

Utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima

Komorčec, Danijel

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:774021>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 126/OMIL/2022

Utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima

Danijel Komorčec 2296/336

Koprivnica, rujan 2022.godine



**Sveučilište
Sjever**

Odjel za Održivu mobilnost i logistiku

Diplomski rad br. 126/OMIL/2022.

Utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima

Student

Danijel Komorčec, 2296/336

Mentor

prof. dr. sc. Goran Kos, dipl. ing.

Koprivnica, rujan 2022. godine

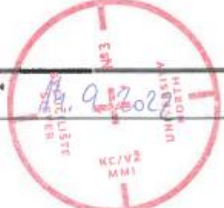
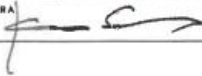
Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveu ilišni studij Održiva mobilnost i logistika		
PRISTUPNIK	Danijel Komor̃ec	MATIČNI BROJ	2296/336
DATUM	11. 9. 2022	KOLEGIJ	Inteligentna mobilnost
NASLOV RADA	Utjecaj ITS-a na ure enje prometa u gradovima		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	The influence of ITS on traffic management in cities		
MENTOR	dr.sc. Goran Kos	ZVANJE	prof.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Predrag Briek, predsjednik povjerenstva		
	2. prof.dr.sc. Goran Kos, mentor		
	3. doc.dr.sc. Robert Maršani , lan		
	4. _____		
	5. _____		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	126/OMIL/2022
OPIS	Inteligentni transportni sustavi (ITS) obuhva aju široko podru je novih alata za upravljanje transportnim mrežama. U osnovi, cilj je plasirati stvarnu informaciju u realnom vremenu o prometnim uvjetima na mreži, kako bi akteri putovanja imali mogu nost planiranja putovanja, a operator bolju koordinaciju i pružanje podrške inteligentnom odlu ivanju. Urbanizacijom, porastom broja stanovnika a time i vozila, došlo je do sve ve ih problema u prometu, prvenstveno u pogledu zagušenja i smanjene efikasnosti postoje e prometne infrastrukture. Sve je to potrebno uklopiti u jedan sustav koji e omogu iti znatna poboljšanja: bolji protok, kra i zastoji, manje gužvi i nesre a. Ovaj rad daje pregled primjene ITSa u gradovima u Hrvatskoj i svijetu.

ZADATAK URUČEN		POTPIS MENTORA	
		SVEUČILIŠTE SIEVER	

Predgovor

Zahvaljujem se mentoru, prof. dr. sc. Goranu Kosu na ukazanom povjerenju, pomoći i strpljenju tijekom izrade ovog diplomskog rada. Također, zahvaljujem se svim profesorima, asistentima i djelatnicima Sveučilišta Sjever koji su prenosili svoje znanje te mi pružili ugodno studiranje na Sveučilištu Sjever. Zahvaljujem se svojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje te prijateljima na korisnim savjetima i podršci tijekom studiranja.

Sažetak

U vremenu ekspanzije i primjene informacijskih tehnologija za najbolja rješenja potrebna je sinergija svih vidova prometa uz što više korištenja javnog prometa. ITS ili Inteligentni transportni sustavi predstavljaju tehnološku nadogradnju svih vrsta prometa i transportno-logističkog sustava kojim se postiže znatno poboljšanje odvijanja prometa, učinkovitiji prijevoz putnika i roba, povećanje sigurnosti prometa, ali i smanjenje onečišćenja okoliša. Novi koncept ITS-a pruža nove mogućnosti. ITS rješenja uključuju inteligentno navođenje na rute sa manjim opterećenjem, informiranje o slobodnim parkirnim mjestima, telematska naplata cestarine, upravljanje incidentnim situacijama u prometu itd. ITS funkcionalnosti se nadograđuju na klasične funkcije transportnog i prometnog sustava. Primjenom ITS-a se mogu poboljšati performanse klasičnog prometnog sustava i kvaliteta usluge za krajnje korisnike.

Ključne riječi: Inteligentni transportni sustav (ITS), kvaliteta, poboljšanje, promet, sigurnost

Summary

In the time of expansion and application of information technologies the best solutions require a synergy of all types of transport with as much use of public transport as possible. ITS or Intelligent Transport Systems represent a technological upgrade of all types of traffic and the transport-logistics system which achieves a significant improvement in traffic flow, more efficient transport of passengers and goods, increased traffic safety, but also reduced environmental pollution. The new concept of ITS provides new possibilities. ITS solutions include intelligent guidance on routes with less load, information about free parking spaces, telematic toll collection, management of incident situations in traffic, etc. ITS functionalities are upgraded to classic functions of the transport and traffic system. The application of ITS can improve the performance of the classic transport system and the quality of service for end users.

Key words: Intelligent Transport System (ITS), quality, improvement, traffic, safety

Popis korištenih kratica

ITS- Inteligentni transportni sustav (Intelligent transport system)

NN- Narodne novine (National newspapers)

ERGS- Elektronički sustav za navođenje rutom (Electronic Route Guidance System)

IVHS – Integrirani sustav autocesta (Integrated Vehicle Highway System)

EU- Europska unija (European Union)

BDP- Bruto društveni proizvod (Gross Domestic Product)

FPZ- Fakultet prometnih znanosti (Faculty of Transport and Traffic Engineering)

ISO-Međunarodna organizacija za standardizaciju (International Standardization Organization)

RH- Republika Hrvatska (Republic of Croatia)

FRAME - Okvirna arhitektura napravljena za Europu (Framework Architecture Made for Europe)

KAREN- Ključna arhitektura potrebna za europske mreže (Keystone Architecture Required for European Networks)

GSM- Globalni sustav za mobilne komunikacije (Global System for Mobile communication)

SAD- Sjedinjene Američke države (United States of America)

HAK- Hrvatski autoklub (Croatian auto club)

PPD- Promjenjivi prometni znakovi (Changing traffic signs)

ICS -Informacijsko-komunikacijski sustav (Information and communication system)

RSIM - Spašavanje stradalih u prometnim nesrećama (Rescue of victims in traffic accidents)

GIS- Globalni informacijski sustav (Rescue Service Incident Management)

CARE- Baza podataka zajednice o prometnim nesrećama (Community database on road accidents)

VRUITS- Ranjivi korisnici ceste Inteligentni transportni sustavi (Vulnerable Road Users Intelligent Transport Systems)

AUP- Automatsko upravljanje prometom (Automatic traffic management)

OIV- Odašiljači i veze d.o.o.

GSM-Tehnička realizacija usluge kratkih poruka (Eng. Short Message Service technical realisation)

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Predmet i problem istraživanja	1
1.2. Svrha i cilj istraživanja	1
1.3. Izvori podataka	2
1.4. Metode istraživanja.....	2
1.5. Struktura rada	2
2. Inteligentni transportni sustavi (ITS)	3
2.1. Povijest ITS-a.....	6
2.2. Razvoj ITS-a u Hrvatskoj i Europi.....	6
2.3. ERTICO ITS Europa i udruga ITS Hrvatska	10
3. Normizacija ITS usluga.....	13
3.1. Funkcionalna područja	13
3.2. ITS usluge unutar pojedinih područja	15
4. ITS arhitektura.....	25
4.1. Koncept i dobra načela arhitekture.....	26
4.2. Podjela ITS arhitekture.....	27
4.3. Razine ITS arhitekture.....	28
4.4. Tipovi ITS arhitekture	29
5. Područja primjene ITS-a	31
5.1. Funkcija informiranja putnika i vozača.....	31
5.1.1. Predputno informiranje	32
5.1.2. Putno informiranje.....	32
5.1.3. Rutni vodič i navigacija.....	33
5.2. Inteligentna infrastruktura i vozila	36
5.2.1. Inteligentne prometnice.....	37
5.2.2. Inteligentna raskrižja	39

5.2.3. Inteligentna vozila	41
6. Sigurnost u prometu primjenom ITS-a.....	44
6.1. Procjena i upravljanje rizikom	45
6.2. Incidentne situacije.....	46
7. Utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima	49
7.1. Projekt VRUITS	49
7.2. Primjeri dobre prakse	51
8. Zaključak.....	61
Literatura	64
Popis slika	67
Popis tablica	67

1. Uvod

Inteligentni transportni sustavi (ITS) obuhvaćaju široko područje novih alata za upravljanje transportnim mrežama. U osnovi, cilj je plasirati stvarnu informaciju u realnom vremenu o prometnim uvjetima na mreži, kako bi akteri putovanja imali mogućnost planiranja putovanja, a operater bolju koordinaciju i pružanje podrške inteligentnom odlučivanju. Urbanizacijom, porastom broja stanovnika a time i vozila, došlo je do sve većih problema u prometu, prvenstveno u pogledu zagušenja i smanjene efikasnosti postojeće prometne infrastrukture. Sve je to potrebno uklopiti u jedan sustav koji će omogućiti znatna poboljšanja: bolji protok, kraći zastoji, manje gužvi i nesreća. Promet je generator gospodarstva i turizma te bitno utječe na kvalitetu života, standard i sigurnost naših građana. Arhitektura predstavlja temeljnu ideju za organizaciju sustava sa svim njegovim komponentama, te odnosima i vezama između komponenti. Za razvoj ITS arhitekture, potrebno je prvo definirati zahtjeve korisnika, jer će upravo oni koristiti taj sustav.

1.1. Predmet i problem istraživanja

Predmet istraživanja, odnosno tema ovog diplomskog rada je prikazati kakav utjecaj ostavlja ITS na uređenje prometa u gradovima.

Problem istraživanja je trenutno i buduće stanje ITS u gradovima, njegovo uvođenje i korištenje svih prednosti koje on donosi.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

Svrha istraživanja je prikazati kako inteligentni transportni sustavi i njegova rješenja unaprjeđuju prometni sustav u gradovima kroz sigurnost.

Cilj istraživanja je prikazati kako se inteligentni transportni sustavi mogu primijeniti i u manjim gradovima Hrvatske i Europe, a ne samo u razvijenim zemljama i većim gradovima.

1.3. Izvori podataka

Izvori podataka, odnosno literatura upotrijebljena za pisanje ovog diplomskog rada bile su knjige, članci, stručni radovi, te internetske stranice. Podaci iz svih korištenih izvora su se objedinili u jednu cjelinu te su se na temelju podataka iz više izvora donosili zaključci.

1.4. Metode istraživanja

U izradi rada korištene su klasične metode istraživanja kao što su proučavanje i prikupljanje literature te proučavanje internetskih stranica s potrebnim sadržajem.

1.5. Struktura rada

Ovaj rad se sastoji od 8 poglavlja. U drugom poglavlju ovoga rada opisuju se inteligentni transportni sustavi kao pojam te se govori o njihovoj povijesti i razvoju u Hrvatskoj i Europu. Treći dio rada odnosi se na normizaciju ITS usluga i njihovu podjelu na funkcionalna područja te usluge unutar pojedinih područja. Četvrti dio rada govori o arhitekturi ITS-a i njezinoj podjeli na razine i tipove. Područja primjene ITS-a opisana su u petom poglavlju ovog rada, a tu spadaju informiranje vozača i putnika kao i inteligentna raskrižja i vozila. Šesto poglavlje namijenjeno je sigurnosti u prometu primjenom ITS-a, a sedmo na utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima gdje su i navedeni neki primjeri iz Hrvatske i svijeta.

2. Inteligentni transportni sustavi (ITS)

Zagušenost prometa u svim vidovima transporta te porast zahtjeva za transportom potaknulo je krajem 20. stoljeća razvoj novih pristupa i načina rješavanja problema u mobilnosti i organizaciji prometa. Inteligentni transportni sustavi odnosno ITS (eng. Intelligent Transport System) omogućavaju informacijsku transparentnost, bolju upravljivost i poboljšani odaziv prometnog sustava, a čime on dobiva atribute inteligentnoga. Atribut "*inteligentni*" označava sposobnost adaptivnog (prilagodljivog) djelovanja u promjenjivoj okolini gdje je potrebno prikupiti dovoljno podataka i obraditi ih u realnom vremenu.

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

ITS je upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadogradnja klasičnoga prometnog i transportnologističkog sistema s bitnim poboljšanjima za mrežne operatore, davatelje usluga, korisnike i društvo u cjelini.

Konkretno koristi od ITS-a mogu se promatrati kroz različite skupine pokazatelja, odnosno kategorije ITS učinaka. Učinci se povezuju uz sljedeće pokazatelje: (NN 82/2014 (9.7.2014.))

- sigurnost,
- učinkovitost protoka,
- proizvodnost i smanjenje troškova,
- koristi za okoliš.

Uz mjerljive koristi postoje i značajne dodatne koristi, kao što su poticaj novim poslovima i zapošljavanju, podizanje tehnološkog imidža grada i regije odnosno države, itd. Korisnici, odnosno zainteresirane skupine (stakeholderi) mogu biti: krajnji korisnici (vozači i putnici), mrežni operatori, vlasnici sustava (shareholders), davatelji usluga, turističke tvrtke, lokalna zajednica, gradska uprava, itd.

Tablica 1. 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: prilagodio autor prema

http://estudent.fpz.hr/Predmeti/I/Inteligentni_transportni_sustavi_I/Materijali/Predavanje_1.pdf (24.06.2022.)

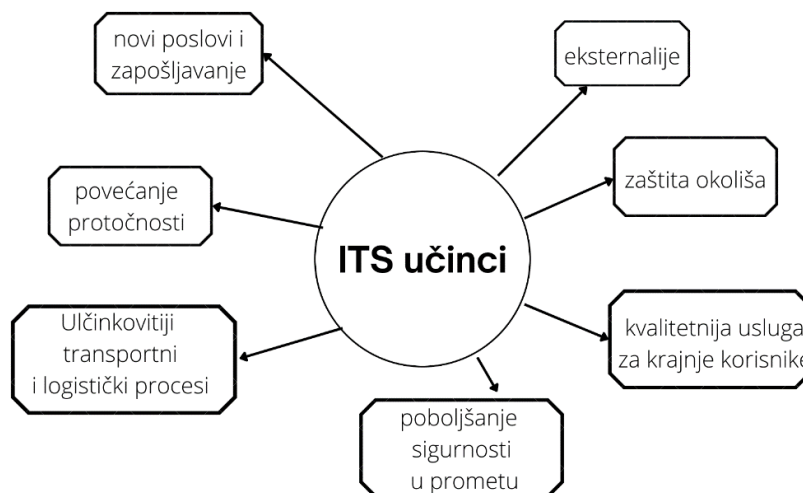
Kriteriji prema kojima se bira moguće ITS rješenje za pojedini sustav su protočnost, sigurnost, učinkovitost, udobnost te ekološka poboljšanja. Definiranjem kriterija izabrano

rješenje primjenjuje se na sustav te se provode metode procjene kvalitete usluge i učinkovitosti sustava.

U okviru ITS-a razvijaju se: (Bošnjak 2006.)

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

Kriteriji prema kojima se bira moguće ITS rješenje za pojedini sustav su protočnost, sigurnost, učinkovitost, udobnost te ekološka poboljšanja. Definiranjem kriterija izabrano rješenje primjenjuje se na sustav te se provode metode procjene kvalitete usluge i učinkovitosti sustava.



Slika 1. Osnovne kategorije ITS učinaka

Izvor: prilagodio autor prema

http://estudent.fpz.hr/Predmeti/I/Inteligentni_transportni_sustavi_I/Materijali/Predavanje_1.p

(24.06.2022)

2.1. Povijest ITS-a

Inteligentni transportni sustavi (ITS), ulaze u znanstveni i stručni rječnik tokom devedesetih godina 20. stoljeća, nakon prvog ITS svjetskog kongresa održanog u Parizu 1994. godine. Prije ulaska ITS-a u stručni rječnik, korišteni su nazivi cestovna transportna telematika (road transport telematics), inteligentni sustavi prometnica (intelligent highways systems).

Početni razvoj ITS-a vezan je za prve programe i projekte koji su bili na tragu temeljne zamisli ITS-a. To su prvenstveno: (Bošnjak, 2006.)

- ERGS- Electronic Route Guidance Project (SAD, 70-ih godina prošlog stoljeća)
- Siemensovi projekti (Ali-Scout Route Guidance Project, Berlin)
- IVHS – Integrated Vehicle Highway System (University of Michigan, 80-ih godina prošlog stoljeća)
- europski projekti DRIVE, PROMETEJ (90-ih godina prošlog stoljeća)

2.2. Razvoj ITS-a u Hrvatskoj i Europi

„Za razvoj i uvođenje ITS-a u Republici Hrvatskoj u proteklom periodu od posebnog je značaja bio program izgradnje autocesta. Hrvatske autoceste su među najmodernijim i najsigurnijim u Europi, što je posljedica i primijenjenih ITS tehnologija, posebno u dijelu upravljanja prometom te sustavima upravljanja incidentima u tunelima. Za ove sustave dobiveno je više priznanja, kao npr. od EUROTAP-a. EuroTAP (European Tunnel Assessment Programme) je jedan od ukupno osam istraživačkih projekata o sigurnosti prometa u tunelima. Ovo istraživanje izravno je povezano uz podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa, a pokrenuto je na temelju Europska direktive 2004/54/EC o sigurnosti u tunelima. Autoceste su opremljene suvremenim informacijsko-komunikacijskim sustavima za razmjenu informacija koje mogu biti podatkovne, govorne i slikovne.“ (NN 82/2014 (9.7.2014.)

