

Inteligentni sustavi upravljanja prometom

Ivanović, Ivona

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:997447>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

IVONA IVANOVIĆ

INTELIGENTNI SUSTAVI UPRAVLJANJA PROMETOM

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2023. godina

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

INTELIGENTNI SUSTAVI UPRAVLJANJA PROMETOM
INTELLIGENT TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEMS
DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Poslovni informacijski sustavi

Mentor: prof. dr. sc. Edvard Tijan

Komentor: izv. prof. dr. sc. Saša Aksentijević

Studentica: Ivona Ivanović

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074550

Rijeka, rujan, 2023.

Studentica: Ivona Ivanović

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074550

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom Inteligentni sustavi upravljanja prometom, izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Edvarda Tijana te komentorstvom izv. prof. dr. sc. Saše Aksentijevića.

U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Ime i prezime studentice

Ivona Ivanović



Studentica: Ivona Ivanović

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074550

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Studentica – autor
Ivona Ivanović



SAŽETAK

Rad obrađuje temu inteligentnih transportnih sustava, nastalih na ideji nadogradnje klasičnih sustava upravljanja prometom, istraživanjem i analiziranjem svih prilika koje su inteligentni transportni sustavi omogućili u prometnom sustavu diljem svijeta, kao i one koje će tek omogućiti. Rad utvrđuje koristi korištenja inteligentnih transportnih sustava, utemeljenih na komponenti umjetne inteligencije, u svrhu rješavanja prometnih i transportnih problema, odnosno, prometnih opterećenja i zagušenja te manjka sigurnosti, kao i povećanja efikasnosti, protočnosti i performansi prometnih sustava, čime inteligentni transportni sustavi pronalaze svoju ulogu u cestovnom, prometnom i željezničkom prometnom sustavu, kao i u mnogim drugim. Pozitivan utjecaj na radnu učinkovitost, mobilnost, smanjenje broja nesreća, kao i smanjenje potrošnje energije i povećanu zaštitu okoliša, dovesti će do budućeg razvoja sve suvremenijih i sofisticiranijih sustava za inteligentno upravljanje prometom u svim granama prometa.

Ključne riječi: cestovni promet, ITS, informacije, promet, sustav.

SUMMARY

The paper deals with the topic of intelligent transport systems, created on the idea of upgrading classic traffic management systems, by researching and analyzing all the opportunities that intelligent transport systems have made possible in the transport system around the world, as well as those that will be made possible in the future. The work determines the benefits of using intelligent transport systems, based on the component of artificial intelligence, for the purpose of solving traffic and transport problems, i.e., traffic loads and congestion and lack of safety, as well as increasing the efficiency, flow and performance of transport systems, whereby intelligent transport systems find their role in the road, transport and railway transport system, as well as in many others. The positive impact on work efficiency, mobility, reduction of the number of accidents, as well as reduction of energy consumption and increased environmental protection, will lead to the future development of increasingly modern and sophisticated systems for intelligent traffic management in all branches of traffic.

Keywords: ITS, intelligent, information, road traffic, system, traffic.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY.....	I
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	1
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	1
1.4. ZNANSTVENE METODE.....	1
1.5. STRUKTURA RADA.....	1
2. POJAM INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA.....	3
2.1. OSNOVNA ZAMISAO I DEFINICIJA.....	3
2.2. PERFORMANSE I KVALITETA USLUGE.....	4
2.3. SWOT ANALIZA ITS-a	6
2.4. NORMIZACIJA ITS USLUGA	7
2.5. USLUGE UNUTAR POJEDINIH PODRUČJA	8
2.6. ARHITEKTURA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA.....	10
2.7. RAZVOJ ITS-a U EUROPSKOJ UNIJI.....	12
3. INTELIGENTNA INFRASTRUKTURA I VOZILA	16
3.1. TELEKOMUNIKACIJE.....	16
3.2. INTELIGENTNE PROMETNICE	16
3.3. INTELIGENTNA RASKRIŽJA.....	17
3.4. INTELIGENTNA VOZILA	18
3.5. SENZORI.....	21
3.6. INTELIGENTNI SUSTAVI INFORMIRANJA	21
3.6.1. <i>Sustavi informiranja putnika.....</i>	<i>22</i>

3.6.2. Sustavi informiranja vozača.....	22
3.6.3. Putne informacije o javnom prijevozu i osobne informacijske usluge.....	23
3.7. INTELIGENTNO UPRAVLJANJE PROMETOM I TRANSPORTOM	24
3.7.1. Zagušenje prometnica	24
3.7.2. Šok-valovi i virtualni cestovni vlak	25
3.8. NAVIGACIJSKE I LOKACIJSKE ITS USLUGE	25
3.8.1. Rutni vodič i navigacija.....	25
3.8.2. Satelitski pozicijski sustavi.....	26
3.8.3. LBS sustavi	27
4. SIGURNOST U PROMETU PRIMJENOM ITS-a.....	29
4.1. OCJENA I UPRAVLJANJE RIZIKOM	29
4.2. INCIDENTNE SITUACIJE I SPAŠAVANJE	30
5. PRIMJENA ITS-a U POMORSTVU I ŽELJEZNIČKOM PROMETU	32
5.1. POMORSTVO.....	32
5.1.1. Pomorske komunikacije.....	34
5.1.2. GPS u lučkom sustavu	35
5.1.3. Dronovi.....	35
5.1.4. Autonomna plovila	36
5.1.5. Inteligentni terminali.....	37
5.2. PRIMJENA ITS-a U ŽELJEZNIČKOM PROMETU	38
5.2.1. Razine upravljanja željezničkim prometom.....	38
5.2.2. Automatska vožnja vlaka.....	38
5.2.3. Signalizacija u željezničkom prometu	40
5.2.4. SUSTAV KOMUNIKACIJE U ŽELJEZNIČKOM PROMETU	43
6. STUDIJA SLUČAJA: ITS U GRADU RIJECI.....	44
6.1. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM.....	44

6.1.1. Način rada i operativna primjena sustava AUP	45
6.1.2. Koristi i uštede AUP-a	47
6.2. RAZVOJ SUSTAVA AUP ZA JGP	47
6.3. SPECTRA	48
7. ZAKLJUČAK.....	50
LITERATURA	52
KAZALO KRATICA.....	54
POPIS TABLICA.....	56
POPIS SLIKA.....	56

1. UVOD

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Urbanizacija, popraćena sve većim brojem stanovnika i vozila, dovela je do zagušenja i opterećenja prometa te do smanjenja učinkovitosti prometne infrastrukture. Predmet, odnosno objekt ovog rada jesu inteligentni transportni sustavi, u sklopu kojih se istraživanjem nastoje utemeljiti i objasniti mogućnosti i rješenja koje oni pružaju.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Sve veće gužve na prometnicama, produženo vrijeme putovanja, smanjenja sigurnost, kao i povećana potrošnja goriva popraćena emisijom štetnih ispušnih plinova, potaknula je potrebu za boljom organizacijom cjelokupnog prometnog sustava, neposredno razvijajući radnu hipotezu u kojoj inteligentni transportni sustavi predstavljaju rješenja istih.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha je rada objasniti samo funkcioniranje inteligentnih sustava upravljanja prometom, kao i njihove pozitivne učinke na organizaciju i tijek prometa, s ciljem posebnog uvida na njihov utjecaj povećanja sigurnosti, zaštite okoliša i povećanja protočnosti prometa.

1.4. ZNANSTVENE METODE

Znanstvene metode korištene u radu za istraživanje te predstavljanje rezultata istog jesu metoda analize, metoda sinteze, metoda indukcije i dedukcije, metoda dokazivanja, metoda deskripcije, matematička metoda, metode apstrakcije i konkretizacije te metoda kompilacije.

1.5. STRUKTURA RADA

Istraživački se rad sastoji od sedam poglavlja, uključujući i završno poglavlje, zaključak. Prvi se dio rada sastoji od uvoda, u kojem je dan uvid u sam predmet i svrhu rada. Drugo poglavlje rada definira sam predmet rada, odnosno, pojam inteligentnih sustava upravljanja prometom, njihovu arhitekturu i razvoj po pojedinim razinama te usluge unutar pojedinih područja, kao i njihovu analizu po prilikama, slabostima, prijetnjama i snagama. Treće poglavlje rada daje uvid u komunikacijske i informacijske osnove inteligentnih

sustava, kao i uvid u inteligentne prometnice i vozila te sustave informiranja putnika i vozača, istovremeno opisujući sve bitne navigacijske i lokacijske usluge koje uveliko olakšavaju snalaženje i kretanje u prostoru i prometu. Četvrto poglavlje fokus ima na rizike, incidentne situacije te samu sigurnost prometnih sustava, dok peto poglavlje obrađuje temu inteligentnih transportnih sustava u pomorstvu te željezničkom prometu. Šesto poglavlje rada putem studije slučaja obrađuje temu inteligentnih sustava upravljanja prometom na konceptu grada Rijeke te sve prednosti ostvarene uporabom istih. Sedmo poglavlje rada obuhvaća zaključak, u kojem je dan sažet pregled najbitnijih spoznaja i zaključnih razmišljanja. Rad također sadrži popis literature, popis slika, popis tablica te kazalo kratica.

Slika 1. Ideja ITS-a.



Izvor: <https://www.srednja.hr/faks/neobicni-fakultetski-smjerovi-inteligentni-transportni-sustavi-nejasni-i-hrvatskoj-burzi-rada-2/> (08.04.2023.)

2.2. PERFORMANSE I KVALITETA USLUGE

Performanse inteligentnih prometnih sustava, veće su i bolje naspram performansi klasičnih prometnih sustava, što se može dokazati i matematičkim izrazom (1):

$$PI_{ITS} > PI_{KL}$$

$$QoS_{ITS} > QoS_{KL}$$

gdje je:

PI_{ITS} – indeks performansi inteligentnog prometnog sustava,

PI_{KL} – indeks performansi klasičnog prometnog sustava,

QoS_{ITS} – kvaliteta usluga inteligentnog prometnog sustava,

QoS_{KL} – kvaliteta usluga klasičnog prometnog sustava.²

² Bošnjak, I., op.cit., p. 6.

2. POJAM INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Pojam inteligentnih transportnih sustava započinje od njegove osnovne zamisli i definicije, kao i arhitekture i usluga koje se razvijaju unutar samog tematskog područja, opisanih u sljedećim potpoglavljima.

2.1. OSNOVNA ZAMISAO I DEFINICIJA

Ubrzani razvoj različitih oblika prometa, popraćen povećanjem zagušenosti prometnica, potaknuo je krajem 20. stoljeća razvoj novih načina i tehnologija u rješavanju globalnog problema mobilnosti i organizacije prometa, odnosno, razvoj inteligentnih transportnih sustava i rješenja upravljanja prometom.

Inteligentni transportni sustavi nastali su kao koncept koji bi omogućio neometan i transparentan pristup i razmjenu informacija, bolju organizaciju i upravljanje prometom te poboljšan učinak cjelokupnog prometnog sustava, kao i njegove sposobnosti adaptivnog djelovanja u situacijama promjenjive okoline, čime on zapravo dobiva atribute inteligentnog.

U okviru ITS-a, konceptualno prikazanih na slici 1., razvijaju se:¹

- inteligentna vozila i prometnice,
- bežične „pametne“ kartice za plaćanje cestarina,
- dinamički navigacijski sustavi,
- adaptivni sustavi semaforiziranih raskrižja,
- učinkovitiji javni prijevoz,
- internetom podržana brža distribucija pošiljaka,
- automatsko javljanje i pozicioniranje vozila u nesreći,
- biometrijski sustavi zaštite putnika,
- itd.

¹ Bošnjak, I. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI – ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006., p. 1.

Protočnost, sigurnost, udobnost, učinkovitost i ekološka poboljšanja, kriteriji su prema kojima se bira određeno ITS rješenje koje se primjenjuje na sustav, popraćeno procjenom kvalitete usluge te procjenom učinkovitosti sustava.

Konkretne koristi ITS-a mogu se očitati kroz zaštitu okoliša, veću prometnu sigurnost, razvoj novih prilika zapošljavanja, povećanje protočnosti i produktivnosti, smanjenje troškova te učinkovitije procese transporta i logistike.

· Za analizu i vrednovanje koristi, utvrditi područja koristi i mjerljive veličine, prikazanih na slici 2.

Slika 2. ITS područja koristi i mjerljive veličine.

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

Izvor: Bošnjak, I., op.cit., p. 10.

Mjerenje kvalitete usluge i učinkovitosti ITS-a omogućuje pregled rezultata te učinaka sustava na pojedino područje, s uvidom u neriješene probleme i mogućnosti poboljšanja sustava.

2.3. SWOT ANALIZA ITS-a

SWOT analiza, kvalitativna je analitička metoda koja za cilj ima prikazati snage, slabosti, prilike i prijetnje određene pojave ili situacije, koja između ostalih čimbenika, u obzir uzima i informacije o unutarnjem i vanjskom okruženju promatrane pojave ili teme. Tablica 1. prikazuje spomenutu analizu, utemeljenu na informacijama spoznatim u ovom radu, temeljem koje se analiziraju snage, slabosti, prilike i prijetnje za razvoj ITS-a.

Tablica 1. SWOT analiza ITS-a.

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none">• povećanje sigurnosti• veća informiranost putnika• upravljanje u stvarnom vremenu• veća protočnost i učinkovitost• manja zagađenja okoliša uštedom goriva• manji troškovi i kraće vrijeme putovanja• poboljšanje cestovne infrastrukture• poboljšanje efikasnosti sustava	<ul style="list-style-type: none">• kvarovi sustava• promet ne može biti potpuno siguran• osobna percepcija rizika• kriva ponašanja u prometu• visoka cijena sustava• neodgovarajući vozni park RH• neinformiranost prijevoznika
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none">• poticaj zapošljavanju• gospodarski rast• uporaba novih tehnologija• porast broja turista• nadogradnja telematskih uređaja• veći tržišni potencijal	<ul style="list-style-type: none">• dugotrajnost uvođenja sustava• gospodarski pad u RH• rast cijene goriva• uska grla na tržištu rada• dugotrajna ulaganja i investicije

Izvor: izradila autorica temeljem ovog rada i korištene literature.

2.4. NORMIZACIJA ITS USLUGA

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO, 1990. godine normizirala je ITS usluge za cestovni promet dokumentom *ISO TR 14813-1 – Transport information and control system – Reference model architecture(s) for the TICS sector*, kojim je na međunarodnoj razini definirala osam funkcionalnih područja i 32 usluge. 1999. godine, novom su klasifikacijom na postojećih osam, nadodana još tri funkcionalna područja, sveukupno obuhvaćajući³:

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

U sklopu navedenih funkcionalnih područja, definirane 32 temeljne usluge obuhvatile su:

1. pred putno informiranje (*Pre-trip Information*),
2. putno informiranje vozača (*On-trip Driver Information*),
3. putno informiranje u javnom prijevozu (*On-trip Public Transport Information*),
4. osobne informacijske usluge (*Personal Information Services*),
5. rutni vodič i navigacija (*Route Guidance and Navigation*),
6. podrška planiranju prijevoza (*Transport Planning Support*),
7. vođenje prometnog toka (*Traffic Control*),

³ ISO TR 14813-1 – Transport information and control system – Reference model architecture(s) for the TICS sector - <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14813:-1:ed-2:v1:en> (05.08.2023.)

8. nadzor i otklanjanje incidenata (*Incident Management*),
9. upravljanje potražnjom (*Demand Management*),
10. nadzor nad kršenjem prometne regulative (*Policing/Enforcing Traffic Regulations*),
11. upravljanje održavanjem infrastrukture (*Infrastructure Maintenance Management*),
12. poboljšanje vidljivosti (*Vision Enhancement*),
13. automatizirane operacije vozila (*Automated Vehicle Operations*),
14. izbjegavanje čelnih sudara (*Longitudinal Collision Avoidance*),
15. izbjegavanje bočnih sudara (*Lateral Collision Avoidance*),
16. sigurnosna pripravnost (*Safety Readiness*),
17. sprječavanje sudara (*Pre-crash Restraint Deployment*),
18. odobrenja za komercijalna vozila (*Commercial Vehicle Pre-Clearance*),
19. administrativni procesi za komercijalna vozila (*Commercial Vehicle Administrative Processes*),
20. automatski nadzor sigurnosti cesta (*Automated Roadside Safety Inspection*),
21. sigurnosni nadzor komercijalnog vozila na instrumentnoj ploči vozila (*Commercial Vehicle On-board Safety Monitoring*),
22. upravljanje komercijalnim voznim parkom (*Commercial Fleet Management*),
23. upravljanje javnim prijevozom (*Public Transport Management*),
24. javni prijevoz na zahtjev (*Demand-Responsive Public Transport*),
25. upravljanje zajedničkim prijevozom (*Shared Transport Management*),
26. žurne objave i zaštita osoba (*Emergency Notification and Personal Security*),
27. upravljanje vozilima žurnih službi (*Emergency Vehicle Management*),
28. obavješćivanje o opasnim teretima (*Hazardous Materials and Incident information*),
29. elektroničke financijske transakcije (*Electronic Financial Transactions*),
30. zaštita u javnom prijevozu (*Public Travel Security*),
31. povećanje sigurnosti „ranjivih“ cestovnih korisnika (*Safety Enhancement for Vulnerable Road Users*),
32. inteligentna čvorišta i dionice (*Intelligent Junctions and Links*)⁴.

