

Usporedba ITS-a u urbanim sredinama

Senzel, Ines

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:122:957528>

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

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



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

USPOREDBA ITS-a U URBANIM SREDINAMA

Diplomski rad

Ines Senzel

Koprivnica, rujan 2022.



**Sveučilište
Sjever**

Održivi prometni sustavi – OPS

**USPOREDBA ITS-a U URBANIM SREDINAMA
COMPARISON OF ITS IN URBAN ENVIRONMENTS**

diplomski rad

Student: Ines Senzel 2316/336

Mentor: Doc.dr.sc. Predrag Brlek

Koprivnica, rujan 2022.

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika

PRISTUPNIK Ines Senzel

MATIČNI BROJ 2316/336

DATUM 26.09.2022

KOLEGIJ Inteligentna mobilnost

NASLOV RADA USPOREDBA ITS-a U URBANIM SREDINAMA

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU COMPARISON OF ITS IN URBAN ENVIRONMENTS

MENTOR dr.sc. Predrag Brlek

ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, predsjednik
2. doc.dr.sc. Predrag Brlek, mentor
3. prof. dr. sc. Goran Kos, član
4. doc. dr. sc. Ivana Martinčević, zamjena
- 5.

VŽKC

MMI

Zadatak diplomskog rada

BROJ 157/OMIL/2022

OPIS

Povećanje urbanog stanovništva, mobilnost, korištenje interneta i računalnih sustava, ekološki prihvatljive aplikacije vjerojatno će dovesti do dinamičnih promjena u životu zajednice, kao i u stilu života. Sve veća uporaba automobila i potreba za prijevozom izazivaju brzi rast intenziteta prometa koji uzrokuje određene probleme u prijevozu. Intelligentni transportni sustavi (ITS) razvijeni su za rješavanje vjerojatnih problema uzrokovanih modernim prometnim okruženjem nedavnom prilagodbom inovativnih tehnologija. ITS su napredni integracijski sustavi koji planiraju, upravljaju i kontroliraju sve odnose putnika, vozača, vozila, prometnika i okoline. Nadalje, ciljevi ovih sustava su rješavanje prometnih zagušenja, prometa i stanja cesta, pješaka, vozila, cesta, prometnih gužvi, zagađenja i nesreća za učinkovito i sigurno upravljanje prijevozom korištenjem računala, elektronike i komunikacijskih tehnologija u mnogim zemljama.

ZADATAK URUČEN

28.9.2022

POTPIS MENTORA



SVEUČILIŠTE
SJEVER

SAŽETAK

Povećanje urbanog stanovništva, mobilnost, korištenje interneta i računalnih sustava, ekološki prihvatljive aplikacije vjerojatno će dovesti do dinamičnih promjena u životu zajednice, kao i u stilu života. Sve veća uporaba automobila i potreba za prijevozom izazivaju brzi rast intenziteta prometa koji uzrokuje određene probleme u prijevozu. Inteligentni transportni sustavi (ITS) razvijeni su za rješavanje vjerojatnih problema uzrokovanih modernim prometnim okruženjem nedavnom prilagodbom inovativnih tehnologija. ITS su napredni integracijski sustavi koji planiraju, upravljaju i kontroliraju sve odnose putnika, vozača, vozila, prometnika i okoline. Nadalje, ciljevi ovih sustava su rješavanje prometnih zagušenja, prometa i stanja cesta, pješaka, vozila, cesta, prometnih gužvi, zagađenja i nesreća za učinkovito i sigurno upravljanje prijevozom korištenjem računala, elektronike i komunikacijskih tehnologija u mnogim zemljama.

Ključne riječi: Inteligentni transportni sustavi, inteligentne usluge, arhitektura ITS-a, tehnologija

SUMMARY

Increasing of the car usage and the need for carriage induce rapid growth of traffic intensity which cause some transportation problems. Intelligent Transport Systems (ITS) have been developed to solve probable problems caused by the modern transportation environment through the adaption of innovative technologies recently. ITS are the advanced integration systems which plan, manage and control all the relations of passengers, drivers, vehicles, road operators, managers and the environment. Furthermore, the aims of these systems are to deal with traffic congestion, traffic and road status, pedestrians, vehicles, roads, traffic jam, pollution and accidents for efficient and safety transportation management by using computer, electronics and communication technologies in many countries.

Key words: Intelligent transport systems, Intelligent solutions, ITS architecture, technology

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

ITS - inteligentni transportni sustavi

ISO - International Standardization Organization

AUP – Automatsko upravljanje prometom

ENC – Elektronička naplata cestarine

ICS - Import Control System

GSM – Global System for Mobile communication

UPGS - Uputni parkirno-garažni sustavi

HAK – Hrvatski autoklub

COKP - Operativnom Centru za kontrolu i nadzor prometa

Sadržaj

1.Uvod	1
1.1.Predmet istraživanja	1
1.2.Svrha i cilj istraživanja	1
1.3.Hipoteza	1
1.4.Metode istraživanja	2
1.5.Struktura rada	2
2.Inteligentni transportni sustavi	3
2.1.Životni ciklus ITS-a	4
2.2.Poboljšanje performansi i kvalitete usluga	6
2.3.Identifikacija i mjerenje učinaka ITS-a	7
2.4. ITS područja koristi i mjerljive veličine	9
2.5. Međunarodna normizacija ITS usluga	11
2.6. ITS usluge unutar pojedinih područja	16
3.Nacionalna sigurnost kao funkcionalno područje ITS-a	23
3.1.Ciljevi sigurnosti	24
3.2.Sigurnosne prijetnje	24
3.3.Sigurnosne službe	25
3.4.Osiguranje ITS-a i nacionalna ITS arhitektura	25
4.Methodologija ITS-a	26
4.1.Razvoj metodologije ITS-a	26
4.2.Kooperativni razvojni koncept ITS	28
5.Arhitektura ITS-a	30
5.1.Koncept i načela dobre arhitekture	35
5.2.Tipovi ITS arhitektura	35
5.2.Fizička i logička arhitektura	36
6.Inteligentne prometnice	38
6.1.Razvoj inteligentnih prometnica	38
6.2.Razvoj inteligentnih vozila	46
7.Usporedba ITS-a u urbanim sredinama na primjerima iz Hrvatske i Turske	47
7.1.Uspješni primjeri korištenja ITS tehnologije u Hrvatskoj	47
7.2.Uspješni primjeri korištenja ITS-a u Turskoj	59
7.3. Mjere poboljšanja ITS-a u Varaždinu i Istanbulu	71
8.Zaključak	74
Literatura	77
DODACI SLIKE I TABLICE	79

1.Uvod

Inteligentni transportni sustavi (ITS) predstavljaju primjenu naprednih komunikacija, elektronike, tehnologije navigacije i obrade informacija koje su dizajnirane za poboljšanje performanse postojećeg prometnog sustava, posebno poboljšanjem sigurnosti, učinkovitosti, udobnost i smanjenje štetnih utjecaja na okoliš. Primjena ITS-a uključuje napredne sustave upravljanja prometom, napredne putničke informacijske sustave, elektroničke sustave plaćanja, napredne sustave upravljanja vozilima, napredno upravljanje komercijalnim vozilima i napredne sustave javnog prijevoza. Inteligentni transportni sustavi sve su popularniji kao metoda poboljšanja sigurnosti i učinkovitost transportnog sustava. U većini gradova gužve su sve veće potražnja za mobilnošću i povećanom sigurnošću raste, izgradnja novih cesta je ograničena sve ograničenijim javnim sredstvima i ekološkim problemima. Kako bi se povećala razina usluge na cestama bez izgradnje dodatnih kapaciteta, upravljanje prometom i putničke usluge potrebne su kako bi se optimizirala produktivnost postojećeg kapaciteta cesta.

1.1.Predmet istraživanja

Predmet istraživanja, odnosno tema ovog diplomskog rada je usporedba inteligentnih transportnih sustava u urbanim sredinama na primjeru Hrvatske i Turske.

1.2.Svrha i cilj istraživanja

Svrha ovog istraživanja jest pokazati kako inteligentni transportni sustavi mogu unaprijediti prometni sustav u pogledu efikasnosti i sigurnosti.

1.3.Hipoteza

Turska ima rašireniju upotrebu inteligentnih transportnih sustava u odnosu na Hrvatsku. Prijedlog poboljšanja za obadrije države nalazi se u sedmom poglavlju ovog rada.

1.4. Metode istraživanja

U izradi ovog rada koristile su se klasične metode istraživanja poput prikupljanja i proučavanja literature. Literatura se odnosi na knjige, članke i stručne radove.

1.5. Struktura rada

Diplomski rad sastoji se od 8 cjelina.

U prvom poglavlju, odnosno uvodu daju se osnovni podaci o temi.

U drugom poglavlju definiran je sam pojam ITS-a te njegove značajke kao i normizacija usluga te usluge unutar pojedinih područja.

U trećem dijelu objašnjena je nacionalna sigurnost koja uključuje ciljeve sigurnosti, sigurnosne prijetnje kao i službe te osiguranje ITS-a.

Četvrto poglavlje obuhvaća metodologiju inteligentnih transportnih sustava.

Što se tiče petog poglavlja tu je objašnjena arhitektura ITS-a koja se sastoji od koncepta i načela dobre arhitekture, tipova ITS arhitekture te fizičke i logičke arhitekture.

U šestom poglavlju opisane su inteligentne prometnice koje su podijeljene na razvoj inteligentnih prometnica i razvoj inteligentnih vozila.

U sedmom poglavlju navedeni su uspješni primjeri inteligentnih transportnih sustava na primjeru Hrvatske i Turske te su kasnije date mogućnosti poboljšanja na primjeru grada Varaždina i Istanbula.

U osmom ujedno i zadnjem poglavlju ovog diplomskog rada dana su zaključna razmatranja.

2. Inteligentni transportni sustavi

ITS se može definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska (kibernetička) nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojim se postiže znatno poboljšanje performansi, odvijanje prometa, učinkovitiji transport putnika i roba, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštita putnika, manja onečišćenja okoliša, itd. (Bošnjak, 2006)

Inteligentni transportni sustavi imaju mogućnost unapređenja prometa no zahtijevaju znatan trud za nadilaženje institucionalnih, organizacijskih i interoperativnih prepreka. Osnovni koncept inteligentnih transportnih sustava je kombiniranje informacijskih tehnologija i komunikacija u transportnim rješenjima odnosno integracija različitih transportnih podsustava s namjerom prikupljanja, pohranjivanja, obrade i distribucije informacija o kretanju ljudi i tereta. Osnovne postavke neophodne su za razmatranje sustava kao inteligentnog transportnog sustava jesu: transport, razmjena informacija i integracija transportnih podsustava. Primjena inteligentnih transportnih sustava moguća je u svim podsustavima prometnog sustava i pruža velik spektar usluga korisnicima:

- U menadžmentu cestovnog, željezničkog, zračnog i vodnog prometa uključujući: sustave informiranja korisnika o prometnim uvjetima, nadzor i kontrolu prometa, menadžment vozila hitne pomoći, policije i vatrogasnih vozila u incidentnim situacijama, navigaciju, nadgledanje i vođenje prometnog toka, sigurnosne i kontrolne sustave u vozilima
- Elektroničko plaćanje naknade za korištenje prometne infrastrukture (cesta, mostova..)
- Menadžment javnog transporta, vođenje toka kretanja putnika.

ITS obuhvaćaju široki spektar podrške menadžmenta transportnim mrežama i korisničkim uslugama. Alati inteligentnih transportnih sustava temelje se na informacijama, komunikacijama i integraciji. Prikupljanje, procesiranje, integriranje i opskrbljivanje informacijama čine srž ITS-a.