U Centrima za održavanje i kontrolu prometa ugrađeni su sustavi za središnje upravljanje prometom koji se sastoje od nekoliko podsustava: prometne centrale, prometne radne stanice, informacijskog sustava vremenskih uvjeta na prometnicama, podsustava za video nadzor i sl. U slučaju da postoje i tuneli na nadziranoj dionici, dodaju se i slijedeći podsustavi:

podstav za daljinsko upravljanje i kontrolu energetskih postrojenja, podsustava upravljanja ventilacijom te nadzor i upravljanje ostalih sustava koji se ugrađuju u tunel. Nažalost, na državnim i ostalim cestama je puno lošija situacija te se u skoroj budućnosti očekuje značajnije ulaganje u ovaj dio cestovne mreže.(NN 82/2014 (9.7.2014.)

Značajne promjene na razvoj ITS-a su nastupile ulaskom Republike Hrvatske u Europsku uniju, kao posljedica obveza proisteklih iz harmonizacije hrvatskog zakonodavstva s europskim. Uvođenjem ITS-a u Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13 i 148/13) te posebno osnivanjem Nacionalnog savjeta za razvoj i uvođenje ITS-a u Republici Hrvatskoj po prvi put uspostavljena je stvarna „infrastrukturalna organizacijska osnova“ za učinkovit razvoj svih aspekata ITS-a. Razvoj ITS-a se jako dobro uklapa u posljednje vrijeme često isticanu sintagmu „reindustrijalizacije Hrvatske“. Upravo je ITS područje mogućeg učešća jednog dijela hrvatske industrije sa proizvodima i uslugama visoke dodane vrijednosti. Europska unija i njene članice su veoma rano shvatile značaj i mogućnosti primjene inteligentnih transportnih sustava u rješavanju prometnih i transportnih problema. U tom smislu, postoji nekoliko velikih izazova koji moraju biti prevladani da bi europski prometni sustav mogao zadovoljiti potrebe za mobilnošću europske ekonomije i društva u cjelini.

„Procjenjuje se da zagušenja u cestovnom prometu direktno utječu na 10% EU cestovne mreže, a godišnji troškovi generirani ovim zagušenjima se procjenjuju od 0,9 do 1,5 % BDP-a Europske unije. Cestovni promet trenutno je uključen u 72 % svih emisija CO₂ vezanih za prijevoz. Osim toga, ove emisije su porasle za 32% u odnosu na razdoblje 1990-2005. Iako je broj smrtno stradalih na cestama EU u opadanju , njihov ukupni broj je za 4.000 iznad planiranog cilja od 50% smanjenja smrtnih slučajeva u razdoblju 2001-2010, tj. ukupno 31.000 poginulih.“ (NN 82/2014 (9.7.2014.)

U zemljama članicama EU već je od prije bila veoma razvijena industrija cestovne telematičke opreme. Pristup inteligentnih transportnih sustava samo je otvorio nove mogućnosti, kako za razvoj prometnog i transportnog sektora u Europskoj uniji, tako i za razvoj pripadne industrije opreme i usluga u području ITS-a. Europska unija je ovaj sektor svoje industrije proizvoda visoke dodane vrijednosti posebno naznačila kao veoma produktivni i veoma konkurentan za ostali dio svijeta. Od početka 21. stoljeća Europska komisija sve aktivnije objavljuje dokumente vezane uz pojedine aplikacije i pripadne usluge ITS-a da bi 2008. nastao i Akcijski plan za uvođenje ITS-a u Europi.

Europski parlament i Vijeće Europske unije donijeli su 7. srpnja 2010. godine Direktivu o okviru za razvoj inteligentnih transportnih sustava u području cestovnog prometa te na području mjesta povezivanja s drugim vidovima prometa (multimodalni terminali). Direktiva je donesena na prijedlog Europske komisije, uzimajući u obzir mišljenje Europskog ekonomskog i socijalnog vijeća te Vijeća regija. (NN 82/2014 (9.7.2014.))

Akcijski plan za uvođenje ITS-a u Europi (Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe, (COM(2008) 886)) je dokument kojim započinje snažniji i usmjereni razvoj ITS-a u cestovnom prometu na području Europske unije. Iako je i prije postojala relativno visoka usklađenost unutar strateških istraživanja provedenih uz potporu tehnoloških platformi ERTRAC i ERTICO-ITS, uočen je nedostatak jedne okvirne strukture, koja bi omogućila harmonizirani razvoj ITS-a u cestovnom prometu Europske unije. Izradi Akcijskog plana prethodili su razgovori s ključnim dionicima, radionice, anketiranje putem Interneta (javna rasprava) te diskusijske grupe. Akcijski plan navodi tri ključna problema cestovnog prometa u Europskoj uniji:

- zagušenje i troškovi zagušenja,
- emisiju CO₂ u cestovnom prometu,
- prometne nesreće sa smrtnim posljedicama.

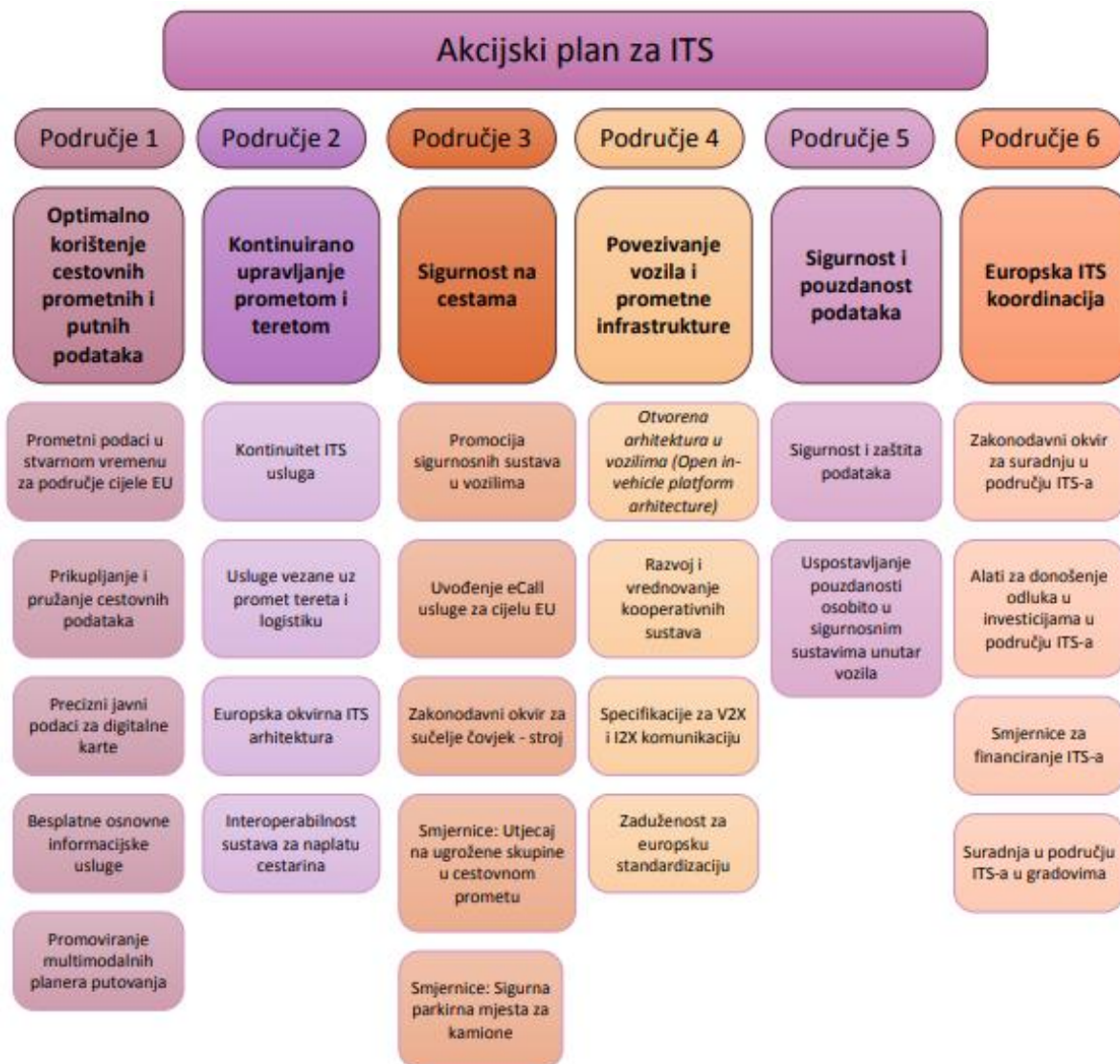
Na temelju ova tri velika problema, postavljeni su i opći ciljevi: učinkovit, čišći te sigurniji promet. ITS je prepoznat kao moguće rješenje postavljenih problema, a svrha je Akcijskog plana ubrzati i koordinirati aktivnosti vezane za uvođenje ITS-a u cestovnom prometu i u multimodalnim čvorovima s drugim vidovima prometa. Potencijali ITS-a mogu se u potpunosti iskoristiti samo ako se umjesto ograničene i prostorno disperzirane uporabe ITS-a krene prema zajedničkoj uporabi na razini Europe. Uloga je Europske unije stvoriti okvir koji će sadržavati prioritetne politike, odabir generičkih komponenti ITS-a te dogovor o rokovima za pojedine aktivnosti.

Akcijskim planom predviđeno je šest područja aktivnosti: (NN 82/2014 (9.7.2014.))

- 1) optimalno korištenje cestovnih, prometnih i putnih podataka,
- 2) neprekinutost ITS usluga za upravljanja prometom i teretom na europskim prometnim koridorima i u gradovima,
- 3) sigurnost na cestama,
- 4) povezivanje vozila i prometne infrastrukture,

- 5) sigurnost i pouzdanost podataka,
- 6) Europska suradnja i koordinacija na području ITS-a.

Unutar tih 6 područja definirane su 24 prioritetne aktivnosti. Ova su područja kasnije djelomično prenesena i u Direktivu 2010/40/EU.



Slika 2. Akcijski plan za ITS – Prioritetna područja i aktivnosti

Izvor: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2014_07_82_1580.html (Pristupljeno 24.06.2022.)

Prioritetna područja određena Direktivom su: (NN 82/2014 (9.7.2014))

- 1) optimalno korištenje cestovnih, prometnih i putnih podataka,
- 2) neprekinutost usluga inteligentnih transportnih sustava u prometu i upravljanju teretom,
- 3) ITS usluge za sigurnost i zaštitu na cestama,
- 4) povezivanje vozila s prometnom infrastrukturom.

Unutar aktivnosti za uvođenje ITS-a u Europskoj uniji mogu se izdvojiti dva glavna potencijalna ograničenja pri uvođenju sustava Zaštita osobnih podataka i nacionalna sigurnost. Iako se u većini dokumenata obveza zaštite osobnih podataka ne navodi izravno, ona se podrazumijeva, jer postoje drugi zakonodavni akti koji se odnose na to područje. Drugo ograničenje govori da uvođenje ITS-a ne dovodi u pitanje nacionalnu sigurnost neophodnu u interesu obrane pojedine članice.

2.3. ERTICO ITS Europa i udruga ITS Hrvatska

ERTICO-ITS Europe, koji je 1991. godine osnovalo 15 industrijskih lidera i Europska komisija je organizacija javno-privatnog partnerstva s blizu 120 članova, koja povezuje 8 različitih sektora u ITS zajednici, uključujući pružatelje usluga, dobavljače, prometnu i transportnu industriju, istraživačke institucije i sveučilišta, javne vlasti, korisničke organizacije, industriju povezivanja kao i proizvođače vozila. Ima za cilj uspostaviti ravnotežu između istraživanja i razvoja i implementacije i novih inteligentnih transportnih sustava (ITS) u stvarnom životu i usluga mobilnosti. ERTICO vodi brojne europske financirane projekte i ima središnju ulogu u javnim konzultacijama i kreiranju politika, uspostavljajući dugoročne odnose s ključnim dionicima širom svijeta. ERTICO je organizirao 40 ITS europskih i svjetskih kongresa: jedinstveni događaji koji predstavljaju i pomažu oblikovati budućnost ITS-a. Kako bi unaprijedio strategije pametne mobilnosti, ERTICO nastavlja raditi na ostvarenju svoje vizije tako što je predvodnik mišljenja, surađujući s dionicima i povezujući točke između osam sektora kroz četiri glavna fokusna područja unutar ITS zajednice.

ERTICO pruža:

- mogućnost sufinancirane realizacije projekta sa visokom stopom uspjeha kako bi unaprijedio ITS prema prioritetima,

- suradnju s članskim platformama postižući dugoročno održavanje i predanost prema uslugama,
- testiranje interoperabilnosti za podršku implementaciji interoperabilnih ITS rješenja
- događaje za razmjenu znanja, umrežavanje i vidljivost dionika i promociju ITS-a,
- zagovaranje podizanja svijesti i rasprava o pitanjima ITS-a sa svim relevantnim dionicima.

ERTICO unosi inteligenciju u mobilnost kroz održivu mobilnost (smanjeni utjecaj na okoliš), učinkovitu mobilnost (smanjenje kašnjenja i potpuno informirani korisnici) i sigurnu mobilnost (smanjenje nesreća). Razvija, promiče i implementira inteligentne usluge mobilnosti pružanjem platforme za djelovanje više dionika.



Slika 3. Logo ERTICO ITS Europe

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=f06wkemJmz8> (pristupljeno 24.06.2022.)

Kada govorimo o inteligentnim transportnim sustavima u Republici Hrvatskoj iznimno je važno naglasiti znanstvenostručnu udruhu ITS Hrvatska. Udruga Inteligentni transportni sustavi Hrvatska osnovana je 12. listopada 2005. godine s ciljem promicanja i ostvarivanja harmoniziranog razvoja inteligentnih transportnih sustava.

U djelatnosti udruge pripadaju: (ITS Hrvatska-FPZ)

- suradnja s obrazovnim i znanstvenim institucijama, komorama, trgovačkim društvima, tijelima državne uprave i drugim pravnim osobama i pojedincima koji mogu doprinijeti ostvarenju ciljeva Udruge,
- izdavanje ili suradnja u izdavanju stalnih i povremenih znanstvenih, stručnih i informativnih publikacija iz područja inteligentnih transportnih sustava,

- organizacija ili suradnja u organizaciji znanstvenih i stručnih skupova, savjetovanja, tečajeva, predavanja, okruglih stolova i seminara iz područja inteligentnih transportnih sustava,
- redovito i povremeno informiranje članstva o djelatnostima Udruge, dostignućima njenih članova i o zbivanjima na području inteligentnih transportnih sustava,
- informiranje javnosti o razvoju inteligentnih transportnih sustava te suradnja s elektroničkim i tiskanim medijima,
- rad na znanstvenim i stručnim projektima,
- sudjelovanje u uspostavljanju i održavanju javno-privatnih partnerstava,
- suradnja sa srodnim organizacijama i udrugama u Republici Hrvatskoj,
- suradnja s međunarodnim organizacijama i udrugama.

Ciljevi ITS-a Hrvatska su: (ITS Hrvatska-FPZ)

- poticanje i promicanje suradnje među članovima u razvoju nacionalne arhitekture inteligentnih transportnih sustava,
- povećanje učinkovitosti i sigurnosti prometnih i transportnih sustava,
- podrška harmoniziranom razvoju inteligentnih transportnih sustava u Republici Hrvatskoj,
- stvaranje javnog znanstvenog i stručnog mišljenja o inteligentnim transportnim sustavima,
- utjecaj na razvitak i napredak očuvanja prirode i čovjekova okoliša,
- ostvarivanje suradnje s ITS udrugama u Europi i svijetu.

3. Normizacija ITS usluga

ISO (engl. International Standardization Organization) postavio je početnu normizaciju ITS usluga koje su usredotočene na cestovni promet. ISO je početno normirala ITS usluge fokusirane na cestovni promet 1990. godine dokumentom ISO TR 14813-1 - Transport information and control systems — Reference model architecture for the TICS sector. U početnom modelu je definirano 8 funkcionalnih područja i 32 usluge. Kasnije su izmijenjena funkcionalna područja i porastao im je broj na 11.

3.1. Funkcionalna područja

Definirana funkcionalna područja prema ISO 14813-1 su: (Bošnjak, 2006.)

- 1) informiranje putnika (Traveler 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)

Nova klasifikacija dolazi 1999. godine kada su na osam usluga dodane još tri usluge. ITS temeljne usluge (ITS Fundamental Services): (Bošnjak, 2006.)