2.5. USLUGE UNUTAR POJEDINIH PODRUČJA

Spomenuti dokument ISO TR 14813-1 pobliže je definirao 11 navedenih funkcionalnih područja na sljedeći način:

⁴ Bob Williams. Intelligent Transport System Standards – ARTECH HOUSE, INC., 2008., p. 24.

1. **Informiranje putnika** → Usluga informiranja putnika od izrazite je važnosti vezane za pred putno i putno informiranje, kao i za informacije o prometnoj mreži. Usluga pred putnog informiranja pruža korisnicima informacije vezane za raspoložive modove, vrijeme ili cijenu putovanja, na bilo kojoj lokaciji i u svakom trenutku, dok usluga putnog informiranja pruža aktualne informacije o putovanju te trajanju putovanja ovisno o trenutnim prilikama, prometnim nesrećama, parkirnim mjestima i sl. Obije usluge obuhvaćaju i uslugu rutnog vođiča te navigacije, kao i uslugu prijedloga optimalne rute.
2. **Upravljanje prometom i informacijama** → Funkcija upravljanja prometom i informacijama omogućuje nekoliko usluga:
 - vođenje prometa → upravljanje prometnim tokovima, semaforima, kontrola brzine, kontrola pristupa autocesti,
 - upravljanje incidentnim situacijama u prometu → nadzor i otklanjanje incidenata na prometnicama, predviđanje i prevencija nesreća, sprječavanje sekundarnih nesreća,
 - upravljanje potražnjom → cijena parkiranja, upravljanje tarifama javnog prijevoza, kontrola pristupa pojedinim gradskim zonama, itd.
 - upravljanje i održavanje transportne infrastrukture → održavanje cestovnih prometnica te pripadajuće komunikacijske i informacijske infrastrukture,
 - identifikaciju prekršitelja⁵ → automatsko detektiranje tipa vozila, registracijske pločice i prekoračenja brzine.
3. **Područje vozila** → Područje vozila objedinjuje više usluga koje poboljšavaju operativnu sigurnost vozila. Neke su od njih poboljšanje vidljivosti, asistencija vozaču i automatske radnje vozila, prevenciju sudara te sigurnosna upozorenja.
4. **Prijevoz tereta** → Prijevoz tereta obuhvaća uporabu komercijalnih vozila, multimodalnu logistiku te koordinaciju prijevoznika i drugih učesnika procesa prijevoza tereta, s uslugama informacija o prijevozu tereta, upravljanja opasnim teretima, provjere dokumenata i težine vozila te dr.
5. **Javni prijevoz** → Javni prijevoz objedinjuje više usluga koje omogućuju učinkovite i učestale radnje javnog prijevoza pružanjem ažurnih informacija svim korisnicima. Usluge uključuju sustave dispečinga i javnog prijevoza,

⁵ Ibidem

usluge praćenja voznog parka, automatski poziv i provjeru u slučaju nesreće te koordinirano upravljanje vozilima žurnih službi.

6. **Usluge žurnih službi** → Usluge žurnih službi realiziraju brzu i učinkovitu intervenciju hitnih pomoći, policije, vatrogasaca i drugih žurnih službi, integrirajući se s uslugom upravljanja incidentnim situacijama.
7. **Elektronička plaćanja vezana za transport** → Elektronička plaćanja vezana za transport obuhvaćaju elektroničku naplatu javnog prijevoza, cestarine, parkiranja te daljinska plaćanja.
8. **Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu** → Osobna sigurnost u cestovnom transportu obuhvaća uslugu nadzora i zaštite u vozilima javnog prijevoza, kolodvorima i sl., sustave nadzora pješaka, upozorenja o radovima na cesti i dr.
9. **Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša** → Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša obuhvaća usluge nadzora vremenskih prilika na cestama, nadzor onečišćenja, razine vode ili leda te pružanje aktualnih informacija o istim.
10. **Upravljanje odzivom na velike nesreće** → Upravljanje odzivom na velike nesreće objedinjuje usluge vezane za prirodne nesreće, usluge pozivnog broja „112“, koordinaciju žurnih službi i sl.
11. **Nacionalna sigurnost i zaštita** → Kod nacionalne sigurnosti i zaštite, ističu se usluge identifikacije opasnih vozila, nadzora kretanja opasnih tvari, nadzora cjevovoda i dr., potaknutih terorističkim napadom 11. rujna 2001. godine u SAD-u.

2.6. ARHITEKTURA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

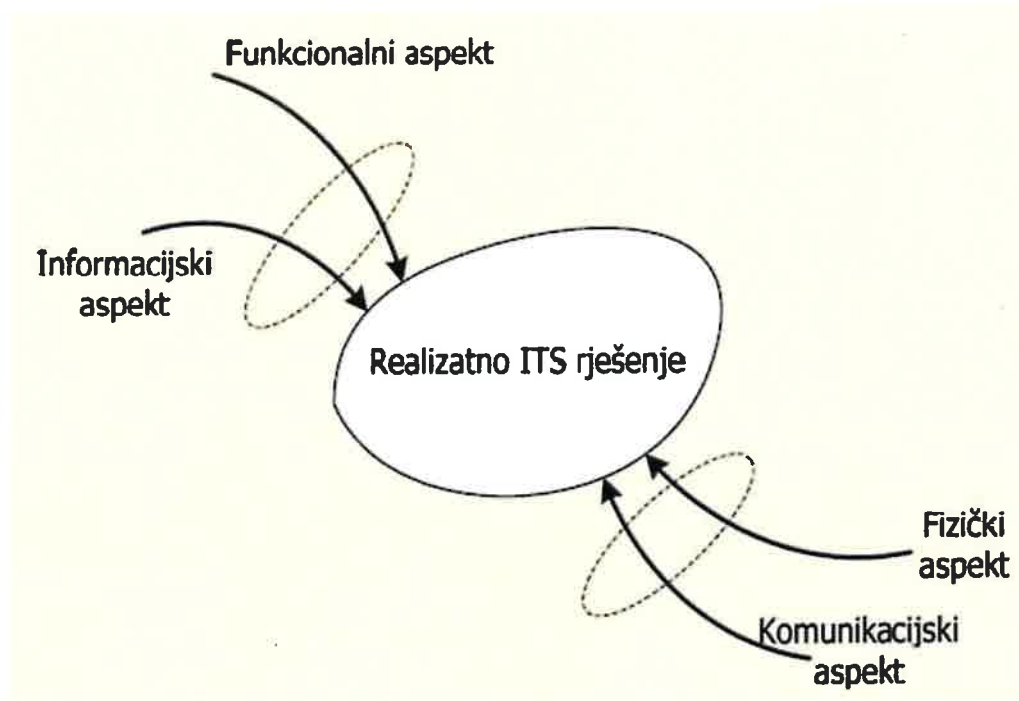
Pojam arhitekture opisuje osnovnu organizaciju sustava koja u sebi sadrži sve ključne jedinice, njihove odnose i veze prema okolini te osnovna načela njihovog dizajna i razvoja u odnosu na cjelokupni životni ciklus sustava.⁶

ITS arhitektura daje osnovni predložak za planiranje, dizajn i postavljanje integriranih prometnih i transportnih sustava, unutar određenog prostornog i vremenskog obuhvata, čime se ostvaruje planiranje razvoja ITS-a na logičan način.

⁶ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, NN 82/2014 - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_82_1580.html (16.04.2023.), p.7.

Osnovu za razvoj ITS arhitekture obuhvaća jasna i jednoznačna definicija zahtjeva korisnika. Proučavanje i istraživanje funkcionalnih aspekata, sljedeći je korak za definiciju funkcije potrebne za zadovoljenje zahtjeva i ostvarenje veze s vanjskim svijetom. Sagledavajući sve aspekte ITS arhitekture, odnosno, funkcionalni, informacijski, fizički i komunikacijski aspekt, prikazanih na slici 3., dolazi se do realizatnog ITS rješenja.

Slika 3. Aspekti arhitekture ITS-a.



Izvor: Bošnjak, I., op.cit., p. 128.

ITS arhitektura važna je iz više razloga;

- pruža cjelovite informacije o načinu funkcioniranja ITS-a,
- osigurava interoperabilnost različitih dijelova ITS-a,
- osigurava dosljednost informacija krajnjim korisnicima,
- osigurava uvjete neovisnosti primijenjenih tehnologija te relativno laku integraciju novih tehnologija,
- osigurava uvjete „slobodnog tržišta“ za usluge i opremu,
- uvjeti „slobodnog tržišta“ osiguravaju uvjete povećane proizvodnje, što smanjuje cijene za usluge i opremu,

- potiče investicije u ITS.⁷

Nekolicina je arhitektura za razvoj ITS rješenja razvijeno u zadnjih deset godina, s tri osnovna tipa koji obuhvaćaju okvirnu, obveznu i servisnu ITS arhitekturu. Okvirna ITS arhitektura obuhvaća iskazivanje zahtjeva i potreba korisnika, a primjenjuje se na nacionalnoj razini. Obvezna ITS arhitektura obuhvaća fizičke, logičke i komunikacijske aspekte, kao i analizu troškova i koristi. Servisna ITS arhitektura omogućuje usluge kao što su informiranje putnika, elektroničko plaćanje cestarine i sl.

2.7. RAZVOJ ITS-a U EUROPSKOJ UNIJI

Europska je unija vrlo rano uvidjela prilike koje donosi implementacija inteligentnih sustava za rješavanje prometnih i transportnih problema. Europska se unija nosila s različitim problemima u prometu, među važnijim;

- zagušenjima cestovnog prometa koja direktno utječu na 10% EU cestovne mreže,
- generiranjem emisije CO₂ cestovnog prometa od 72% u prijevozu,
- brojem smrtno stradalih iznad planiranog cilja smanjenja 50% smrtnih slučajeva.⁸

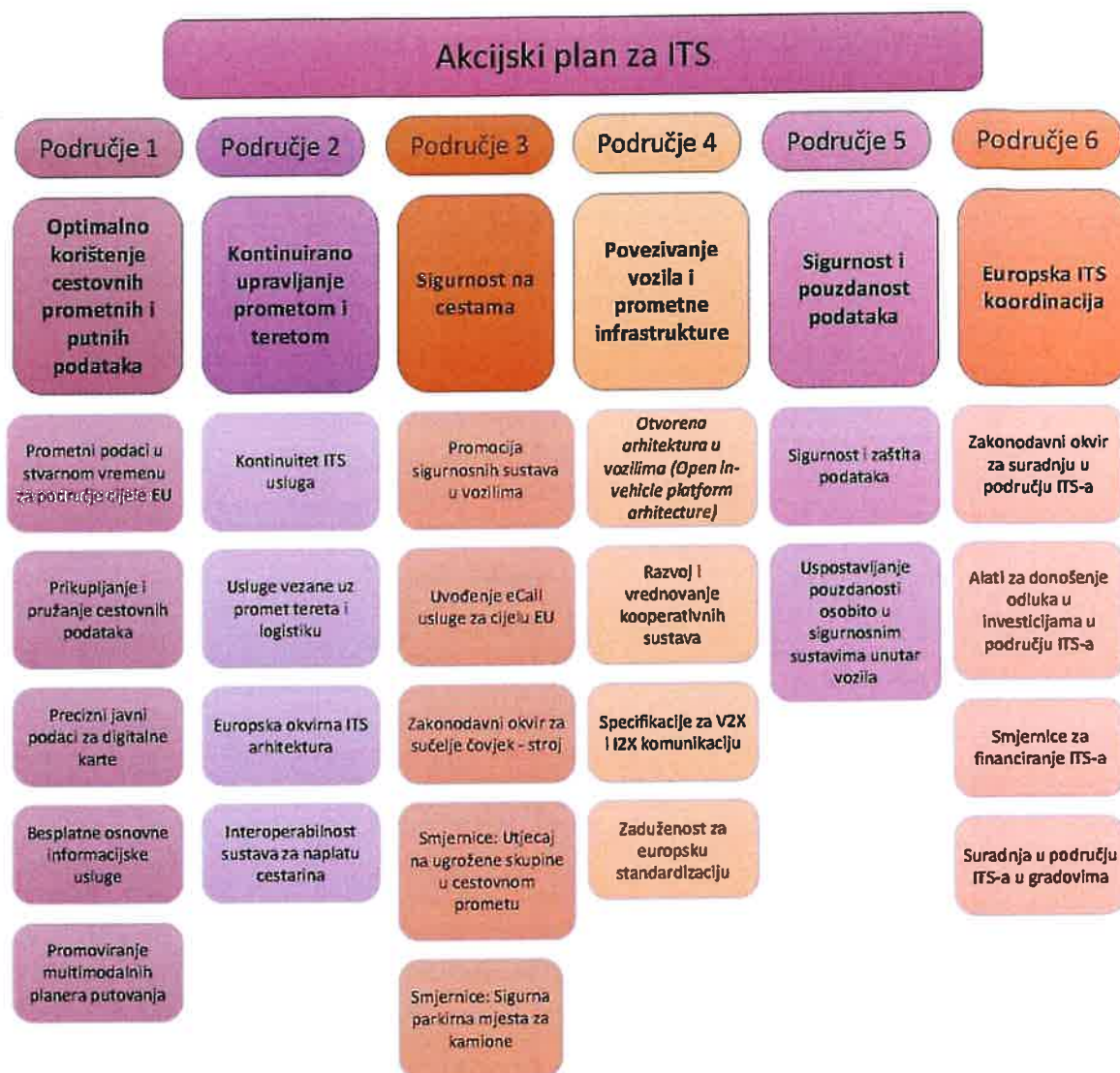
Europski parlament te Vijeće Europske unije donijeli su 2010. godine Direktivu za razvoj inteligentnih transportnih sustava u području cestovnog prometa te na području mjesta povezivanja s drugim vidovima prometa. Razvijena su i tri programa putem kojih se neposredno investiralo u ovo područje; TEN-T (*Trans-European Transport Networks*), Strukturni i kohezijski fond, Instrument za povezivanje Europe - CEF (*Connecting Europe Facility*), Sedmi okvirni program za istraživanje i tehnološki razvoj (*FP7*) te Istraživačko-inovacijski program Horizon 2020 (*Obzor 2020*) 2014. – 2020.

⁷ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, NN 82/2014., op. cit. p. 8.

⁸ Ibidem p. 11.

Akcijskim planom za uvođenje ITS-a u Europi predviđeno je šest područja, sa 24 prioritetne aktivnosti, prikazanih na slici 4:

Slika 4. Akcijski plan za ITS - Prioritetna područja i aktivnosti.



Izvor: Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, NN 82/2014 - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_82_1580.html (16.04.2023.)

Neke od predloženih mjera obuhvaćaju nastavak otvaranja tržišta, bolje provedbe trenutnih pravila, uvođenje jedinstvenog standarda za sva vozila, unaprjeđenje sustava naplate cestarina, povećanje sigurnosti na cesti, veću pozornost usmjerenu na zaštitu okoliša i pitanja prava putnika. Pokreću se i socijalne mjere pa Komisija kao „Europa u pokretu“ uvodi inicijative za bolje radne uvjete u prometnom sektoru.