U projektima pod pokroviteljstvom Europske komisije inteligentni sustav se definira prema sljedećem:

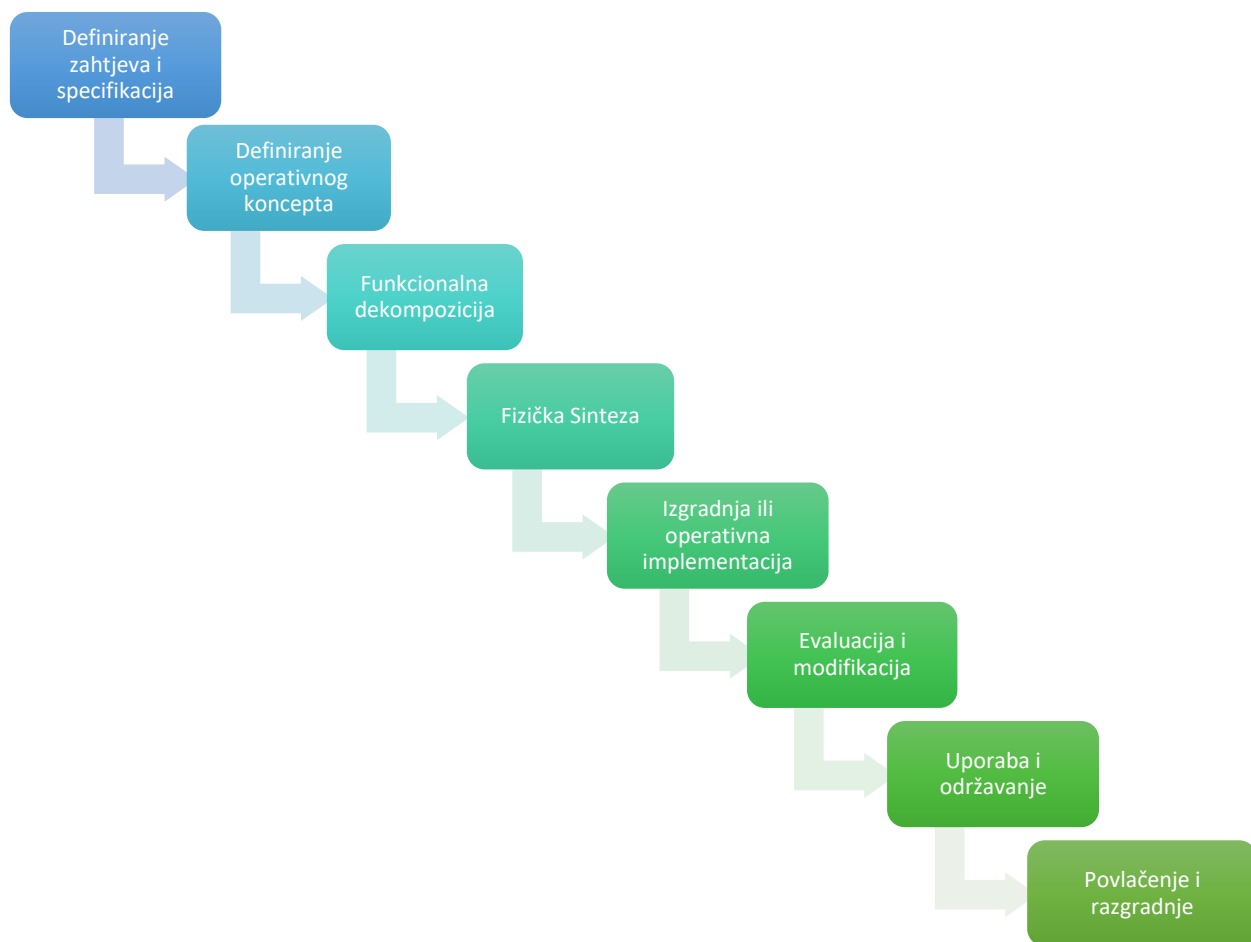
1. To je sustav;
2. On uči kroz svoje postojanje
3. Kontinuirano radi i uči kako raditi da bi dosegao svoje ciljeve.

Ta definicija inteligentnog sustava podrazumijeva: da sustav mora postojati, da mora postojati njegovo okruženje, da sustav mora imati mogućnosti primati informacije iz okruženja i prema njima usavršavati svoje funkcioniranje, također sustav mora imati cilj te sustav mora imati sposobnost učenja.

Inteligentni transportni sustavi su vrlo složeni, skupi i jednom razvijeni logično je da ostanu u primjeni dulje vrijeme. Pri razvijanju ITS-a, neophodno je uzeti u obzir sve interesne skupine, njihove interese i prioritete, potrebe, želje, ideje i probleme kako bi uspostavljen sustav zadovoljio što veći broj njihovih zahtjeva. Cijena inteligentnih transportnih sustava proizlazi iz troškova razvojnih projekata, troškova obrazovanja i školovanja budućih ITS operatera te troškova integracije velikog broja subjekata, sustava i njihovog podsustava. Budući da prometni sustavi djeluju u dinamičkom okruženju, izgrađen i primijenjen sustav mora biti fleksibilan i razumljiv jer će biti nužna poboljšavanja u skladu sa širenjem i mijenjanjem potreba tijekom vremena. Primjena inteligentnih transportnih sustava sadrži komercijalni i proizvodni segment, dok potrošači tijekom iniciranja razvoja i upoznavanja tržišta mogu imati različite potrebe. Tehnologija i infrastruktura potrebna za nastanak ITS-a međusobno su povezane. Izgradnja i primjena inteligentnih transportnih sustava može biti izazov za organizacije koje planiraju u bliskoj budućnosti prezentirati svoje usluge na tržištu i tako unaprijed stvoriti komparativne prednosti u odnosu na druge pružatelje srodnih usluga. (Jolić, Logistika i ITS, 2006)

2.1. Životni ciklus ITS-a

ITS sadrži velik broj tehničkih komponenata i podsustava čiji dizajneri i konstruktori nisu prometni, odnosno ITS stručnjaci. Neophodno je stoga primijeniti modele životnog ciklusa sustava kako bi se postiglo da komponente i podsustavi omoguće efektivno i efikasno funkcioniranje ITS-a u realnom okruženju. Metode i alati sustavskog inženjerstva podržavaju definiranje, razvoj i postavljanje ITS rješenja koja će zadovoljiti zahtjeve korisnika te ITS kriterije interoperabilnosti. ITS rješenja promatraju se kroz višefazni životni ciklus kako je prikazano na slici 1.



Slika 1. Životni ciklus ITS-a

Izvor: Izrada autorice prema [Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.]

Operativni koncept predstavlja sažete opise kako će sustav ostvariti postavljene zadaće odnosno temeljnu funkciju. Funkcionalnom dekompozicijom razlaže se temeljna funkcija na funkcije niže razine sve dok se funkcijski proces ili aktivnost ne pridruži jediničnom fizičkom resursu. Fizički dizajn komponenata i podsustava ITS-a temelji se na različitim disciplinarnim znanjima: građevinskim, strojarskim, elektroničkim itd. Dizajnirani sustav se gradi i nabavlja se oprema prema izvedbenom projektu usuglašenom s programom razvoja ITS-a. Zbog kompleksnosti sustava poželjna je izradba prototipa i njegovo testiranje i „realnom okruženju“. Nakon modifikacija pristupa se postavljanju ITS rješenja na širem području. Nakon izvršenog tehničkog pregleda počinje faza implementacije koja traje do povlačenja odnosno razgradnje sustava. (Bošnjak, 2006)

2.2.Poboljšanje performansi i kvalitete usluga

Primjenom ITS-a bitno se mogu poboljšati performanse klasičnog prometnog sustava i kvaliteta usluga za krajnje korisnike tako da vrijede relacije (Bošnjak, 2006)

$$\begin{aligned} PI_{ITS} &> PI_{KL} \\ QoS_{ITS} &> QoS_{KL} \end{aligned}$$

Gdje je:

PI_{ITS} – indeks performansi inteligentnog prometnog sustava

PI_{KL} – indeks performansi klasičnog prometnog sustava

QoS_{ITS} – kvaliteta usluga inteligentnog prometnog sustava

QoS_{KL} – kvaliteta usluga klasičnog prometnog sustava

Problem razvoja ITS-a može se formalno postaviti kao problem dizajna i realizacije ITS rješenja

$$a_{ITS} \in \Omega_{ITS}$$

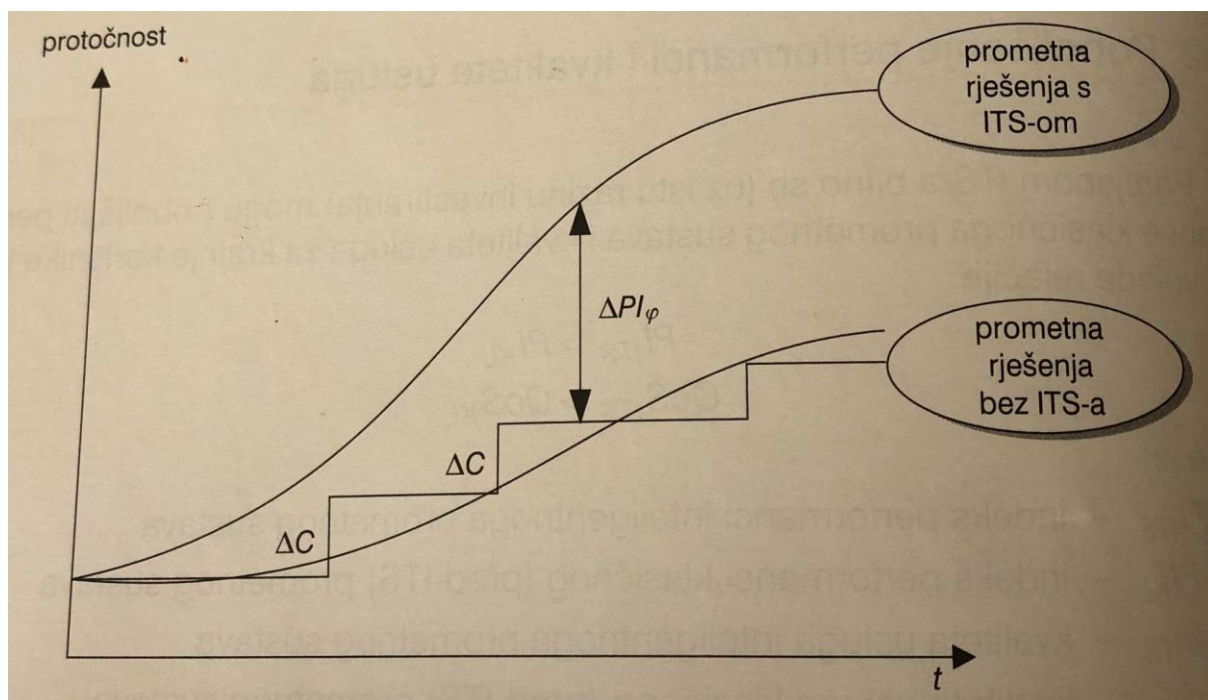
gdje je:

a_{ITS} – pojedino ITS rješenje

Ω_{ITS} – skup mogućih ITS rješenja

tako da se postiže najbolji izbor mogućih rješenja prema skupu kriterija kao što su:

- Protočnost
- Sigurnost
- Učinkovitost
- Udobnost
- Ekološka poboljšanja itd.



Slika 2. Poboljšanje protočnosti prometnog sustava primjenom ITS-a
 Izvor: [Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.]

Na slici 2. prikazana je ovisnost performansi prometnog sustava s ITS rješenjima i bez ITS rješenja. Prema slici možemo zaključiti da je protočnost s korištenjem ITS rješenja znatno veća nego bez korištenja ITS rješenja. Veća protočnost znači poboljšanje performansi sustava te istovremeno i povećanje kvalitete usluga za korisnike smanjenjem vremena čekanja, stresa, itd.

Uspješno funkcioniranje ITS-a podrazumijeva pravovremeno prikupljanje i obradu informacija s ciljem boljeg odlučivanja i sigurnijeg odvijanja prometa. Tako će se izbor odredišta, moda, vremena i rute putovanja u ITS okruženju razlikovati u odnosu na klasični sekvencijalni model budući da je u realnom vremenu moguće birati alternativna odredišta, modove i rute putovanja. Prostor mogućih rješenja za poboljšanje performansi sustava i kvalitete usluga time je bitno povećan. (Bošnjak, 2006)

2.3. Identifikacija i mjerenje učinaka ITS-a

Koristi od ITS-a mogu se promatrati kroz različite skupine pokazatelja. Kao važni učinci spominju se sljedeći pokazatelji:

- Sigurnost

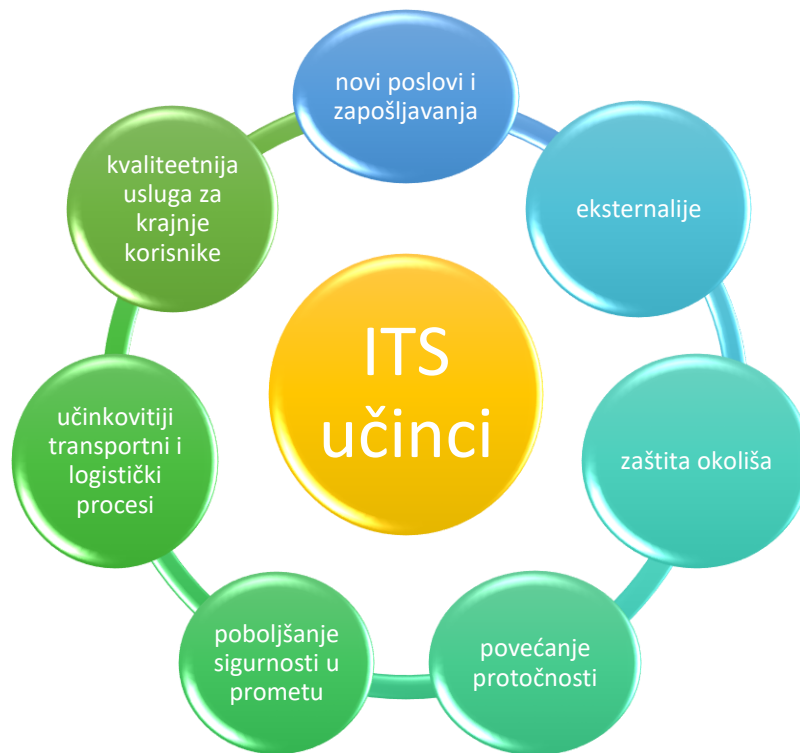
- Učinkovitost protoka
- Produktivnost i reduciranje troškova
- Koristi za okoliš

Pri razvoju i implementaciji novih ITS projekata postoje u osnovi tri pristupa mjerenju učinaka i koristi od ITS-a:

- Pregledna analiza iskustava drugih uz ekstrapolaciju rezultata ITS-a
- Izvođenje pilot-projekta i određivanje izglednih koristi u konkretnom kontekstu
- Korištenjem simulacijskog modela

Dizajn učinkovitih i iskoristivih ITS rješenja omogućava procjenu ITS učinaka uporabom odgovarajućih metoda, kao što su:

- Metoda mjerenja fizičkih učinaka
- Metode analize koristi
- Analiza troškova i efektivnosti (C/E)
- Analiza koristi i troškova (B/C)



Slika 3. Osnovne kategorije ITS učinaka
 Izvor: [Izrada autorice prema <https://rb.gy/s6zkk6>]

Na gore prikazanoj slici mogu se vidjeti neke od osnovnih kategorija ITS učinaka kao što su zaštita okoliša, povećanje protočnosti, eksternalije, itd.