- 1) informiranje putnika (engl. Traveler Information)
- 2) upravljanje prometom i operacijama (engl. Traffic Management and Operations)
- 3) vozila (engl. Vehicles)
- 4) prijevoz tereta (engl. Freight Transport)
- 5) javni prijevoz (engl. Public Transport)
- 6) žurne službe (engl. Emergency)
- 7) elektronička plaćanja vezana uz transport (engl. Transport Related Electronic Payment)
- 8) sigurnost osoba u cestovnom prijevozu (engl. Road Transport Related Personal Safety)

- 9) nadzor vremenskih uvjeta i okoliša (engl. Weather and Environmental Monitoring)
- 10) upravljanje odzivom na velike nesreće (engl. Disaster Response Management and Coordination)
- 11) nacionalna sigurnost (engl. National Security)

Skup od 32 temeljne usluge definirane u ISO 14813-1:2007, a navedene i prema Bošnjak (2006.) su:

- 1) predputno 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),
- 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 Operation),
- 14) izbjegavanje uzdužnih 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), upravljanje komercijalnim voznim parkom (Commercial Fleet Management),
- 22) upravljanje javnim prijevozom (Public Transport Management),
- 23) javni prijevoz na zahtjev (Demand-Responsive Public Transport),

- 24) upravljanje zajedničkim prijevozom (Shared Transport Management),
- 25) žurne objave i zaštita osoba (Emergency Notification and Personal Security),
- 26) upravljanje vozilima žurnih službi (Emergency Vehicle Management),
- 27) obavješćivanje o opasnim teretima (Hazardous Materials and Incident Information),
- 28) elektroničke financijske transakcije (Electronic Financial Transactions),
- 29) zaštita u javnom prijevozu (Public Travel Security),
- 30) povećanje sigurnosti “ranjivih” cestovnih korisnika (Safety Enhancement for Vulnerable Road Users),
- 31) inteligentna čvorišta i dionice (Intelligent Junctions and Links)

3.2. ITS usluge unutar pojedinih područja

- 1) *Informiranje putnika*: usluge u ovom području su statičke i dinamičke informacije o prometnoj mreži, predputno i putno informiranje, podrška službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama u svrhu planiranja transportnih aktivnosti.

U ovoj domeni uključene su sljedeće grupe usluga:

- predputno informiranje;
- putno informiranje;
- navođenje rute i priprema za navigaciju;
- navođenje rute i navigacija na putu;
- podrška planiranju putovanja;
- informacije o putničkim uslugama.



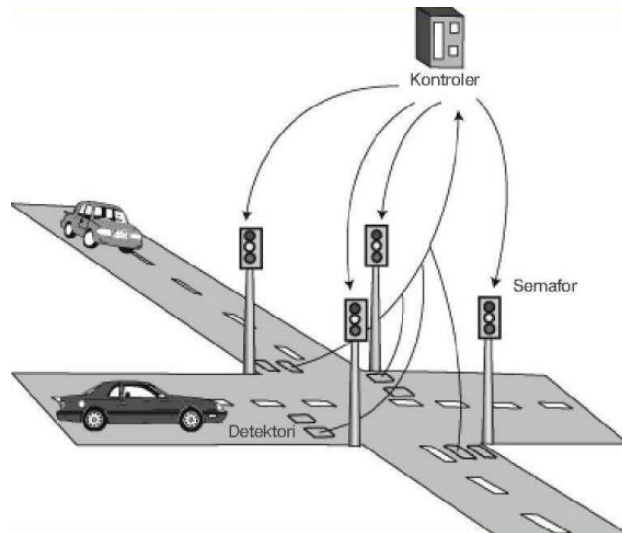
Slika 4. Prikaz načina informiranja putnika

Izvor: <http://elektrokem.hr/proizvodi/online/sustav-informiranja-putnika-na-kolodvorima-i-stajalistima> (pristupljeno 25.06.2022.)

2) *Upravljanje prometom i operacijama*: područje se odnosi na kombinaciju mjera koje služe za očuvanje prometnog kapaciteta i poboljšanju sigurnosti i pouzdanosti cjelokupnog sustava cestovnog prometa. Ove mjere koriste se u ITS sustavima, uslugama i projektima u svakodnevnim operacijama koje utječu na performanse cestovne mreže.

U domeni upravljanja prometom i operacijama) nalazi se nekoliko usluga:

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



Slika 5. Prikaz upravljanja prometom putem prometnih svjetala

Izvor: (Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.)

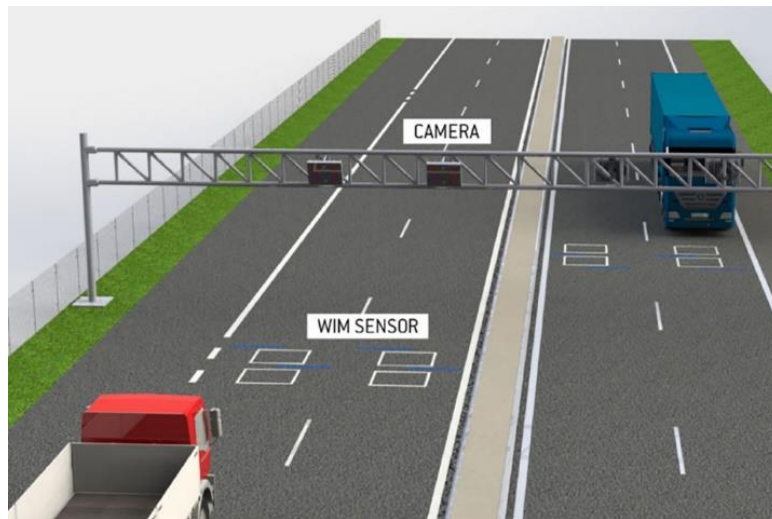
- 3) Vozila: ovo područje sadrži više usluga koje služe za poboljšanje operativne sigurnost i vozila. Neke od njih su poboljšanje vidljivosti, asistencija vozaču i automatske radnje vozila, sprječavanje sudara, sigurnosna upozorenja.



Slika 6 Prikaz pomoći za vozačev mrtvi kut

Izvor: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/garaza/video-drugi-par-ociju-novi-kia-sorento-uz-pomoc-kamera-koje-prikazuju-sliku-na-digitalnom-zaslonu-otklanja-vozaceve-mrtve-kutove-10292974> (pristupljeno 25.06.2022.)

- 4) Prijevoz tereta: područje uključuje usluge upravljanje informacijama o prijevozu tereta, upravljanje intermodalnim centrima, upravljanje opasnim teretima, automatska provjera težine vozila i dokumentacije. Podrazumijeva upotrebu komercijalnih vozila, multimodalnu logistiku te međusobnu koordinaciju prijevoznika i drugih sudionika uključenih u proces prijevoza tereta.



Slika 7. Primjer automatske privjere težine vozila WIM sustavom

Izvor: <https://tnet4iot.com/smart-iot-solutions/road/weigh-in-motion/> (pristupljeno 25.06.2022.)

- 5) Javni prijevoz: skup je više usluga koje omogućuju redovite i učinkovite radnje javnog prijevoza uz pružanje ažurnih informacija korisnicima. Neke od usluga u području javnog prijevoza su automatski poziv u slučaju nesreće, automatska provjera nesreće, praćenje voznog parka i sustav dispečinga.

U domena javnog prijevoza uključene su sljedeće grupe usluga:

- upravljanje javnim prijevozom,
- potraživanje i zajednički prijevoz.



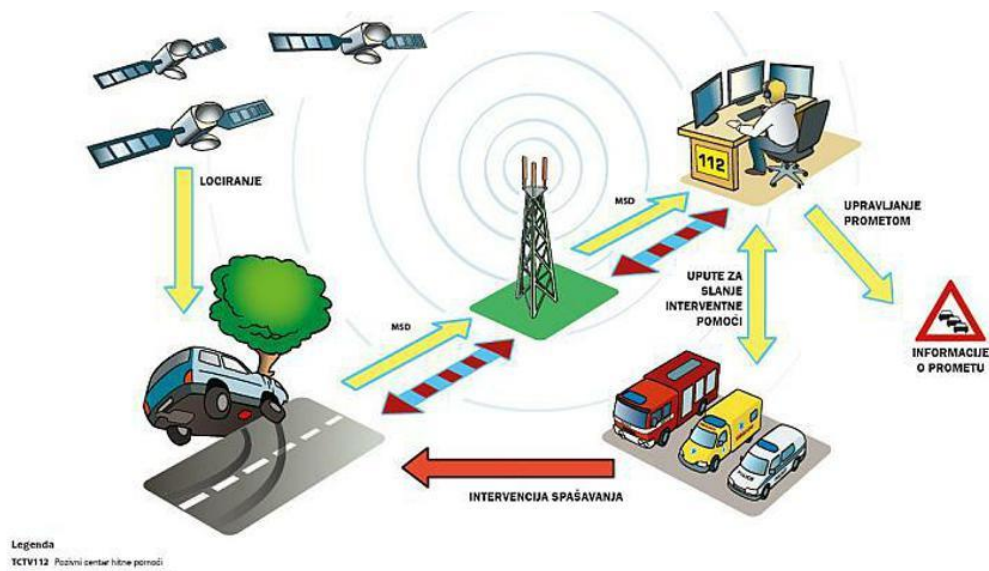
Slika 8. Vozila javnog prijevoza u Zagrebu

Izvor: <http://www.energetika-net.com/vijesti/elektromobilnost/tomasevic-najavio-bolji-javni-prijevoz-u-zagrebu-33630> (pristupljeno 25.06.2022.)

- 6) Žurne službe: uključuje usluge, tj. procese kojima se omogućuje brza i efikasna intervencija žurnih službi (hitna pomoć, vatrogasci, policija, gorska služba spašavanja i druge). Sve više se integrira s upravljanjem incidentnim situacijama.

Domena za hitne slučajeve uključuje sljedeće grupe usluga:

- obavijesti u vezi s prometom i osobna sigurnost,
- povratak vozila nakon krađe,
- upravljanje vozilima u nuždi,
- pretplata za hitna vozila,
- podaci o vozilu za hitne slučajeve,
- opasni materijali i obavijesti o incidentima.



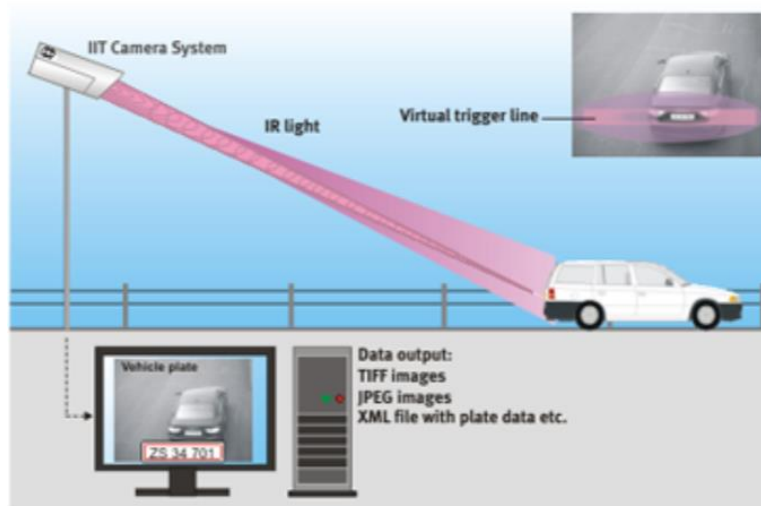
Slika 9. Primjer intervencije žurnih službi

Izvor: <https://autostart.24sata.hr/magazin/ecall-automatski-poziv-u-pomoc-kod-nesrece-112>
(pristupljeno 25.06.2022.)

7) Elektronička plaćanja vezana uz transport: ovo područje uključuje usluge kao što su elektronička naplata javnog prijevoza, elektronička naplata cestarine, elektronička naplata parkiranja te razne vrste daljinskih plaćanja.

Domena elektroničkog plaćanja koja se odnosi na transport uključuje sljedeće usluge:

- prometne financijske transakcije povezane s prijevozom,
- integracija usluga elektroničkog plaćanja.



Slika 10. Prikaz naplate cestarina putem automatskog prepoznavanja tablica vozila

Izvor: Marko Drlja, Šibenik, Završni rad, Elektronički načini plaćanja cestarina u RH, 2016.
dostupno na: <https://docplayer.net/83078468-Elektronicki-nacini-placanja-cestarine-u-rh.html>
(pristupljeno 25.06.2022.)

- 8) Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu: usluge unutar ovog područja su naprimjer nadzor u vozilima javnog prijevoza, kolodvorima i slično, sustav nadzora pješaka i sustav upozorenja o radovima na cesti.

Područje osobne sigurnosti povezano s cestovnim prometom uključuje sljedeće usluge:

- sigurnost javnih putovanja,
- poboljšanja sigurnosti za ugrožene sudionike u prometu,
- poboljšanja sigurnosti za osobe s invaliditetom na cestama,
- sigurnosne odredbe za pješake koji koriste inteligentne čvorove i spone.

APL KLASIK

APL SMART

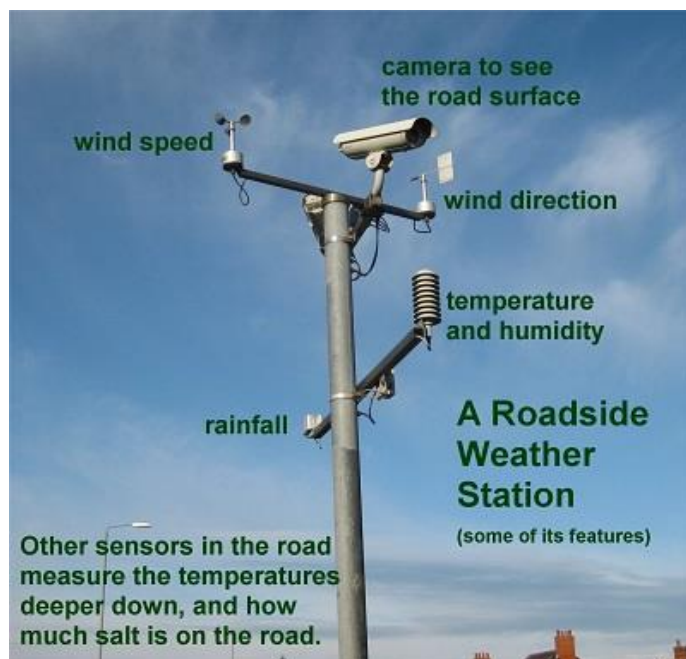
APL SOLAR



Slika 11. Prikaz zaštite pješaka na prometnicama

Izvor: <https://npscp.info/vijesti/item/841-detasova-kampanja-za-povecanje-sigurnosti-pjesaka>
(pristupljeno 25.06.2022.)

- 9) Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša: područje uključuje usluge nadzora vremenskih prilika na prometnicama, nadzor onečišćenja i razine vode ili leda. Grupe usluga u ovoj domeni opisuju aktivnosti koje prate vremenske i okolišne uvjete koji utječu na prometnu mrežu i njene korisnike. Područje praćenja vremenskih i okolišnih uvjeta uključuje područje sljedeće grupe usluga: praćenje stanja okoliša.



Slika 12. Stanica za nadzor vremenskih uvjeta

Izvor: <https://www.fleetpoint.org/road-building-repairs/highways-england/new-weather-stations-helping-to-keep-traffic-moving/> (pristupljeno 25.06.2022)

10) Upravljanje odzivom na velike nesreće: povezane su usluge vezane za prirodne nesreće koje upravljaju podacima o velikim nesrećama i koordiniraju žurnim službama.

Domena upravljanja i koordiniranja reakcija na katastrofe uključuje sljedeće grupe usluga:

- upravljanje podacima o katastrofama,
- upravljanje odzivom na katastrofe,
- koordinacija s hitnim agencijama.



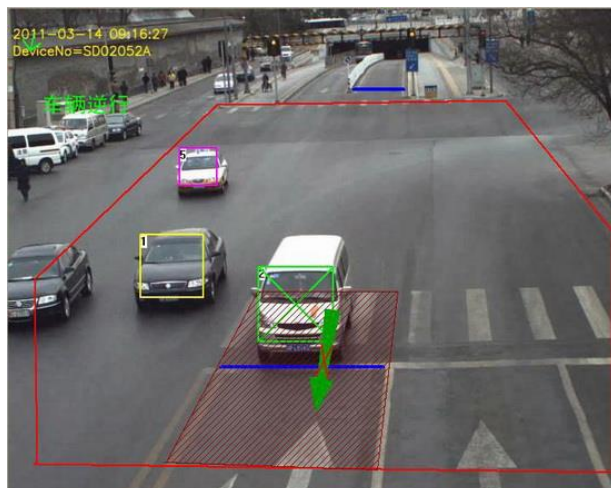
Slika 13. Najmoderniji helikopter za medicinsku evakuaciju, traganje i spašavanje

Izvor: <https://autoportal.hr/aktualno/novosti/mup-rh-kao-prvi-kupac-iz-europe-najmodernijih-subaru-bell-412epx-helikopteramup-rh-kao-prvi-kupac-iz-europe-najmodernijih-subaru-bell-412epx-helikoptera/> (pristupljeno 25.06.2022.)

11) Nacionalna sigurnost: koriste se usluge kao što su identifikacija opasnih vozila, nadzor kretanja opasnih tvari itd.

Domena nacionalne sigurnosti uključuje sljedeće grupe usluga:

- nadzor i kontrola sumnjivih vozila,
- nadgledanje komunalija ili cjevovoda.



Slika 14. Sustav za nadzor opasnih vozila

Izvor: https://www.chinadaily.com.cn/business/2012-03/28/content_14930234.htm

(pristupljeno 25.06.2022.)

4. ITS arhitektura

Arhitektura predstavlja temeljnu organizaciju sustava koja sadrži ključne komponente, njihove odnose i veze prema okolini te načela njihova dizajniranja i razvoja promatrajući cijeli životni ciklus sustava. (Bošnjak, 2006.)

Veliki sustavi, od kojih se zahtijeva mogućnost budućeg razvoja i proširenja, trebaju imati sljedeće temeljne karakteristike:

- kompatibilnost,
- proširivost,
- interoperabilnost,
- integrativnost i
- normiranost.