Komisija je u prosincu 2020. također donijela i Komunikaciju o strategiji za održivu i pametnu mobilnost, s prijedlogom preobrazbe europskog prometnog sustava za ostvarenje ciljeva održive, pametne i otporne mobilnosti, uzimajući digitalizaciju kao neizostavan pokretač te preobrazbe. U strategiji se implementacija inteligentnih prometnih sustava utvrđuje kao ključna mjera za izgradnju povezanog i automatiziranog sustava multimodalne mobilnosti. Utvrđeni su i ključni koraci koji europski prometni sustav mora poduzeti kako bi ostvario ciljeve održive, pametne i otporne mobilnosti i to⁹:

→ Do 2030.:

- na europskim će cestama biti u upotrebi najmanje 30 milijuna vozila s nultim emisijama,
- 100 europskih gradova bit će klimatski neutralno,
- udvostručit će se željeznički promet velikih brzina,
- na relacijama kraćima od 500 km, skupni prijevoz putnika koji podliježe voznom redu trebao bi biti ugljično neutralan,
- automatizirana mobilnost bit će u širokoj upotrebi,
- plovila s nultim emisijama bit će spremna za tržište.

→ Do 2050.:

- gotovo će svi automobili, kombiji, autobusi i nova teška vozila biti bez emisija,
- udvostručit će se željeznički teretni promet,
- utrostručit će se željeznički promet velikih brzina,
- multimodalna transeuropska prometna mreža (TEN-T) opremljena za održiv i pametan prijevoz s vezama velike brzine bit će u funkciji na području sveobuhvatne mreže.

Krajem 90-tih godina, na Fakultetu prometnih znanosti, značenje ITS-a prepoznalo se i u RH, temelje kojeg se pokrenuo niz znanstveno-stručnih projekata iz ovog područja. Ulaskom Inteligentnih transportnih sustava u nacionalnu klasifikaciju znanstvenih područja, 2005. godine osnovana je udruga ITS Hrvatska, uspostavljena sa zadaćom i ciljem promicanja te realizacije usklađenog razvoja inteligentnih transportnih sustava.

⁹ Komunikacija komisije europskom parlamentu, vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija - Strategija za održivu i pametnu mobilnost – usmjeravanje europskog prometa prema budućnosti <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14012-2020-INIT/hr/pdf>

Za razvoj i uvođenje ITS-a u RH, posebni je značaj imala izgradnja autocesta. Upravo zbog implementiranih ITS usluga, hrvatske su autoceste među najmodernijima i najsigurnijima u Europi, posebice u vidu opremljenosti suvremenim informacijsko-komunikacijskim sustavima za razmjenu informacija, podsustavima video kontrole, prometne centrale, informacijskog sustava vremenskih uvjeta na prometnicama, podsustava nadzora i upravljanja u tunelima i dr., od kojih je primjena jedne od njih, ENC-a, odnosno elektroničke naplate cestarine, prikazana na slici 5.

Slika 5. ENC naplatna postaja primjenom ITS-a na autocesti A1.



Izvor: <https://www.autonet.hr/aktualno/hrvatske-autoceste-digitaliziraju-videonadzor-prometa/>
(21.04.2023.)

Značajane su promjene nastupile ulaskom RH u Europsku Uniju, posebice zahvaljujući ključnim dionicima razvoja i uvođenja ITS-a; Ministarstvu pomorstva, prometa i infrastrukture, Ministarstvu regionalnog razvoja i fondova Europske Unije, Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta, Ministarstvu unutarnjih poslova, Županijskoj upravi za cestu, ITS-u Hrvatska, Hrvatskim cestama d.o.o. te mnogim drugima, svi djelujući u skladu sa strateškim ciljevima povećanja sigurnosti, zaštite te učinkovitosti cestovnog prometa, održive mobilnosti u gradovima, razvoja ITS industrije i dr.

3. INTELIGENTNA INFRASTRUKTURA I VOZILA

Infrastruktura je ključni dio inteligentnih transportnih sustava, zbog čega je izrazito važno stvoriti istu koja će pružati podršku inteligentnim vozilima te ostalim dijelovima sustava, s ciljem povećanja sigurnosti, smanjenja vremena putovanja te ostvarenja boljeg toka prometa. Senzori, inteligentne prometnice i vozila, telekomunikacija, inteligentni sustavi informiranja, inteligentno upravljanje prometom te navigacijske i lokacijske usluge omogućiti će prometni sustav koji će realizirati svakodnevno sigurno i održivo odvijanje prometa.

3.1. TELEKOMUNIKACIJE

Telekomunikacija podrazumijeva proces prijenosa informacija na daljinu uporabom elektromehaničkih uređaja putem žičnih ili bežičnih mreža. Osnovna podjela ITS telekomunikacijskih sustava obuhvaća žične sustave te bežične i mobilne ćelijske sustave, Internet i intranet, temeljem kojih se ostvaruje povezivanje fizičkih podsustava ITS-a, centara, prometnica, vozila, transportno-logističkih terminala, vozača, putnika i dr. Žični se sustavi izvode svjetlovodima i raznim kabelima, dok se bežični sustavi izvode zemaljskim ili satelitskim vezama. Kod lokacije i navigacije vozila, koriste se različiti satelitski sustavi: GPS, DGPS i GNSS, sa različitim izvedbama u svakodnevnoj uporabi.

3.2. INTELIGENTNE PROMETNICE

Inteligentne prometnice podrazumijevaju kibernetiku i informatičku nadogradnju klasičnih prometnica, a ostvaruju veću informiranost vozača, bolje vođenje prometa, povećanje sigurnosti i dr.

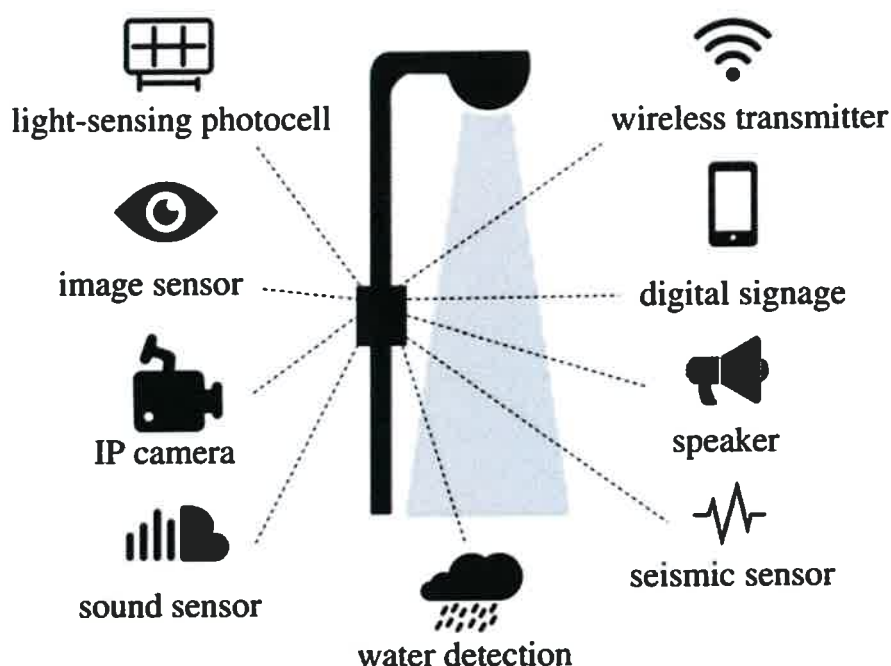
ITS prometnice sastoje se od:

1. Senzorsko-izvršnog sustava → informacije o stanju na prometnicama, praćenje incidenata, brojači prometa, vremenske prilike, semafori, prometna signalizacija i dr.,
2. Telekomunikacijskog sustava → razmjena podataka između korisnika i centralnih jedinica,
3. Upravljačkog sustava → odluke vezane za dinamičko upravljanje prometom, nalozi izvršnom sustavu i dr.¹⁰

¹⁰ Bošnjak, I., op.cit., p. 132.

Inteligentne prometnice ITS sustava obuhvaćaju i funkcije mjerenja prometa, klasifikacije vozila, videonadzor, naplatu cestarine putem „pametnih“ kartica, daljinsko upravljanje prometnicama, nadzor u tunelima, telekontrolu dima ili vjetra, telemetriju meteoroloških uvjeta, upravljanje prometnom signalizacijom, semaforima, infopanoima, navigacijske usluge, regulaciju rasvjete i automatsko gašenje požara u tunelu, kao i pametne prometne znakove te pametnu uličnu rasvjetu, prikazanu na slici 6., a s ciljem poboljšanja sigurnosti, udobnosti korisnika, protočnosti prometa te zaštite okoliša.

Slika 6. Pametna ulična rasvjeta.



Izvor: Advances in smart roads for future smart cities - <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspa.2019.0439> (29.08.2023.)

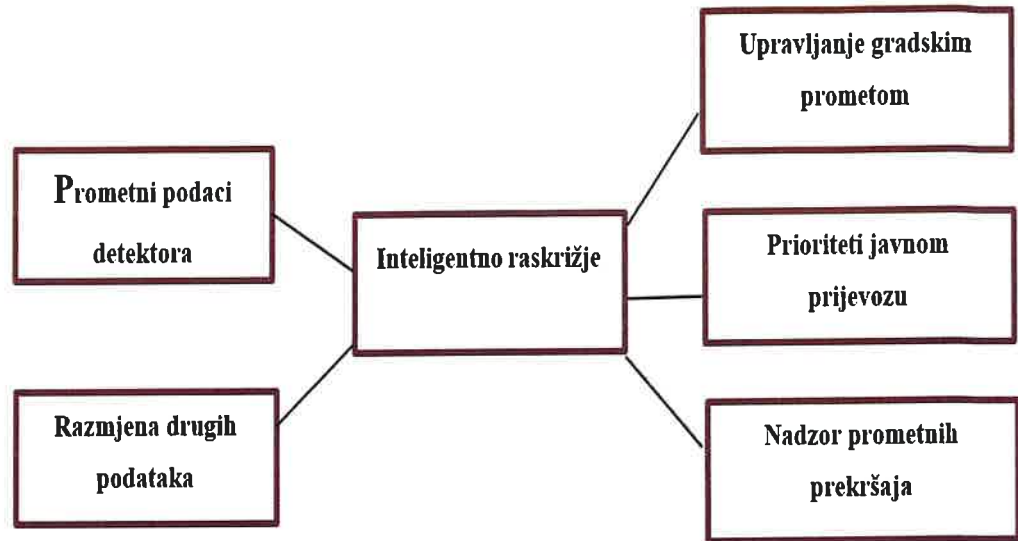
Kod inteligentnih prometnica, izrazitu važnost ima zadovoljenje potreba korisnika, zbog čega se razina usluge na istima konstantno povećava, posebice u pogledu smanjenja vremena putovanja, povećanja slobode manevriranja, sigurnosti i udobnosti vožnje te smanjenja prekida prometnog toka i troškova vozila.

3.3. INTELIGENTNA RASKRIŽJA

Inteligentna raskrižja podrazumijevaju napredna rješenja klasičnih raskrižja koja omogućuju upravljanje prometnim svjetlima na raskrižju primjenom sofisticiranih detektora i kontrolnim algoritmima s većom učinkovitošću i fleksibilnošću, gdje se posebno ističe

sigurnosni učinak propuštanja vozila žurnih službi na raskrižjima većih brzina vozila; detektori identificiraju dolazeće vozilo i njegovu važnost, dok upravljački sustav mijenja svjetla, odnosno, propušta vozilo.

Slika 7. Povezanost inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima.



Izvor: Bošnjak, I., op.cit., p. 223.

Inteligentno raskrižje u fizičkoj izvedbi te njegovu povezanost s drugim podsustavima prikazanim na slici 7., čine upravljački dio sa svojstvima adaptivnosti te signalna oprema. Detektori prikupljaju i šalju podataka vezane za prolaz i brzinu vozila koja se približavaju raskrižju, s prioritetom na javni prijevoz, u centre za upravljanje gradskim prometom.

3.4. INTELIGENTNA VOZILA

Inteligentna vozila podrazumijevaju vozila sa dodatnom mogućnosti prikupljanja i obrade podataka iz okoline, kao i automatiziranu prilagodbu ili zamjenu čovjeka. Inteligentna su vozila većinom autonomna, odnosno sa inteligencijom smještenom u samom vozilu, ili kooperativna, sa asistencijom od prometnice ili drugih vozila. Svoje funkcije, inteligentna vozila realiziraju pomoću telematičke opreme, nadogradnjom na osnovnu opremu. Neka od inteligentnih rješenja vozila obuhvaćaju:

- sustav automatskog kočenja kod opasnosti od sudara sa i bez detekcije pješaka (*PCS – Pre-Collision System*),
- sustav upozorenja prilikom napuštanja prometne trake s pomoći i korekcijom upravljača (*LDA – Lane Departure Alert*),

- sustav automatskog prebacivanja između dugih i kratkih svjetala (*AHB – Automatic High Beam*),
- sustav prepoznavanja prometnih znakova (*RSA – Road Sign Assist*),
- tempomat s prilagodbom brzine pomoću radara (*ACC – Adaptive Cruise Control*),
- jednostavni inteligentni sustav parkiranja (*IPA – Intelligent Park Assist*),
- nadzor mrtvog kuta (*BSM – Blind Spot Monitoring*),
- detekciju stražnjeg poprečnog prometa (*RCTA – Rear Cross Traffic Alert*),
- sustav protiv blokiranja kotača (*ABS – Anti-lock Braking System*),
- elektroničku raspodjelu kočione sile (*EBD – Electronic Brake-force Distribution*),
- sustav upozorenja pri naglom kočenju (*EBS – Electronic Brake Signal*),
- kontrolu proklizavanja pogonskih kotača (*TCS – Traction Control System*),
- sustav nadzora stabilnosti vozila uz pomoć upravljača (*VSC – Vehicle Stability Control*),¹¹

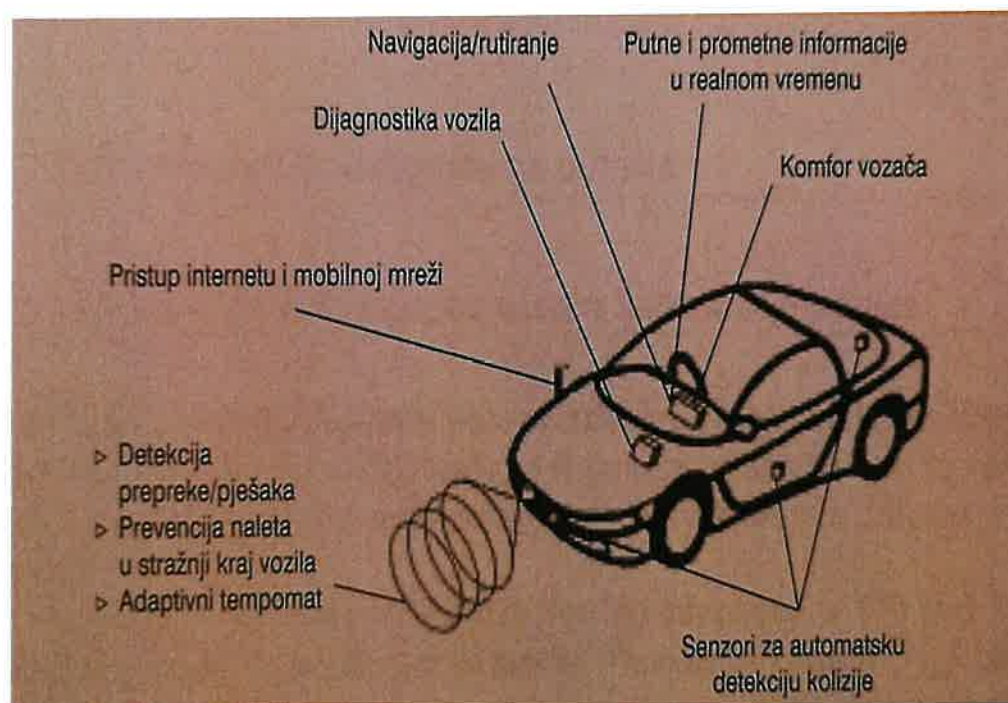
Sustavi za upozoravanje vozača obuhvaćaju upozorenja mogućnosti čelnog sudara, izlijetanje s ceste, opasnosti kod prestrojavanja, detekciju pješaka i dr., prikazanih na slici 8. U slučajevima ne reagiranja vozača na upozorenja, sustavi imaju mogućnost preuzimanja kontrole na vozilom, u ovisnosti od šest postojećih razina autonomnosti;

- Razina 0 - Vozač obavlja sve operacije u potpunosti samostalno.
- Razina 1 - Sustavi asistencije pomažu vozaču kod skretanja, kočenja ili ubrzanja. Sustav asistencije opremljen je kamerama za vožnju unatrag i alatima kao što su vibriranje sjedala ili upravljača pri prelasku u suprotnu prometnu traku.

¹¹ Elektronički sustavi aktivne sigurnosti automobila Toyota Prius - Stručni rad - <https://hrcak.srce.hr/file/292449> (29.08.2023.)