2.4. ITS područja koristi i mjerljive veličine

Za analizu i vrednovanje koristi potrebno je najprije utvrditi područja koristi i mjerljive veličine iz kojih se mogu procijeniti vrijednosti za korisnike i stakeholdere. Koristi mogu biti izražene financijskim pokazateljima vezanim za pojedine korisnike ili kao eksterni učinci. Mjerljive veličine najčešće su:

- Vrijeme putovanja
- Brzina prometnog toka
- Duljina redova
- Smanjenje emisije polutanata itd.

Klasifikacija područja koristi i mjerljivih veličina predočena je u tablici.

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
Javni prijevoz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Broj vožnji mjesečno ili godišnje ➤ Iskorištenje kapaciteta vozila ➤ Prihodi ➤ Povećanje eksploatacijske brzine vožnje ➤ Poboljšanje modalne razdiobe
Ekonomski razvoj	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porast trgovine (€/god.) ➤ Broj novih poslova (poslova/god.) ➤ Porast zaposlenosti (%/god.)
Ekologija	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Smanjenje buke ➤ Emisije polutanata (CO, CO₂, NO_x, SO_x, krute čestice..)
Turizam	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Povećanje broja turista ➤ Povećanje prihoda po turistu ➤ Mjerenje zadovoljstva turista ➤ Popunjenost hotela i objekata uz prometnice

Tablica 1. ITS područja koristi i mjerljive veličine

Izvor: izradila autorica prema [Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Dio koristi može se individualizirati i izraziti novčanim vrijednostima, dok se druge koristi trebaju promatrati kao javno dobro, odnosno eksternalije.

Ako se koristi od ITS projekata mogu zadovoljavajuće dobro financijski iskazati, onda je za evaluaciju ITS projekata dovoljno koristiti standardne B/C metode. U protivnom, potrebno je koristiti metode analize troškovi/efektivnost (C/E analiza)

Bitna značajka metode analize troškovi/efektivnost (C/E) jest da izbjegava nedostatke B/C metode. Nedostaci B/C metode su:

- Svi učinci svode se na novčano mjerilo
- Postoji subjektivnost procjene
- Neki učinci dvostruko se uračunavaju
- Problem uključivanja rizika itd.

U C/E analizi ITS projekata potrebno je uspoređivati troškove različitih alternativna za istu razinu učinaka pri čemu se uspoređuju troškovi build only pristupa s build+ITS pristupom. Mjerenje učinaka u postojećim projektima ilustrativno je prikazano u tablici 2. i 3. (Bošnjak, 2006)

Preusmjeravanje pomoću VMS	Do 20%
RDS/TMC	3 – 9% (EU)
Vođenje gradskog prometa (UTC)	10% (prosječno)
Upravljanje voznim parkom (FM)	5%
Elektronička plaćanja (ETC)	30 – 70%
Intermodalno praćenje i pronalaženje	30%
Prioritet autobusa – tramvaja	7 – 19%

Tablica 2. Reduciranje trajanja putovanja (u postocima)

Izvor: Izradila autorica prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Tablica 2. prikazuje koristi koje nastaju trajanjem putovanja, što je prvenstveno od interesa za putnike. Za operatore i koncesionare infrastrukture od posebnog je interesa produktivnost i reduciranje njihovih troškova.

Upravljanje voznim parkom	5 – 20%
Elektronička naplata cestarine	34 – 91%
Računalno podržan dispečing (CAD)	35%

Tablica 3. Učinci na produktivnost i troškove operatora

Izvor: Izradila autorica prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

2.5. Međunarodna normizacija ITS usluga

Pojam ITS u upotrebu je ušao 90-tih godina 20. stoljeća. Od tada pa do danas ITS se neprestano razvija i zauzima sve veću i značajniju ulogu u prometnom sustavu. U sklopu ITS-a razvijaju se brojna područja i usluge čija svrha je poboljšanje performansi prometnog sustava odnosno kvalitete transportnih usluga za krajnje korisnike. S obzirom na veličinu i obuhvat ITS-a i njegovih rješenja potrebno je sustav normirati kako bi dobivena rješenja i usluge bile funkcionalne i interoperabilne. Početna normizacija ITS usluga postavljena je od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO, engl. International Standardization Organization).

Početna norma ITS usluga bila je ISO/TR 14183-1 (*Transport information and control systems – Reference model architecture for the TICS sector*) kojom je definirano 8 funkcionalnih područja i 32 temeljne usluge.(Bošnjak, 2006;13)

Definirana funkcionalna područja su:[2]

1. Informiranje putnika (engl. *Traveller Information*)
2. Upravljanje prometom i informacijama (*Traffic Management and Operations*)
3. Pomoć vozaču i kontrola vozila (*Driver Assistance and Vehicle Control*)
4. Prijevoz tereta i komercijalne operacije vozila (*Freight Transport and Comercial Vehicle Operations*)
5. Javni prijevoz (*Public Transport Operations*)
6. Žurne službe (*Emergency Service*) i servisne službe
7. Elektronička plaćanja (*Electronic Payment*)
8. Osobna sigurnost (*Personal Safety*)

Kako je ITS dinamičan i brzo rastući sustav potrebno je da norme prate njegov razvoj i promjene. Tako je ISO 1999. godine korigirao početnu normu i u sklopu norme ISO/TR 14813-1:1999 definirao 11 funkcionalnih područja. Slijedeća verzija norme je ISO 14813-1:2007 u kojoj su u kojoj su identična funkcionalna područja kao i u prethodnoj ISO/TR 14813-1:1999 normi. Skup od 32 definirane temeljne usluge cijelo vrijeme ostao je nepromijenjen.

Funkcionalna područja ITS usluga prema normama ISO/TR 14813-1:1999 i ISO 14813-1:2007 su slijedeće:[2]

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 plaćanje vezana uz transport (engl. *Transport Related Electronic Payment*)
8. Sigurnost osoba u cestovnom prometu (engl. *Road Transport Related Personal Safety*)
9. Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša (engl. *Weatherand 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 ITS-a koje je definirao ISO su slijedeće [2]:

1. Predputno informiranje (engl. *Pre-trip Information*)
2. Putno informiranje vozača (engl. *On-trip Driver Information*)
3. Putno informiranje u javnom prijevozu (engl. *On-trip Public Transport Information*)
4. Osobne informacijske usluge (engl. *Personal Information Services*)
5. Rutni vodič i navigacija (engl. *Route Guidance and Navigation*)
6. Podrška planiranju prijevoza (engl. *Transport Planning Support*)
7. Vođenje prometnog toka (engl. *Traffic Control*)
8. Nadzor i otklanjanje incidenata (engl. *Incident Management*)
9. Upravljanje potražnjom (engl. *Demand Management*)
10. Nadzor nad kršenjem prometne regulative (engl. *Policing/Enforcing Traffic Regulations*)
11. Upravljanje održavanjem infrastrukture (engl. *Infrastructure Maintenance Management*)
12. Poboljšanje vidljivosti (engl. *Vision Enhancement*)
13. Automatizirane opcije vozila (engl. *Automated Vehicle Operation*)
14. Izbjegavanje čelnih sudara (engl. *Longitudinal Collision Avoidance*)
15. Izbjegavanje bočnih sudara (engl. *Lateral Collision Avoidance*)
16. Sigurnosna pripravnost (engl. *Safety Readiness*)
17. Sprečavanje sudara (engl. *Pre-crash Restraint Deployment*)
18. Odobrenja za komercijalna vozila (engl. *Commercial Vehicle Pre-Clearance*)
19. Administrativni procesi za komercijalna vozila (engl. *Commercial Vehicle Administrative Processes*)
20. Automatski nadzor sigurnosti cesta (engl. *Automated Roadside Safety Inspection*)
21. Sigurnosni nadzor komercijalnog vozila na instrumentnoj ploči vozila (engl. *Commercial Vehicle On-board Safety Monitoring*)
22. Upravljanje komercijalnim voznim parkom (engl. *Commercial Fleet Management*)
23. Upravljanje javnim prijevozom (engl. *Public Transport Management*)
24. Javni prijevoz na zahtjev (engl. *Demand-Responsive Public Transport*)
25. Upravljanje zajedničkim transportom (engl. *Shared Transport Management*)
26. Žurne objave i zaštita osoba (engl. *Emergency Notification and Personal Security*)

27. Upravljanje vozilima žurnih službi (engl. *Emergency Vehicle Management*)
28. Obavješćivanje o opasnim teretima (engl. *Hazardous Materials and Incident Information*)
29. Elektroničke financijske transakcije (engl. *Electronic Financial Transaction*)
30. Zaštita u javnom prijevozu (engl. *Public Travel Security*)
31. Povećanje sigurnosti ranjivih cestovnih korisnika (engl. *Safety Enhancement for Vulnerable Road Users*)
32. Inteligentna čvorišta i dionice (engl. *Intelligent Junctions and Links*)

Kako je već navedeno ITS je sustav koji se neprestano mijenja i razvija. Sukladno tome kako bi taj razvoj bio na neki način usmjeren i funkcionalan potrebno je neprestano revidirati i prilagođavati normizacijske akte u skladu s tehničkim i tehnološkim dostignućima te potrebama korisnika. ITS i arhitektura ITS-a razvijaju se na različite načine u svijetu. Većina ITS arhitektura koja se razvija temelji se na Američkoj nacionalnoj ITS arhitekturi te na europskoj FRAME arhitekturi. Kombiniranjem rezultata razvoja ove dvije arhitekture u ISO normama se daje objedinjeni okvirni opis ITS-a.

Trenutno važeća ISO norma za ITS je ISO 14813-1:2015 koja daje opis primarnih usluga ITS-a na tri razine za razliku od prijašnjih normi. U okviru norme ISO 14813-1:2015 definirano je 13 domena ITS usluga, unutar kojih su definirane grupe ITS usluga, a unutar svake pojedine grupe definirane su pojedinačne usluge. U opisu svake pojedine usluge opisuje se i njezin odnos sa C-ITS-om. Norma je namijenjena za upotrebu prvenstveno za dvije skupine korisnika. Prva skupina su korisnici koji razvijaju ideje o uslugama, a druga skupina su korisnici koji razvijaju standarde ITS usluga.

Domene i grupe ITS usluga definirane u normi ISO 14813-1:2015 su sljedeće:

- 1. Domena usluga informiranja putnika**
 - Informacije o prijevozu u stvarnom vremenu
 - Prikaz informacija u vozilu u stvarnom vremenu
 - Smjernice i informacije o vođenju u stvarnom vremenu
 - Multimodalno planiranje putovanja
 - Informacije o uslugama putovanja
- 2. Domena usluga upravljanja prometom i operacijama**
 - Upravljanje i kontrola prometa
 - Upravljanje incidentima vezanim uz prijevoz
 - Upravljanje potražnjom

- Upravljanje održavanjem infrastrukture cestovnog prometa
 - Nadzor provođenja prometnih propisa
- 3. Domena usluga vozila**
- Poboľšanje vidljivost u cestovnom prometu
 - Automatizirano upravljanje vozilom
 - Ublažavanje/izbjegavanje sudara
 - Sigurnosna spremnost
 - Prevencija sudara
- 4. Domena usluga prijevoza tereta**
- Prethodno odobrenje za komercijalna vozila
 - Upravni postupci za komercijalna vozila
 - Automatizirana provjera sigurnosti na cestama
 - Nadzor sigurnosti komercijalnih vozila
 - Upravljanje voznim parkom međugradskog teretnog prometa
 - Intermodalno upravljanje informacijama
 - Upravljanje i kontrola intermodalnih centara
 - Upravljanje opasnim teretom
 - Upravljanje teškim teretnim vozilima
 - Upravljanje lokalnim dostavnim vozilima
 - Telematičke aplikacije za regulirana vozila
 - Identifikacija i komunikacija sadržaja prijevoza tereta
- 5. Domena usluga javnog prijevoza**
- Upravljanje javnim prijevozom
 - Dijeljenje prijevoza i prijevoz na zahtjev
- 6. Domena usluga žurnih službi**
- Obavijest o hitnim slučajevima i osobna sigurnost u prometu
 - Pronalazak ukradenog vozila
 - Upravljanje vozilima žurnih službi
 - Opasne tvari i obavijesti o incidentima
- 7. Domena platnih usluga povezanih s prijevozom**
- Elektroničke financijske transakcije u cestovnom prometu
 - Elektroničke usluge upravljanja cijenama
 - Elektroničke financijske transakcije povezane s prijevozom
 - Ostali mehanizmi za naplatu u cestovnom prometu

- 8. Domena usluga osobne sigurnosti u cestovnom prometu**
 - Javna sigurnost putovanja
 - Poboljšana sigurnost za ranjive sudionike u prometu
 - Poboljšana sigurnost za sudionike u prometu s invaliditetom
 - Sigurnosne odredbe za pješake koji koriste inteligentna čvorišta i veze
- 9. Domena praćenja vremenskih prilika i stanja okoliša**
 - Praćenje vremenskih uvjeta
 - Praćenje stanja okoliša
- 10. Domena upravljanja odzivom na velike nesreće i koordinacijskih usluga**
 - Upravljanje podacima o velikim nesrećama
 - Upravljanje velikim nesrećama
 - Koordinacija žurnih službi
- 11. Domena usluga nacionalne sigurnosti**
 - Nadzor i kontrola sumnjivih vozila
 - Nadzor cjevovoda ili komunalnih usluga
- 12. Domena ITS usluga upravljanja podacima**
 - Registri podataka
 - Rječnici podataka
- 13. Domena usluga upravljanja učinkom**
 - Pohrana podataka
 - Simulacije

2.6. ITS usluge unutar pojedinih područja

Što se tiče usluga **informiranja putnika** uključene su statičke i dinamičke informacije o prometnoj mreži, usluge predputnog i putnog informiranja kao i potpora službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti.