Bez definiranja arhitekture dolazi do poteškoća pri integraciji komponenata, troškovi nadogradnje su viši, a otežana je i prilagodba novim tehnologijama. U transportnim, prometnim i komunikacijskim sustavima se arhitektura primjenjuje zbog složenosti tih sustava, a koje je radi toga potrebno promatrati iz više gledišta, te se zato primjenjuje arhitektura kao opći okvir za efektivno dizajniranje navedenih sustava.

Za razvoj arhitekture ITS-a bitno je detaljno poznavati korisnike ITS-a i uvjete u kojima će se ITS koristiti, odnosno nužno je iskustvo poznavanja transportnih sustava i okvirno poznavanje najnovijih tehnoloških dostignuća iz polja informacijskih i komunikacijskih tehnologija. (Bošnjak, 2006.) Tako je i arhitektura ključni, odnosno glavni graditelj ITS-a, a da bi se sustavu izgradili temelji, potrebno je poznavati sve komponente sustava. Glavna orijentacija arhitekta sustava je da omogući međusobno povezivanje trenutnih i budućih komponenti sustava. Smisao arhitekture ITS-a je da pruži stabilan i otvoren okvir za razvoj sustava (podsustava) niže razine koji će biti kompatibilni, konzistentni i interoperabilni.

ITS arhitektura važna je iz više razloga, kao što su: (NN 82/2014 (9.7.2014.))

- pruža cjelovite informacije o načinu funkcioniranja ITS-a,
- osigurava neophodne interoperabilnosti različitih dijelova ITS-a
- osigurava dosljednost informacija prema krajnjim korisnicima,

- osigurava uvjete neovisnosti primijenjenih tehnologija te osigurava relativno laku integraciju novih tehnologija,
- osigurava uvjete slobodnog tržišta za usluge i opremu, jer su sučelja dobro normirana,
- uvjeti »slobodnog tržišta« za usluge i opremu osiguravaju uvjete povećane proizvodnje (ekonomija opsega), što ima za posljedicu smanjenje cijena za usluge i opremu,
- potiče investicije u ITS, jer su osigurani uvjeti slobodnog tržišta.

ITS arhitektura osigurava sustavni mehanizam za ostvarivanje ciljeva i zahtjeva svih sudionika, bilo javne uprave, operatora prijevoza, ITS proizvođača ili krajnjih korisnika. U slučaju nedostatka pravilne ITS arhitekture, vrlo vjerojatno u početku neće biti nikakvih problema i mana, no s vremenom će se vidjeti kako bez odgovarajuće arhitekture, ITS-u prijete rizik da neće biti u mogućnosti pružati adekvatne usluge te će zato biti stalno mijenjan ili proširivan kako će se mijenjati zahtjevi za uslugom. Zbog toga će biti visoki troškovi usluga i novih tehnologija. Posljedica toga su visoki troškovi ažuriranja i uključivanja novih tehnologija, ograničenja u pružanju usluge te samim time nemogućnost razvitka punog potencijala primjene ITS-a (Frame, 2004.). Arhitektura služi kao konceptualni okvir koji definira strukturu i ponašanje ITS sustava pa tako predstavlja važnu cjelinu ITS-a. Također podrazumijeva organizacijsko, pravno, tehničko i poslovno gledište na sustav (Ezgeta, 2018.)

Razlozi razvoja arhitekture su: (Jolić, 2006.)

- jasno i jednoznačno definiranje zahtjeva interesnih skupina,
- uređenje osnovne baze podataka međunarodnog obilježja,
- smanjenje troškova vezanih za razvoj i primjenu ITS-a,
- djelotvoran razvoj integriranih sustava.

4.1. Koncept i dobra načela arhitekture

Koncept arhitekture korišten je uz dizajn građevina koji prethodi detaljno građevinsko-inženjerskom dizajnu ili projektiranju. U rječnicima je arhitektura definirana kao „stil gradnje „umijeće ili znanost gradnje“ ili konstrukcije objekta za čovjekovo korištenje. Detalji sustava nisu razrađeni, ali postoje specifikacije svih svojstava bitnih za korisnika. (Vujić, 2020.)

Načela "dobre arhitekture" su: (Bošnjak, 2006.)

- konzistentnost,
- ortogonalnost,
- umjesnost,
- transparentnost,
- općenitost,
- otvorenost,
- kompletnost.

Konzistentnost predstavlja načelo arhitekture gdje je uz određeno znanje sustava moguće predvidjeti ostali dio sustava. Načelo *ortogonalnosti* predstavlja međusobno neovisne funkcije koje se drže odvojeno u specifikaciji, dok se kod načela *umjesnosti* podrazumijeva da dobra arhitektura ne sadrži uporabne funkcije. *Transparentnost* omogućuje da su sve funkcije jasne korisnicima. Kod načela *općenitosti* funkcije se mogu višestruko koristiti, dok načelo *otvorenosti* predstavlja mogućnost drugačijeg korištenja. Na kraju, postoji i načelo *kompletnosti* koje predstavlja visoku razinu zadovoljenja korisničkih potreba uzevši u obzir zadana ograničenja.

4.2. Podjela ITS arhitekture

ITS arhitektura se dijeli na 3 dijela. Svaka ima svoja pravila i ulogu u međusobnom odnosu između njih: (Bošnjak, 2006.)

- fizička arhitektura ITS-a,
- logička arhitektura ITS-a ,
- komunikacijska arhitektura ITS-a.

Fizička arhitektura ITS-a definira i opisuje dijelove funkcionalne arhitekture koji mogu biti povezani tako da tvore fizičke entitete. Fizički entiteti mogu pružati jednu ili više usluga koje su zahtijevane od korisnika i mogu biti fizički realizirani, a to je ujedno i temeljna značajka fizičke arhitekture ITS-a. Ona također pokazuje gdje će se funkcijski procesi smjestiti i prikazuje važna ITS sučelja (veze) između glavnih komponenti sustava (vozač/putnik, vozilo prometnica).(Bošnjak, 2006.) Žične i bežične komunikacijske mreže omogućuju komunikaciju

između komponenata. Komunikacijska arhitektura predstavlja dio fizičke arhitekture ITS-a. (Vujić, 2020.)

Logička arhitektura ITS-a definira unutarnju logiku odnosa između pojedinih entiteta i predstavljena je nazivom temeljne funkcije s informacijskim inputima (izvorima) i odredištima. Logička arhitektura ITS-a prikazuje potrebne funkcijske procese i tokove podataka koji su potrebni da se zadovolje zahtjevi korisnika odnosno usluga. Neovisna je o tehničko - tehnološkoj implementaciji odnosno o opremi te je osnova je za definiranje fizičke arhitekture.

Komunikacijska arhitektura je dio fizičke arhitekture ITS-a. Komunikacijska arhitektura ITS-a definira oblike komuniciranja među entitetima npr. definira oblike protoka podataka, odnosno definira i opisuje načine kojima se razmjenjuju informacije između različitih dijelova sustava, a to ostvaruje korištenjem fizičke razmjene podataka te je stoga dio fizičke arhitekture. (Vujić, 2020.)

4.3. Razine ITS arhitekture

Za promatranje arhitekture ITS-a je pogodno koristiti višerazinske modele zbog različitih gledišta i sadržaja koji čine arhitekturu ITS-a, s tim da su razine neovisne o tehnologiji i stabilne u smislu ITS usluga i funkcija. (Bošnjak, 2006.)

Prema EU projektu CONVERGE definirane su četiri glavne razine ITS arhitekture (Vujić, 2020.) Treba naglasiti da razina 0 nije dio arhitekture jer se odnosi na dizajn komponenata i ovisi o izabranoj tehnologiji. Ostale razine su neovisne o izabranoj tehnologiji i stabilne u smislu ITS usluga i funkcija. (Bošnjak, 2006.)

Tablica 2. Višerazinski model za analizu ITS-a

3	Međuorganizacijska razina
2	Razine jedne organizacije
1	Tehnologijska razina
0	Razina tehničkih komponenata

Izvor: Bošnjak, Ivan, INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI - ITS 1

Razina 0 nije dio arhitekture pošto se odnosi na dizajn komponenata te ovisi o izabranoj tehnologiji. Tipično se odnosi na dobavljače koji razvijaju pojedine komponente ili podsustave prema fiksiranim ciljevima i standardnim razvojnim procedurama. U proces su uključeni disciplinarni stručnjaci (jednog područja) te se koriste široko dostupna standardna (područno specifična) pomagala. (Bošnjak, 2006.)

Razina 1 definira strukturu sustava i relacije između podsustava. Ona se sastoji od nekoliko posebnih arhitektura poput logičke ili funkcionalne arhitekture koja opisuje funkcije ITS-a i tokove podataka između njih i glavne baze podataka, fizičke arhitekture koja opisuje grupiranje funkcija i pod funkcija u fizičke jedinice i komunikacijske veze između njih, komunikacijske arhitekture koja opisuje tokove podataka i zahtjevne karakteristike prijenosnih medija poput propusnosti. (Bošnjak, 2006.)

Razina 2 definira svojstva i integraciju sustava koji djeluju unutar jedne organizacije, te se zahtijevaju multidisciplinarna znanja i primjenjuju različite nestandardizirane procedure. Ova razina obično je predstavljena s jednim ili više referentnih modela u kojima su identificirani glavni informacijski i upravljački tokovi. (Bošnjak, 2006.)

Razina 3 uvažavaju se realna ograničenja i djelovanja prema drugim organizacijama, te se specificira zahtijevana razina međusobnog povezivanja i interoperabilnosti, no izbor tehnologije se prepušta dizajnerima podsustava. (Bošnjak, 2006.)

4.4. Tipovi ITS arhitekture

Europska okvirna arhitektura ITS-a je orijentirana na funkcionalno gledište i potrebe korisnika. Zbog razvoja europske okvirne arhitekture ITS-a, Europska komisija je pokrenula projekt KAREN (engl. Keystone Architecture Required for European Networks) 1999. godine, a koji se nastavio projektom FRAME (engl. Framework Architecture Made for Europe) (Bošnjak, 2006.) Glavni dokumenti europske okvirne arhitekture ITS-a obuhvaćaju funkcionalnu arhitekturu, fizičku arhitekturu, komunikacijsku arhitekturu, analizu troškova i koristi, studiju implementacije i modele za implementaciju ITS-a. (Bošnjak, 2006.) U RH razvijen je metodološki predložak za razvoj ITS rješenja s težištem na međumodalnim sučeljima.

Postoje tri osnovna tipa arhitektura: (Bošnjak, 2006.)

- okvirna arhitektura ITS-a (engl. Framework Architecture),
- obvezna arhitektura ITS-a (engl. Mandated Architecture),
- servisna arhitektura ITS-a (engl. Service Architecture).

Okvirna arhitektura ITS-a (engl. Framework Architecture) odnosi na iskazivanje potreba i zahtjeva korisnika te funkcionalno gledište. Primjerena je regionalnu odnosno nacionalnu razinu te se može koristiti za kreiranje obvezne i servisne arhitekture ITS-a.

Obvezna arhitektura ITS-a (engl. Mandated Architecture) uključuje fizičko, logičko i komunikacijsko gledište, ali i izlaze (engl. output) poput analize troškova i koristi, analize rizika itd. Sadržaj fizičke arhitekture je fiksna i točno definira opseg izvedbenih opcija.

Servisna arhitektura ITS-a (engl. Service Architecture) poput obvezne arhitekture ITS-a, ali s razlikom što definira i neke određene ITS usluge kao što su informiranje putnika, upravljanje javnim gradskim prijevozom, upravljanje incidentnim situacijama.

5. Područja primjene ITS-a

Za primjenu inteligentnih transportnih sustava može se reći kako je moguća u svim prometnim podsustavima, a ujedno pruža širok spektar usluga svim korisnicima. Upravljanje prometom određuje razinu usluge kojom se određeni prometni kapacitet može odvijati na određenoj prometnici. Kapacitet prometne mreže određen je razinom izgrađenosti infrastrukture i kvalitetom upravljanja prometom. Neki od zadataka upravljanja prometom uz pomoć ITS-a su kontrola pristupa na prometnu mrežu, ublažavanje problema uskih grla uslijed incidentne situacije, rješavanje problema zagušenja na prometnicama, smanjenje utjecaja nepovoljnih faktora kao što su vremenske neprilike i slično na odvijanje prometa te podizanje razine sigurnosti u prometu. (Pavličević, 2019.)

Cilj razvijanja i primjene inteligentnih transportnih sustava je poboljšanje transporta što uključuje: (Jolić, 2006.)

- smanjenje zagušenja u prometu,
- smanjenje kapitalnih i operativnih troškova,
- poboljšavanje sigurnosti,
- povećanje produktivnosti transportne infrastrukture,
- smanjenje potrošnje energenata, smanjenje zagađenja.

5.1. Funkcija informiranja putnika i vozača

Svrha mu je pružiti kvalitetnu informaciju vozaču o prometnim uvjetima prije i nakon kretanja na put. Koristeći te informacije, vozač ili putnik u vozilu može donijeti bolje odluke o ruti ili promjeni načina (moda) tako da ostavi osobni automobil na parkiralištu i nastavi javnim prijevozom. (Bošnjak, 2006.) Informacije se odnose na uvjete na prometnicama, izvanredne situacije i nesreće, razne promjene vezane za informacije, raspoloživa parkirna mjesta, alternativne rute, atraktivna i turistička zabavna događanja. Realiziraju se uređajima ugrađenim u vozilo, prijenosnim GSM/UMTS uređajima ili prometnim znakovima i ekranima s promjenjivim porukama uz cestu, radijskim podatkovnim sustavom prometnih poruka te mobilnim internetom.

5.1.1. Predputno informiranje

Cilj usluge predputnog informiranja jest pružiti putnicima podatke u pravom vremenu na temelju kojih će korisnik lakše donijeti odluku o načinu putovanja.

Putne informacije vozaču u pravilu se odnose na: (Hodžić, Đukić,2016.)

- stanje na prometnicama,
- vremenske prilike (kiša, snijeg, led i sl.),
- vozne redove u željezničkom, zračnom i vodenom prometu,
- planiranje putovanja javnim prijevoznim sredstvima,
- slobodna mjesta za parking,
- turističke i ugostiteljske sadržaje.

Predputne informacije dostupne su korisniku putem različitih telekomunikacijskih medija, a dva su načina dobivanja informacija. Prvi način dobivanja informacija je kada korisnik interaktivnim upitom dobiva traženu informaciju i na taj način planira putovanje ili način putovanja ovisno o stanju na prometnicama. Drugi je pak način radijska i televizijska distribucija informacija, s tim da takve informacije nisu usmjerene na individualnog korisnika.

5.1.2. Putno informiranje

Svrha navedene usluge je pružiti kvalitetnu informaciju vozaču (i putnicima) o prometnim uvjetima nakon kretanja na put. Koristeći te informacije, vozač ili putnik u vozilu može donijeti bolje odluke o ruti ili promjeni načina tako da ostavi osobni automobil na parkiralištu (park and ride) i nastavi s javnim prijevozom. Jedna od zadaća putnog informiranja jest i poticanje korištenja javnog gradskog prijevoza boljim informiranjem korisnika takvih usluga. Sustav nastoji pružiti relevantne informacije o uslugama svih javnih gradskih prijevoznika (autobus, tramvaj, željeznica, taxi i sl.) putem tehnologije u domu korisnika, uredu, ulici i kolodvoru. Na kolodvorima su instalirani sustavi displeja koji prikazuju sve relevantne informacije o mogućnostima putovanja. (Pavličević, 2019.) Putne informacije koriste se na međugradskim autocestama kako bi se osigurala suradnja vozila i infrastrukture. Glavni cilj ovakvih uređaja je optimizacija prometnog toka pritom osiguravajući visoku razinu odaziva prometne fluktuacije i određenih događaja.

5.1.3. Rutni vodič i navigacija

Usluga realizirana putem relativno samostalnog sustava ili u okviru sustava lokacije i navigacije. Navigacijski sustavi vozila temelje se na zemaljskim i satelitskim sustavima. Sustav rutnog vodiča i navigacije, za razliku od klasičnog čitanja autokarte tijekom vožnje, izračunava optimalnu rutu i daje upute vozaču pomoću vizualnih dijagrama i sintetiziranog glasa kako da dođe do svog krajnjeg odredišta.

Postoje i napredni sustavi informiranja, a to su: (Bojić, 2016.)

- 5-1-1 sustav,
- savjetodavni radio,
- interaktivni elektronički kiosk,
- elektroničke oglasne ploče,
- promjenjivi prometni znakovi.

Usluga 5-1-1

Telefonska linija koja pruža informacije o prometu u nekim regijama SAD-a i Kanade. Usluga funkcionira na način da se nazove broj 5-1-1 te se izgovaraju ključne riječi na temelju kojih se dolazi do traženih podataka. Usluga 5-1-1 jest vrlo jednostavna i ne zahtjeva veliku i skupu infrastrukturu. Slična usluga postoji i na području Hrvatske gdje takve usluge pruža HAK. Ukoliko dođe do nezgode na isti se način može doći do brze pomoći na cesti a samim time i pravovremeno otkloniti moguće zastoje i probleme u prometu.



Slika 15. Prometni znak broja 5-1-1

Izvor: <https://www.pinterest.com/pin/164311086374831243/> (pristupljeno 02.07.2022.)