- Razina 2 - Sustav asistencije vozaču može skretati, kočiti ili ubrzavati istovremeno dok je vozač prisutan i nastavlja djelovati kao vozač.
- Razina 3 - Sustav automatizirane vožnje može obavljati sve vozačke zadatke pod određenim okolnostima, a vozilo se može i samostalno parkirati. Vozač je i dalje glavni pokretač i upravitelj vozila, koji mora biti spreman preuzeti kontrolu nad vozilom.
- Razina 4 - Sustav automatizirane vožnje sposoban je obavljati sve vozačke zadatke uz istovremeno nadziranje prometnog okruženja. Na ovoj je razini sustav dovoljno pouzdan da vozač ne treba obraćati pažnju na vožnju.
- Razina 5 - Sustav automatizirane vožnje u vozilu imitira virtualnog vozača i sve radnje obavlja samostalno. Osobe prisutne u vozilu isključivo su putnici od kojih se ne očekuju nikakve radnje.¹²

Slika 8. Oprema inteligentnog osobnog vozila.



Izvor: Ibidem

¹² TechTarget – What are self-driving cars and how do they work?
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/driverless-car> (01.09.2023.)

3.5. SENZORI

Senzori i detektori, kao glavne komponente ITS-a, predstavljaju temelj inteligentnog ponašanja za prikupljanje i obradu podataka o okruženju u kojem se inteligentan sustav nalazi.

Senzor se može definirati kao input-output sustav sa sposobnošću reagiranja na svjetlo, toplinu, električno ili magnetsko polje, pritisak ili koncentraciju plinova, proizvodeći pritom određeni električni signal, ovisno o stanju medija u kojem se nalazi.¹³

Senzori se mogu podijeliti na više načina, između ostalih na:

- strujne i naponske senzore,
- akustičke senzore,
- temperaturne ili toplinske senzore,
- svjetlosne senzore,
- biologijske senzore,
- mehaničke senzore.

Osim klasičnih senzora i detektora, posebno se ističu i inteligentni senzori mikroelektronike i nanotehnologije, koji sadrže sklopovska osjetila i mikroprocesor za obradu podataka. Pojedini inteligentni senzori proizvode se sa neuronskim mrežama, s otvorenim komunikacijskim sustavima i razmjenom podataka između umreženih sustava.

Posebno se u ITS-u ističu još i radarski sustavi, induktivne petlje, pneumatske cijevi, infracrveni, magnetski, optoelektrični te videosustavi i primopredajnici u vozilu

3.6. INTELIGENTNI SUSTAVI INFORMIRANJA

Sustav informiranja putem ITS-a, usluga je putne informacije (*Travel Information - TI*) koja obuhvaća predputne i putne informacije vozaču i putniku, informacije o javnom prijevozu, osobne informacijske usluge te izbor rute i navigacije.

¹³ Bošnjak, I., op.cit., p. 61.

3.6.1. Sustavi informiranja putnika

Informiranje putnika pruža usluge informacija o prometnoj mreži, usluge predputnog i putnog informiranja te podršku službama koje prikupljaju i upravljaju informacijama planiranja transportnih aktivnosti.

ITS usluga predputnog informiranja putnika (*Pre-Trip Information – PTI*), napredni je sustav koji omogućuje pružanje informacija korisnicima prije putovanja, posebice vezanih za stanje na cestama, vremenske uvjete, parkirna mjesta, ugostiteljske sadržaje i sl., a koje su omogućene informatičkim i telekomunikacijskim tehnologijama. Osobna računala, baze podataka, telefoni i Internet, sredstva su za dobivanje informacija, a središnju funkciju ima centralna baza podataka u koju pristižu prometni podaci prometnih centara, meteoroloških postaja i turističkih centara.

3.6.2. Sustavi informiranja vozača

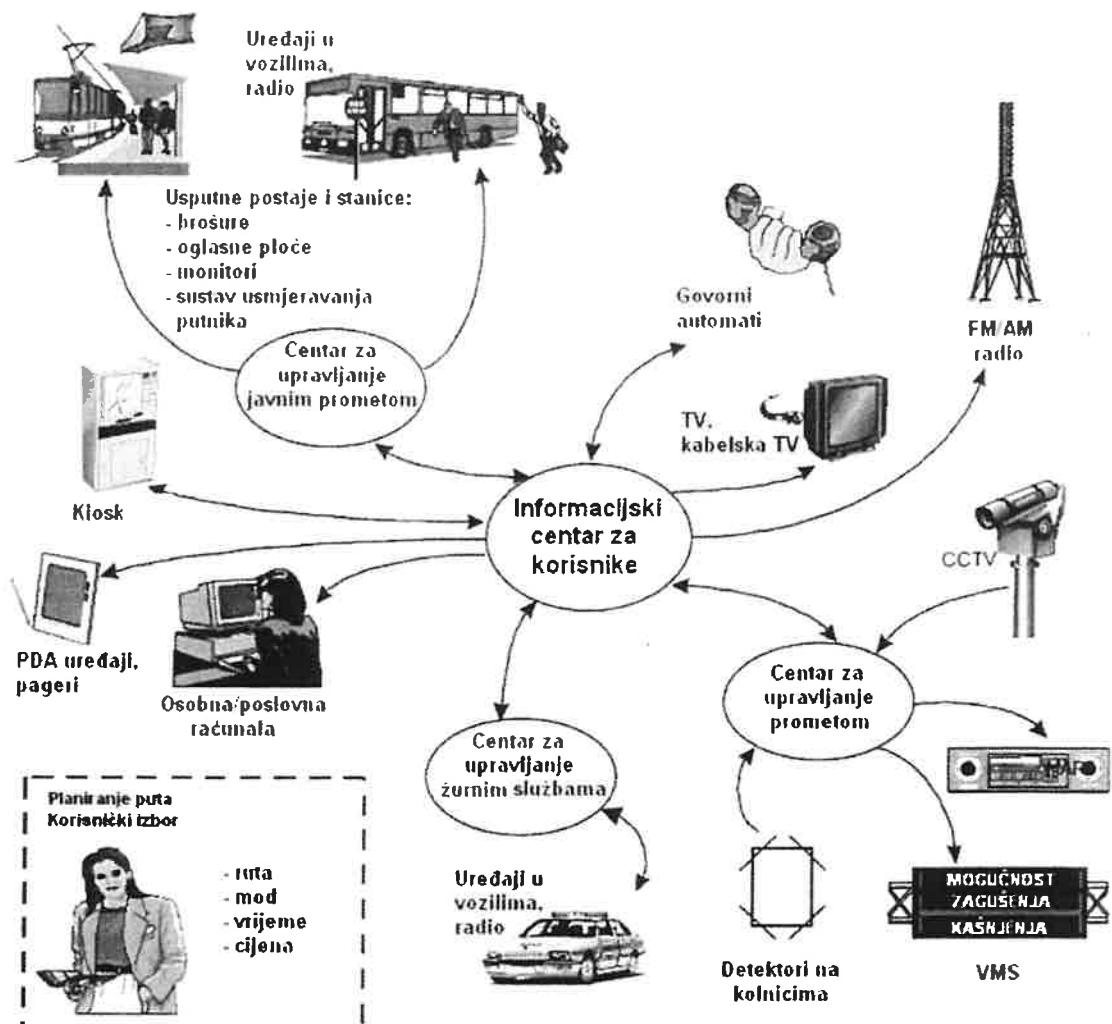
ITS usluga putne informacije vozaču (*On-Tip Driver Information – ODI*) pruža informacije o prometnim uvjetima prije i nakon kretanja na put, čime omogućuje vozaču donošenje boljih odluka o putu.

Informacije obuhvaćaju uvjete na prometnicama, obavijesti izvanrednih situacija i nesreća, raspoloživost parkirnih mjesta, alternativne rute, turistička i zabavna događanja, kao i obavijesti žurnih službi. Informacije se realiziraju ugrađenim uređajima u vozilu, prijenosnim GSM (*Global System for Mobiles*)/UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) uređajima ili prometnim znakovima i panoima s promjenjivim porukama uz cestu, mobilnim internetom i sustavom prometnih poruka. Poruke obavijesti zahtijevaju razumljivost, jasnoću i nedvosmislenost, kao i mogućnost jednostavne integracije s mobilnim telekomunikacijskim sustavima i sustavima parkiranja te pružanje usluge na čitavoj ruti putovanja.

Tehnologije koje omogućuju sustav putnih informacija vozaču u Europi su sljedeće:

- VMS (promjenjivi znakovi) → poruke koje određuje kontrolni centar,
- RDS/TMC tehnologija → emitiranje informacija paralelno s radijskim programom,
- GSM i GPRS (paketni radioprijenos),
- PDA (osobni digitalni pomoćnici) spojeni na mobilnu mrežu.

Slika 9. Operativni koncept sustava informiranja putnika i vozača.



Izvor: Ibid., p.152.

Operativni koncept sustava informiranja putnika i vozača, prikazan na slici 9., predstavlja informacijski centar za korisnike kao središte iz kojeg se informacije dalje prosljeđuju putem radija, televizija, osobnih računala i sl. Informacije se prosljeđuju i drugim centrima, kao što su centar za upravljanje prometom te centar za upravljanje žurnim službama, iz kojih se informacije dalje prosljeđuju krajnjim korisnicima.

3.6.3. Putne informacije o javnom prijevozu i osobne informacijske usluge

ITS usluga putne informacije o javnom prijevozu (*On-Trip Public Transport Information – OPT*) omogućuje prikaz informacija o uslugama svih javnih prijevoznika, odnosno, autobusa, željeznice, metroa, tramvaja, taxija i dr., s informacijama dostupnim svim korisnicima na bilo kojoj lokaciji, putem telekomunikacijskih uređaja te display-eva na postajama.

Sustav informacija o javnom prijevozu treba omogućiti informacije o samim uslugama javnog prijevoza, kao i opće informacije u vozilu i osobne sigurnosne informacije. Baza podataka koja prikuplja informacije i podatke, glavna je u sustavu, na koju se spajaju udaljeni uređaji koji prenose informacijske sadržaje.

Osobne informacijske usluge (*Personal Information Services – PIS*), posebni su paketi usluga koji se realiziraju putem drugih sustava kao putne informacije, sa zahtjevima korisnika za pouzdanim, točnim i lako razumljivim putnim i prometnim informacijama.

3.7. INTELIGENTNO UPRAVLJANJE PROMETOM I TRANSPORTOM

Vođenje i način upravljanja prometnim tokom razlikuje se u sadržaju, pristupu i razini integracije. Upravljanje prometom omogućuje određivanje razine usluge koju prometni kapacitet može pružiti na prometnici. Glavne zadaće upravljanja prometom podrazumijevaju kontrolu pristupa mreži, ublažavanje posljedica zagušenja prometnica, rješavanje uskih grla, održavanje sigurnosti u prometu, prometnu organizaciju sportskih, političkih, zabavnih i vjerskih događaja, kontrolu nepovoljnih utjecaja na odvijanje prometnog toka i sl.

Razvoj inteligentnog sustava upravljanja prometom i transportom započinje definiranjem zahtjeva, odnosno, potreba korisnika.

3.7.1. Zagušenje prometnica

Zagušenje na prometnicama nastaje kada broj vozila na prometnici postane znatno veći od njene propusne moći, odnosno, kada povećani prometni volumen stvara znatno smanjenje brzine ili potpuni zastoj. Sukladno prometnim analizama, postoje dva osnovna tipa zagušenja, ponavljajuće i neponavljajuće, odnosno, predvidivo i nepredvidivo. Osnovna je karakteristika predvidivog zagušenja, nastajanje istog u jutarnjim ili popodnevnim vršnim satima, odnosno u predvidivim intervalima vikendima. Nepredvidivo zagušenje karakteriziraju nepredvidivi incidentni događaji; prometne nesreće, kvarovi vozila ili nenajavljeni događaji.

Nepovoljne posljedice zagušenja obuhvaćaju dulje vrijeme putovanja, povećan rizik od nesreća, onečišćenje okoliša zbog povećane potrošnje goriva, kašnjenja žurnih službi, stres vozača i putnika, opterećenja na sporednim cestama te veće troškove putovanja, a prevencija širenja zagušenja, otklanjanje incidentnih situacija te normalizacija stanja, omogućeni su korištenjem ITS rješenja za upravljanje incidentnim situacijama.

3.7.2. Šok-valovi i virtualni cestovni vlak

Ponašanje se prometa mijenja u prostoru i vremenu ovisno o toku, brzini i gustoći, kojima se razlikuju i karakteristična stanja, a posebice među njima, šok-valovi, temeljem kojih se zagušenje širi prometnicom.

Kontinuirane promjene duž prometnice, nošene su tzv. „valovima“, koji se kreću prometnicom u različitim smjerovima. One nužno ne moraju izazvati veće promjene odvijanja prometa, ali češće izazivaju izrazite promjene u osnovnim parametrima prometnog toka, popraćene poremećajima u odvijanju prometa duž prometnice. Takvi poremećaji nazivaju se „šok valovima“ ili „udarnim valovima“, a najčešće nastaju povećanjem broja vozila na određenoj dionici ceste ili pojavom uskog grla na cesti.¹⁴

Jedno od aktualnih rješenja vođenja cestovnih vozila je zajedničko vođenje niza teretnih vozila, tzv. „trains of truck“.¹⁵ Koncept svrhu pronalazi kod dužih putovanja, u slučajevima kretanja vozila prema istom odredištu ili im podudaranja itinerara u određenom dijelu. Koncept karakterizira poseban trak, s ciljem neometanja redovnog prometa na autocesti. Pozitivni učinci iskazuju se smanjenjem potrošnje goriva i onečišćenja, uštedom vremena, povećanjem sigurnosti i protočnosti te dr.

3.8. NAVIGACIJSKE I LOKACIJSKE ITS USLUGE

Satelitski navigacijski sustavi omogućuju određivanje položaja, brzina i drugih veličina korištenjem radijskih valova primljenih sa satelita, uobičajno se postavljajući u orbite na visinama od 800 do 36.000 km, s ciljem pokrivanja što veće površine na Zemlji.¹⁶

S ciljem omogućavanja globalnog pokrivanja, neprekidnog rada u svim vremenskim uvjetima te visokom preciznošću, početkom 1960-tih, u SAD-u je započeo razvoj satelitskog navigacijskog sustava za utvrđivanje pozicije, a prvi od njih, bio je navigacijski sustav Transit iz 1964. godine.

3.8.1. Rutni vodič i navigacija

Usluga rutnog vodiča i navigacije (*Route Guidance and Navigation* – RGN), usluga je ITS-a koja pripada skupini putnih informacija. Iskazuje se navigacijskim sustavima, koji u

¹⁴Dadić, I., Kos, G., TEORIJA I ORGANIZCIJA PROMETNIH TOKOVA, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2007., p. 82.

¹⁵Bošnjak, I., op.cit., p. 203.

¹⁶ Kos, T., Grgić, M., Hiperbolni i satelitski sustavi za navigaciju, pregledni članak, Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo - <https://hrcak.srce.hr/file/12808> (29.08.2023.)

vozilima mogu biti zemaljski ili satelitski. RGN sustav omogućuje izračun optimalne rute puta, s mogućnošću davanja vizualnih i auditivnih uputa do ciljanog odredišta, kao i izbjegavanje ruta koju su neprohodne ili teško prohodne.

Autonomni rutni vodič (*Autonomous Route Guidance*) služi izračunu optimalne rute uporabom digitalne mape na „on-board“ računalnoj opremi u vozilu, kojom vozač unosi odredište puta, pri čemu računalo određuje najbolju rutu. Navigacija omogućuje i izračun nove rute ukoliko vozač pogrešno skrene.

Centralizirani dinamički rutni vodič (*Centralised Dynamic Route Guidance*) obrađuje zahtjeve središnjeg računala prometnog informacijskog centra koji raspolaže informacijama o stanju prometa, temeljem kojih određuje optimalnu rutu na zahtjev vozača. Koristi infracrvene usmjerivače kao komunikacijsko sredstvo.

Dualni mod rutnog vodiča (*Dual Mode Route Guidance*) kombinacija je centraliziranog i autonomnog rutnog vodiča koji omogućuje obradu stvarnih vremenskih podataka o prometu.

Zahtjevi korisnika kod RGN usluga ističu se kod pozicijske preciznosti, zaštite privatnosti, integracije s drugim lokacijskim sustavima, odabira najoptimalnije rute, izračuna vremena putovanja, modifikacije rute kod pogrešnog skretanja i dr.

