

- Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice
- Raskrižje Međimurske i Koprivničke ulice
- Raskrižje Ulice Frana Supila i Ulice Vilka Novaka



Slika 19. Lokacije kritičnih točaka u gradu Varaždin

Izvor: doradio autor prema <https://www.google.hr/maps/@46.306333,16.3292388,14z>
(pristupljeno 26.7.2019)

Grad Varaždin je krenuo s procesom rješavanja kritičnih točaka ali zasad sve stoji na idejnim rješenjima. Rješenja koja su ponuđena su: gradnja kružnog toka prometa za raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice te Međimurske i Koprivničke ulice čime bi se riješila dvije kritične točke u gradu. Rješenje koje je ponuđeno za raskrižje Ulice Frana Supila i Ulice Vilka Novaka jest gradnja podzemnog kružnog toka zbog neposredne blizine željezničke pruge.

Iz navedenog vidimo da grad svoja rješenja bazira na velikim i skupim infrastrukturnim projektima a ne na korištenju dostupne tehnologije kojom bi se poboljšala protočnost prometa na navedenim raskrižjima. Kao prijelazno rješenje koje bi se nakon određenog probnog vremena možda pokazalo kao dovoljno učinkovito za rješavanje problema kritičnih točaka, je **sustav induktivnih petlji i adaptivnog upravljanja semaforiziranim raskrižjima**. Ideja je, postavljanje induktivnih petlji na određenoj udaljenosti od raskrižja ili ovisno o situaciji, postavljanje senzora na semafor pomoću kojih bi se pratio prometni tok i upravljalo svjetlima na semaforu i na taj način propuštali određeni smjerovi u kojima se uoči povećanja kolona vozila.

Jedna od mogućnosti za unaprjeđenje prometnog sustava jest **uvodjenje javnog automobila- Carsharing**. Ideja je uvesti sustav javnih ekološki prihvatljivih automobila koji bi se uz određenu naknadu koristili na području grada.

Mogućnost koja je također primjenjiva jest **postavljanje promjenjive svjetlosne signalizacije** kao na Slici 16. u neposrednu blizinu osnovnih i srednjih škola, čime bi se utjecalo na povećanje sigurnosti pješaka u prometu.



Slika 20. Primjer promjenjive prometne signalizacije pogodna za postavljanje u blizini škola

Izvor: <https://www.sphere.hr/wp-content/uploads/2017/03/oprez-skola-led-svjetlosni-prometni-znak-1024x664.jpg> (pristupljeno 27.7.2019)

11. ZAKLJUČAK

Uslijed procesa urbanizacije kojim se konstantno povećava populacija gradskog stanovništva, logično je da dolazi do potrebe racionalizacije i izmjene brojnih sustava na području grada. Sve veći broj ljudi u gradovima za posljedicu ima sve veći broj vozila na gradskim prometnicama što iziskuje nužno djelovanje u smjeru bolje kontrole i organizacije prometa. Bolja organizacija i kontrola sustava prometa moguća je korištenjem novih tehnologija koje su veoma učinkovite u tome. Slijedom prethodno napisanog, dolazi se do pojma ITS koji označava nadogradnju na klasični prometni sustav sa ciljem bolje koordinacije, sigurnosti i učinkovitosti. Kao što je navedeno, ITS je nadogradnja prometnog sustava, dakle nije dovoljan sam za sebe nego se mora koristiti uz ostale sustave i službe koje upravljaju prometom. Cilj inteligentnog transportnog sustava je povezati sve sustave zbog poboljšavanja kretanja ljudi, robe i informacija.