Savjetodavni radio

Jednostavna tehnologija koja se bazira na licenciranoj radio frekvenciji koja pruža usluge informiranja putnika o prometu. Postoji nekoliko radijskih frekvencija na kojima se svakog sata objavljuju informacije dobivene od strane HAK-a.



Slika 16. Prometna radio frekvencija

Izvor: <https://floridasturnpike.com/traveler-resources/traffic-management/> (Pristupljeno 02.07.2022.)

Interaktivni elektronički kiosk

Digitalni-računalni uređaj koji se uglavnom postavlja na javna mjesta i služi da se ljudi samostalno informiraju o stanju u prometu. Mjesta gdje se najčešće postavljaju su željezničke i autobusne postaje, zračne luke pa čak i gradski trgovi.



Slika 17. Outdoor kiosk sa ekranom velikog formata

Izvor: <https://www.echo.hr/infoterminali.htm> (pristupljeno 02.07.2022.)

Elektroničke oglasne ploče

Dvosmjerni informacijski sustav koji koristi računalne terminale u domu ili u uredima te zahtjeva i prikazuje putničke informacije. Informacije se mogu pružiti javnosti putem komercijalnog opskrbljivača ili se korisnik može direktno ulogirati, koristeći telefonski broj. Druga opcija uključuje direktno slanje putničkih informacija pretplatniku.



Slika 18. Prikaz elektroničke oglasne ploče

Izvor: <https://www.skyscrapercity.com/threads/croatia-%C5%BDeljeznice-railways.592508/page-450> (pristupljeno 02.07.2022.)

Promjenjivi prometni znakovi

Prometni kontrolni uređaji koji se koriste za informiranje vozača u prometu. Informacije su najčešće prikazane u stvarnom vremenu i njima se može upravljati iz neke udaljene centralizirane lokacije ili lokalno. Putničke informacije prikazane na PPD-u se postavljaju kao rezultat planiranog ili neplaniranog događaja, a programirani su od strane operacijskog osoblja. Prema potrebama prometnog toka, sadržaj znakova se može mijenjati ili u potpunosti isključiti. Cilj promjenjivih prometnih znakova je informiranje vozača na vrijeme o mogućem incidentu, teškim i neizbježnim uvjetima na cesti ili da bi se pružale putničke informacije, a sve u pogledu pozitivnog utjecaja na sudionike u prometu u pogledu na vrijeme putovanja i osiguravanje sigurnosti samih sudionika u prometu. (Pavličević, 2019.)



Slika 19. Promjenjivi prometni znakovi

Izvor: <https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/> (pristupljeno 02.07.2022.)

5.2. Inteligentna infrastruktura i vozila

Nadogradnjom klasičnih prometnica na kojima se promet obavlja uz osnovne fizičke funkcije, sa svim potrebnim oznakama i znakovima stvaraju se inteligentne prometnice. Inteligentna prometnica predstavlja kibernetiku i informatičku nadogradnju klasičnih prometnica tako da se osim osnovnih fizičkih funkcija ostvaruju bolje informiranje vozača, vođenje prometa, sigurnosne aplikacije itd. (Bošnjak, 2006.)

5.2.1. Inteligentne prometnice

Inteligentne prometnice se može nazivati i automatiziranim prometnicama iz razloga jer sustavi instalirani na njih mogu obavljati razne operacije kao naprimjer: mjerenja prometa i vršenje klasifikacije vozila, analizu prometnog toka, telekontrolu gabarita (primjenom lasera), telemetriju meteoroloških uvjeta (temperatura, vlada, padaline, vjetar), videonadzor i daljinsko upravljanje protočnošću prometnica, naplata cestarina putem pametnih kartica, telekontrolu pojave dima ili vatre, upravljanje promjenjivom prometnom signalizacijom, infopanoima, uključivanje i regulacija rasvjete i dr. (Pavličević,2019.)

Tri osnovna dijela inteligentnih prometnica:

- senzorsko-izvršni sustav,
- telekomunikacijski sustav,
- upravljački sustav.

Senzorsko-izvršni sustav služi za prikupljanje informacija o stanju na prometnici. Brojači prometa, meteo situacija i praćenje incidenata neki su od senzorskih elemenata, dok su semafori, prometna signalizacija i rampe izvršni elementi.

Telekomunikacijski sustav omogućuje razmjenu podataka, govora ili video informacija između korisnika (izdvojenih jedinica) i centralnih jedinica.

Upravljački sustav donosi odluke vezane za dinamičko (adaptivno) upravljanje prometom i daje naloge izvršnom sustavu, sve to temeljem prikupljenih informacija i ugrađenog ekspertnoga prometnoga znanja.

Ovisno o opremljenosti prometnice, one se razvijaju prilagođene zahtjevima korisnika. Provedena rješenja se provjeravaju, odnosno njihovi učinci koji se promatraju kroz poboljšanje sigurnosti, udobnosti, zaštićenosti korisnika, protočnosti prometnica, zaštiti okoliša od emisije štetnih ispušnih plinova vozila i dr. Kod analize propusnosti odnosno protočnosti potrebno je odrediti prometni reprezentant, o kojem se treba voditi računa kod određivanja povećanja razine usluge.

Pri određivanju stvarne propusnosti potrebno je uzeti u obzir utjecaje: (Bošnjak, 2006.)

- širine prometnog traka,
- strukture prometa,
- vidljivosti,

- udaljenosti bočnih smetnji,
- itd.

Automatizirana prometnica postiže se upravljačkom i informacijsko-komunikacijskom nadgradnjom klasične prometnice. Time se, pak, postižu veća protočnost, sigurnost, učinkovitost prijevoza i smanjenje onečišćenja. Postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi za telemetriju, telekontrolu i telekomandu moraju se nadograditi ITS funkcionalnostima. (Bošnjak, 2006.) Informacijsko-komunikacijski (ICS) sustav za telekontrolu namijenjen je utvrđivanju ispravnosti rada uređaja na daljinu. Također, ovaj sustav omogućuje mjerenje odgovarajućih veličina na daljinu. ICS sustavi namijenjeni su za upravljanje prometom, to jest za regulaciju rada uređaja na daljinu. (Žižić-Gušo, 2020.)

ITS funkcionalnosti automatizirane prometnice uključuju: (Bošnjak, 2006.)

- mjerenje prometa i klasifikaciju vozila te analizu prometnog toka,
- videonadzor i daljinsko upravljanje protočnošću prometnica,
- naplatu cestarine putem pametnih kartica,
- telekontrolu gabarita (primjenom lasera i optičkih rešetaka),
- poboljšanje vidljivosti u tunelima,
- telekontrolu pojave dima ili vatre,
- telemetriju meteoroloških uvjeta (temperatura, vlažnost, brzina vjetera, snijeg, kiša itd.),
- upravljanje promjenjivom prometnom signalizacijom, info panoima, semaforima i radio komunikacijskim porukama,
- navigacijske upute o trenutno optimalnim prometnim smjerovima,
- uključivanje i regulaciju rasvjete,
- automatsko uključivanje gašenja požara u tunelu, itd.

Učinke inteligentne prometnice moguće je i izmjeriti. Za same korisnike inteligentnih prometnica važni su mnogi segmenti koji će im osigurati zadovoljavajuće putovanje. Iz tog razloga razina usluge se nastoji konstanto povećavati i usavršiti, ali i mjeriti da bi se dobili podaci koji su relevantni za daljnju proizvodnju prometne usluge. Parametri koje je moguće mjeriti kod inteligentnih prometnica su smanjenje vremena putovanja, povećanje sigurnosti vožnje, smanjenje prekida prometnog toka, sloboda manevriranja, povećanje udobnosti vožnje i smanjenje troškova korištenja vozila. (Pavličević, 2019.)

5.2.2. Inteligentna raskrižja

Cestovna raskrižja, točke gdje se povezuju dvije ili više cesta, mjesta su na kojima se dogodi najveći broj nesreća. Nesreće se gotovo uvijek dogode zbog ljudske neopreznosti iako se mogu dogoditi i zbog kvara u vozilu. Raskrižja su kao takva, često tema znanstvenika i istraživača koji žele svesti mogućnost događanja nesreće na minimum. Predstavljen je sustav pametnog raskrižja gdje su raskrižja opremljena raznim sensorima i opremom za interpretiranje istih kako bi sustav mogao reagirati u stvarnom vremenu i izvršiti određene radnje da se ne bi dogodila prometna nesreća. Neke od tih radnji uključuju: duži rad zelenog svjetla kako bi biciklisti mogli sigurno izaći iz raskrižja, prioritet puštanja prometa ako se u toj traci nalazi interventno vozilo, prilagodba vremenskog trajanja svjetla na semaforu ovisno o prometu i sl. (Toh et. al., 2020.) Klasična raskrižja nemaju mogućnost dinamičkog prilagođavanja trajanja ciklusa, propuštanja prioritetnih skupina vozila i upravljanja raskrižjem u ovisnosti o veličini prometnog toka.

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

Inteligentna raskrižja dio su sustava upravljanja prometom ali su povezana i s ostalim podsustavima inteligentnih transportnih sustava. Sama struktura inteligentnog raskrižja sastoji se od upravljačkog dijela kojim upravlja kontrolor i signalne opreme. Signalna oprema, odnosno detektori prikupljaju i šalju podatke o vozilima koja se približavaju raskrižju. Takvi podaci idu u centar za upravljanje prometom na daljnju obradu.



Slika 20. Veza inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima

Izvor: Prilagodio autor prema Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1

Sustav pametnog raskrižja, predstavljen od strane Honde, baziran je na ugrađenim kamerama na svakom kutu raskrižja. Koristeći video prikupljen iz kamera, sustav za obradu slike stvara kompletnu sliku raskrižja u vidljivosti od 360°. Prepoznavanje objekata uz umjetnu inteligenciju, klasificira objekte iz te snimke kao pješake, motorna vozila, interventna vozila i dr. Takvim video nadzorom raskrižja uklonjeni su mrtvi kutovi, te je poboljšana pozornost vozača. (Bošnjak et al., 2007.) S druge strane, pametno raskrižje, odnosno pametni semafor, predstavljen u (Ćurković, 2013.), predlaže upotrebu dva upravljača prometa. Sastoji se od glavnog upravljača prometa, koji je implementiran u semafor, čija je svrha vremensko određivanje trajanja prometnih svjetala, te se sastoji od prijenosnog upravljača. Prijenosni upravljač bežično komunicira s glavnim upravljačem prometa, te u hitnim slučajevima daje do znanja glavnom upravljaču kako bi trebao postaviti prednost prolaska u traci gdje je interventno vozilo. Kod takvih sustava se dovodi u pitanje osobna privatnost zbog korištenja kamera, te je li moguće i na koji način zavarati sustav kako bi postavio prednost prolaska osobi krivih namjera.

Ovakva raskrižja posjeduju mogućnost propuštanja vozila žurnih službi i to na način da detektori na raskrižju identificiraju dolazeće vozilo, procjenjuje važnost te na temelju tog podatka upravljački sustav prilagođava svjetlo na semaforu, odnosno propušta vozilo žurne službe. Ovakva raskrižja imaju mogućnost upozoravanja vozača koji se približava pješacom

prijelazu, smanjenje emisija štetnih plinova kroz reduciranje vremena praznog hoda na raskrižjima.

5.2.3. Inteligentna vozila

Vozila koja imaju dodane funkcije prikupljanja i obrade podataka iz okoline i automatiziranu prilagodbu kao pomoć ili zamjenu čovjeka nazivaju se inteligentnim vozilima. Vozila koja posjeduju mogućnost samostalnog kretanja prometnicom nisu još uvijek u širokoj upotrebi ali njihova eksploatacija sve više raste te se kroz sljedećih nekoliko godina može očekivati veliki porast broja takvih vozila na prometnicama.

Automatsko upravljanje vozilom, držanje sigurnog razmaka te elektroničko vođenje autobusa i teretnih vozila posebnim prometnim trakom rješenja su inteligentnog vozila. Inteligentni sustavi vozila mogu biti autonomni ili kooperativni. Kod autonomnih inteligentnih sustava vozila instrumenti i inteligencija smješteni su u vozilu, dok kod kooperativnih inteligentnih sustava vozila asistencija dolazi od prometnice i/ili drugih vozila. Razvojem tehnologije sve se više inteligentna rješenja primjenjuju u suvremenim automobilima i u ostalim prometnim sredstvima. (Žižić-Gušo, 2020.)

Sustavi instalirani u inteligentna vozila pravovremeno upozoravaju vozača na opasnost od frontalnog sudara, izlijetanja s prometnice, opasnost pri prestrojavanju, mogućeg naleta na pješaka i slično. U slučaju kada vozač ne reagira adekvatno na upozorenje od strane vozila, ono može u potpunosti preuzeti kontrolu nad upravljanjem vozilom (Techtarget, 2018.)

Rješenja inteligentnog vozila uključuju:

- automatsko upravljanje vozilom,
- držanje sigurnog razmaka,
- elektroničko vođenje autobusa i teretnih vozila posebnim prometnim trakom.

ITS prilagodba uključuje: (Bošnjak, 2006.)

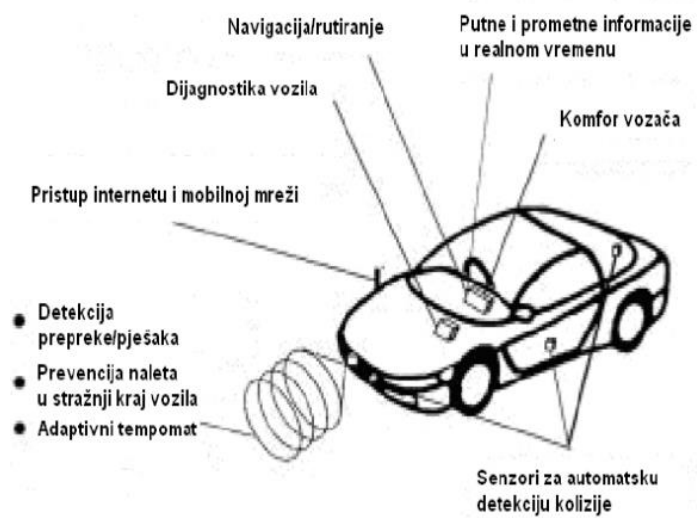
- uređaje za upravljanje vozilom,
- uređaje za zaustavljanje vozila,
- uređaje za osvjetljavanje ceste,
- uređaje za davanje svjetlosnih znakova,
- uređaje za omogućavanje normalne vidljivosti,

- uređaje za kretanje vozila unatrag,
- uređaje za kontrolu i ispuštanje ispušnih plinova,
- uređaje za spajanje vučnog i priključnog vozila,
- ostale uređaje i opremu vozila.

Svi ovi navedeni uređaji moraju biti izvedeni na način da pomognu vozaču i putnicima te im istovremeno omoguće sigurnost i udobnost tijekom putovanja. Uređaji za upravljanje vozilom moraju biti pouzdani i izvedeni na način da vozaču osiguravaju brzu, laku i sigurnu promjenu smjera vozila. Nadalje, uređaji za zaustavljanje vozila moraju biti izvedeni na način da se vozilo može zaustaviti sigurno i učinkovito bez obzira na razinu opterećenja i nagib ceste kojom se kreće. Isto tako, uređaji za osvjetljenje ceste, kao i ITS rješenja poboljšanja vidljivosti mogu znatno doprinijeti sigurnosti prometa. (Žižić-Gušo, 2020.)

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

- Razina 0- Vozač obavlja sve operacije u potpunosti samostalno;
- Razina 1- Napredni sustavi asistencije pomažu vozaču prilikom skretanja, kočenja ili ubrzanja ali ne istovremeno. Sustav asistencije vozaču opremljen je kamerama za vožnju unatrag i pomagalicama kao što su vibriranje sjedala ili upravljača za upozorenje prilikom prelaska u suprotnu prometnu traku;
- Razina 2- Sustav asistencije vozaču na ovoj razini može skretati, kočiti ili ubrzavati istovremeno dok je vozač istovremeno prisutan za upravljačem i 20 nastavlja djelovati kao vozač jer sustav ima tek djelomičnu autonomiju na ovoj razini;
- Razina 3- Sustav automatizirane vožnje može obavljati sve vozačke zadatke pod određenim okolnostima. Na ovoj razini vozilo se može samostalno parkirati. Na ovoj razini vozač mora biti spreman preuzeti kontrolu nad vozilom i još uvijek je vozač glavni pokretač i upravitelj vozilom;
- Razina 4- Sustav automatizirane vožnje može obavljati sve vozačke zadatke uz istovremeno nadziranje prometnog okruženja. Na ovoj razini, sustav je dovoljno pouzdan da vozač ne treba obraćati pažnju na vožnju;
- Razina 5- Sustav automatizirane vožnje u vozilu imitira virtualnog vozača i sve radnje obavlja u potpunosti samostalno. Osobe prisutne u vozilu su isključivo putnici i od njih se ne očekuju nikakve radnje.