3.8.2. Satelitski pozicijski sustavi

Za određivanje pozicija cestovnih vozila, brodova ili zrakoplova koriste se sateliti pozicijskog sustava. Vozila posjeduju satelitski prijamnik koji je usuglašen s barem četiri satelita za izračun pozicije.

Sustavi u upotrebi jesu američkog globalnog pozicijskog sustava GPS (*Global Positioning System*), ruskog sustava GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) te europskog satelitskog sustava Galileo. Zajednički, nazivaju se GNSS (*Global Navigation Satellite System*), a omogućuju globalno autonomno geoprostorno pozicioniranje. GNSS omogućuje malim elektroničkim prijamicima koji računaju precizno vrijeme i poziciju, određivanje lokacije s odmakom od samo nekoliko metara. U situaciji da je vozilo ometeno zbog garaže, tunela ili zgrada, koriste se drugi način pozicioniranja; žiroskopi, preslikavanje ili izračuni iz digitalnih karata.

Globalni pozicijski sustav GPS, satelitski je radionavigacijski sustav koji se koristi za određivanje položaja u različitim ITS aplikacijama, na način da određuje površine i najbliže točke ili vozila, povezujući GPS antene s navigacijskim sustavom i vođenjem do odredišta te uporabom sigurnosnih aplikacija i zaštitom vozača i vozila.

DGPS (*Differential Global Positioning System*) predstavlja precizniji diferencijски GPS sustav, kod kojega monitorska stanica prima satelitske signale temeljem kojih izračunava pogreške.

3.8.3. LBS sustavi

Položajno vezane usluge (*Location based services – LBS*) obuhvaćaju usluge koje omogućuju integraciju položaja ili pozicije mobilnog uređaja sa ostalim informacijama, s ciljem pružanja dodane vrijednosti korisniku usluge.

Položajno vezane usluge omogućuju komuniciranje korisniku dok je u pokretu. Mobilno terminalni uređaji velike su dostupnosti, a njihova infrastruktura najpogodnija je platforma za primjenu LBS-a. Mobilni uređaji LBS usluga zahtijevaju određene programske i hardware-ske karakteristike, zbog čega se često spominju kao PDA (*Personal digital assistant*), smartphone (pametni telefon), itd.

LBS se usluge mogu podijeliti u sljedeće skupine, u ovisnosti da li su temeljene na osobi (*Person-oriented*) ili uređaju (*Device-oriented*):

- *Person-oriented* LBS → aplikacije s uslugom baziranom na korisniku koriste položaj korisnika za poboljšanje same usluge, kod koje osoba može kontrolirati uslugu, tj., odlučiti želi li odrediti svoj položaj (npr. dijeljenje lokacije na aplikaciji Snapchat),
- *Device-oriented* LBS → aplikacije koje djelomično ovise o položaju korisnika ili objekta, a osoba, odnosno, objekt ne može kontrolirati uslugu (npr. lociranje ukradenog automobila ili mobilnog uređaja).¹⁷

U ovisnosti o načinu projektiranja, razlikuju se još dvije vrste LBS usluga. Prva, Push usluga, šalje informacije korisniku temeljem njegovog trenutnog položaja, bez da ih on zatraži, najčešće se sastoji od određenih opasnosti, reklamnih informacija i dr. Druga vrsta,

¹⁷ Ivan Jovović: Razvoj sustava za prilagodbu informacija temeljenih na lokaciji korisnika - [file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/565421.Diplomski rad - Jovovic Ivan%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/565421.Diplomski%20rad%20-%20Jovovic%20Ivan%20(1).pdf).p.28. (11.04.2023.)

Pull usluga, sadrži informacije o zabavnim sadržajima, muzejima, restoranima i sl., a korisnik ih dobiva iz aplikacija na uređaju.

4. SIGURNOST U PROMETU PRIMJENOM ITS-a

Učestalost i posljedice prometnih nesreća primarni su motivatori za uvođenje ITS-a, temeljem čega se i najveće koristi od njihovog uvođenja očituju upravo kod smanjenja broja nesreća, broja stradalih, veće sigurnosti prometa te bržeg odziva žurnih službi, a praćenjem broja nesreća prije i nakon uvođenja ITS-a, omogućuje se kvantifikacija sigurnosnih prednosti.

Smanjenjem vremena odziva žurnih službi, uvelike se utjecalo na smanjenje broja smrtno stradalih, kao i na sprječavanje dodatnih stradavanja nakon nesreće. Sustavi upozorenja na autocestama uvelike su poboljšali informiranost vozača o mjestu nesreće.

4.1. OCJENA I UPRAVLJANJE RIZIKOM

Prometni stručnjaci bave se različitim problemima upravljanja prometom, kao i analiziranjem čimbenika opasnosti, određivanjem prihvatljive razine rizika te projektiranjem prihvatljivih rješenja i njihovih posljedica.

Pojam rizika veže se za neizvjesnost povezanu s nepoželjnim događajima, odnosno s nesrećama ili opasnostima, a definira se kao potencijalni gubitak ili nagrada izlaganju opasnosti. Rizik uključuje:

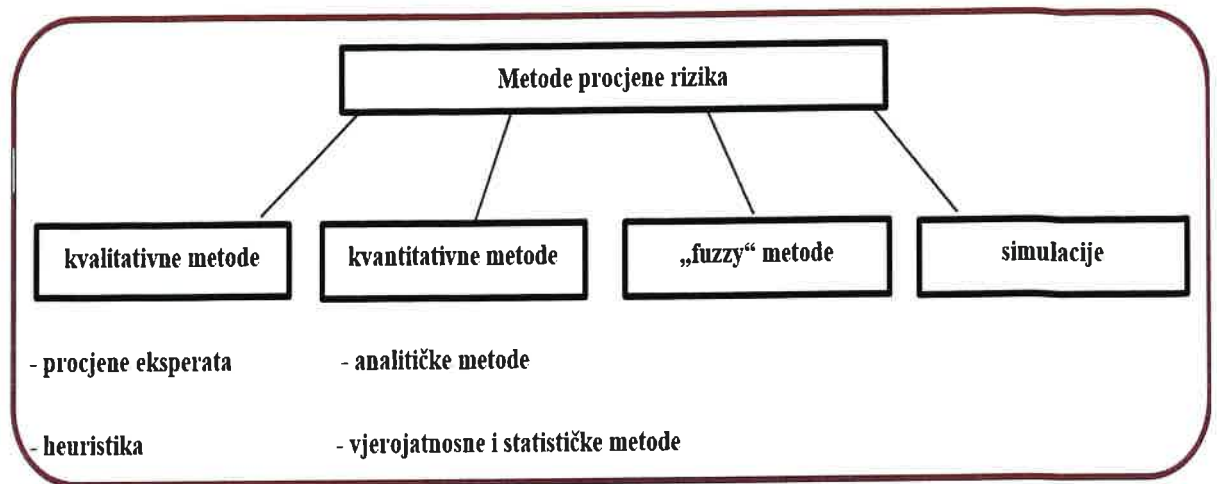
- vjerojatnost pojavljivanja određenog događaja,
- posljedice tog događaja,
- značenje ili težinu posljedica,
- populaciju izloženu riziku.¹⁸

Nepoželjna ponašanja u prometu, poput velike brzine vožnje, oduzimanje prednosti, nepoštivanje prometne signalizacije ili premali razmak slijeđenja vozila, svakodnevni su, a izazivaju najteže posljedice. Veći nadzor i kažnjavanje prekršaja ne mogu u potpunosti ukloniti neželjena ponašanja.

Procjena rizika može se temeljiti na različitim metodama analize, slikovno prikazanih na slici 10., ovisno o raspoloživim podacima i obuhvatu same analize, informatičkoj podršci i vremenskim ograničenjima.

¹⁸ Bošnjak, I., op.cit., p. 217.

Slika 10. Metode procjene rizika.



Izvor: Ibid., p. 219.

Kvalitativne metode procjene rizika karakterizira upotreba mišljenja i procjene eksperata s izrazima kao što su; vrlo veliki, srednji, mali, vrlo mali.

Kvantitativne metode koriste analitičke metode, kao i vjerojatnosne i statističke opise rizika, ali s ograničenjem polaznih pretpostavki koje često ne odgovaraju stvarnoj situaciji.

Fuzzy metode predstavljaju bolju i realniju procjenu rizika naspram kvantitativnih, iz razloga što se izražavaju funkcijama uvjerenja i pripadnosti.

Metode simulacije koriste se kod eksperimentiranja s modelom, čime se izvode zaključci o rizicima ponašanja realnog sustava.

Realni prometni sustav ne može biti bez nepoželjnih događaja ili potpuno siguran, zbog čega u skladu s time treba prihvatiti koncept prihvaćanja rizika, odnosno upravljanja rizikom.

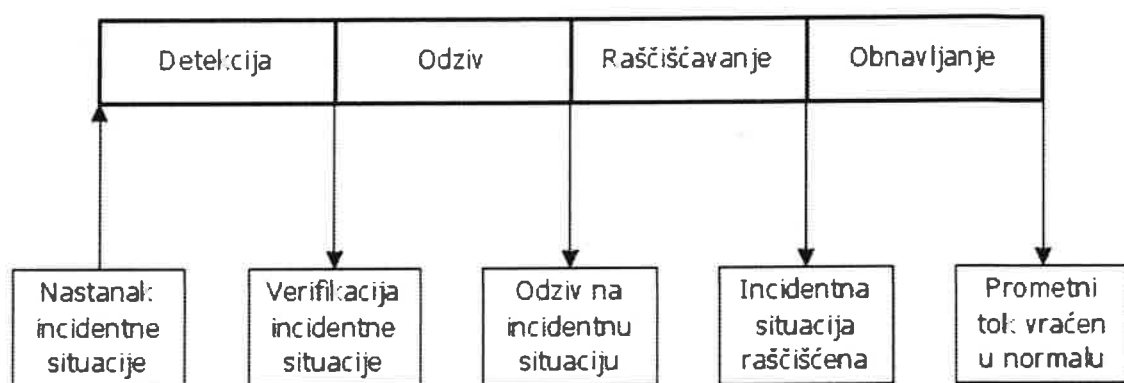
4.2. INCIDENTNE SITUACIJE I SPAŠAVANJE

Ne postoji model rješavanja svih problema incidentnih situacija; svako područje ima jedinstvene uvjete. No, incidentne je situacije moguće podijeliti u dva sustava. Prvi je sustav za upravljanje zagušenjima, a drugi za intervencije.

Od posebne je važnosti sustav upravljanja incidentnim situacijama u prometu (IM), koji se sastoji od koordiniranog skupa aktivnosti za pomoć unesrećenima, uklanjanje vozila i normalizaciju prometnog toka nakon nesreće ili druge incidentne situacije.

Jednu od bitnijih komponenti ITS-a predstavlja spašavanje stradalih u prometnim nesrećama RSIM (*Rescue Service Incident Management*). Prilikom nesreće, aktiviranjem zračnog jastuka ili ručno, u vozilu se aktivira signal koji se šalje do RSIM centra, zahvaljujući kojem policija precizno utvrđuje poziciju vozila putem globalnih satelitskih pozicijskih sustava, dok sustavi za automatsko praćenje i davanje prioriteta dopuštaju najbližem vozilu da najkraćom rutom dođe do mjesta nesreće. Proces upravljanja incidentnim situacijama ima četiri faze; detekciju, odziv, raščišćavanje i obnavljanje, prikazanih na slici 11.

Slika 11. Osnovne faze IM-a.



Izvor: Ibidem

Detekcija obuhvaća prostorno i vremensko definiranje incidentne situacije, dok verifikacija podrazumijeva određivanje tipa i lokacije. Do pojave ITS rješenja, redovite policijske ophodnje bile su primarni način detekcije incidentnih situacija. U pravilu, prometna policija koordinira aktivnostima do razrješenja situacije.

Posljedice prometnih zagušenja, čekanja i sekundarno izazvanih prometnih nesreća, umanjene su brzim i redovitim aktivnostima IM-a. Pristizanje hitne medicinske pomoći u što kraćem roku, odlučujući je faktor spašavanja života unesrećenih. GIS tehnologije, zajedno s drugim sustavima uključenim u ITS, omogućuju točnu detekciju, brz odziv i bolju koordinaciju svih organizacija uključenih u IM.

5. PRIMJENA ITS-a U POMORSTVU I ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Kao i u cestovnom prometu, inteligentni transportni sustavi te njihove suvremene tehnologije, svoju su ulogu pronašli i u pomorstvu, posebice u aspektima nadzora plovidbe, poboljšane komunikacije, inteligentnih terminala i dr., kao i u željezničkom prometu, gdje su utjecali na povećanje sigurnosti poboljšanjem željezničke komunikacije i signalizacije, upotpunjenih automatiziranom vožnjom vlaka.

5.1. POMORSTVO

Informacijske tehnologije u pomorstvu od velikog su značaja te je njihova zastupljenost iznimno velika. Od posebne je važnosti u pomorstvu praćenje brodova u stvarnom vremenu, čim se omogućuje optimizacija podataka i informacija te slanje istih u stvarnom vremenu kapetanima, članovima posade, ostalim brodovima u mreži i brodskim tvrtkama na kopnu. U današnje vrijeme postoji nekoliko sustava za nadzor brodskog prometa:

- služba za promet plovila (VTS),
- sustav za automatsku identifikaciju (AIS),
- radar,
- LRIT sustav,
- ECDIS sustav.

Služba za promet vozila (VTS), odnosno sustav za nadzor i upravljanje pomorskim prometom (VTMIS), sa područjima upravljanja u RH prikazanih na slici 12., obuhvaća informacijski i tehnički sustav praćenja, upravljanja i organizacije cjelokupnog pomorskog prometa¹⁹ te se u RH, sukladno Pomorskom zakoniku, sastoji od prikupljanja i pružanja podataka o pomorskim objektima i prometu, davanja plovidbenih savjeta i podrške pomorskim plovidbenim objektima te od organizacije plovidbe i upravljanja pomorskim prometom.

Sustav za automatsku identifikaciju brodova (AIS), služi za obalno kratkodometno praćenje brodova i pomorskog prometa te za razmjenu podataka između brodova, najčešće o zastavi broda, vrsti i statusu broda, brzini, dužini i širini broda te gazu, destinaciji i

¹⁹ Ministarstvo prometa, mora i infrastrukture – VTS Croatia - <https://mmpi.gov.hr/more/vts-croatia/12861> (15.04.2023.)

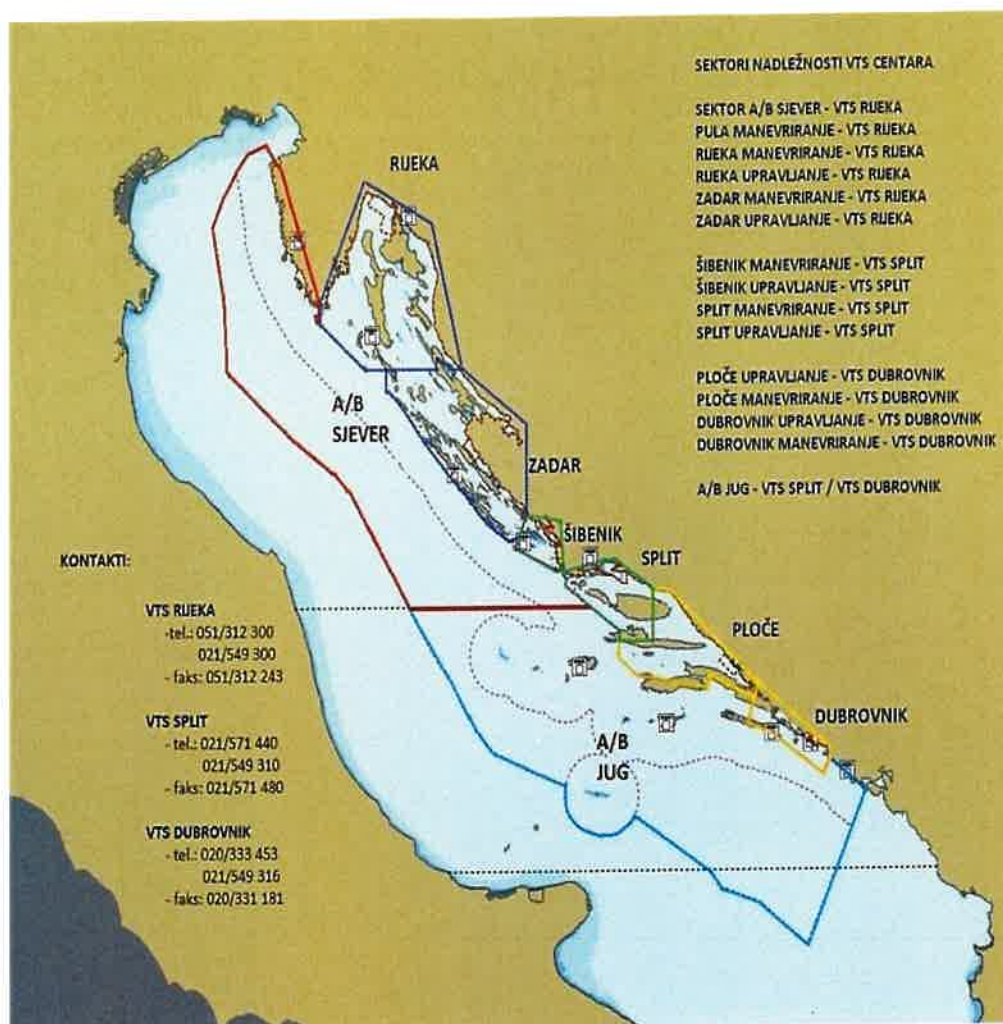
vremenu. Međunarodna pomorska organizacija zahtijeva da svaki brod mase iznad 30 tona ima ugrađen AIS, kao i svaki putnički brod. Osim za razmjenu podataka, AIS sustav dobro služi i za izbjegavanje sudara. AIS sustav sadrži i neke nedostatke, kao što su rizik iznošenja netočnih informacija, tehničkih grešaka, lakoće manipulacije informacija te preopterećenje podataka.