Ovaj rad većinom se bazira na primjenu ITS-a u gradsko područje, pa je iz tog razloga uzet i primjer grada Varaždina. Temeljem svega što je navedeno u ovome radu, može se zaključiti da je ITS tehnologija, dobar, siguran i ekološki prihvatljiv način za rješavanje problema na području grada. Može se zaključiti kako ITS tehnologije još uvijek nisu u velikoj mjeri implementirane u Republici Hrvatskoj a postoje predispozicije za implementaciju ITS tehnologija kako bi se smanjili nepovoljni utjecaji prometnog sustava. Moje osobno mišljenje jest da grad Varaždin može postati „pametan grad“ jer zasigurno ima potencijala za to. Za očekivati je da prvenstveno državne institucije ali i privatni investitori koji prepoznaju svoju priliku, počnu intenzivnije raditi na uvođenju ITS tehnologija kako se prometni problemi koji se pojavljuju unutar grada više ne bi pojavljivali. Kada govorimo o gradu Varaždinu, mislim da će trebati još puno vremena da se intenzivnije krene u uvođenje ITS-a ali ono što je još važnije, potrebno je promijeniti cjelokupan način razmišljanja. Trenutno se svi prometni problemi na području grada nastoje riješiti uz pomoć veoma skupih i velikih građevinskih investicija umjesto da se razmišlja u smjeru ITS-a i njegovog korištenja za rješavanje problema u prometnom sustavu grada. Naravno nije moguće sve probleme riješiti korištenjem ITS-a, negdje je nužno utjecati na prometni sustav u obliku građevinskih promjena ali može se pokušati primijeniti neko od rješenja iz područja ITS-a i na taj način uštedjeti određena količina novaca a ujedno poboljšati sustav.

U Koprivnici, _____

Potpis _____

Literatura

Knjige

1. Bošnjak, I.: Inteligentni transportni sustavi- ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
2. Dadić, I., Kos, G.: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007.
3. Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2001.
4. Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanost, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1998.

Znanstveni, diplomski, stručni i ostali radovi

1. Turkalj, N.: Primjena GSM/GNSS sustava u prometu i društvenim aktivnostima, završni rad, Filozofski fakultet u Rijeci, Odsjek za politehniku, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2017
2. Horvat, M.: Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika, završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.
3. Bojić, V.: Povećanje kvalitete gradskog prometa naprednim sustavima informiranja putnika, završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.
- 4.Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj.: Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2007.
5. Kljaić, Z., Dujak, M.: Mobilne komunikacijske tehnologije za upravljanje u kriznim situacijama, Ericsson Nikola Tesla d.d, 2009.
6. Sršen, M.: Inteligentni transportni sustavi u upravljanju cestovnom mrežom, Suvremeni promet, vol: 28, 2008., br: 1/2 , str. 141-151.
7. Antoliš, K., Strmečki, S., Magušić, F.: Informacijska sigurnost i inteligentni transportni sustavi, Suvremeni promet, vol: 28, 2008., br. 5., str. 353-355

8. Dankić, J.: Primjena ITS tehnologija u izradi prometnih modela gradova, diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2017.

9. Ćurković, K.: Primjena inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu, diplomski rad, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2013

10. Brlek, P.: Nastavni materijali s predmeta Upravljanje prometnim sustavima u urbanim sredinama, 2019.

Internet izvori

1. Narodne novine (2014), Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, Zagreb, Narodne novine d.d., broj 82.

Dostupno na: <http://www.poslovni-savjetnik.com/propisi/nacionalni-program-za-razvoj-i-uvodenje-inteligentnih-transportnih-sustava-u-cestovnom> (pristupljeno 25.6.2019)

2. http://estudent.fpz.hr/Predmeti/I/Inteligentni_transportni_sustavi_I/Materijali/Predavanje_1.pdf (pristupljeno 25.6.2019)

3. ISO 14813-1, 2007 Dostupno na: <https://www.sis.se/api/document/preview/908364/> (pristupljeno 26.6.2019)

4. Filijar, R. et al. Intelligent transport systems, Cordinates, 2009

Dostupno na: <http://mycoordinates.org/intelligent-transport-system/all/1/> (pristupljeno 5.7.2019)

5. Kos, G., Inteligentni transportni sustavi u gradskom prometu, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2010

Dostupno na: : http://www.ipv-zg.hr/docs/studenti/ITS_skripta_final.pdf (pristupljeno 5.7.2019)

6. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/road/action_plan/doc/2013-urban-its-expert_group_guidelines-on-multimodal-information.pdf (pristupljeno 5.7.2019)

7. Emergency-live, <https://emergency-live.com/hr/of-interest/continental-showcases-innovations-for-smarter-and-safer-cities-at-ces-2019/> (pristupljeno 26.8.2019)

8. Techtarget, <https://whatis.techtarget.com/definition/vehicle-intelligence>

(pristupljeno 26.8.2019)

9. Hodžić, I., Đukić, A., Skupina usluga ITS predputnog informiranja PTI, 2016

Dostupno na: https://prezi.com/7kogf_zdml7x/skupina-usluga-its-predputnog-informiranja-pti/ (pristupljeno 25.8.2019)