Slika 21. Oprema inteligentnog osobnog vozila

Izvor: Bošnjak, Ivan, *Inteligentni transportni sustavi-ITS 1*

6. Sigurnost u prometu primjenom ITS-a

Za poboljšanje sigurnosti u prometu najvažnija je dobra interakcija između čovjeka, vozila i prometnice. Ove su interakcije vrlo važne kako za sigurnost i upravljanje prometom tako i za samo stvaranje odnosno dizajniranje prometnica. Pogrešno ponašanje sudionika u prometu najčešći su uzrok za pojavu prometnih nesreća. Proučavanje ponašanja vozila i vozača na cesti moguće je temeljiti na polaznom modelu: “vozač-vozilo-okolina”. (Cerovec, 2001.) Smanjenje broja nesreća, broja stradalih, veća sigurnost u odvijanju i brži odziv žurnih službi predstavljaju najveće koristi uvođenja ITS-a.

Sigurnosne prednosti inteligentnih vozila i sistema zaštite mogu biti mjereni putem različitih testova. Praćenje broja i težine posljedica nesreća prije i nakon uvođenja ITS-a omogućuje relativno objektivnu kvalifikaciju sigurnosnih prednosti. Smanjenje vremena odziva žurnih službi bitno utječe na smanjenje smrtno stradalih i sprečavanje dodatno stradalih nakon prometne nesreće. Sistemi upozorenja na autocestama pospješuju percepciju vozača o mjestu nesreće i smanjenju stres tijekom putovanja. Percepcija sigurnog putovanja nije vezana samo za reduciranje broja nesreća nego i povećanje percepcije osobne sigurnosti i zaštite u prometu. Prometne nesreće na cestama i drugim prometnicama trebaju se sistemski proučavati tako da se različitim načinima, mjerama i postupcima može djelovati na smanjenje njihova broja i posljedica. U razvijenim zemljama učestalost i posljedica prometnih nesreća su takve da je to jedan od najjačih motivatora za uvođenje ITS-a. (Tomić, 2018.)

Bilo koji sustav, a tako i prometni, ne može biti u potpunosti siguran i bez neželjenih događaja tj. prometnih nesreća. Važnu ulogu u bilo kojem prometnom sustavu imaju prometni stručnjaci koji moraju dobro razumjeti i biti u mogućnosti odrediti mogući rizik. Zadatak prometnih stručnjaka u pogledu sigurnosti jest i pravilno analizirati čimbenike opasnosti u različitim prometnim situacijama, odrediti prihvatljivu razinu rizika te na temelju tog podatka dizajnirati prihvatljiva rješenja s obzirom na vjerojatnost nesreće. Uz pojam rizika veže se neizvjesnost koja je povezana s određenim događajem. (Pavličević, 2019.)

6.1. Procjena i upravljanje rizikom

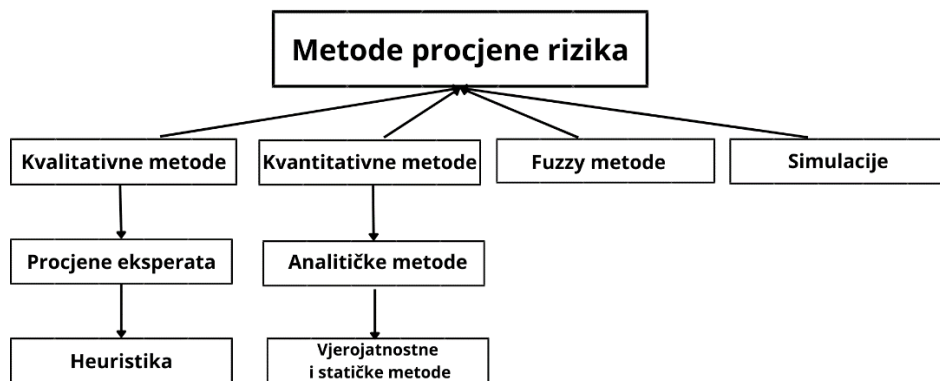
Nepoželjna, ponašanja u prometu su svakodnevna i česta, prevelike brzine vožnje, premali razmak između vozila, oduzimanje prednosti prolaza i nepoštivanje prometne signalizacije neke su od njih. Prioritete preventivnog sigurnosnog djelovanja treba usmjeriti na smanjivanje takvih pogrešnih ponašanja koja izazivaju najteže posljedice. Detektiranje, kažnjavanje i veći nadzor ne može potpuno ukloniti nepoželjna ponašanja. Ljudi, sudionici u prometu različito prihvaćaju rizik, odnosno imaju različite individualne percepcije sigurnosti.

Pojam rizika usko je vezan za neizvjesnost povezanu s određenim (nepoželjnim) događajima, odnosno izloženosti nesreći ili opasnosti. Inženjerski priručnici definiraju rizik kao potencijalni gubitak ili nagradu koja slijedi iz izlaganja opasnosti ili kao rezultat određenih nepredvidljivih događaja. (Bošnjak, 2006.)

Rizik uključuje: (Bošnjak, 2006.)

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

Ocjena sigurnosti usko je vezana za procjenu i prihvaćanje rizika te bitno ovisi o čimbenicima lokacije, vremena, životnog stila, edukacije. Individualna percepcija rizika i sigurnosti snažno je predodređena vlastitim iskustvima i spoznajama. Individualna percepcija rizika često nije osnovana na objektivnim procjenama. Procjene rizika mogu se temeljiti na različitim metodama analize što ovisi o raspoloživosti podataka i obuhvatu analize, informatičkoj podršci i vremenskim ograničenjima. (Bošnjak, 2006.)



Slika 22. Metode procjene rizika

Izvor: Prilagodio autor prema Bošnjak, Ivan, *Inteligentni transportni sustavi-ITS 1*

Kvalitativne metode procjene rizika koriste mišljenja i procjene eksperata koji procjenjuju vjerojatnost rizika terminima kao što su: vrlo veliki, srednji, mali, vrlo mali.

Kvantitativne metode koriste analitičke metode, ali još češće vjerojatnosne i statističke opise rizika za određene situacije. No, kod ovih metoda postoji i bitno ograničenje. Naime, polazne pretpostavke često ne odgovaraju stvarnoj situaciji.

Fuzzy metode omogućuju bolju i realniju procjenu rizika, naspram kvantitativnim metodama. Formalno se izražava funkcijama pripadnosti i uvjerenja. Opravdanost tih metoda slijedi iz ograničenja klasičnim metoda i klasičnih vjerojatnosno – statističkih izračuna.

Metode simulacije koriste se za eksperimentiranje s modelom, na taj način se izvode zaključci o rizicima u ponašanju realnog sustava.

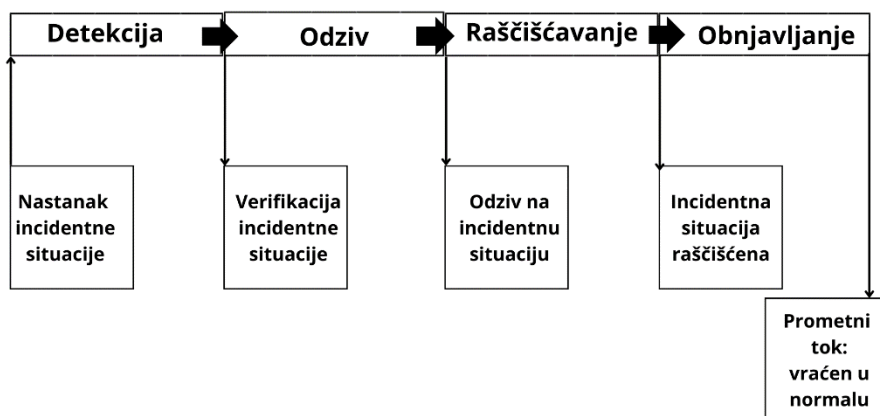
6.2. Incidentne situacije

Ne postoji neki jedinstveni model rješavanja incidentne situacije jer svaka situacija ima neke jedinstvene uvjete i zbog toga je sustav upravljanje incidentnim situacijama jako složen. Incidentne situacije moguće je podijeliti u dva sustava. Prvi sustav je za upravljanje

zagušenjima koja nastaju kao posljedica velike opterećenosti prometnica, a drugi sustav služi za intervencije u slučaju prometne ili neke druge nesreće. Brzi ali i koordinirani odziv svih žurnih službi ključan je pri nastanku prometne nesreće.

Upravljanje incidentnim situacijama je koordiniran skup aktivnosti kojima se pomaže unesrećenima, uklanjaju vozila i normalizira prometni tok nakon nastanka prometne nezgode ili druge incidentne situacije kao što je kvar vozila primjerice. Brzi koordiniran odziv policije i drugih hitnih službi (prva pomoć, vatrogasci...) ključni su zahtjevi pri nastanku prometnih nezgoda ili drugih incidentnih situacija na prometnicama. Sustav upravljanja incidentnim situacijama usko je vezan s drugim podsustavima upravljanja prometom u gradu, odnosno drugim podsustavima (Bošnjak et al., 2007.)

Spašavanje stradalih u prometnim nesrećama RSIM (eng. Rescue Service Incident Management) predstavlja jednu od bitnih komponenti ITS-a u razvijenim zemljama. Nastankom nesreće iz vozila se aktivira signal, aktiviranjem zračnog jastuka ili ručno, te šalje do RSIM centra. Pozicija vozila se precizno utvrđuje preko globalnih satelitskih pozicijskih sustava, te sustavi automatskog praćenja i davanja prioriteta omogućuju najbližem vozilu da najkraćom rutom dođe do mjesta nesreće. Proces upravljanja incidentnim situacijama ima četiri sekvencijalne faze.



Slika 23. Faze upravljanja incidentnim situacijama

Izvor: Prilagodio autor prema Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi-ITS 1

Detekcija je prostorno i vremensko određivanje incidentne situacije, dok je verifikacija određivanje tipa i lokacije. Sve do pojave naprednih ITS rješenja dominantan način detekcije bile su redovite policijske ophodnje. Prometna policija, u pravilu, koordinira aktivnosti do

razrješenja situacije. Brze i precizne aktivnosti IM-a umanjuju negativne posljedice kao što su prometna zagušenja, čekanja i sekundarno izazvane prometne nesreće. Stizanje hitne medicinske pomoći u što kraćem roku odlučujuće je za spašavanje života teško stradalih. GIS tehnologije i ostali sustavi za donošenje odluka uključeni u ITS omogućuju točnu detekciju, brz odaziv i bolju koordinaciju različitih organizacija uključenih u IM. (Bošnjak et al., 2007.)

7. Utjecaj ITS-a na uređenje prometa u gradovima

S novim inteligentnim transportnim sustavima, broj nesreća diljem Europske unije se znatno smanjio uglavnom zahvaljujući sigurnijoj infrastrukturi i modernoj sigurnosnoj opremi za vozila. No, za najranjivije sudionike u prometu, poput pješaka i biciklista, sklonost nesrećama je gotovo ostala nepromijenjena.

7.1. Projekt VRUITS

Prema istraživanju kojeg je sproveo CARE (Community database on road accidents) 2009. godine, u europskim urbanim sredinama, smrtni slučajevi pješaka predstavljaju više od 35% svih smrtnih slučajeva, dok su motociklisti i vozači mopeda činili čak 16% smrtnih slučajeva, što je vrlo visoko u usporedbi s brojem motocikala u prometu. (Vruits) Zajedno, pješaci, biciklisti, motociklisti i vozači mopeda čine 68% smrtnih slučajeva u urbanim područjima, gdje se uobičajena vrsta nesreće događa prilikom prelaska preko ceste, gdje vozači ne primijete pješake, bicikliste, motocikliste i mopediste na vrijeme. (Vruits)

Kako bi se smanjio broj takvih nesreća, osmišljen je projekt VRUITS (Vulnerable Road Users Intelligent Transport Systems), kojeg sponzorira Europska unija. VRUITS kombinira stručnost 12 istraživačkih organizacija i industrijskih partnera iz 8 zemalja članica Europske unije, a početak projekta je bio 2013. godine. (Vruits) Projekt VRUITS je fokusiran na “ranjive” korisnike (pješaci, biciklisti, motociklisti itd.), te ima za cilj poboljšati sigurnost na cestama te njihovu mobilnost i udobnost integrirajući ih kao dijelove ITS aplikacija, na sličan način kao i vozila, putem suradničkih usluga V2I i I2V. (Sice) Projekt VRUITS dao je prioritet ITS aplikacijama koje imaju potencijal poboljšati sigurnost, mobilnost i udobnost ranjivih sudionika u prometu (VRU) te je izvršio kvantitativnu procjenu sigurnosti, mobilnosti i udobnosti za 10 najperspektivnijih sustava. Metodologija procjene ne bavi se samo izravnim učincima sustava, već i neželjenim učincima te učincima kroz promjene u obrascima mobilnosti.

Deset odabranih inteligentnih transportnih sustava bili su: (Scholliers et al., 2016.)

- 1) VRU (Vulnerable Road Users) signalni sustav,
- 2) sustav informiranja o vozilima na dva kotača,

- 3) komunikacija od bicikla do vozila,
- 4) sigurnost međusobnog presijecanja,
- 5) zeleni val za bicikliste,
- 6) otkrivanje biciklista i pješaka s kočnjem u nuždi,
- 7) otkrivanje „slijepe točke“,
- 8) inteligentna prometna signalizacija za pješake,
- 9) sustav prilagodljive rasvjete,
- 10) informacija o slobodnom mjestu za bicikliste.

U projektu je bitno usvojiti metode procjene utjecaja na sigurnost u prometu. Kako bi se utvrdilo da će biti obuhvaćeni svi mogući utjecaji (i pozitivni i negativni utjecaji na sigurnost prometa, izravni i neizravni te nenamjerni učinci sustava), uz sprječavanje dupliranja učinaka, koristi se set mehanizama putem kojih ITS može utjecati na ponašanje sudionika u prometu, a time i na sigurnost na cestama. Ovi mehanizmi sustavno pokrivaju 3 aspekta cestovne sigurnosti te se ažuriraju kako bi bili više usmjereni na promjene u ponašanju ranjivih sudionika u prometu te na situacije s kojima se suočavaju u prometu.

Neki od mehanizama su: (Scholliers et al., 2016.)

- izravna modifikacija zadatka sudionika u prometu davanjem informacija, savjeta, pomoći ili preuzimanjem dijela zadatka;
- izravni utjecaj sustava uz cestu, uglavnom davanjem informacija i savjeta;
- izmjena izloženosti korisnika cesta informacijama, preporukama, ograničenjima, terećenjem ili povećanom udobnošću u vožnji;
- izmjena odabira rute preusmjeravanjem rute, sustavi navođenja rute, dinamički informacijski sustavi za rute i sustavi za upozoravanje na opasnost koji nadgledaju incidente;
- izmjena posljedica nesreće inteligentnim sustavima smanjenjem ozbiljnosti ozljeda pri padovima, te brzim i preciznim izvještavanjem o nesreći i pozivom na spašavanje uz smanjeno vrijeme spašavanja.

Da bi se dodatno poboljšala točnost procjene utjecaja na sigurnost u prometu, potrebni su bolji podaci, poput podataka o nesrećama, broju i pojedinosti nesreća, uključujući bolničke zapise te ispitivanja funkcioniranja sustava i njegovog učinka na ponašanje sudionika u prometu. (Scholliers et al., 2016.)

7.2. Primjeri dobre prakse

1) ITS Kutina

OIV je za grad Kutinu početkom 2021. godine u okviru strategije pametnog grada realizirao ITS rješenje brojanja i kategorizacije teretnih vozila Kako bi prikupljali podatke o broju teretnih vozila koja prometuju državnom cestom kroz središte grada. Grad Kutina razvija projekt izgradnje “Industrijsko logističke zone Kutina” u okviru kojeg je potrebno projektirati “pametno” parkiralište za odmor vozača teretnih vozila za što su nužni statistički podaci o broju teretnih vozila koja prometuju kroz grad kako bi pravilno dimenzionirali kapacitet budućeg parkirališta i kako bi što efikasnije organizirali, planirali i racionalizirali odvijanje samog prometa u gradu. Kako bi u svakom trenutku zaposlenici gradskog odjela za komunalnu infrastrukturu imali informacije o tome koliko teretnih vozila prometuje centrom grada, te prema tome planirali svoje gospodarske i druge aktivnosti, poput inicirati završetak gradnje gradske zaobilaznice i parkirališta za teretna vozila, za grad Kutinu je izrađena posebna ITS aplikacija.

Zahvaljujući toj aplikaciji. grad Kutina ima točne informacije o tome koliko dnevno, tjedno, mjesečno, kvartalno i godišnje teretnih vozila prometuje centrom grada, kada su najveća opterećenja tijekom dana, tjedna, sezone i slično. Prema informacijama kojima je grad do sada raspolagao, evidentno je da su do sada korištene starije tehnologije brojanja vozila (bez sposobnosti kategoriziranja vozila) griješile i do 50% u odnosu na primjenu umjetne inteligencije i nisu bile realizirane u stvarnom vremenu. Nakon završetka ovog jednogodišnjeg projekta grad, uz određenu nadogradnju opreme, može istu iskoristiti za druge namjene kao što su evidencije prometnih prekršaja, prikupljanje podataka iz prometa, adaptivno upravljanje semaforima te videonadzor.