Radar je uređaj koji služi otkrivanju objekata na vrlo maloj udaljenosti, mjerenju kutova i daljina te izbjegavanju sudara na moru, a radi na principu elektromagnetnih valova.

LRIT sustav (*Long Range Tracking and Identification*), međunarodni je sustav praćenja i identifikacije za brodove širom svijeta, a obvezni su ga imati svi brodovi izgrađeni zaključno s 2008. godinom.

ECDIS, elektronički sustav za prikaz karata i informacija, posebno je digitalno računalo za navigaciju. Ima sposobnost prikaza svih zemljopisnih podataka potrebnih posadi za putovanje, a omogućuje pojačanu lakoću, sigurnost i učinkovitost rada, s obradom podataka u stvarnom vremenu. Postoje dvije vrste ECDIS karata; Raster karte (RNC) i vektorski grafikon (ENC).

Slika 12. VTS područja upravljanja u RH.



Izvor: https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/w-z%20VTS%20HRVATSKA%206_14.jpg
(15.04.2023)

5.1.1. Pomorske komunikacije

Za potrebe pomorstva, razmjena je informacija od velike važnosti. Suvremena telekomunikacijska mreža izgrađena je na temelju digitalne tehnologije po međunarodnim standardima, a omogućuje neometanu komunikaciju između različitih subjekata pomorskog prometa; brodova, pomorskih agencija, pomorskih luka, obalnih postaja, spasilačkih službi i dr.

U pomorstvu, posebnu važnost ima Međunarodna pomorska satelitska mreža – INMARSAT (*International Maritime Satellite Organization*), dok se radiomreže najčešće organiziraju putem obalnih radiopostaja – CRS (*Coast Radio Station*), koju u RH vodi i organizira PLOVPUT, Vladina organizacija pri Ministarstvu pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske.

Kod javnih telekomunikacija, posebno se ističu javna komutirana telefonska mreža – PSTN (*Public Switched Telephone Network*) te globalni sustav mobilnih komunikacija – GSM (*Global System of Mobile Communication*).

5.1.2. GPS u lučkom sustavu

Globalni pozicijski sustav, odnosno GPS, satelitski je radionavigacijski sustav za određivanje položaja na površini i prostoru oko površine, a uključuje:

- određivanje pozicije i najbliže točke ili broda,
- povezivanje GPS antene s navigacijskim sustavom i vođenjem do odredišta,
- sigurnosne aplikacije i zaštitu broda i posade.²⁰

GPS objedinjuje 24 satelita, s korisnicima dostupnih od šest do jedanaest.

Neke od prednosti GPS-a jesu:

- točnost – sposobnost sustava da osigura zadovoljavajuću navigacijsku točnost za pojedine faze plovidbe,
- cjelovitost – sigurnost da sve funkcije sustava rade unutar operativnih granica tolerancije uz mogućnost detekcije anomalija signala koje bi mogle rezultirati navigacijskim pogreškama većim od propisanih,
- raspoloživost - upotrebljivost sustava unutar područja pokrivanja i dostupnost navigacijskog signala korisniku,
- kontinuitet – funkcionalnost sustava bez prekida u radu te funkcioniranje sustava za cijelo vrijeme trajanja neke operacije.²¹

5.1.3. Dronovi

Dronovi ili bespilotne letjelice, letjelice su čija je glavna osobina da nemaju pilota ili posadu. Dronovi se sastoje od same letjelice te kontrolera na zemlji, a mogu biti i autonomni, varirajući od djelomične do potpune autonomije, u kojoj bespilotna letjelica leti i izvršava zadatke bez ikakve ljudske pomoći ili kontrole. Dronovi se koriste u raznim djelatnostima; u vojsci, kod nadzora, za komercijalne upotrebe, zračne fotografije i dr., a svoju svrhu imaju i u pomorstvu.

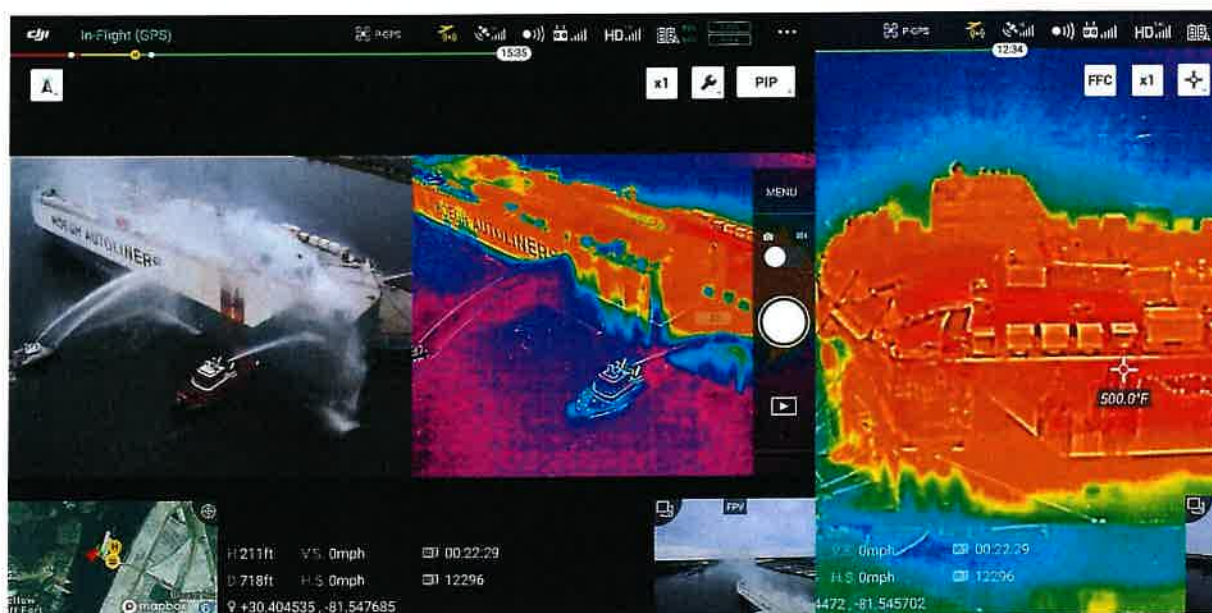
²⁰ Bošnjak, I., op.cit., p. 212.

²¹ T. Kos, S. Grgić, S. Krile - Poboljšanje sustava satelitske navigacije – Pregledni članak, Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo - <https://hrcak.srce.hr/file/12784> (02.09.2023.)

Veliki je broj pomorskih nesreća na brodu rezultat loše navigacije, zbog koje dolazi do udara u ledenjake, druge brodove, infrastrukturu. Dronovi su u takvim situacijama od velike koristi; lako se pomiču na potrebne lokacije i omogućuju određivanje točne pozicije dijelova broda u odnosu na okolinu, što rezultira olakšanim manevriranjem broda te smanjenjem nesreća.

Osim kod manevriranja broda, dronovi svoju korist iskazuju i kod dostave pomorskih dokumenata; trenutna je služba za dostavljanje dokumenata sporija i skuplja od dronova. Dronovi za spašavanje uvelike bi utjecali na pronalazak unesrećenih, detektirajući njihove lokacije i prikazom iste svjetlosnim i zvučnim signalima, popraćenih GPS koordinatama. Postoji mogućnost i uporabe vatrogasnih dronova, pomoću kojih bi se gašenje olakšalo detekcijom vjetra i žarišta, praćenjem širenja požara te pomoći u planiranju gašenja, prikazano na slici 13. Kod očuvanja okoliša, dronovi bi pomogli u sanaciji mjesta nesreće, detekcijom mjesta ispuštanja kemikalija te praćenjem širenja zagađenja.

Slika 13. Detekcija žarišta požara DJI drona opremljenog termalnim kamerama.



Izvor: <https://dronedj.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/06/drone-thermal-camera-fire.jpg?resize=1536,768> (19.04.2023.)

5.1.4. Autonomna plovila

Autonomna plovila podrazumijevaju plovila bez posade koja služe prijevozu tereta ili putnika, s odgovarajućom razinom autonomije za donošenje odluka u odnosu na unutarnje i vanjske promjene. Postoje različite razine autonomije u smislu praćenja broda i daljinskog

upravljanja s obližnjeg broda ili kopnenog kontrolnog centra te umjetne inteligencije i strojnog učenja:

- AL0 – nema autonomnih funkcija, sve operacije su ručne,
- AL1 – podrška odlučivanju na brodu, podaci dostupni posadi,
- AL2 – odluka o odlučivanju izvan broda, praćenje broda,
- AL3 – polu autonomni brod, sa posadom koja može intervenirati i aktivnim čovjekom u petlji,
- AL4 – čovjek na/u petlji, brod djeluje autonomno s ljudskim nadzorom,
- AL5 – potpuno autonomni brod, čovjek u ulozi kontrole,
- AL6 – potpuno autonomni brod, bez potrebe ljudske intervencije.²²

Točna detekcija i klasifikacija obližnjih pokretnih brodova, iznimno je važna za sigurnu plovidbu. Autonomni brodovi putem AIS-a, radara i njima sličnima, prikupljaju informacije vezane za pokretne prepreke, kojima se pravovremenim reagiranjem pokušava spriječiti ugroza sigurnosti broda ili ljudskih života.

Autonomni brodovi za sobom vuku i određene nedostatke, posebice etičke i pravne prirode; faktor je ljudske odluke u rizičnim situacijama od iznimne važnosti, a autonomni brod nikad ne može biti spreman za svaku situaciju. Javlja se i problem cyber sigurnosti te mogućnosti preuzimanja kontrole broda od strane neprijatelja.

5.1.5. Inteligentni terminali

Transportni terminali predstavljaju početne i završne, odnosno tranzitne točke transportnog procesa, u kojima se obavlja manipulacija različitih roba, ljudi i pošiljaka.

Uvođenjem inteligentnih transportnih sustava u terminale vodnih sustava, podiže se kvaliteta usluga i performansi, a osim njih i:

- veća produktivnost prijevoznika i davatelja terminalnih usluga,
- smanjenje vremenskih gubitaka za putnike, robu i teret,
- smanjenje zagušenja u lukama,
- povećanje sigurnosti i zaštite putnika, tereta i robe,
- veća udobnost putnika temeljem bolje informiranosti,

²² Kapetanov glasnik, More je naš izbor; Split, prosinac 2018., http://upks.hr/wp-content/uploads/2019/11/glasnik_br35.pdf (15.04.2023.)

- smanjenje onečišćenja i buke.²³

Prilikom pretvorbe terminala u inteligentni, posebnu pažnju treba posvetiti prijevoznim zahtjevima i volumenu prometa, kao i intenzitetu protoka putnika, transportnih događaja i tereta, a uz istovremeno zadovoljenje potreba korisnika i troškova pružatelja usluga.

5.2. PRIMJENA ITS-a U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Željeznički je promet definiran tehnološkim procesom koji zahtijeva određenu regulaciju prometa, kako bi se moguće opasne situacije svele na minimum. Uvođenjem automatizacije u željeznički promet, uvelike se povisio stupanj sigurnosti, posebice smanjenjem faktora ljudske pogreške. Različitim razinama upravljanja, uloga strojovođe postala je sve manja, odnosno na kraju, marginalna.

5.2.1. Razine upravljanja željezničkim prometom

Razvoj je željeznica doveo do automatizacije cijelog željezničkog sustava. Trenutno postoje tri metode upravljanja željezničkim prometom:

- mjesno upravljanje → glavnu ulogu imaju kolodvori, prometnici iz njih postavljaju puteve vožnje vlakova,
- centralizirano upravljanje → dispečer u glavnom centru za kontrolu prometa, koordinira sve putove vožnje te mimoilaženje vlakova,
- lokalno upravljanje → područje jednog kolodvora sa mnogobrojnim i učestalim operacijama vlakova; prometna čvorišta i lučki kolodvori.²⁴

U Hrvatskoj je u uporabi kombinacija mjesnog i lokalnog upravljanja željezničkim prometom, s mjesnim upravljanjem na glavnim prometnim pravcima i paneuropskim kolodvorima te lokalnim upravljanjem na velikom kolodvorima velike fluktuacije prometa, kao što su Zagreb i Rijeka.

5.2.2. Automatska vožnja vlaka

Automatska vožnja vlaka obuhvaća upravljanje vožnjom vlaka djelomično ili u potpunosti, bez asistencije strojovođe. Sustavi automatske vožnje vlaka razvili su se na zatvorenom tipu željeznice, dok na otvorenim tipovima sa mješovitim prometom, zbog

²³ Bošnjak, I., op.cit., p. 169.

²⁴ Haramina, H.: INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2018. p. 11.

kompleksnosti i nedovoljne razvijenosti samog sustava, ta ideja još nije u potpunosti zaživjela.

Postoje četiri stupnja automatizacije, najlakše prikazanih tablicom:

Tablica 2. Stupnjevi automatizacije vožnje vlaka.

Stupanj automatizacije	Način vožnje vlaka	Pokretanje vlaka	Zaustavljanje vlaka	Zatvaranje vrata	Reagiranje u slučaju smetnji
GoA1	ATP sa strojovođom	Strojovođa	Strojovođa	Strojovođa	Strojovođa
GoA2	ATP i ATO sa strojovođom	Automatsko	Automatsko	Strojovođa	Strojovođa
GoA3	ATO bez strojovođe (DTO)	Automatsko	Automatsko	Službenik u vlaku	Službenik u vlaku
GoA4	ATO bez osoblja (UTO)	Automatsko	Automatsko	Automatsko	Automatsko

Izvor: Haramina H., op.cit., p. 33.

ATP (Automatic Train Protection) – automatska zaštita vlaka,

ATO (Automatic Train Operation) – automatsko upravljanje vlaka,

STO (Semi automatic Train operation) - poluautomatska vožnja vlaka,

DTO (Driveless Train Operation) - vožnja vlaka bez strojovođe,

UTO (Unattended Train Operation) - vožnja bez prisutnosti osoblja.²⁵

Sustav automatske zaštite vlaka, odnosno automatske kočnice i asistencije strojovođe, sa raspoznavanjem signala i oznaka sa pruge, čini prvi stupanj automatiziranosti vožnje vlaka. Kod drugog stupnja automatiziranosti, rad motora i kočnica je automatiziran, s mogućnosti ograničenja brzine raspoznavanjem dijelova pruge. Sustav upravljanja treće razine isključuje potrebu za strojovođom, a zatvaranje je vrata i reagiranje u slučaju

²⁵ Haramina H., op.cit., p. 33.

opasnosti zadaća službenika u vlaku. Zadnja razina automatizacije ne zahtijeva niti strojovođu niti službenika u vlaku, a u slučaju kvara, isti se rješava iz upravljačkog centra.

5.2.3. Signalizacija u željezničkom prometu

Neometano i učinkovito funkcioniranje skretnica i signalnih uređaja od iznimne je važnosti za odvijanje željezničkog prometa. Signali su odgovorni za pravovremeno prenošenje važnih informacija; oni reguliraju brzinu, način kretanja te buduće manevre vlaka do sljedećeg signala.