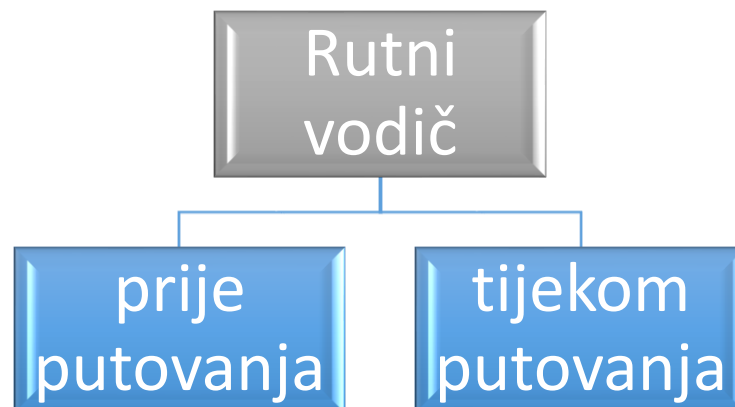
Usluga **predputnog informiranja** korisnicima pruža mogućnost dolaska do informacija o raspoloživim modovima, vremenu ili cijenama putovanja, do kojih korisnici mogu doći od kuće tj. sa radnog mjesta ili druge javne lokacije.

Putno informiranje uključuje informacije o putovanju, procjeni vremena putovanja ovisno o postojećim uvjetima, raspoloživosti parkirnih mjesta, prometnim nezgodama itd. u realnom

vremenu. Informacije se pružaju putem terminala na autobusnim i željezničkim postajama, trgovinama, tranzitnim točkama, ekranima u vozilu ili prenosivim osobnim terminalima. Različite službe (Yellow Pages) omogućuju korisnicima pristup informacijama prije ili za vrijeme putovanja do odredišta.

Usluge rutnog vodiča i navigacije mogu se odnositi na predputno i putno informiranje o optimalnoj ruti ili putanji do specificirane destinacije. Izbor najbolje rute temelji se na informacijama o prometnoj mreži i javnom prijevozu te uključuje multimodalne opcije s rješenjima kao što su Park&Ride i dr. Primjeri tih servisa su:

- Dinamički rutni vodič u vozilu
- Integrirani multimodalni putni vodič
- Pješački ili biciklistički rutni vodič (Bošnjak, 2006)



Slika 4. Usluge rutnog vodiča i navigacije

Izvor: Izrada autorice prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Podrška planiranju putovanja pruža podatke o prometnim tokovima i transportnoj potražnji sa svrhom transportnog planiranja. To su aktualni i povijesni podaci iz prometnih upravljačkih i informacijskih sustava te podaci od vozila u pokretu.

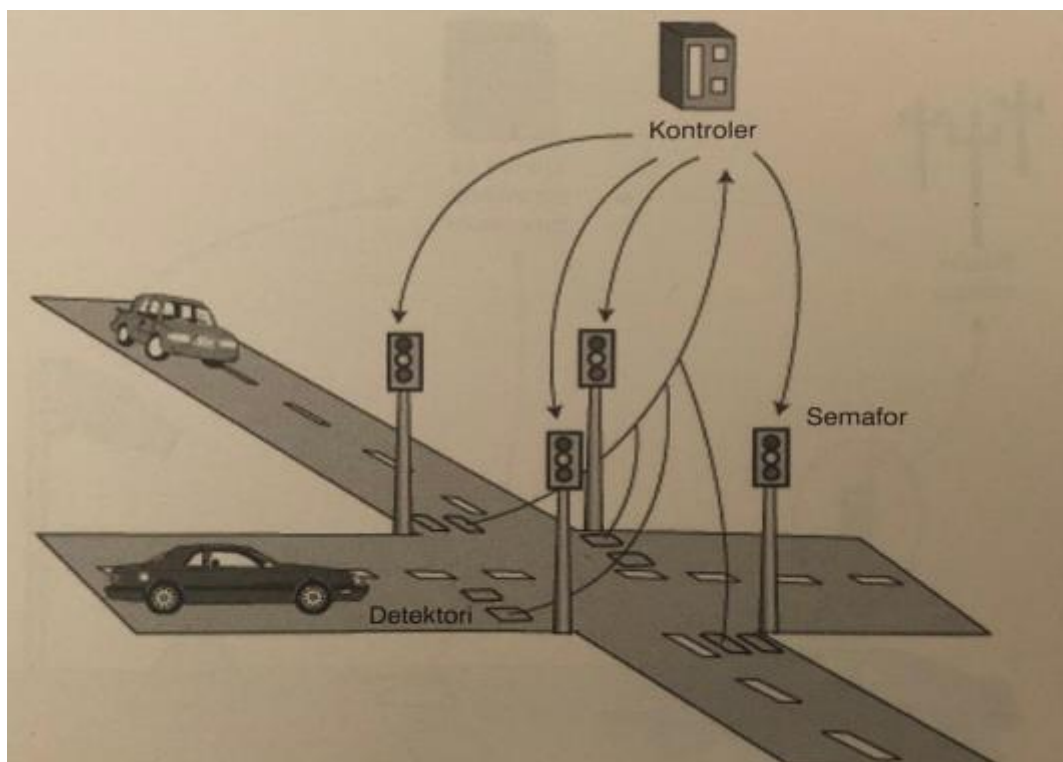
U ITS domeni pod nazivom **upravljanje prometnom i operacijama** nalazi se nekoliko usluga:

- Vođenje prometa
- Upravljanje incidentnim situacijama u prometu

- Upravljanje potražnjom
- Upravljanje i održavanje transportne infrastrukture
- Identifikacija prekršitelja

Usluga **vođenja prometnog toka** odnosi se na upravljanje prometnim tokovima, kako u mreži gradskih prometnica tako i izvan gradova. Primjeri tih usluga su:

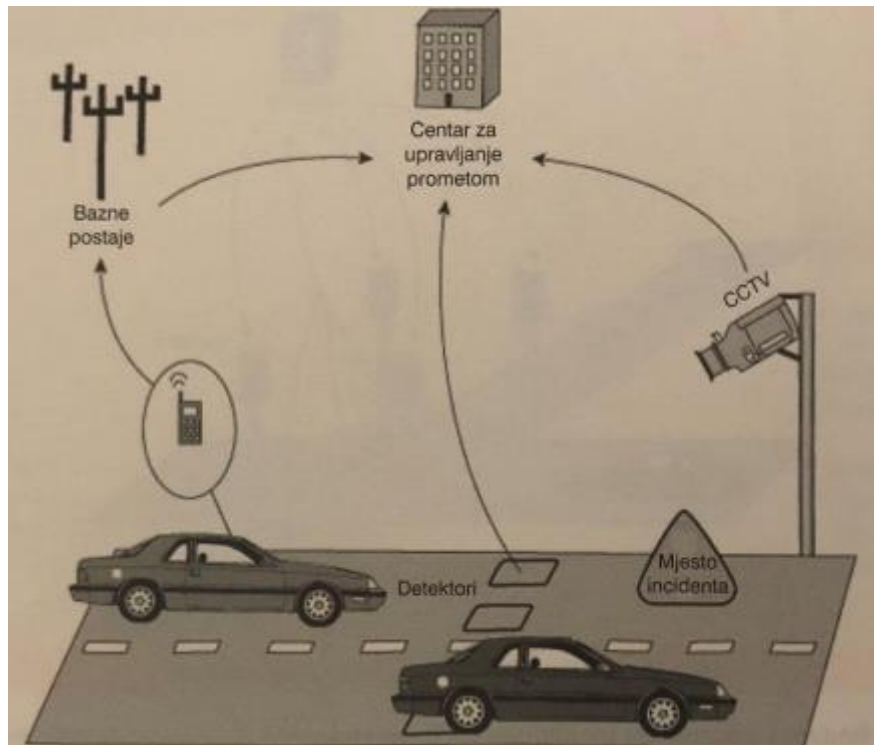
- Adaptivno upravljanje prometnim svjetlima odnosno semaforima (slika 5.)
- Promjenjive prometne poruke
- Kontrola pristupa na autocestu
- Kontrola brzine
- Upravljanje parkiranjem, itd. (Bošnjak, 2006)



*Slika 5. Adaptivno upravljanje prometnim svjetlima
Izvor: [Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.]*

Nadzor i otklanjanje incidenata na prometnicama obuhvaćaju detektiranje, odziv i raščišćavanje incidenata na prometnicama ili u njihovoj neposrednoj blizini (slika 6.). Samo

manji broj od ukupnog broja incidenta odnosi se na prometne nezgode u kojima sudjeluju vozila i postoje ozlijeđeni ili smrtno stradali. Osim a posteriori djelovanja, detektiranja i raščišćavanja, obavlja se predviđanje i prevencija nezgoda. Posebno je važno sprječavanje sekundarnih nezgoda. Težište je na prometnim nezgodama i nesrećama iako sustav uključuje odziv na druge uzroke malih incidenata (puknuće gume, nestanak vozila) te velikih nesreća i katastrofa (potresi, klizanje terena, veliki požari i sl.)



Slika 6. Sustav detekcije i prevencije incidenata

Izvor: [Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.]

Upravljanje potražnjom je skup usluga kojima se djeluje na razinu potražnje u različitim vremenskim intervalima dana i na promjenu moda. Usluge upravljanja potražnjom uključuju:

- Upravljanje tarifama javnog prijevoza
- Kontrolu pristupa pojedinim gradskim zonama
- Cijene parkiranja
- Naplatu doprinosa zagušenju
- Uvođenje posebnog traka za osobna vozila s više putnika (Bošnjak, 2006)

Upravljanje održavanjem transportne infrastrukture je skupina usluga koja se temelji na aplikaciji ITS tehnologija u upravljanju održavanjem cestovnih prometnica odnosno pripadajuće komunikacijske i informatičke infrastrukture.

Nadzor kršenja prometne regulative uključuje automatsko detektiranje tipa vozila, registracijske pločice, prekoračenja brzine uz efikasne „backoffice“ procedure.

U ITS području pod nazivom **vozila** nalazi se više usluga kojima se poboljšava operativnaa sigurnost vozila:

- Poboljšanje vidljivosti
- Asistencija vozaču i automatske radnje vozila
- Sprječavanje sudara
- Sigurnosna upozorenja, itd.

U području **prijevoz tereta** objedinjene su funkcije, odnosno usluge koje se odnose na administriranje komercijalnih vozila, multimodalnu logistiku i međudobnu koordinaciju prijevoznika i drugih aktera uključenih u proces prijevoza tereta. Primjeri usluga su:

- Upravljanje intermodalnim informacijama o prijevozu roba
- Menadžment intermodalnih centara
- Upravljanje opasnim teretima
- Automatska provjera dokumenata i težine vozila, itd. (Bošnjak, 2006)

U području **javnog prijevoza** definirano je više usluga koje omogućuju redovite i učinkovite radnje javnog prijevoza uz pružanje ažurnih informacija korisnicima. Primjeri tih usluga su:

- Napredni sustav javnog prijevoza
- Praćenje voznog parka
- Napredni sustav dispenčinga
- Zajednički transport

Primjeri usluga su:

- Automatska provjera nezgode
- Automatski poziv u slučaju nezgode

- Koordinirano upravljanje vozilima žurnih službi, itd.