2) Automatsko upravljanje prometom Rijeka

Sustav automatskog upravljanja prometom (AUP) u Gradu Rijeci ima za cilj optimalno vođenje prometa u zadanim uvjetima. Suvremena tehnologija vođenja prometa omogućuje upravljanje svjetlosnom prometnom signalizacijom u ovisnosti o stvarnim (trenutnim) prometnim opterećenjima na prometnoj mreži. Sustav je modularan i može se lako prilagoditi

novim prometnim uvjetima. Cjelokupno područje Grada Rijeke podijeljeno je u pet prometnih zona u kojima je u funkciji 80 semaforiziranih raskrižja. Od njih je u sustav AUP-a danas uključeno 44 raskrižja na širem području Grada koja su opremljena semaforskim uređajima najsuvremenije ITS tehnologije i povezana su s Gradskim prometnim centrom. Pojedina područja (prometne zone) izravno su povezana s Gradskim prometnim centrom, koji je aktivnom vezom spojen s dežurnom službom prometne policije. Takvo povezivanje omogućava da svi sudionici u nadzoru prometa imaju istu razinu podataka i to u realnom vremenu, što je glavni uvjet za učinkovit nadzor i koordinirano upravljanje. Izgradnja sustava AUP realizira se sufinanciranjem od strane Hrvatskih cesta (42 %), Županijske uprave za ceste (27 %) i Grada Rijeke (31 %).

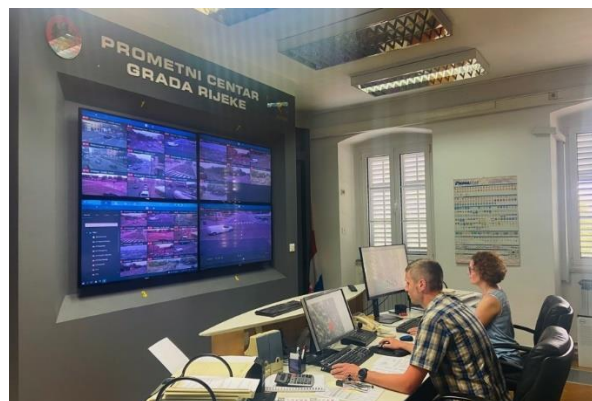
Prometni sustav EC Trak omogućava najvišu razinu automatskog rada – «prometno ovisno» upravljanje. Sustav upravljanja sastoji se od glavnog prometnog računala u Gradskom prometnom centru te lokalnih upravljačkih uređaja na raskrižjima. Glavno prometno računalo spojeno je komunikacijskom opremom sa mrežom raskrižja, a svako raskrižje opremljeno je detektorima (induktivnim petljama) ugrađenim u kolnik, koji stalno broje protok vozila na svakom pritoku raskrižja. Podaci o broju vozila na svim raskrižjima putem lokalnih upravljačkih uređaja stalno pritiču u prometni centar, gdje računalo u 15-minutnim razmacima analizira prispjele podatke, odabire optimalan signalni plan rada semafora te šalje odgovarajuću naredbu lokalnim uređajima. Prometno računalo osigurava i međusobnu koordinaciju svih raskrižja. U slučaju prekida veze sa prometnim centrom, lokalni upravljački uređaji nastavljaju samostalan rad, a koordinaciju preuzima jedan od uređaja na terenu. Svaki kvar na semaforskim uređajima, lanternama i mreži automatski se dojavljuje prometnom centru, a automatska GSM poruka šalje se ekipi servisera koji održavaju sustav. Kao dopuna sustavu nadzora, osmišljen je i izgrađen poseban video sustav sa kamerama postavljenim na 14 ključnih lokacija, što omogućava izravan nadzor operatera u prometnom centru nad odvijanjem prometa. Sve funkcije sustava su u 24-satnom radu, a do danas nisu zabilježeni značajniji kvarovi ili ispadi sustava iz rada.

Puštanjem u rad sustava AUP omogućeno je sljedeće:

- maksimalno iskorištenje postojeće prometne mreže u središtu grada Rijeke,
- bolja protočnost glavnih uzdužnih smjerova – prometnih koridora,
- izravni 24-satni nadzor nad odvijanjem prometa u središtu grada,
- automatsko daljinsko upravljanje semaforskim sustavom,

- centralno preprogramiranje semafora ili pojedinih prometnih zona,
- trenutna dijagnostika kvarova i brži popravak kvarova,
- automatsko prikupljanje podataka o prometnim opterećenjima,
- uštede u potrošnji električne energije od oko 51 % u odnosu na stare semaforске stupove.

Uvođenjem distribuiranog upravljačkog sustava AUP, ukupne koristi proračunate su temeljem dva modela: (1) vremenskih ušteda i (2) ušteda u potrošnji goriva. Sustav AUP-RI u potpunosti (u realnom vremenu) iskorištava propusnu moć gradske cestovne mreže. Zbog tog svojstva i kontinuiranog rasta prometa može se izvesti zaključak i o linearnom rastu ušteda – sukladno rastu prometne potražnje. Zato se u odnosu na početnu 1998. godinu rast ušteda ocjenjuje po prosječnoj stopi od 4 % godišnje. Prema analizi koju su izradili stručnjaci Fakulteta prometnih znanosti 2006. godine, ukupne koristi zbog izgradnje sustava AUP-RI od 2003. godine procjenjuju se na razini 51.595.462,96 kn. Drugim riječima, da nije pokrenut i realiziran projekt sustava AUP-RI koncem 2002. godine, promet u centru Grada na početku 2006. godine pretrpio bi gubitke od oko 51,5 milijuna, a na početku 2008. godine gubitak bi iznosio 55,7 milijuna kuna.



Slika 24. Prikaz prometnog centra grada Rijeke

Izvor: <https://www.fiuman.hr/rijeka-jedina-ima-pametni-prometni-centar-u-hrvatskoj/>

(pristupljeno 28.07.2022.)

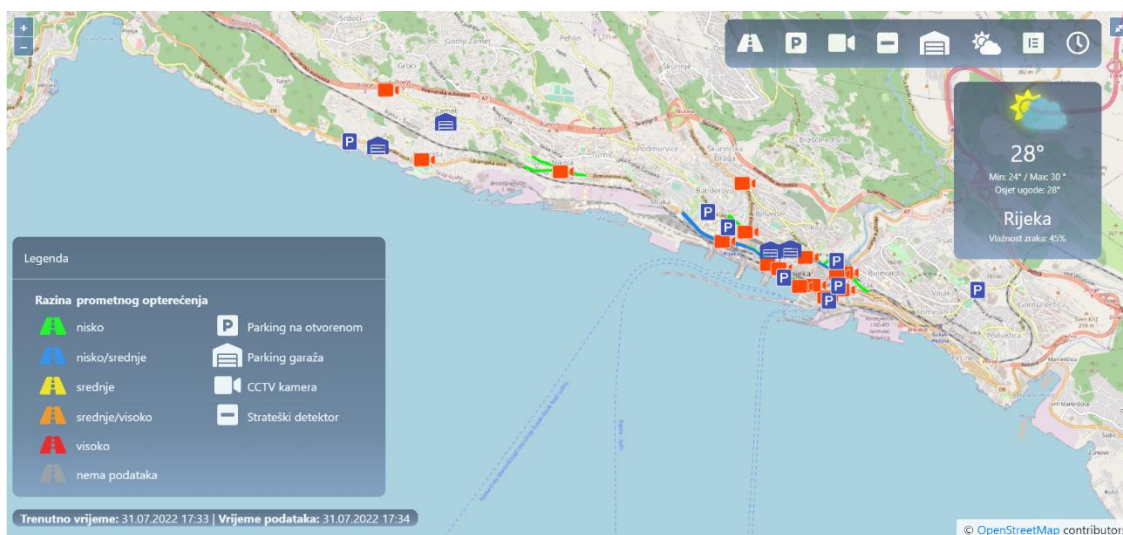
SPECTRA – sustav informacija u prometu

SPECTRA je krovni gradski prometni informacijski sustav koji integrira sve relevantne prometne informacije, omogućava razmjenu prometnih parametara prikupljenih iz različitih specijalističkih prometnih sustava, njihovu centralnu obradu za potrebe prometnih stručnjaka

te davanje kvalitetnih prometnih informacija svim sudionicima u prometu. Omogućeno je kombiniranje funkcijskih modula prema specifičnim zahtjevima korisnika te izgradnja u etapama semaforiziranih križanja.

Ekspert verzija namijenjena je profesionalnim korisnicima za cjeloviti nadzor i planiranje gradskog prometa. Prometni podaci prikupljeni iz drugih specijalističkih prometnih sustava pohranjuju se u centralnu prometnu bazu čime se omogućava globalni nadzor trenutnog prometa u cijelom gradu, pomoć u svakodnevnom operativnom radu prometnih službi, izrada prometnih statistika, planiranje i optimizacija prometnih sustava i službi na nivou grada.

Javna verzija Spectre namijenjena je svim sudionicima u prometu. Putem Interneta su pravovremeno na raspolaganju korisne informacije za snalaženje u prometu i planiranje putovanja. Na interaktivnoj karti grada su prikazane aktualne informacije o prometnim gužvama, stanju u javnom prijevozu, popunjenosti parkinga i garaža, žive slike sa gradskih prometnica i još mnogo drugih korisnih informacija. Korisničko sučelje prilagođeno je za prikaz na internet pregledniku ili mobilnom uređaju.



Slika 25. Online prikaz trenutnog stanja prometa u gradu Rijeci

Izvor: <https://peek.hr/rijeka/spectra/> (pristupljeno 30.07.2022.)

3) ITS Zadar

Projekt obuhvaća izgradnju i implementaciju inteligentnog prometnog sustava (ITS) i rekonstrukciju prometnica u Gradu Zadru. Planiranje i projektiranje prometnog sustava grada

Zadra provelo bi se kroz sljedeće faze: Izmjena semaforne opreme pojedinih križanja, građevinska rekonstrukcija pojedinih križanja, dogradnja kabelske kanalizacije, uspostavljanje koordiniranog rada, uvođenje sustava detekcije vozila, uvođenje video nadzora ključnih raskrižja i uspostavljanje nadzorno-upravljačkog centra.

ITS tehnologije koje će se primijeniti na prometnom sustavu grada Zadra uključuju sljedeće aktivnosti:

- kontrolu događanja na javnim prometnim površinama grada u stvarnom vremenu i reakciju na tipične i netipične situacije preko unaprijed postavljenih scenarija i procedura,
- daljinski nadzor rada i upravljanje prometnim uređajima,
- prikupljanje i obradu pametnih prometnih podataka dobivenih mjernim uređajima i uređajima za video registraciju događanja u prometu,
- optimizaciju prometnih tokova korištenjem sustava detekcije,
- integraciju i ažuriranje postojećih sustava.

Uvođenje ITS-a u gradu Zadru će uspostaviti dinamično upravljanje prometom kako bi se osigurala što bolja mobilnost u određenom vremenskom razdoblju. Pametno i održivo upravljanje gradskim prijevozom je alat koji će optimizirati prometni tok kako bi se postiglo optimalno korištenje prometne infrastrukture grada Zadra. Sustav upravljanja prometom će aktivno i točno informirati sudionike u prometu o opasnim situacijama pružanjem sljedećih usluga: upozorenja o nesrećama/incidentima, podatke o radovima na cesti, upozorenja o prometnim gužvama i usmjeravanje te informacije o promjenjivim ograničenjima brzine. Projekt je započeo u 2010. godini kada je prijavljen za sufinanciranje iz Strukturnih fondova EU, a završio je u 2020. godini.

Očekivani rezultati unaprijeđenog prometnog sustava u gradu Zadru:

- povećana prometna sigurnost,
- smanjenje onečišćenja,
- smanjenje emisije ispušnih plinova, prije svega CO₂,
- smanjenje vremena putovanja,
- smanjenje vremena čekanja na raskrižju,
- smanjenje potrošnje goriva po vozilu,
- uštede u troškovima održavanja,

- uštede u potrošnji energije.

Implementacijom projekta rješavaju se problemi svih korisnika u potpunosti. Projekt će doprinijeti razvoju grada i šire regije, prije svega u gospodarskom i turističkom smislu s obzirom da će poboljšati turističku ponudu i prometnu povezanost Zadra s ostalim gospodarskim središtima što će indirektno dovesti do povećanja prihoda.

Ugovorom vrijednim 9,9 milijuna kuna za "Uspostavu I. faze ITS-a" u sklopu projekta "Razvoj i implementacija ITS-a i rekonstrukcija prometnice s prioritizacijom vozila javnog prijevoza i biciklističkom stazom u gradu Zadru" zamijenit će se ili ažurirati 17 semafora, ugraditi info display i video detektorski sustav, provući optička instalacija, a svi novi prometni elementi bit će povezani s Gradskim centrom kontrole prometa koji će se nalaziti u novoj zgradi poduzetničkog inkubatora na Bilom Brigu. (Zadarski Hr.)

Realizacijom projekta Zadar Urban Mobility 4.0 (ZUM 4.0) i postavljanjem parkirnih senzora na 1.050 parkirnih mjesta, Grad Zadar bi trebao realizirati jednu od najvažnijih projektnih komponenti za budućnost pametnog upravljanja prometom. Građanima Zadra i njihovim gostima trebalo bi biti omogućeno dobivanje informacija o slobodnim parkirnim mjestima u realnom vremenu, što bi u konačnici trebalo smanjiti prometne gužve i doprinijeti većoj sigurnosti i održivijem prometnom sustavu na području grada Zadra te olakšati prometovanje. Dodatan benefit za korisnika trebao bi biti i mogućnost plaćanja parkinga kroz aplikaciju. (Zadarski list) U aplikaciji Zadar Smart City sve će usluge biti objedinjene, unutar iste aplikacije. Što se tiče parkinga, on će funkcionirati po principu vjerojatnosti. Trebat će neko vrijeme da sustav do kraja prepozna navike vozača i vrlo kroz aplikaciju će u tom trenutku sugerirati gdje je najveća vjerojatnost da se nađe slobodno mjesto za parkiranje. Ne radi se o konkretnom mjestu, nego u tom nekom vremenu kada sustav zaključi koje su zone u određenom vremenskom periodu slobodne te gdje je najveća vjerojatnost u najbržem mogućem roku pronaći slobodno parkirno mjesto.

4) London - Citymapper

Citymapper je aplikacija koja prikuplja i analizira podatke o prometu u velikim gradovima u realnom vremenu, a građanima i posjetiteljima nudi izračun optimalnih ruta za probijanje kroz gužve i zastoje. Trenutačno nadzire promet i nudi savjete u 39 svjetskih gradova, od Singapura do Moskve, a tvrtka je u Londonu pokrenula i prvu smartbus uslugu ove godine, u suradnji s

gradskim prijevoznikom TfL. Citymapperov pametni autobus neprekidno odašilje podatke u realnom vremenu, planira optimalnu rutu prema potražnji prometa, a putnicima pruža besplatan wireless i mogućnost punjenja mobitela.

5) Split smartparking

Ugradnjom parkirnih senzora koji se ukopavaju u površinu parkirnog mjesta i uvođenjem Smart Split parking aplikacije se pridonosi smanjenju gužvi, nižoj razini ispušnih plinova, te smanjenju nervoze među vozačima. Sustav uz pomoć senzora detektira je li parkirno mjesto slobodno ili zauzeto, te vizualno prezentira stvarno stanje svakog parkirnog mjesta. Korisnik aplikacije vidi trenutnu situaciju na parkirnim mjestima na ekranu svog mobilnog uređaja tj. vidi broj slobodnih parkirnih mjesta, kako komercijalnih, tako i onih za osobe s invaliditetom. Prikaz parkinga je vidljiv u obliku pinova na karti, koji sadrže numeričku informaciju o slobodnim mjestima. Korisnik aplikacije može biti navigacijom odveden do najbližeg slobodnog ili odabranog parking mjesta, kako za ulična, tako i za van ulična parkirališta na kojima se vidi broj slobodnih parkirališnih mjesta unutar parkinga.

Inteligentni transportni sustav u gradu Splitu sastoji se od sljedećih dijelova:

- implementacija podsustava 'Upravljanje prometom – semaforski sustav i adaptivno upravljanje prometom,
- implementacija podsustava 'Video nadzor prometnog sustava,
- razvoj i implementacija mobilne aplikacije za informiranje putnika,
- implementacija sustava za informiranje vozača putem izmjenjivih prometnih znakova na 2 ključne lokacije,
- implementacija podsustava 'Prioritizacija vozila javnog gradskog prijevoza i žurnih službi,
- implementacija podsustava 'Sustav za praćenje vremenskih uvjeta i stanja okoliša,
- uspostava i opremanje Centra za kontrolu i nadzor prometa.

6) Smanjenje ograničenja brzine u Grazu

Cilj je bio poboljšati sigurnost u prometu smanjenjem brzine kretanja vozila i podizanjem svijesti o prednostima smanjenja uporabe automobila u korist alternativnih načina putovanja.

Prije provedbe ove mjere, Graz je imao ograničenja brzine od 30 km/h na svim ulicama u središtu grada, osim ulica s pravom prvenstva gdje je još uvijek bilo dopušteno 50 km/h. U sklopu projekta CIVITAS trendsetter ograničenja su brzine na tim ulicama uključena u mrežu prometnica od 30 km/h. Kako bi se provodio novi nadzor ograničenja brzine, 13 uređaja koji vozačima pokazuju trenutnu brzinu bilo je postavljeno duž prometnica. Uređaji su se selili svakoga mjeseca na ukupno 130 lokacija koje su bile pretpostavljene kao potencijalno opasna mjesta (npr. u blizini škola). Naknadne analize pokazale su kako vozila održavaju brzinu unutar ograničenja. Ostale aktivnosti uključivale su dan bez automobila, kada bi određene ulice bile zatvorene za promet motornim vozilima, organizirane su biciklijade, biciklističke kampanje među učenicima i medijske kampanje za podizanje svijesti.