Signalni znakovi moraju zadovoljiti četiri osnovna uvjeta za optimalno funkcioniranje sustava:

1. svaki signalni znak mora biti jednostavan, od jedne do tri boje,
2. signalni znakovi moraju biti jasno uočljivi te ne smiju biti prirodno zaklonjeni,
3. signalni znakovi moraju biti jasno međusobno različiti,
4. sustav signalizacije mora generirati dovoljan broj znakova.²⁶

U RH, signali se dijele na tri osnovne skupine; glavne signale, pomoćne signale te pokazivače, prikazane na slici 14.

²⁶ Pravilnik o značenju i uporabi signala, signalnih znakova i signalnih oznaka u željezničkom prometu, NN 126/2009, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_126_3099.html

Slika 14. Izlazni signal na kolodvoru Zagreb GK, sa sve tri skupine signala.



Izvor: <https://www.hzinfra.hr/naslovna/upravljanje-prometom/> (12.04.2023.)

5.2.3.1. Lokomotivska signalizacija

Glavni je zadatak svih sigurnosnih sustava za informiranje strojovođe ili njegove direktne zamjene, da prenesu informacije o signalnom uređaju ka lokomotivi. Takav je sustav doveo do velikog smanjenja broja željezničkih nesreća povezanih sa neopažanjem strojovođe onoga što signalni uređaj pokazuje, pri čemu sustav djeluje tako da reagira na kočnički sustav lokomotive.

U Hrvatskoj se koristi sustav točkastog prijenosa informacija, poznatijeg kao Autostop ili AS sustav, koji se sastoji od lokomotivskog i pružnog dijela. Lokomotivski je onaj aktivni, koji prima informacije od pružnog dijela te vrši različite provjere strojovođe i vlaka te umjesto njega, pali sustav kočenja.

5.2.3.2. Automatski pružni blok

Povećanjem željezničkog prometa u Republici Hrvatskoj, nastala je potreba za većim kapacitetom i propusnom moći pojedine pruge, što je dovelo do primjene automatskog pružnog bloka (APB).

Načela rada APB-a obuhvaćaju:

- Svaka dionica pruge ima izlazni kolodvorski signal na izlazu iz stanice, a ovisno o smjeru vožnje vlaka na toj dionici, prostorni signali suprotnog smjera od prometovanja vlaka se gase, osim zadnjeg koji predstavlja predsignalni signal za ulazak u sljedeću stanicu.
- Rad blokovnih odsjeka započinje kod ulaznog signala za suprotni smjer od vožnje trenutnog vlaka, a završava kod sljedećeg signala iz suprotnog smjera vožnje, koji je ujedno i predsignal za ulazak u stanicu. Između ulaznog signala i kolodvora nema blokovnih signala jer se ta dionica pruge regulira izlaznim signalima kolodvora.
- Kretanjem vlaka iz prvog kolodvora na toj dionici pruge, svi prostorni signali imaju zeleni signal, a nepostojanjem drugog vlaka u sljedećem blokovskom opredjeljenju, signal se na toj dionici crveni, dok ako je vlak udaljen dvije blokovske dionice, signal je žut.
- Prolaskom vlaka kroz prvi prostorni signal na dionici, prometnik nakon dvije sekunde može dati dopuštenje sljedećem vlaku za izlazak iz stanice u smjeru vožnje, prateći prethodni vlak koji je napustio stanicu. Ovaj se razmak između dva vlaka mora držati kroz cijelu dužinu dionice između dva kolodvora.
- Međusobnu udaljenost vlakovi drže prostornim signalima; kada prvi vlak prođe drugi prostorni signal, on svoj prvi prostorni signal mijenja iz stoji - crveno u očekuj - stoj, dok ako prvi vlak prođe treći prostorni signal, signal na prvom blokovskom odsjeku postaje slobodan, zelene boje.
- Vlakovi hrvatskih željeznica koriste razdaljinu dva prostorna signala kako bi uvijek prolazili kroz zeleni interval slijeđenja. Takav interval podrazumijeva da je udaljenost između dva vlaka najčešće 5-7 minuta. Na riječkoj pruzi, položaj prostornih signala omogućuje da u istom trenu tri vlaka budu u istom smjeru kretanja između dva odabrana kolodvora.

- Postojanjem više vlakova iz istog postavljenog puta kretanja, dolaskom zadnjeg do određenišnog kolodvora na toj dionici pruge, prometnik smije zatražiti promjenu smjera putovanja ako ima vlakova koji prometuju u suprotnom smjeru.
- Promjenom smjera putovanja, provjeravaju se žarulje crnog svjetla na prostornim signalima smjera putovanja koje su do tada bile ugašene, kako bi se izbjeglo da se iste ne upale. Ako je sa postupkom sve u redu, nakon dvije sekunde, mijenja se smjer vožnje te vlakovi iz suprotnog smjera imaju dozvolu prometovati. Prostorni signali koji su do tada bili upaljeni, gase se i postaju neaktivni do sljedeće promjene smjera vožnje između dva kolodvora.²⁷

5.2.4. SUSTAV KOMUNIKACIJE U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

U komunikacijskom smislu, željeznica podrazumijeva zatvoreni sustav u kojem je međusobno komuniciranje subjekata od velike važnosti za neometano odvijanje željezničkog prometa. Najčešći sustavi obuhvaćaju prijenosni sustav, željezničke radio veze, telegrafске veze, radiodispečerski sustav, informacijski sustav i dr.

Prijenosni je sustav odgovoran za cjelokupni sustav komunikacije, a sastoji se od kabelskih mreža, zračnih vodova te radiokomunikacijskih uređaja. Kod elektrificiranih željezničkih pruga, zračni se vodovi zamjenjuju podzemnim kablovima.

Telegrafске veze u željezničkom prometu predstavljaju najjednostavniji sustav prijenosa informacija između kolodvora. Telegrafска je mreža na Hrvatskim željeznicama povezana preko tzv. ŽAT (željezničke automatske telegrafске) centrale, preko koje se izmjenjuju informacije o postavljenim putevima vlaka, očekivanim kašnjenjima, postavljanju križanja i dr.

Radiodispečerski sustav spada pod kompleksniji sustav komunikacije u željezničkom prometu, putem kojeg se regulira komunikacija dispečera sa ostalim sudionicima željezničkog prometa. U Hrvatskoj su dispečeri najčešće odgovorni za određivanje kada i kojim prijevoznim putem će određeni vlak prometovati, a svaka prijevozna tvrtka u Hrvatskoj ima svoje dispečere.

²⁷ Fakultet prometnih znanosti – Uredaji za osiguranje otvorene pruge između kolodvora - <https://www.fpz.unizg.hr/ztos/pred/APB.pdf> (13.04.2023.)

6. STUDIJA SLUČAJA: ITS U GRADU RIJECI

ITS u gradu Rijeci nije novitet; Rijeka promet d.d. tvrtka je koja se još od 1998. godine bavi djelatnostima organizacije prometa u Rijeci, odnosno, uslugama automatskog upravljanja prometom, uslugama na parkiralištima i garažnim objektima, održavanjem nerazvrstanih cesta i javno-prometnih površina, horizontalne i vertikalne signalizacije te svjetleće prometne signalizacije, kao i uslugama prijenosa, vuče i premještanja protupravno parkiranih vozila. Sastoji se od Uprave i četiri sektora:

- Sektor prometa,
- Sektor parkirališta,
- Sektor održavanja prometnica,
- Sektor finansijsko-računovodstvenih poslova.

Sektor prometa obavlja djelatnosti upravljanja prometom, istraživanja prometa i praćenja prometne problematike, održavanje semafora, vertikalne i horizontalne prometne signalizacije, betonskih graničnika i zaštitnih stupića te djelatnosti vođenja investicija i razvojnih projekata iz područja prometa.

Upravljanje prometom u tvrtki Rijeka promet d.d. obuhvaća poslove nadzora gradskog prometa, upravljanje prometom sustavom automatskog upravljanja i semaforske signalizacije, kao i koordinaciju sa sustavom javnog gradskog prijevoza te s ostalim sudionicima upravljanja prometom.

Kod istraživanja prometa, tvrtka se bavi aktivnostima istraživanja i planiranja cestovnog prometa, odnosno, prikupljanjem podataka o prometu, analizom i razvojem mjera unaprjeđenja prometa te projektiranjem prometnih rješenja.

Aktivnostima praćenja prometne problematike, prati se i mjeri problematika područja cestovne infrastrukture, sustava signalizacije, sustava parkirališta i javnog gradskog prijevoza, cestovnih terminala te lučke, željezničke i zrakoplovne infrastrukture.

Sektor upravlja i investicijama te razvojnim projektima od strateške važnosti za tvrtku; služba prometnog planiranja i projektiranja izrađuje prometna rješenja i projekte regulacije prometa, kao i projekte sustava vođenja i nadzora prometa te sustava parkiranja.²⁸

6.1. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM

Sustav automatskog upravljanja prometom (AUP) u gradu Rijeci, ima zadaću omogućavanja optimalnog vođenja prometa u svim uvjetima, kao i upravljanje svjetlosnom

²⁸ Rijeka plus – promet - <https://www.rijeka-plus.hr/promet/> (11.04.2023.)

prometnom signalizacijom u uvjetima stvarnih i trenutnih prometnih opterećenja na prometnoj mreži.

Stručni tim, kojeg čine predstavnici Grada, Hrvatske ceste, Županijska uprava za cestu, Fakultet prometnih znanosti grada Zagreba, prometna policija te Rijeka promet, odgovorni su za projektiranje sustava AUP te za nadzor njegove izgradnje. Stručni je tim podijelio cjelokupno područje grada Rijeke na pet prometnih zona sa 80 semaforiziranih raskrižja, od kojih je 44, odnosno 55% uključeno u sustav AUP te opremljeno semaforskim uređajima najsvremenije ITS tehnologije, povezanih sa Gradskim prometnim centrom.²⁹

Gradski je prometni centar izravno povezan s dežurnom službom prometne policije, čime je jednaka razina podataka u realnom vremenu omogućena svim sudionicima nadzora prometa; ključna za učinkoviti nadzor i koordinirano upravljanje.

Izgradnja sustava AUP sufinancirana je od strane Hrvatskih cesta (42%), Županijske uprave za ceste (27%) te Grada Rijeke (31%).³⁰

Izgradnja se sastoji od sljedećih faza:

1. faza: PZ2 i PZ3 (2. prometni koridor), realizacija 2002.-2003. godine → zamjena semaforske i upravljačke opreme na 16 raskrižja te uređenje prometnog centra.
2. faza: PZ1 (1. prometni koridor), realizacija 2004.-2005. godine → proširenja AUP sustava zamjenom opreme u 1. prometnoj zoni na 16 raskrižja, izgradnja parkirno-garažnog sustava te spoja na prometni centar.
3. faza: PZ4 (zapadni dio grada), realizacija 2006.-2012. godine → proširenje sustava na 4. prometnu zonu, povezivanje s prometnim centrom; do danas izgrađen dio koji obuhvaća raskrižja u Osječkoj ulici, a preostaju prometni pravci Vukovarska-Nova cesta, Zametska cesta i Zvonimirova-Liburnijska cesta.
4. faza: PZ5 (istočni dio grada), realizacija 2012.-2014. godine → modernizacija pojedinačnih raskrižja 5. prometne zone i uključenje u AUP te optimizacija i daljnje tehničko-tehnološko unaprjeđenje sustava.³¹

6.1.1. Način rada i operativna primjena sustava AUP

Sustav upravljanja AUP sastoji se od glavnog prometnog računala smještenog u Gradskom prometnom centru te od lokalnih upravljačkih uređaja na raskrižjima. Mreža raskrižja spojena je komunikacijskom opremom na glavno prometno računalo, dok je svako

²⁹ Rijeka plus – automatsko upravljanje prometom - <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/?cookie-state-change=1681117853459> (12.04.2023.)

³⁰ Ibid.

³¹ Ibid.

raskrižje opremljeno detektorima ugrađenim u kolnik, sa zadaćom kontinuiranog brojanja protoka vozila na svakom privozu raskrižja. Prometni centar kontinuirano dobiva podatke o broju vozila na raskrižjima, temeljem kojih računalo odabire optimalni signalni plan rada semafora, šaljući odgovarajuću naredbu lokalnim uređajima. Prometno računalo odgovorno je za osiguranje međusobne koordinacije svih raskrižja, a u slučaju prekida veze sa Prometnim centrom, lokalni upravljački uređaji samostalno nastavljaju rad, dok koordinaciju preuzima jedan od uređaja na terenu. Svaki se kvar automatski pojavljuje Prometnom centru, a automatska se GSM poruka šalje serviserima.

Kod sustava nadzora, izgrađen je poseban video sustav, sa kamerama postavljenim na 13 ključnih lokacija, koje omogućuju izravan nadzor operatera Prometnog centra. Sve su funkcije sustava u 24-satnom radu te do danas, bez zabilježenih većih kvarova ili ispadanja iz sustava.

Glavni je prometni centar, prikazan na slici 15., smješten na lokaciji Fiumara 13 i stručno je osposobljen za djelatnosti upravljanja sustavom, kao i za obavljanje poslova prometnog planiranja i projektiranja, a u svojem sastavu raspolaže s tri prometna inženjera. Operateri pokrivaju dežurstvo u razdoblju od 06:30 do 15:30h, dok u poslijepodnevnim i noćnim satima, AUP sustav radi samostalno.

Sektor Prometa izdaje mjesečno izvješće o prometnim opterećenjima, temeljem obrađenih podataka prikupljenim kroz AUP, kojima se vrši mjerenje i analiza prometnih opterećenja gradske mreže. U funkciji je i centar informacija o prometu, koji se bavi prikupljanjem i distribucijom podataka o stanju prometa u gradu, popunjenosti parkirališta u vlasništvu Rijeka prometa te radom stalnog info-telefona.

Slika 15. Prometni centar Rijeka prometa.



Izvor: <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/> (11.04.2023.)

6.1.2. Koristi i uštede AUP-a

Implementacijom sustava AUP, ostvarene su različite koristi; maksimalno je iskorištena postojeća prometna mreža u središtu grada Rijeka, povećana je protočnost glavnih uzdužnih smjerova, realiziran je 24-satni nadzor prometa u središtu grada, kao i automatsko daljinsko upravljanje sustavom semafora, preprogramiranje semafora i pojedinih prometnih zona, brža dijagnostika i popravak kvarova, automatsko prikupljanje podataka prometnih opterećenja te ušteda u potrošnji električne energije od oko 51%.

Ukupne koristi AUP sustava izračunate su temeljem vremenskih ušteda te ušteda u potrošnji goriva, a iznose 4% godišnje po prosječnoj stopi.

Temeljem analize stručnjaka Fakulteta prometnih znanosti, AUP-RI sustav ostvario je ukupne koristi u iznosu od 51.595.462,96 kn, što dovodi do spoznaje da nije pokrenut AUP-RI sustav, promet u centru grada bi 2006. godine pretrpio gubitke od 51,5 milijuna, odnosno 55,7 milijuna 2008. godine.³²

6.2. RAZVOJ SUSTAVA AUP ZA JGP

U urbanim područjima, planiranje je javnog prometa izrazito važno u kontekstu smanjenja zagušenja; poboljšanjem organizacije javnog prijevoza, više bi ljudi odabralo

³² Rijeka plus – automatsko upravljanje prometom - <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/?cookie-state-change=1681117853459> (05.08.2023.)

opciju istog, čime bi se automatski smanjila zagušenja nastala osobnim vozilima. Rješenjem problema javnog prijevoza omogućila bi se i ekonomska ušteda, povećala bi se kvaliteta usluga, otvorenost u javnom prijevozu i dr.

Sustav AUP-a omogućuje povećanje protočnosti na širem području gradske mreže, s pružanjem prednošću vozilima javnog gradskog prijevoza (JGP) na semaforiziranim raskrižjima.

Tijekom 2007. godine, izvršen je pilot projekt autobusnog JGP s ciljem davanja prednosti JGP-u na semaforima, povećavajući njihovu brzinu i točnost; funkcionalnost opreme ispunila je očekivanja, no glavnom se preprekom realizaciji projekta pokazao problem masovnog nepropisnog parkiranja i zaustavljanja osobnih i dostavnih vozila na traci rezerviranoj za javni gradski prijevoz, zbog čega je realizacija projekta do daljnog odgođena.