U području **usluga žurnih službi** objedinjeni su funkcionalni procesi koji omogućuju brzu i učinkovitu intervenciju hitne pomoći, vatrogasaca, policije i drugih žurnih službi. Domena usluga žurnih službi sve više se integrira s incident managementom i postaje dio integriranog sustava upravljanja prometnom tako da vrijedi

$$(EM \circ IM) \subset TM_{ITS}$$

Gdje je:

EM – upravljanje žurnim službama

IM – nadzor i otklanjanje incidenata

TM_{ITS} – integrirano upravljanje prometnom u ITS okruženju

\circ – operator kompozicije

U području elektronička plaćanja vezana za transport nalaze se usluge:

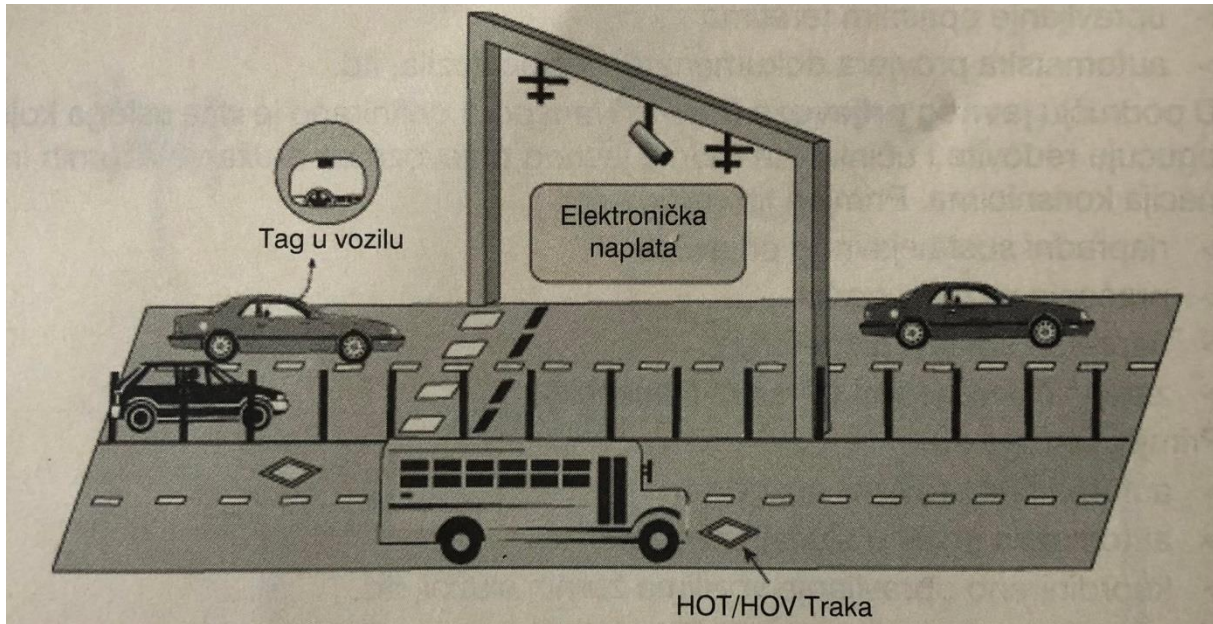
- Elektronička naplata javnog prijevoza
- Elektronička naplata cestarina
- Elektronička naplata parkiranja
- Daljinska plaćanja, itd.

Integracija različitih sustava plaćanja i institucija uključenih u sustav obuhvaća tehničko-tehnološka i međuorganizaciona rješenja. U području pod nazivom **osobna sigurnost u cestovnom transportu** definirano je više usluga:

- Nadzor i zaštita u vozilima javnom prijevoza, kolodvorima i sl.
- Sustav nadzora pješaka
- Sustav upozorenja o radovima na cesti, itd. (Bošnjak, 2006)

U području pod nazivom **nadzor vremenskih uvjeta i okoliša** nalaze se usluge:

- Nadzora vremenskih prilika na cestama
- Nadzora onečišćenja
- Nadzora razine vode ili leda, itd.



Slika 7. Prikaz sustava elektroničke naplate

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

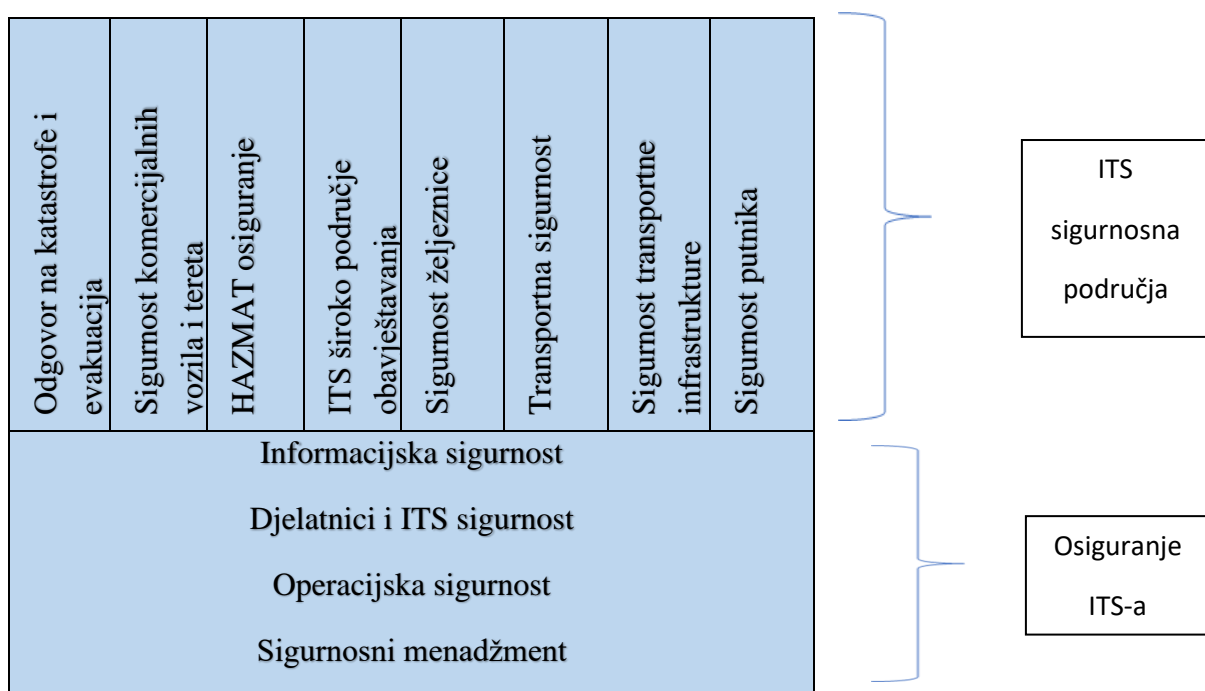
Područje pod nazivom **upravljanje odzivom na velike nesreće** povezuje usluge i agencije vezane za prirodne nesreće, terorizam, itd. Primjeri tih usluga su:

- Jedinstveni poziv na broj „112“
- Upravljanje podacima o velikim nesrećama
- Koordinacija žurnih službi, itd.

U području pod nazivom **nacionalna sigurnost i zaštita** razvijaju se usluge koje omogućuju identifikaciju opasnih vozila, nadzor kretanja eksploziva, nadzor cjevovoda, naftovoda, itd.

3.Nacionalna sigurnost kao funkcionalno područje ITS-a

Da bi primjena ITS-a poboljšala sigurnost transportnog sustava glavni preduvjet je siguran sam ITS sustav. Slika 8 prikazuje dva ključna aspekta ITS-a u području sigurnosti sa svojim područjima djelovanja.



Slika 8. Sigurnost u nacionalnoj ITS arhitekturi
 Izvor: Izradila autorica prema <http://skr.rs/zk3S>

Osiguranje ITS-a podrazumijeva zaštitu ITS sustava i međusobne komunikacije između pojedinih dijelova. ITS se sastoji od informacijskih sustava koji se moraju zaštititi kako bi ITS aplikacije bile pouzdane i raspoložive. Ovo je bitan aspekt sigurnosti te se odnosi na sve podsustave u nacionalnoj ITS arhitekturi. Kako bi se spriječilo neovlašteno rukovanje koristi se između ostalog dinamički sustav poruka. U slučaju napada na ITS sustav isti mora biti u stanju javiti drugim ITS centrima da u smislu odgovora i postupka oporavka od štete. Da bi ITS sustavi mogli komunicirati i odgovarati na napade moraju biti dovoljno robusni i sigurni. Sigurnost nije usmjerena samo prema neovlaštenom rukovanju podacima, već postoji širok spektar prijetnji koje mogu odštetiti i poremetiti siguran rad ITS sustava. Kao što se vidi na slici

8, sustav sigurnosti temelji se na osnovnim konceptima međusobno povezanim u jednu cjelinu. Sigurnosni servisi služe kao potpora sigurnosnim ciljevima i zaštiti od identificiranih prijetnji.

Ranjivost sustava temelji se na procjeni tehnologije koja se koristi, sigurnosnih službi na mjestu događaja i okruženju u kojem sustav djeluje. Sigurnosne analize koje sadrži nacionalna ITS arhitektura su na visokoj razini i predstavljaju početnu sigurnosnu analizu koja se obavlja za bilo koji sustav.

3.1.Ciljevi sigurnosti

Na bilo koji sigurnosni program pa tako i na ITS sigurnost primjenjuju se glavni ciljevi i načela sigurnosti. Ocjenjivanje nacionalne ITS arhitekture se obavlja u smislu tri povezujuća sigurnosna cilja:

1. Povjerljivost – osigurava da podaci budu nedostupni neovlaštenim osobama,
2. procesima ili sustavima.
3. Integritet – osigurava točnost i pouzdanost sustava i podataka te definira razinu
4. zaštite od neovlaštene namjerne ili nenamjerne promjene.
5. Raspoloživost – osigurava da sustavi i podaci budu dostupni ovlaštenim osobama.

3.2.Sigurnosne prijetnje

To su događaji koji nepovoljno utječu na odvijanje sustava i komunikaciju između njih. Postoji širok spektar prijetnji, stoga u nacionalnoj ITS arhitekturi postoje četiri kategorije prijetnji koje obuhvaćaju sve specifične prijetnje:

1. Obmana – situacija kad se sustavu podmeću lažni podaci za koje on vjeruje da su
1. istiniti.
2. Poremećaj – događaj koji prekida ili ometa ispravan rad sustava.
3. Prisvajanje – događaj kada neovlaštena osoba preuzima kontrolu nad sustavom.
4. Otkrivanje – događaj kada osoba dobiva pristup podacima za koje nije ovlaštena.

3.3.Sigurnosne službe

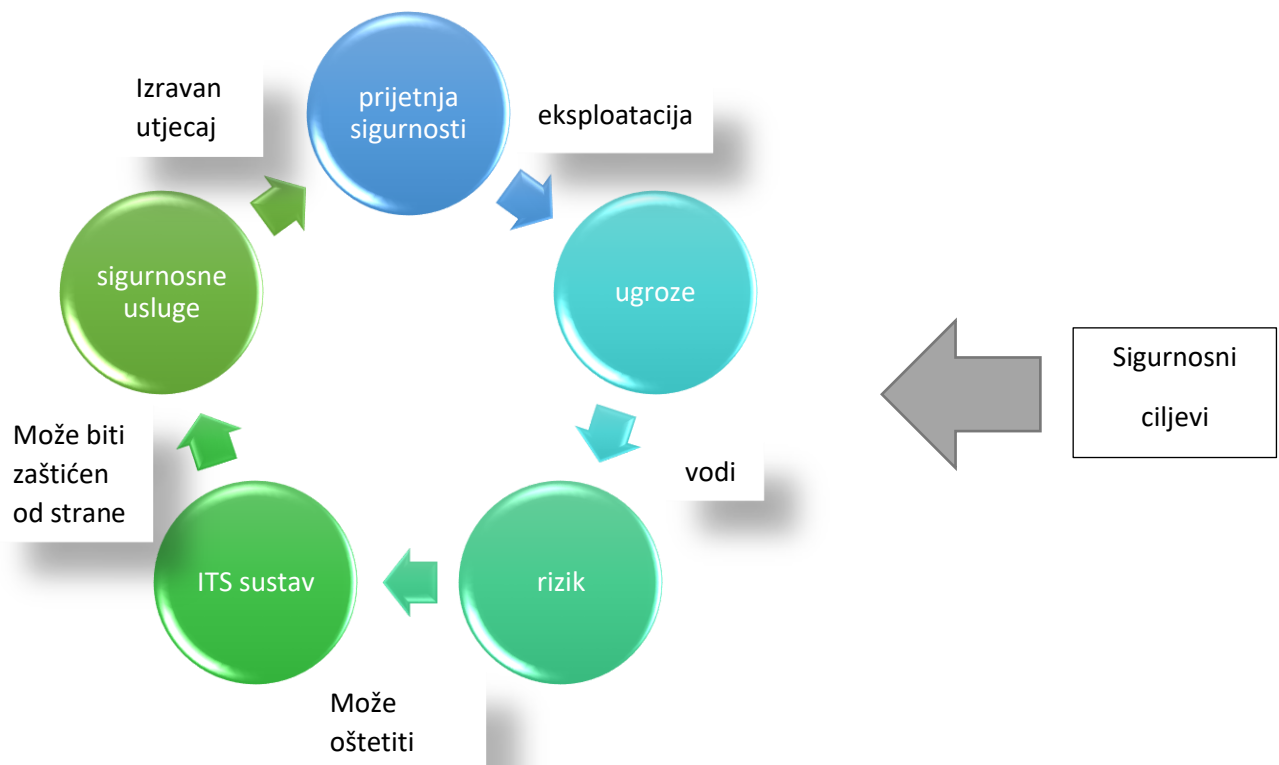
Služe kao protumjere za poboljšanje sigurnosti sustava, prihvaćaju sigurnosne prijetnje te pomažu kako bi se ispunili sigurnosni ciljevi sustava. Sigurnosni mehanizmi su specifične tehnike koje se koriste za omogućavanje sigurnosnih službi. Sigurnosne usluge grupirane su u četiri kategorije:

1. Informacijska sigurnost – bave se osiguranjem podrijetla, prijenosa i odredišta
2. podataka.
3. Operacijska sigurnost – je odgovorna za zaštitu ITS imovine od fizičkih prijetnji.
4. Djelatnici i ITS sigurnost – osigurava da djelatnici ITS sustava slučajno ili namjerno
5. ne oštete imovinu ITS-a te da imaju kvalitetne vježbe za razne kritične situacije.
6. Sigurnosni menadžment – povezuje sve druge sigurnosne usluge u jednu cjelinu
7. kako bi omogućili sigurnosne kontrole ITS-a.

Sigurnosne službe mogu biti usmjerene prema potencijalnim napadima kao i prema organizaciji obrane od tih napada.