Do kraja provedbe mjere 80 % svih prometnica u središtu grada pripadalo je zoni od 30 km/h. To je doprinijelo značajnom smanjenju prometnih nesreća i buke te boljem suživotu automobila, pješaka i biciklista. Prosječna brzina na ulicama s ograničenjima od 30 km/h smanjila se za jedan posto, dok se brzina smanjila za devet posto na ulicama gdje je ograničenje brzine bilo 50 km/h. Seljenje uređaja za automatsku kontrolu brzine pokazao se kao učinkovit način u smanjenju prosječne brzine, kao i jednostavan način za podizanje svijesti vozača o dopuštenoj brzini kretanja motornoga vozila.

7) Priprema naplate zagušenja u Stockholmu

Mjera (projekt CIVITAS TRENDSETTER, 2002. - 2006. godine) je provedena kako bi se smanjila velika prometna zagušenja na glavnim pristupnim cestama u Stockholmu tijekom vršnih sati. Probni je period proveden u razdoblju od siječnja do srpnja 2006. godine s ciljem demonstracije kako bi naplata zagušenja mogla:

- smanjiti gustoću prometa na najfrekventnijim cestama tijekom vršnih sati,
- smanjiti prometne gužve i povećati dostupnost,
- povećati korištenje čistih vozila,
- promicati korištenje javnoga prijevoza,
- smanjiti emisije ugljičnoga dioksida, dušikovih oksida i čestica,
- smanjiti razinu buke,
- smanjiti potrošnju goriva,
- osigurati povećanu atraktivnost centra grada.

Aktivnosti na mjeri uključivale su procjenu trenutne situacije u prometu, određivanje zone naplate, tarife i vremenske periode naplate, razvoj operativnih ciljeva kao i provedbu evaluacije. Tehnologija koja se koristila u probnom periodu bila je DSRC 12 (namjenske kratkodometne komunikacije) mikrovalna tehnologija, prethodno korištena u Singapuru i u Melbourneu. Sustav se sastojao od unutrašnjih jedinica (OBU), prijemnika na cesti i kamera montiranih na pristupnim točkama u središtu grada. Vozilima, koja su ulazila u zonu naplate, skidao bi se određeni novčani iznos, slično ENC-u. Sva su se vozila automatski fotografirala tako da se ona bez OBU prijamnika mogu prepoznati. Sustav naplate ne ometa normalan protok prometa. Vojna i čista vozila te motocikli i taksi vozila oslobođeni su naplate. U Stockholmu granica zone naplate okružuje središte grada. Tarife se kreću prema dobu dana, s višim troškovima tijekom vršnih perioda. Probni je period proveden s pozitivnim rezultatima.

Prijedlog za trajno uvođenje naplate zagušenja prihvaćen je na referendumu, a sustav je stavljen u pogon u kolovozu 2007. godine. DSCR sustav nije funkcionirao prema očekivanjima te je zamijenjen videonadzorom (CCTV) s opremljenim podsustavom automatskoga prepoznavanja registarskih oznaka (ANPR). Struktura izuzeća također je promijenjena.

8) Razvoj carsharinga u Bremenu

Bremen je imao za cilj poboljšati svoju shemu stvaranjem novih i povećanjem kapaciteta postojećih carsharing lokacija u kombinaciji s javnim prijevozom ciljajući na određene klijente (tvrtke, obitelji, bicikliste) poboljšanjem tehnoloških aspekata (pristup, softver za rezervacije), razumljivom ponudom korisnicima, stvaranjem jednostavnoga tarifnoga modela. U sklopu projekta VIVALDI otvoreno je osam novih carsharing lokacija: tri u središtu grada na glavnim prometnim čvorovima javnoga prijevoza, jedna na rubu centra grada, dvije uz tramvajske linije i dvije u prigradskim područjima. Unutar prve tri godine od VIVALDI projekta (2002. – 2005. godine) broj carsharing korisnika u Bremenu povećao se za 43 % (s 2 455 na 3 512). Do siječnja 2010. godine broj je dosegao oko 5 500 korisnika. Glavni su učinci identificirani u poboljšanju kakvoće zraka. Automobili koji se koriste u sustavu carsharinga u skladu su s najnovijim standardima, a Cambiova10 carsharing flota u Bremenu ima prosječnu emisiju CO₂ od 129 g/km. Ostvaren je i pozitivan učinak u smanjenju zagušenja jer je oko 1 000 automobila zamijenjeno carsharingom. Broj carsharing automobila u Bremenu povećao se s 80 na 100 tijekom CIVITAS VIVALDI projekta.

9) Pristup zabrani ulaska vozila u centar Burgosa

Intenzivan je teretni promet identificiran kao jedan od ključnih problema u središtu Grada Burgosa u Španjolskoj, koji je uvelike umanjivao atraktivnost toga područja. To je dovelo do pogoršanja kvalitete zraka, povećanja razine buke, oštećenja ulica te umanjenja kvalitete života u povijesnom centru grada. Odlučeno je savjetovati se s različitim sudionicima tijekom provedbe projekta. Bili su uključeni lokalni trgovci, vlasnici hotela, nevladine udruge, gradske službe (policija, vatrogasci i hitna služba) i taksi prijevoznici. Vremenski je okvir za dostavu robe napravljen u skladu s potrebama različitih tipova poslovnih subjekata u zoni.

Sustav s ukupno 16 pomičnih stupića, manje od 24 prvotno predviđenih, instaliran je u rujnu 2006. godine. U isto je vrijeme započeo s radom i prometni centar za nadzor zone. Otvaranje je obilježeno s dječjim aktivnostima i koncertima kao proslava povrata ulice/javnoga prostora građanima. Ovi su događaji bili jako popraćeni u nacionalnim i regionalnim medijima.

Prometni su tokovi preusmjereni od centra grada na alternativne rute. Informativna je kampanja bila usmjerena na vozače teških teretnih vozila kako bi se informirali o novim rutama i promjenama zbog izgradnje nove obilaznice oko grada koja je bila dovršena tijekom provedbe mjere.

8. Zaključak

Promet, odnosno njegov porast i utjecaj na okolinu osnovni je problem suvremenog društva. Stoga je ITS osmišljen u cilju pomoći dosadašnjem klasičnom prometnom sustavu u ostvarivanju bolje koordinacije, sigurnosti i efektivnosti. Bolja organizacija i kontrola sustava prometa moguća je korištenjem novih tehnologija koje su veoma učinkovite u tome. Primjena inteligentnih transportnih sustava moguća je u svim prometnim podsustavima, a pruža širok spektar usluga svim korisnicima. Najveća odlika inteligentnih transportnih sustava je brzina.

Glavna korist koja se najčešće povezuje s ITS-om je upravljanje prometom. Iako je to točno, tehnologija nije ograničena na učinkovitije korištenje cestovne infrastrukture. Osim boljeg usmjeravanja prometa kroz grad, ITS-om se također može utjecati na ponašanje (pojednog) vozača, kao i na ponašanje šire javnosti u prometu te pratiti primjenu prometnih pravila. U biti, ovo omogućuje ITS aplikacijama povećanje sigurnosti u cestovnom prometu. Na primjer, ITS aplikacije mogu smanjiti promet na cesti, nesreće, unaprijediti sigurnosnu podršku i kooperativno ponašanje između sudionika u prometu (npr. između korisnika automobila i biciklista). Osim toga, hitne službe mogu primijeniti ITS kako bi smanjile vrijeme odgovora, locirale nesreće i brže stigle do medicinskih ustanova. Ali sigurnost se ne povećava samo izbjegavanjem susreta (pre)velikog broja sudionika u prometu. U kombinaciji s „pametnijim vozilima“, ITS stvara komunikacijski kanal između jednog sudionika i infrastrukture. Stoga se može koristiti za pomoć vozačima (ili autonomnim vozilima) da otkriju, reagiraju s dovoljno vremena i izbjegnu opasne uvjete vožnje.

Brzina i ažurnost prenošenja podataka ITS sustava jednostavno je nužna sastavnica u svakom većem i razvijenijem prometnom središtu. Dakle, glavni cilj inteligentnog transportnog sustava je integracija sustava radi poboljšanja kretanja ljudi, robe i informacija. Uz taj glavni cilj, koji je ostvaren u državama u kojima je uveden, potakao je ostvarivanje dodatnih poželjnih ciljeva. Povećala se radna učinkovitost i kapacitet transportnog sustava, mobilnost, te se smanjila stopa nesreća i šteta uzrokovanih transportom kao i potrošnja energije. Također je omogućena bolja kontrola štetnih utjecaja na ekološki sustav, odnosno zaštita okoliša.

Naposljetku, sasvim je jasno kako je uloga inteligentnih transportnih sustava općenito u prometu vrlo važna. Stoga se može zaključiti da su inteligentni transportni sustavi tehnologija budućnosti, a daljnja ulaganja i istraživanja u području inteligentnih transportnih sustava

neophodna, želimo li što brže, jednostavnije i sigurnije putovati. Jedan od preduvjeta za pametne gradove i inteligentne prometne sustave koje oni sadrže je brza i pouzdana povezanost. Ovdje u igru ulazi rubno računalstvo. Premještanje pohrane i obrade podataka iz decentraliziranih podatkovnih centara bliže uređajima kojima služe (kao što su autonomna vozila) temeljna je komponenta stvaranja inteligentnog transportnog sustava. Autonomna vozila trebaju pristup podatkovnim mrežama niske latencije. Rubno računalstvo pruža te performanse.

Pametno korištenje podataka ključno je za oblikovanje sustava za to. Dakle, vizija za pametnu budućnost usmjerena je na ljude, omogućena transportom, a pokretana tehnologijom i podacima. Kako se inteligentni prometni sustavi razvijaju, oni imaju simbiozu s okruženjima kroz koja se kreću. Autonomna vozila mogu biti na naslovnica vijesti, ali sama vozila samo su jedna mala komponenta pametne digitalne mreže koja im omogućuje siguran rad.

Naposljetku, kako poticanje održivosti i zelene mobilnosti postaje sve izraženije, korištenje ITS-a može koristiti i okolišu kroz optimizaciju putovanja i voznog parka. Na primjer, sposobnost utvrđivanja najučinkovitije rute za isporuku robe mogla bi dovesti do bržih isporuka, ali i boljeg upravljanja ugljičnim otiskom (mjera ukupne emisije stakleničkih plinova koju izravno ili neizravno uzrokuje neka osoba, proizvod, tvrtka ili događaj) i općeg smanjenja emisija.



**IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

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

Ja, Danijel Komarčec (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Ocjena IT-a na uređenje prometa u gradovima (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Danijel Komarčec
(vlastoručni potpis)

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

Ja, Danijel Komarčec (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Ocjena IT-a na uređenje prometa u gradovima (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Danijel Komarčec
(vlastoručni potpis)

Literatura

- 1) Bojić ,V., Povećanje kvalitete gradskog prometa naprednim sustavima informiranja putnika, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.
- 2) Bošnjak, Ivan, INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI - ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.
- 3) Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj.: Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2007.
- 4) Brčić D., Šimunović Lj., Slavulj M., Upravljanje prijevoznom potražnjom u gradovima, Priručnik, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- 5) Cerovac, V.(2001) Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
- 6) <https://www.citiesforum.org/> (pristupljeno 30.07.2022.)
- 7) Ćurković ,K., Primjena inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu, Diplomski rad, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2013.
- 8) <https://dalmatinskiportal.hr/naslovnica> (pristupljeno 30.07.2022.)
- 9) ERTICO ITS Europe: dostupno na <https://ertico.com/> (pristupljeno 24.06.2022.)
- 10) Ezgeta, D., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo 2018.
- 11) <https://gradonacelnik.hr/> (pristupljeno 23.07.2022.)
- 12) Hodžić,I., Đukić, A., Skupina usluga ITS predputnog informiranja PTI, 2016.
- 13) Hrvatska tehnička enciklopedija, dostupno na <https://tehnika.lzmk.hr/>, (pristupljeno 26.06.2022.)
- 14) Husanović, A., Inteligentni transportni sistemu u funkciji logistike, Završni rad, Saobraćajni fakultet Travnik, Travnik, 2019.
- 15) ITS HRVATSKA (FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI) dostupno na: <https://www.fpz.unizg.hr/web/udruga-i-klubovi/its-croatia> (pristupljeno 25.06.2022.)
- 16) Jolić N., LOGISTIKA I ITS, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.
- 17) <https://www.jutarnji.hr/> (pristupljeno 30.07.2022.)
- 18) Komorski, M., Primjena ITS usluga u prometnom sustavu RH, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2020.

- 19) LIDERMEDIA dostupno na <https://lidermedia.hr/poslovna-scena/hrvatska/oiv-uvodi-pametna-prometna-rjesenja-139142> (pristupljeno 26.07.2022)
- 20) Marko Drlja, Šibenik, Završni rad, Elektornički načini plaćanja cestarina u RH, 2016.
- 21) Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2014_07_82_1580.html (pristupljeno 24.06.2022.)
- 22) Pavličević, N., Primjena ITS-a na primjeru grada Varaždina, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2019.
- 23) Planiranje savremenog transportnog sistema, dostupno na: <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2014/10/PlanningGuideSR.pdf> (pristupljeno 25.06.2022.)
- 24) <https://www.rijeka-plus.hr/> (pristupljeno 28.07.2022.)
- 25) Scholliers, J., van Noort, M., Johansson, C., Mans, D., Silla, A., Bell, D., Hancox, G., Leden, L., Giannelos, I., Bax, B., Malone, K.: Impact assessment of its applications for Vulnerable Road Users, 2016.
- 26) SICE dostupno na <https://www.sice.com/en/rd/vruits-improving-safety-and-mobility-vulnerable-road-users-through-its> (pristupljeno 26.07.2022.)
- 27) <https://www.solin.hr/> (pristupljeno 29.07.2022.)
- 28) Techtargert, <https://www.techtargert.com/whatis/definition/vehicle-intelligence> (pristupljeno 15.07.2022.)
- 29) C. K. Toh, J. A. Sanguesa, J.C. Cano, F.J. Martinez, „Advances in smart roads for future smart cities“, Proceedings of the Royal Society A, No. 2233, Vol. 476.
- 30) Tomić, M., Uloga ITS-a u održivom razvoju prometa, Diplomski rad, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018.
- 31) <https://www.udruga-gradova.hr/> (pristupljeno 28.07.2022.)
- 32) Vujić, M.: Materijali za predavanja iz kolegija Arhitektura inteligentnih transportnih sustava, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb akademska godina 2019./20.
- 33) Vruits, dostupno na https://www.boep.or.at/download/553f88ae64613526f04c0000/Poster_VRUITTS_Project_Poster.pdf (pristupljeno 26.07.2022.)
- 34) Vruits, dostupno na <https://www.ltu.se/research/subjects/Arkitektur/2.54832/VRUITTS-Vulnerable-Road-Users-Intelligent-Transport-Systems-1.110622?l=en> (pristupljeno 26.07.2022.)
- 35) <https://zadarski.slobodnadalmacija.hr/zadar> (pristupljeno 30.07.2022.)

- 36) <https://www.zadarskilist.hr/> (pristupljeno 30.07.2022.)
- 37) <https://zastita.info/> (pristupljeno 23.07.2022.)
- 38) Žižić-Gušo, D., Primjena inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu, Završni rad, Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću, Gospić, 2020.

Popis slika

Slika 1. Osnovne kategorije ITS učinaka	5
Slika 2. Akcijski plan za ITS – Prioritetna područja i aktivnosti	9
Slika 3. Logo ERTICO ITS Europe	11
Slika 4. Prikaz načina informiranja putnika	16
Slika 5. Prikaz upravljanja prometom putem prometnih svjetala	17
Slika 6. Prikaz pomoći za vozačev mrtvi kut	17
Slika 7. Primjer automatske privjere težine vozila WIM sustavom	18
Slika 8. Vozila javnog prijevoza u Zagrebu	19
Slika 9. Primjer intervencije žurnih službi	20
Slika 10. Prikaz naplate cestarina putem automatskog prepoznavanja tablica vozila.....	21
Slika 11. Prikaz zaštite pješaka na prometnicama.....	22
Slika 12. Stanica za nadzor vremenskih uvjeta	22
Slika 13. Najmoderniji helikopter za medicinsku evakuaciju, traganje i spašavanje.....	23
Slika 14. Sustav za nadzor opasnih vozila	24
Slika 15. Prometni znak broja 5-1-1.....	33
Slika 16. Prometna radio frekvencija	34
Slika 17. Outdoor kiosk sa ekranom velikog formata	35
Slika 18. Prikaz elektroničke oglasne ploče	35
Slika 19. Promjenjivi prometni znakovi.....	36
Slika 20. Veza inteligentnog raskrižja s drugim podsustavima.....	40
Slika 21. Oprema inteligentnog osobnog vozila	43
Slika 22. Metode procjene rizika.....	46
Slika 23. Faze upravljanja incidentnim situacijama	47
Slika 24. Prikaz prometnog centra grada Rijeke	53
Slika 25. Online prikaz trenutnog stanja prometa u gradu Rijeci	54

Popis tablica

Tablica 1. ITS područja koristi i mjerljive veličine.....	4
Tablica 2. Višerazinski model za analizu ITS-a.....	28