10. <https://en.wikipedia.org/wiki/5-1-1> (pristupljeno 9.7.2019)

11. <http://www.poslovni-savjetnik.com/propisi/nacionalni-program-za-razvoj-i-uvodenje-inteligentnih-transportnih-sustava-u-cestovnom> (pristupljeno 11.7.2019)

12. <http://www.eltis.org/discover/case-studies/info-mobility-tools-burgospain>

(pristupljeno 17.7.2019)

13. <https://www.eltis.org/discover/case-studies/intermodal-infomobility-platform-genoa-genova-Italy> (pristupljeno 17.7.2019)

14. <http://www.eltis.org/discover/case-studies/development-integrated-multimodal-traveller-information-system-toulousefrance> (pristupljeno 17.7.2019)

15. <http://www.eltis.org/discover/case-studies/automatic-stop-calls-and-information-signs-vehicles-tallinnestonia> (pristupljeno 17.7.2019)

16. <https://www.mvv-muenchen.de/en/journey-planner/mobile-services/mvv-app/index.html>

(pristupljeno 24.7.2019)

17. Plan urbane mobilnost Grada Varaždina- City Walk

Dostupno na:

https://varazdin.hr/upload/2019/02/plan_urbane_mobilnosti_citywalk_varazdin_2018_5c593d72077ed.pdf (pristupljeno 24.7.2019)

18. Projekt razvoja integriranog prijevoza putnika i intermodalnog prijevoza tereta na području regije sjeverne Hrvatske- Master plan za integrirani prijevoz putnika

Dostupno na: https://kckzz.hr/wp-content/uploads/2017/06/1.-Master-plan-IPP_m.pdf

(pristupljeno 26.7.2019)

Popis slika

Naziv	Stranica
Slika 1. Primjer sustava elektroničke naplate cestarina	10
Slika 2. Primjer promjenjive prometne signalizacije	17
Slika 3. Oprema inteligentnog osobnog vozila	20
Slika 4. Digitalni informacijski kiosk- Pittsburgh.....	29
Slika 5. Uređaj za izdavanje integrirane karte.....	30
Slika 6. Autonomni autobus u Beču.....	30
Slika 7. Semafori koji daju prioritet prolaska biciklima	31
Slika 8. Bike-sharing sustav u Barceloni	32
Slika 9. Prometno svjetlo ugrađeno u pločnik.....	32
Slika 10. Kamere za nadzor brzine.....	38
Slika 11. UPGS na lokaciji Ulica Ratimira Hercega.....	39
Slika 12. UPGS na lokaciji Ulica Zrinskih i Frankopana	39
Slika 13. Prometna signalizacija u svrhu poboljšanja sigurnosti prometa	40
Slika 14. Promjenjiva prometna signalizacija opremljena sensorima.....	41
Slika 15. LED diode za dodatno isticanje pješačkog prijelaza.....	41
Slika 16. Područje obuhvata primjene prilagodljive rasvjete upravljane sensorima	44
Slika 17. Primjer interaktivnog kioska	45
Slika 18. Moguća lokacija za Park&Ride sustav u Varaždinu.....	46
Slika 19. Lokacije kritičnih točaka u gradu Varaždin	46
Slika 20. Primjer promjenjive prometne signalizacije pogodne za postavljanje u blizini škola	47

Popis tablica i grafikona

Naziv	Stranica
Tablica 1. Područja koristi i mjerljive veličine	5
Grafikon 1. Prikaz učinaka ITS-a.....	6
Grafikon 2. Aspekti ustroja ITS-a	12
Grafikon 3. Veza inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima	18
Grafikon 4. Metode procjene rizika	22
Grafikon 5. Faze upravljanja incidentnim situacijama.....	23

Grafikon 6. Akcijski plan za uvođenje ITS-a.....	35
Grafikon 7. Veza strateških ciljeva, nacionalnih prioritetnih područja i europskih prioritetnih područja.....	37

IZJAVA O AUTORSTVU

I

SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, NIKOLA PAVLIČEVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA (ITS) NA PRIHJERU GRADA VARAŽDINA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

NIKOLA PAVLIČEVIĆ
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, NIKOLA PAVLIČEVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA (ITS) NA PRIHJERU GRADA VARAŽDINA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

NIKOLA PAVLIČEVIĆ
(vlastoručni potpis)