3.4.Osiguranje ITS-a i nacionalna ITS arhitektura

Različiti dijelovi ITS-a podliježu različitim sigurnosnim problemima baziranim na kritičnosti aplikacija i osjetljivosti informacija koje se razmjenjuju. Kako bi ITS bio sigurniji potrebna je kvalitetna identifikacija sigurnosnih ciljeva, prijetnji i sigurnosnih službi. Slika 9. shematski prikazuje procesnu analizu sigurnosti ITS sustava.

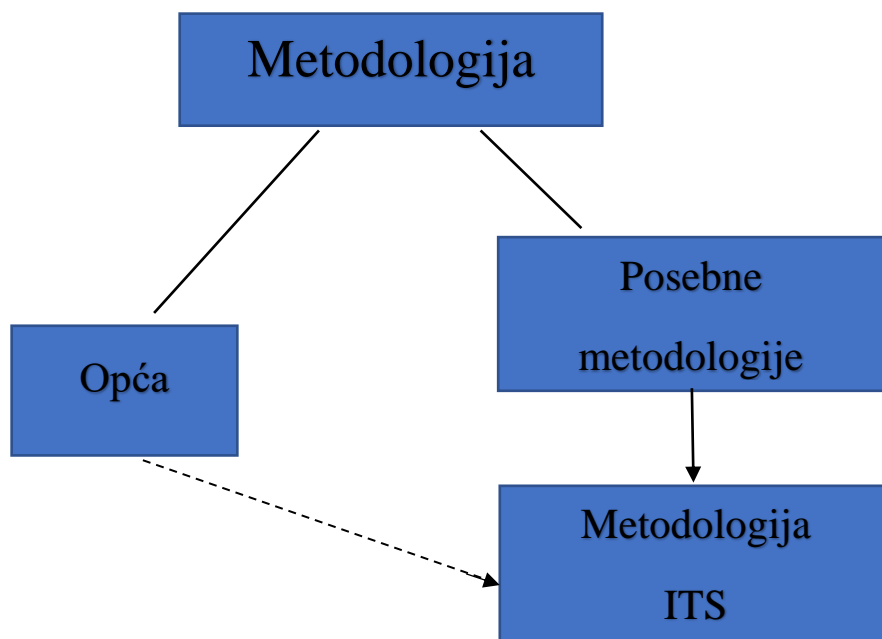


Slika 9. Analiza sigurnosti na ITS sustav
 Izvor: Izrada autorice prema <http://skr.rs/zk3S>

4. Metodologija ITS-a

4.1. Razvoj metodologije ITS-a

ITS kao nastajuća disciplina i znanstvena grana razvija samostalnu metodologiju utemeljenu na sustavskom pristupu, kibernetici i metodama sustavskog inženjerstva. Usporedno s razvojem ITS metodologije potrebno je razviti i metodiku poučavanja ITS-a na visokoškolskim studijima. Pristup, metode i modeli kojima se istražuju ITS problemi moraju biti usklađeni s temeljnim značajkama tih problema. Ako nije zadovoljen taj početni uvjet, postoji realna opasnost neefektivnosti, tj. da se rješavaju pogrešni problemi i da se „dobro radi pogrešna stvar“ unatoč dobroj volji sudionika istraživanja. Metodologija je znanost o metodama i načinu istraživanja odnosno izvođenja određenih aktivnosti. Riječ metodologija etimološki potječe od grčkih riječi *methodos* – put, način istraživanja, te *logos* – riječ, govor, znanje. Znanstvena metoda temelji se na primjeni teorije koja je određenim postupkom pretvorena u način istraživanja koji je rigorozno postavljen i prihvaćen u znanstvenoj zajednici. Metodologija ITS-a polazi od općih metodoloških spoznaja i razvija vlastite metode, modele i skup aktivnosti prilagođenih problemima ITS-a. (Bošnjak, 2006)



Slika 10. Razvoj metodologije ITS-a

*Izvor: Izradila autorica prema [Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.]*

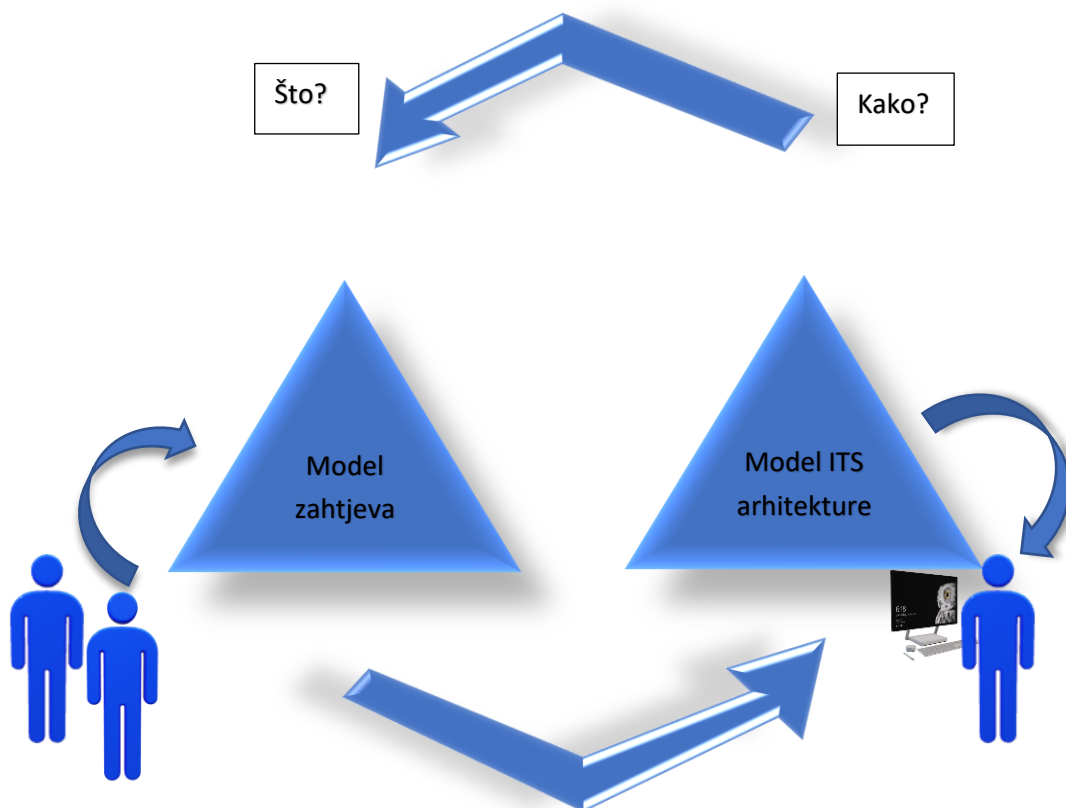
ITS metodologija je skup metodoloških pristupa, metoda, modela i postupaka kojima se mogu uspješno rješavati problemi definiranja, razvoja, gradnje evaluacije, eksploatacije i razgradnje inteligentnih transportnih sustava. U razvoju metodologije i metodike ITS-a potrebno je početi od sustavskih definicija prometa i transporta te koristiti razvijene metode i pomagala prometnog i transportnog inženjerstva. Određivanje sadržaja, opsega i dosega pojma ITS važno je za daljnji razvoj znanstvene misli o ITS-u. Sustavska znanost i metodologija omogućuju znanstveno objašnjenje i rješavanje problema sustava neovisno o vrsti ili fizičkoj izvedbi sustava. Narav prometnih, transportnih i logističkih problema je takva da se ne može postići razumijevanje i uspješno rješavanje tih problema bez primjene sustavskog pristupa, metoda i pomagala.

Prema općem modelu prometa, transporta i aktivnosti slijedi da sustav aktivnosti generira potrebe za transportiranjem ljudi, roba i informacija između dviju ili više točaka u prostoru. Transportni problem rješava se uporabom odgovarajućih vozila i kapaciteta mrežne infrastrukture. Alternativno rješenje fizičkom premještanju jest primjena „kvazitransportnih rješenja“ telekomunikacijskog prijenosa informacijskih sadržaja. Fizički transport ostvaruje se u odgovarajućim prometnim entitetima koji se kreću prometnicom. Integralno upravljanje prometom i transportom uključuje objedinjeno rješavanje problema u rasponu od upravljanja

potražnjom, preraspodjelom modova, upravljanja prometnim rokom do otklanjanja incidentnih situacija. (Bošnjak, 2006)

4.2. Kooperativni razvojni koncept ITS

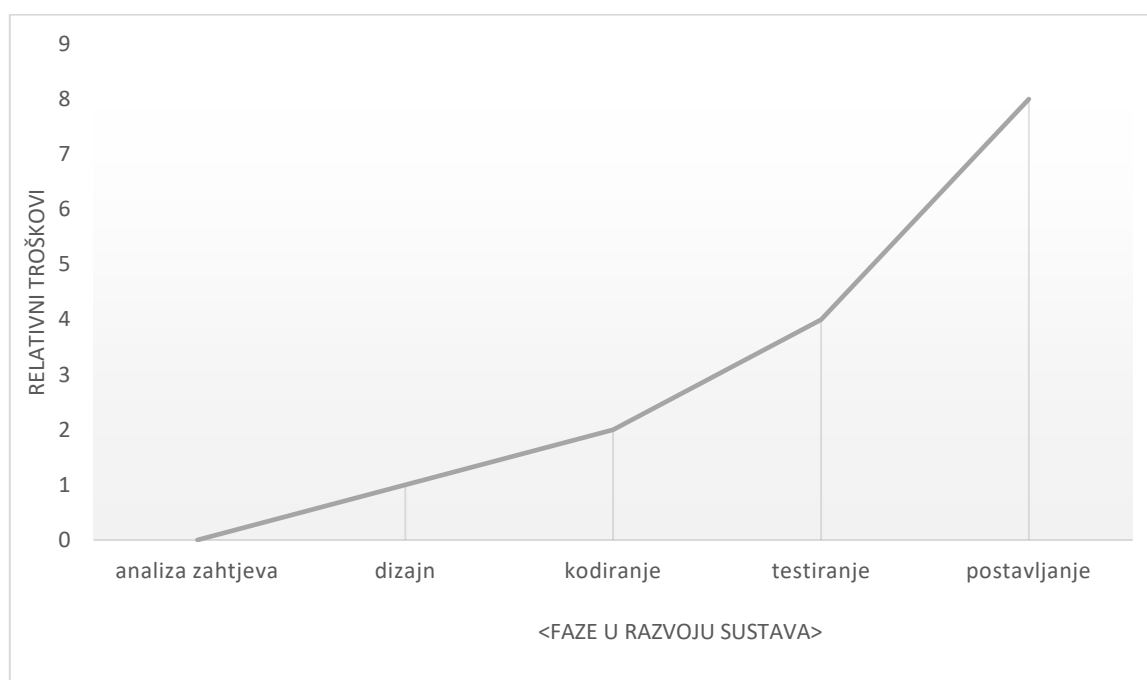
Definiranje i početna faza razvoja ITS-a uključuje velik broj zainteresiranih sudionika te podršku stručnjaka za dizajn kompleksnih, integriranih, otvorenih sustava. U inicijalnoj fazi razvoja potrebno je definirati model zahtjeva koji će poslužiti za razvoj početnog modela ITS arhitekture. Nakon toga slijedi potreban broj iteracija. U pitanju je razvojni ciklus koji se popularno naziva „što/kako?“



Slika 11. Koncept razvojnog ciklusa "što/kako?"

Izvor: Izradila autorica prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Početni zahtjevi krajnjih korisnika u početnoj fazi su neprecizni, nejasni i nekoherentni, no dizajner sustava ne smije reducirati moguća kreativna rješenja koja se temelje na zahtjevima korisnika. Problematika vezana uz pitanje „što?“ treba biti razdvojena od problematike odgovora na pitanje „kako?“. Nakon što se između korisnika i drugih stakeholdera postigne prva zadovoljavajuća razina suglasnosti, prelazi se na rješavanje drugoga ključnog pitanja „kako?“. U razvoju ITS-a potrebno je prvo uspostaviti konceptualno rješenje odnosno „veliku sliku budućeg ITS-a“ što je prva faza u razvoju ITS arhitekture. Razdvajanje područja „što?“ i „kako?“ ne smije biti preveliko jer su iskustva s velikim IT projektima pokazala da su troškovi nejasnih i neostvarivih zahtjeva sve veći kako se napreduje u razvoju sustava. Jedna ilustracija funkcije rasta troškova nejasnih zahtjeva dana je na slici 12. (Bošnjak, 2006)

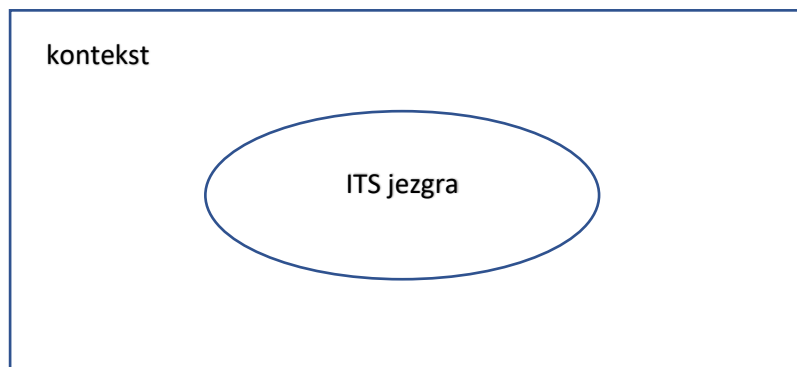


Slika 12. Funkcija rasta troškova zbog nepreciznih zahtjeva

Izvor: Izrada autorice prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Ukupni troškovi sustava tijekom cijeloga životnog ciklusa bit će bitno manji što je kvalitetnija realna faza životnog ciklusa vezan za identifikaciju i sustavsku specifikaciju zahtjeva. ITS

arhitektura daje konceptualni okvir koji načelno definira tehnološka, organizacijska i međuorganizacijska svojstva sustava. Koriste se grafički prikazi i formulacije koji pokazuju kako će se zadovoljiti zahtjevi i kako će sustavi i komponente raditi zajedno. U arhitekturi nije obuhvaćen detaljan tehnički dizajn. Podsustavi su definirani funkcionalnim procesima do određene razine dekompozicije. ITS arhitektura treba dati dovoljno odgovora na pitanje „kako?“ prije nego što se prijeđe na detaljni dizajn komponenata sustava. Sustavski inženjer u principu ne radi dizajn komponenata: strojarskih, građevinskih, elektroničkih, itd. Težište djelovanja sustavskog inženjera je na definiranju zahtjeva i razvoju funkcionalnih rješenja na osnovi kojih će se moći izvoditi fizički dizajn sustava prilagođenog konkretnom kontekstu (slika 13.) Polazeći od jezgrenih znanja i tehnoloških rješenja ITS-a potrebno je za specifični kontekst (države, grada i sl.) postaviti arhitekturu i dizajnirati rješenja prilagođena kontekstu.