6.3. SPECTRA

SPECTRA sustav informacija o prometu, glavni je gradski prometni informacijski sustav koji objedinjuje sve bitne prometne informacije, čime omogućuje razmjenu prometnih parametara prikupljenih iz različitih specijalističkih prometnih sustava, njihovu obradu za potrebe prometnih stručnjaka te davanje kvalitetnih prometnih informacija svim sudionicima u prometu.³³

Ekspert verzija SPECTRA-e, namijenjena je profesionalnim korisnicima za djelatnosti cjelovitog nadzora i planiranja gradskog prometa; prometni podaci prikupljaju se iz drugih specijalističkih prometnih sustava, gdje se pohranjuju u centralnu prometnu bazu, omogućujući nadzor trenutnog prometa cijelog grada, kao i pomoć pri radu prometnih službi, izradu prometnih statistika te planiranje i optimizaciju prometnog sustava na nivou grada.

Javna verzija SPECTRA-e namijenjena je svim sudionicima prometa; informacije za snalaženje u prometu i planiranje putovanja pravovremeno se objavljuju na Internetu, putem kojeg se prikazuju aktualne informacije o prometnim gužvama, stanju javnog prijevoza, raspoloživosti garaža i parkinga, „live“ slike sa gradskih prometnica i druge korisne informacije.

Program raspolaže različitim proizvodima inteligentnog upravljanja cestovnim prometom; osnovnu opremu svakog križanja podrazumijevaju EC-1 semaforski uređaji te semaforske laterne. Pješački informacijski displej pruža pješacima informacije o vremenu čekanja zelenog svjetla. Pješačko tipkalo automatski podešava glasnoću zvuka prema buci okoline, dok zvučni signal pruža informacije mogu li pješaci prijeći preko prometnice ili ne.

³³ SPECTRA – Integrirani gradski prometni informacijski sustav - <https://peek.hr/proizvodi/spectra/> (10.04.2023.)

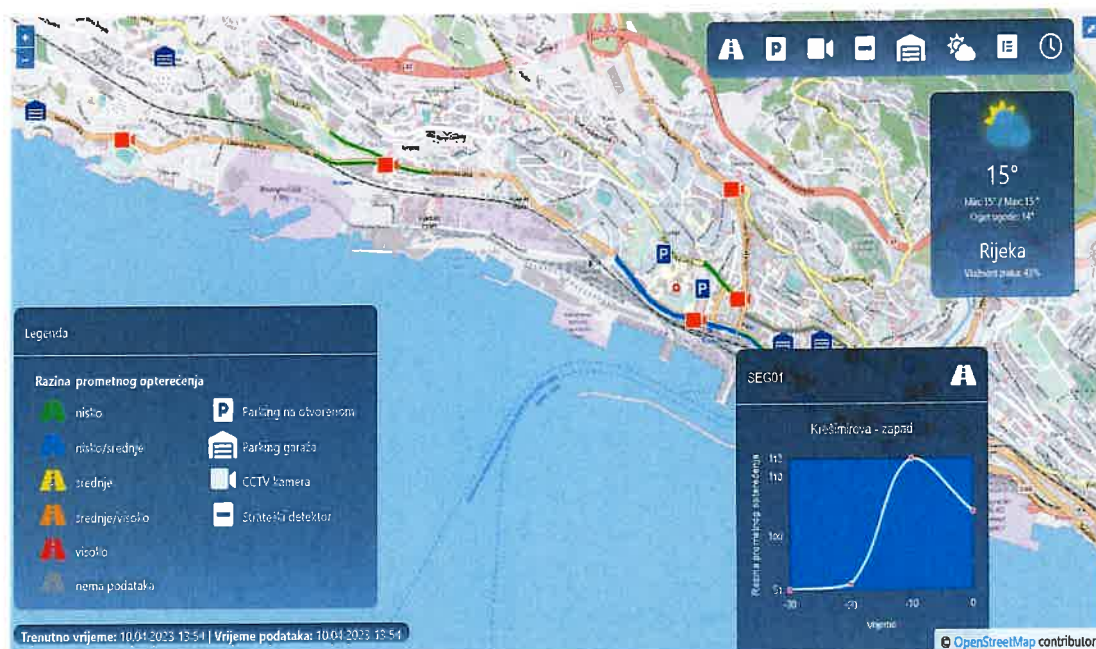
VECOM proizvod namijenjen identifikaciji vozila, omogućuje da se informacija o identificiranom vozilu proslijedi semaforskom uređaju, za prioritetni prolaz na križanju. Detektori se mogu podijeliti za detekcije smjera i incidenata, mjerenje brzine, brojanja vozila, najave vozila i dr.

Rijeka Promet kontinuirano radi na projektima poboljšanja sustava informacija dostupnih građanima putem Interneta; tako je 2008. godine, u probni rad pušten Spectra softverski paket, koji na digitaliziranoj karti grada, s 13 kamera na ključnim pozicijama, prikazuje informacije o prometnim opterećenjima, koje zajednički pružaju informacije o trenutnom stanju prometa u gradu. Grafička je karta interaktivna te omogućuje i prikaz stanja popunjenosti parkirališta i garaža, izravan prijenos slike sa web kamera i dr., prikazana na slici 16.

Ostali planirani projekti obuhvaćaju:

- proširenje sustava video nadzora nad prometnom mrežom grada,
- informacijski sustav putnika na postajama JGP,
- automatizirani sustav naplate u JGP-u,
- nadzor semaforiziranih raskrižja na cesti D-404.

Slika 16. Online prikaz trenutnog stanja prometa u gradu Rijeci.



Izvor: <https://peek.hr/rijeka/spectra/> (10.04.2023.)

7. ZAKLJUČAK

Promet i prometne znanosti te s njima povezane djelatnosti, od velike su važnosti za omogućavanje optimalnog funkcioniranja i prijenosa ljudi, informacija i robe diljem svijeta. Inteligentni sustavi upravljanja prometom, odnosno inteligentni transportni sustavi, omogućili su pozitivnu promjenu u planiranju, dizajnu, izgradnji te funkcioniranju cjelokupnog prometnog sustava i prometne infrastrukture, posebice u pogledu povećanja sigurnosti, prometne efikasnosti, zaštite okoliša te protočnosti prometnih sustava. Nastali iz potrebe rješavanja sve brojnijih i kompleksnijih problema kontinuiranog razvoja urbanizacije i motorizacije na globalnom nivou, posebice prometnih zagušenja i neoptimalne razine sigurnosti u prometu, inteligentni transportni sustavi pospješili su i optimizirali cjelokupno prometno funkcioniranje, kao i kretanje logističkih i prometnih tokova u svim granama prometa. Od inteligentnih vozila i prometnica, preko navigacijskih sustava do automatskog pozicioniranja vozila u nesreći, kao i sa različitim uslugama informiranja, upravljanja, sigurnosti i nadzora, inteligentni transportni sustavi omogućili su performanse i kvalitetu usluge po najvišim standardima. Mogućnosti primjene inteligentnih sustava za rješavanje transportnih i prometnih problema, kao i mogućnosti implementacije istih u svim prometnim sustavima i podsustavima, vrlo su rano spoznale države širom svijeta, a među njima i Europska Unija te Republika Hrvatska, koje kontinuirano rade na razvoju i implementaciji najsuvremenijih pravila i sustava za inteligentno upravljanje transportom. Upravljanjem utemeljenom na računalnim i informacijsko-telekomunikacijskim tehnologijama, uz posredovanje suvremene umjetne inteligencije, omogućilo se pružanje zadovoljavajuće razine najvećeg problema prometnog sustava, odnosno sigurnosti. Koncept inteligentnih sustava, jednostavnom implementacijom i razumijevanjem, omogućili su povećanje digitalizacije i integracije prometnih sustava, kao i olakšanu objavu i pristup svim aktualnim prometnim informacijama i podacima, u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu, svim korisnicima diljem svijeta. Inteligentni transportni sustavi, odnosno inteligentne prometnice, vozila i sustavi informiranja te telekomunikacija između njih, kao i samo inteligentno upravljanje prometom i transportom, u velikoj su mjeri pospješili i olakšali rad žurnih službi, posebice omogućenom prednošću prolaska na raskrižjima u slučajevima interventnih situacija, čime se znatno utjecalo na smanjenje broja smrtno stradalih te nastanka sekundarnih nesreća. Sa kontinuiranim razvojem svih proizvoda s osobinama prometne umjetne inteligencije, od terminala do vozila, uređaja i prometnica, utjecalo se na smanjenje stresa kod vozača i putnika, kao i na lakše određivanje, procjenu i upravljanje

rizikom, posebice implementacijom koncepta inteligentnih raskrižja te uspostavom različitih službi odgovornih za promptnu reakciju u slučajevima incidentnih situacija. Inteligentni transportni sustavi, kako u cestovnom prometu, svoju ulogu pronalaze i u pomorskom te željezničkom prometu, posebice prilikom njihove primjene za nadzor brodskog i željezničkog prometa. Od sustava za automatsku identifikaciju brodova, GPS, autonomnih plovila i povezanih komunikacijama između njih, inteligentni su transportni sustavi u pomorstvu omogućili olakšanu, sigurnu te učinkovitiju plovidbu morima i oceanima na globalnom nivou. Automatizirani sustavi vožnje vlakova, u kombinaciji sa suvremenim načinima upravljanja i razvojem najmodernije signalizacije, utjecali su na znatno povećanje stupnja sigurnosti, kao i na povećanje kvalitete sustava komuniciranja. Zaključno, inteligentni su transportni sustavi omogućili neprestano pozitivno djelovanje na radnu učinkovitost, mobilnost, smanjenje broja nesreća, povećanje sigurnosti te na jednako važno smanjenje potrošnje energije i povećanu zaštitu okoliša, zbog čega će se nesumnjivo i dalje ulagati u sve suvremeniji i sofisticiraniji razvoj sustava za inteligentno upravljanje prometom, kako u cestovnom, željezničkom i pomorskom prometu, tako i u ostalim granama prometa.

LITERATURA

POPIS KNJIGA

Bošnjak, I, *INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI – ITS 1*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.

Bob Williams, *Intelligent Transport System Standards* – ARTECH HOUSE, INC., 2008.

Dadić, I., Kos, G., *TEORIJA I ORGANIZCIJA PROMETNIH TOKOVA*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2007.

Haramina, H.: *INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2018.

ČLANCI U ČASOPISIMA

- Kapetanov glasnik, *More je naš izbor*; Udruga pomorskih kapetana, Split, prosinac 2018., http://upks.hr/wp-content/uploads/2019/11/glasnik_br35.pdf (15.04.2023.)
- Kos, T., Grgić, M., *Hiperbolni i satelitski sustavi za navigaciju*, pregledni članak, *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo* (189-199) - <https://hrcak.srce.hr/file/12808> (29.08.2023.)
- T. Kos, S. Grgić, S. Krile - *Poboljšanje sustava satelitske navigacije* – Pregledni članak, *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo* (57-63) - <https://hrcak.srce.hr/file/12784> (02.09.2023.)

PRAVNI AKTI

- „*Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine*“, NN 82/2014 - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_82_1580.html (16.04.2023.)
- „*Pravilnik o značenju i uporabi signala, signalnih znakova i signalnih oznaka u željezničkom prometu*“, NN 126/2009 - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_126_3099.html (20.04.2023.)

INTERNETSKI IZVORI

- „ISO TR 14813-1 – Transport information and control system – Reference model architecture(s) for the TICS sector“ - <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14813:-1:ed-2:v1:en> (29.04.2023.)
- „SPECTRA – Integrirani gradski prometni informacijski sustav“ - <https://peek.hr/proizvodi/spectra/> (10.04.2023.)
- „Rijeka plus“ – Promet - <https://www.rijeka-plus.hr/promet/> (11.04.2023.)
- „Ivan Jovović: Razvoj sustava za prilagodbu informacija temeljenih na lokaciji korisnika“ - [file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/565421.Diplomski_rad_-_Jovovic_Ivan%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/565421.Diplomski_rad_-_Jovovic_Ivan%20(1).pdf), (11.04.2023.)
- „Rijeka plus“ – Automatsko upravljanje prometom - <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/?cookie-state-change=1681117853459> (12.04.2023.)
- „Fakultet prometnih znanosti – Uređaji za osiguranje otvorene pruge između kolodvora“ - <https://www.fpz.unizg.hr/ztos/pred/APB.pdf> (13.04.2023.)
- „Ministarstvo prometa, mora i infrastrukture“ – VTS Croatia - <https://mmpi.gov.hr/more/vts-croatia/12861> (15.04.2023.)
- „Komunikacija komisije europskom parlamentu, vijeću, europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija“ - Strategija za održivu i pametnu mobilnost – usmjeravanje europskog prometa prema budućnosti - <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14012-2020-INIT/hr/pdf> (05.08.2023.)
- „Elektronički sustavi aktivne sigurnosti automobila Toyota Prius“ - Stručni rad - <https://hrcak.srce.hr/file/292449> (29.08.2023.)
- TechTarget – „What are self-driving cars and how do they work?“ - <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/driverless-car> (01.09.2023.)

KAZALO KRATICA

Kratika	Značenje na hrvatskom jeziku
dr.	drugo
EU	Europska Unija
itd.	i tako dalje
npr.	na primjer
RH	Republika Hrvatska
sl.	slično
tzv.	takozvano
tj.	to jest
SAD	Sjedinjene Američke Države

Kratika	Značenje na engleskom jeziku	Značenje na hrvatskom jeziku
AIS	Automatic Identification System	Automatski identifikacijski sustav
CEF	Connecting Europe Facility	Instrument za povezivanje Europe
CRS	Coast Radio Station	Obalne radio postaje
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System	Elektronički sustav za prikaz karata i informacija
DGPS	Differential Global Positioning Systems	Diferencijalni sustavi globalnog pozicioniranja
GIS	Geographic information system	Geografski informacijski sustav
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globalni navigacijski satelitski sustav
GLOSSNAS	Global Navigation Satellite System	Globalni navigacijski satelitski sustav
GPS	Global Positioning System	Globalni položajni sustav
GPRS	General Packet Radio Service	Opća paketna radio usluga

GSM	Global System for Mobiles	Globalni sistem mobilnih komunikacija
IM	Incident Management Systems	Sustav upravljanja incidentnim situacijama
INMARSAT	International Maritime Satellite Organization	Međunarodna pomorska satelitska organizacija
ITE	Institute of Transportation Engineers	Institut inženjera prometa
ITS	Intelligent Transport Systems	Inteligentni transportni sustavi
LBS	Location Based Services	Položajno vezane usluge
LRIT	Long Range Tracking and Identification	Dugodometno praćenje i identifikacija
PDA	Personal Digital Assistant	Osobni digitalni asistent
PSTN	Public switched telephone network	Javna komutirana telefonska mreža
RDS	Radio Data System	Sustav radijskih podataka
RGN	Route Guidance and Navigation	Rutni vodič i navigacija
RSIM	Rescue Service Incident Management	Spasilačka služba upravljanja incidentima
TEN-T	Trans-European Transport Networks	Trans-europska transportna mreža
TMC	Traffic Message Channel	Kanal za emitiranje vijesti o prometu
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Univerzalni telekomunikacijski mobilni sistem
VMS	Variable Message Sign	Promjenjivi prometni znakovi

POPIS TABLICA

Tablica 1. SWOT analiza ITS-a.....	6
Tablica 2. Stupnjevi automatizacije vožnje vlaka.....	39

POPIS SLIKA

Slika 1. Ideja ITS-a.....	4
Slika 2. ITS područja koristi i mjerljive veličine.....	5
Slika 3. Aspekti arhitekture ITS-a.....	11
Slika 4. Akcijski plan za ITS - Prioritetna područja i aktivnosti.....	13
Slika 5. ENC naplatna postaja primjenom ITS-a na autocesti A1.....	15
Slika 6. Pametna ulična rasvjeta.....	17
Slika 7. Povezanost inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima.....	18
Slika 8. Oprema inteligentnog osobnog vozila.....	20
Slika 9. Operativni koncept sustava informiranja putnika i vozača.....	23
Slika 10. Metode procjene rizika.....	30
Slika 11. Osnovne faze IM-a.....	31
Slika 12. VTS područja upravljanja u RH.....	34
Slika 13. Detekcija žarišta požara DJI drona opremljenog termalnim kamerama.....	36
Slika 14. Izlazni signal na kolodvoru Zagreb GK, sa sve tri skupine signala.....	41
Slika 15. Prometni centar Rijeka prometa.....	47
Slika 16. Online prikaz trenutnog stanja prometa u gradu Rijeci.....	49