Slika 13. Kontekstualni prikaz razvoja ITS-a

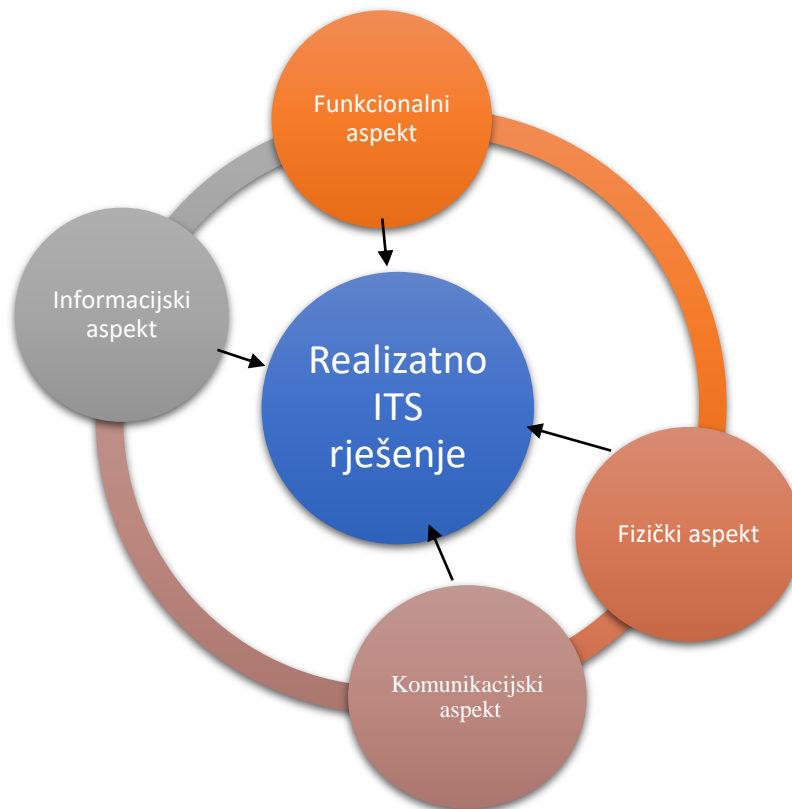
*Izvor: Izrada autorice prema Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.*

5.Arhitektura ITS-a

Kompleksne sustave nužno je promatrati s više motrišta uz odgovarajuću vertikalnu i horizontalnu dekompoziciju. To je ključni razlog zbog kojega se u prometnim, transportnim i komunikacijskim sustavima primjenjuje arhitektura kao opći okvir i važan korak za efektivno dizajniranje tih sustava. Razvijena arhitektura služi korisnicima, vlasnicima, mrežnim operatorima i davateljima usluga povezujući različite aspekte i operativnog funkcioniranja

sustava tijekom cijelog životnog ciklusa. Postoji više definicija i objašnjenja arhitekture, pri čemu se koriste i alternativni nazivi (gledište ili aspekt, okvir i dr. 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)

Početni korak u razvoju ITS arhitekture je dovoljno jasno i jednoznačno definiranje potreba odnosno zahtjeva korisnika. Nakon toga, slijedi istraživanje funkcionalnog aspekta kojim se definiraju funkcije neophodne za zadovoljenje zahtjeva i ostvarivanje sučelja s vanjskim svijetom preko terminatora ili aktera. Funkcionalni tokovi podataka mogu se promatrati kao zasebna arhitektura ili kao dio funkcionalne (logičke arhitekture). Fizička ITS arhitektura definira i opisuje načine kojima dijelovi funkcionalne arhitekture mogu biti povezani tako da formiraju fizičke entitete. Temeljna značajka fizičkih entiteta je da mogu pružati jednu ili više usluga zahtijevanih od korisnika te da mogu biti fizički realizirani. Proces kreiranja uključuje fizičke i/ili virtualne entitete, kao što su ceste, telematički uređaji, softver, itd. Između fizičkih sustava, podsustava i modula obavlja se komunikacija putem žičnih i bežičnih medija uz definirane oblike protoka podataka. Komunikacijski aspekt može se promatrati odvojeno od fizičke arhitekture i tada se govori o komunikacijskoj arhitekturi.



Slika 14. Aspekti (arhitekture) ITS-a

Izvor: izradila autorica prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Etimološki, riječ arhitektura je izvedena iz grčke riječi „architecton“ što znači da „glavni zidar“ ili „glavni graditelj“, odnosno označava stil gradnje pri čemu konkretne izvedbe mogu biti različite. Doprinos arhitekta sustava ključan je u početnoj fazi koncipiranja sustava kada treba načelno uvažiti zahtjeve korisnika i spektar mogućih rješenja. Kako arhitekt treba poznavati komponente budućeg sustava, težište njegova djelovanja je na međusobnom povezivanju postojećih i novih komponenata sustava. Stvaranje arhitekture sustava zahtijeva visoku kreativnost i viziju zbog nedovoljno preciznog određenja sustava i nepotpuno definiranih zahtjeva korisnika. U početnoj fazi razvoja kompleksnih sustava poželjno je imati viziju i opći predložak koji će efektivno usmjeravati daljnji razvoj programa i projekata sustava neovisno o konkretnim tehničkim rješenjima:

- građevinskim
- hardverskim
- softverskim, itd.

ITS arhitektura predstavlja primarni zahtjev i element ITS planiranja i usklađenog razvoja brojnih ITS aplikacija. Arhitektura specificira kako su različite komponente u interakciji tako da se rješavaju konkretni transportni i prometni problemi u određenom kontekstu. Arhitektura daje opći predložak prema kojemu se planiraju, dizajniraju i postavljaju integrirani sustavi u određenom prostorno-vremenskom obuhvatu. Različite dizajnerske alternative mogu se razvijati oko iste arhitekture. Uspješan razvoj i gradnja kompleksnih sustava poput ITS-a ne može se temeljiti na klasičnom razvojnom ciklusu koji pretpostavlja da su ulazni zahtjevi dobro definirani i da se tehnologija neće bitno promijeniti tijekom razvojnog ciklusa. (Bošnjak, 2006)

Metodologija razvoja arhitekture inteligentnog transportnog sustava podrazumijeva opis sustava i njegove evolucije kroz aktivnosti planiranja, menadžmenta i razvoja sustava. U kontekstu inteligentnih transportnih sustava izraz arhitektura podrazumijeva sve aspekte razvoja i funkcioniranja sustava. Osnovne postavke razvoja arhitekture sustava su:

- Sustav se sastoji od podsustava
- Sustav se nalazi u svom okruženju
- Sustav ima jednu ili više interesnih skupina
- Sustav postoji radi ispunjenja zahtjeva
- Sustav se može promatrati s različitih aspekata: funkcionalnog, informacijskog, komunikacijskog i fizičkog

Jedan od zadataka razvoja arhitekture je zadavanje zahtjeva za standardima koji će omogućiti interoperativnost opreme kako bi korisnici inteligentnih transportnih sustava mogli koristiti usluge na različitim lokacijama. Razlozi razvoja arhitekture su:

- 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

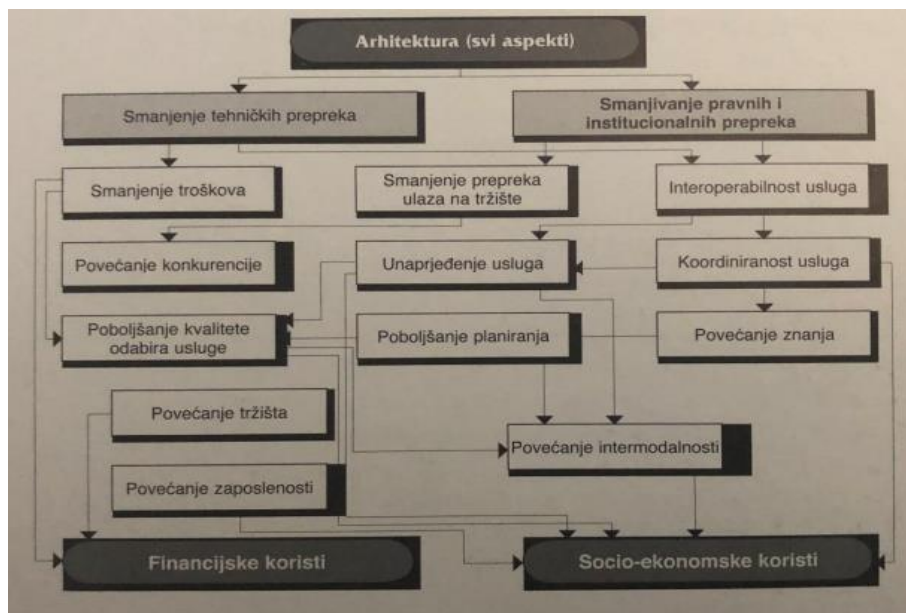
Pri razvoju ITS-a potrebe i preferencije interesnih skupina klasificiraju se u individualne usluge koje se svrstavaju u sustave i podsustave tvoreći strukturu u nekoliko razina. Nužna obilježja podataka koji tvore usluge i podsustave jesu transparentnost i strukturiranost. Pri tome je potrebno promatrati sljedeće: sve identificirane komponente hardvera, softvera i strategija

menadžmenta, interoperativnost i kompatibilnost individualnih tehnologija s drugim komponentama identificiranim u arhitekturi podsustava, performanse i pouzdanost alternativnih tehnologija u usporedbi s identificiranim zahtjevima sustava, troškove implementacije, operativne troškove, troškove menadžmenta i buduće troškove te vijek evaluacije tehnologija.

Koristi uspostavljene arhitekture su:

- Povećana konkurentnost
- Smanjenje troškova razvoja lokalne ili nacionalne arhitekture
- Smanjenje troškova za razvoj ITS-a, znanja o sustavima
- Smanjenje operativnih troškova
- Smanjenje rizika razvoja i implementacije sustava
- Poboljšanje komunikacije između entiteta sustava

Na slici 15. navedene su koristi uspostavljene arhitekture pri čemu strelice prikazuju kako pojedina prednost odnosno korist vodi drugoj koristi te u pojedinim situacijama vrijede i obratni odnosi. (Jolić, Logistika i ITS, 2006)



Slika 15. Koristi uspostavljene arhitekture

Izvor: Jolić N., Logistika i ITS, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

5.1. Koncept i načela dobre arhitekture

Koncept arhitekture dugo je bio ekskluzivno korišten uz arhitektonski dizajn građevina koji prethodi detaljni građevinsko-inženjerskom dizajnu ili projektiranju. Arhitekt vidi rješenje na globalnoj razini fokusirajući se na ine aspekte koji su ključni za potrebe korisnika i okruženje. Pritom treba uvažavati tehničko-tehnološke mogućnosti i ekonomska ograničenja. Dobar arhitektonski dizajn oslobođen je velikog broja detalja, ali ipak sadrži specifikacije svih svojstava bitnih za korisnika. U rječnicima je arhitektura definirana kao „stil gradnje”, „umijeće ili znanost gradnje” ili konstrukcija objekta za čovjekovo korištenje. U širem značenju, arhitektura je asocirana:

- s procesom kreiranja umjetnih objekata
- s čovjekovim korištenjem tih objekata

Postoji nekoliko načela „dobre arhitekture”;

1. konzistentnost
2. ortogonalnost
3. umjesnost
4. transparentnost
5. općenitost
6. otvorenost
7. kompletnost

Konzistentnost znači da je uz djelomično znanje sustava moguće predvidjeti ostali dio sustava. Načelo ortogonalnosti zahtijeva da se međusobno neovisne funkcije drže odvojene u specifikaciji. Umjesnost znači da dobra arhitektura ne sadrži uporabne funkcije. Transparentnost podrazumijeva da su funkcije jasne korisnicima. Načelo općenitosti znači da se funkcije mogu višestruko koristiti.

5.2. Tipovi ITS arhitektura

Tijekom posljednjih desetak godina u više razvijenih zemalja razvijeno je nekoliko arhitekture ITS-a odnosno predložaka koji usmjeravaju razvoj brojnih ITS rješenja i projekata. Osim arhitekture ITS-a, postavljeni su opći okviri ili referentni modeli koji razmatraju logičku, fizičku i komunikacijsku arhitekturu prilagođenu zahtjevima korisnika i drugih stakeholdera. Američka nacionalna ITS arhitektura prva je razvijena i prezentirana 1996. godine uz nekoliko kasnijih inačica. Dokumenti obuhvaćaju;

- viziju ITS-a
- teoriju operativnog djelovanja
- logičku i fizičku arhitekturu
- analizu troškova i koristi
- analizu rizika
- strategiju implementacije

U Europi je primijenjen nešto drugačiji pristup i obuhvat. Težište je na potrebama korisnika i funkcionalnom gledištu, za razliku od američke arhitekture gdje je težište na fizičkom gledištu. EC projekt KAREN pokrenut je 1999. godine i nastavljen projektom FRAME koji održava početne ideje europske okvirne ITS arhitekture.

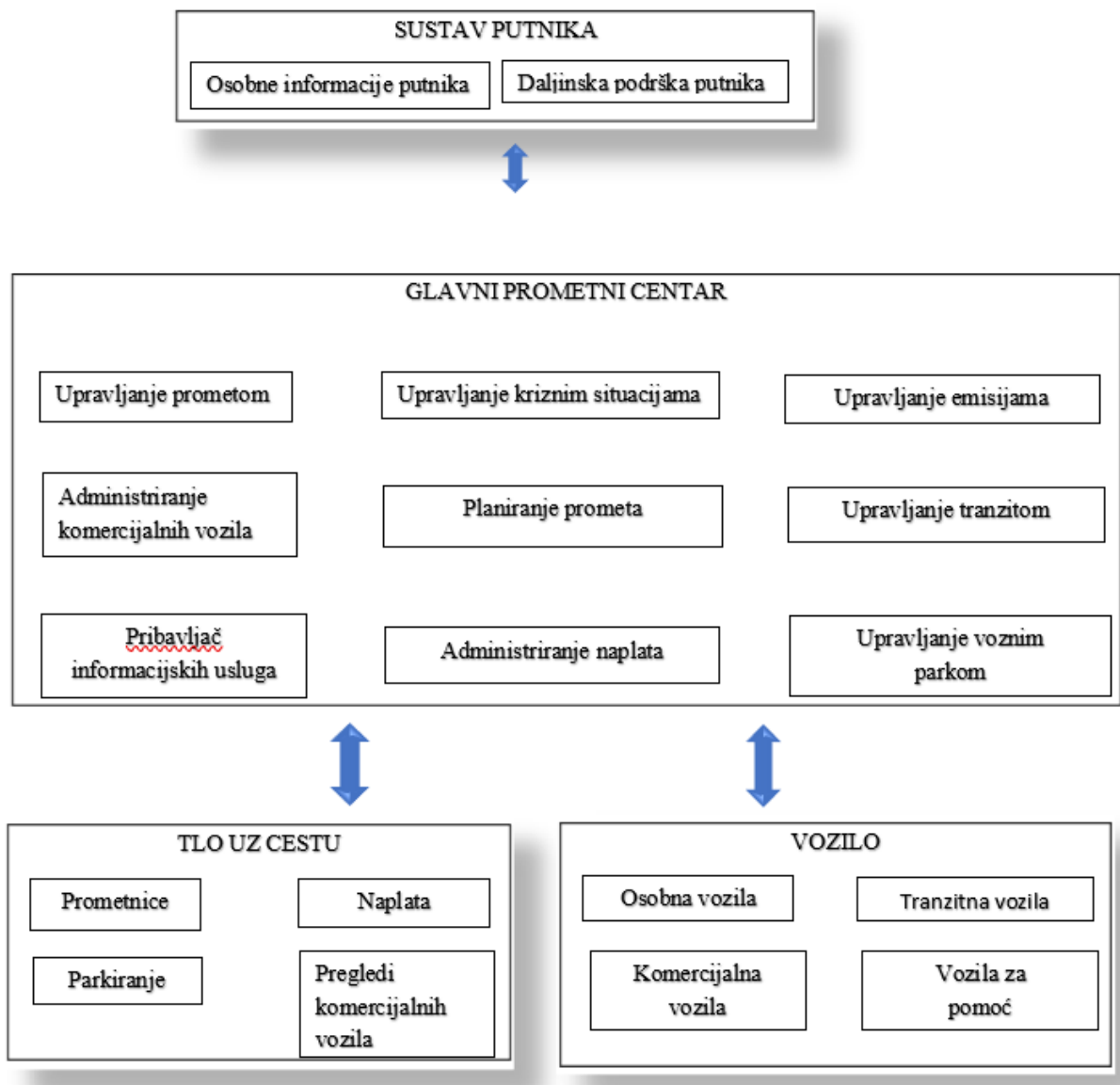
Osnovni dokumenti u ITS okvirnoj arhitekturi su:

- europska ITS funkcionalna arhitektura
- europska ITS fizička arhitektura
- europska ITS komunikacijska arhitektura
- europska ITS cost-benefit analiza
- europska ITS studija implementacije
- modeli za ITS implementaciju

Japanska nacionalna ITS arhitektura u prvoj inačici dovršena je 1999. godine. Uz opće značajke arhitekture, postoji bitna razlika u metodološkom pristupu budući da se umjesto metode strukturne analize primjenjuje objektno orijentiran metodološki pristup. (Bošnjak, 2006)

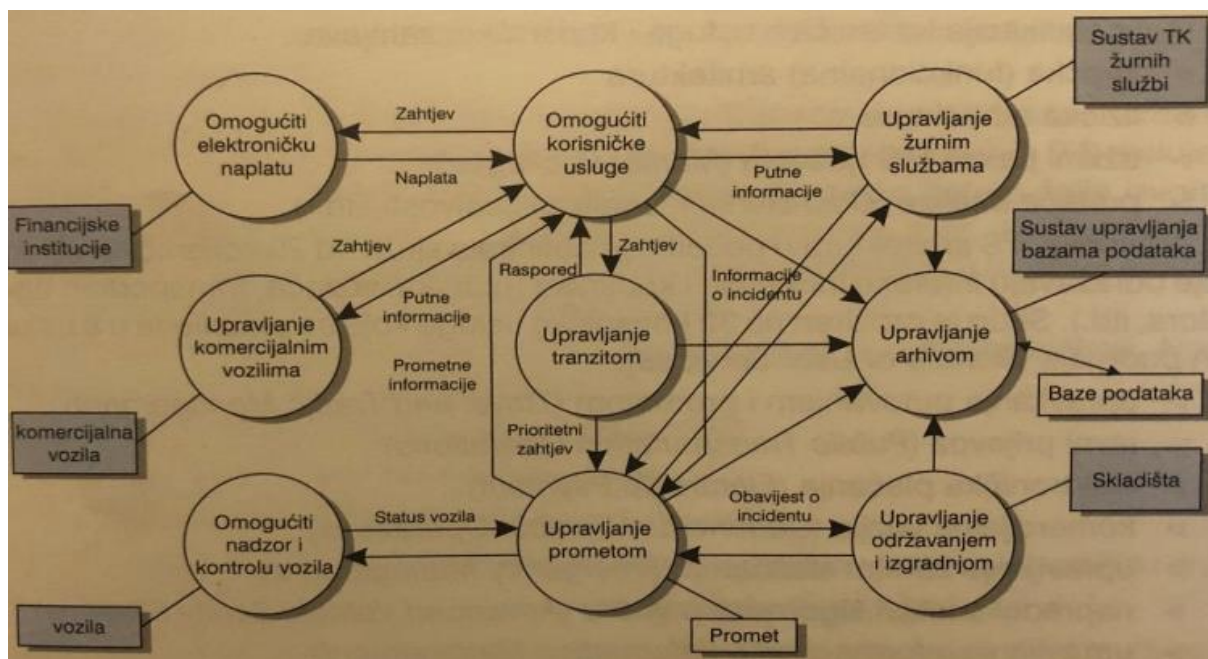
5.2.Fizička i logička arhitektura

Fizička arhitektura ITS-a je fizički izgled sustava. Ova arhitektura svakom procesu u logičnoj arhitekturi određuje fizički entitet. Unutar fizičke arhitekture funkcije se grupiraju u sustave za koje se mogu definirati zajednički procesi, podaci i lokacije. Za ITS se mogu definirati četiri osnova sustava: glavni prometni centar (GPC), sustav vozača i putnika, sustav vozila i sustav prometnica. Svaki od spomenutih može biti podijeljen na mnogo podsustava. Međusobna ovisnost funkcija pojedinih podsustava prikazana je na slici 17.



Slika 16. Sustavi i podsustavi inteligentnih transportnih sustava
 Izvor: izradila autorica prema (Krpan, Modeliranje upravljačkog sustava u cestovnom prometu urbanih područja, 2017).

Logička arhitektura ITS-a pomaže u definiranju funkcija sustava i informacijskih tokova između tih funkcija. Može poslužiti i kao vodič pri razradi zahtjeva za nove sustave ili za poboljšanje postojećih. Prikazuje potrebne funkcijske procese i tokove podataka koji su potrebni da se zadovolje zahtjevi korisnika odnosno usluge te je neovisna o tehničko-tehnološkoj implementaciji (opremi).



Slika 17. Primjer logičke arhitekture

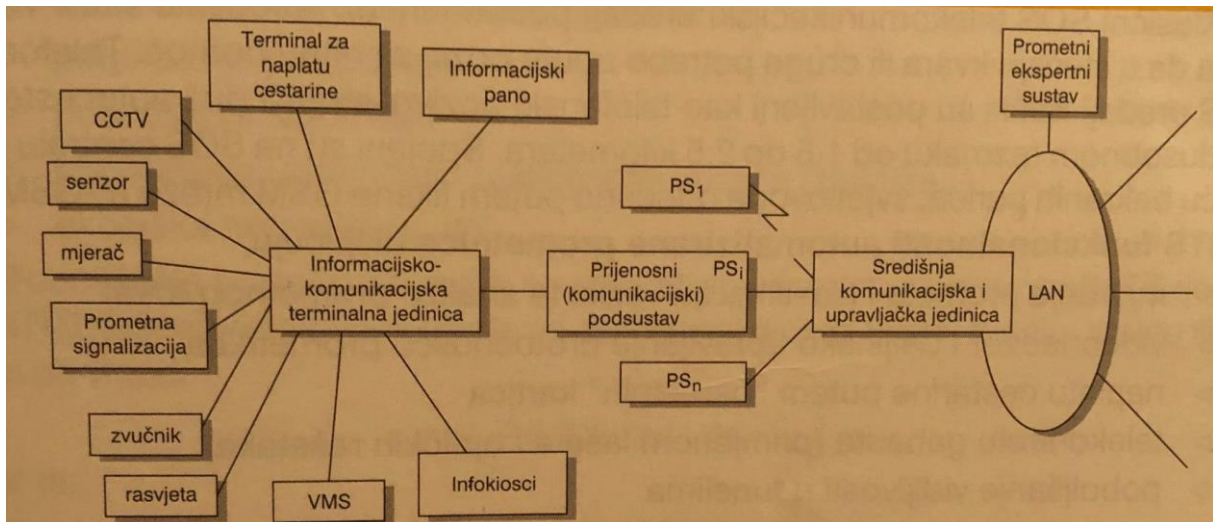
Izvor: Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi I*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

6. Inteligentne prometnice

6.1. Razvoj inteligentnih prometnica

Klasične prometnice podrazumijevaju cestu na kojoj se obavlja promet uz osnovne fizičke funkcije, sa svim potrebnim oznakama i znakovima. Njihovom nadogradnjom, kibernetском i informatičkom, “stvaraju” se inteligentne prometnice. Dakle, inteligentne prometnice predstavljaju nadogradnju klasičnih prometnica koje uz osnovne funkcije ostvaruju bolje informiranje vozača, vođenje prometa, sigurnost i sl..

Sustavi koji služe prikupljanju prometnih podataka, mjerenju i prometnoj signalizaciji promatraju se kao dio ITS informacijskog sustava na prometnicama. Telekomunikacijski sustav omogućuje razmjenu podataka, govora ili videoinformacija između korisnika i centralnih jedinica. Upravljački sustav, temeljem prikupljenih informacija i ugrađenoga ekspertnoga prometnog znanja donosi odluke vezane za dinamičko upravljanje prometnom. Osnovna fizička struktura informacijsko-komunikacijskog sustava prometnice prikazana je na slici 19.



Slika 18. Osnovna fizička struktura informacijsko-komunikacijskog sustava prometnica
 Izvor: Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Na terminalu informacijsko-komunikacijsku jedinicu priključuju se različiti senzori, mjerači, videokamere, prometna signalizacija i druga oprema pri čemu se obavlja prilagodba prikupljenih podataka za prijenos po žičnom ili bežičnom komunikacijskom sustavu. Da bi se osigurao siguran i zaštićeni prijenos podataka, nužno je da uz osnovni informacijski tok bude osiguran zadovoljavajući dodatni kapacitet potreban za zaštitu i korekciju pogrešaka u prijenosu. Teleprometna analiza polazi od osnovnog izraza

$$\varphi u = \varphi_0 + \varphi d$$

$$a = \frac{\varphi u}{C}$$

gdje je:

φu - ukupni informacijski tok na prijenosnom sustavu

φ_0 - osnovni tok informacija

φd - dodatni tok informacija

a-teleprometno opterećenje prijenosnog linka

C-kapacitet prijenosnog sustava

Središnja upravljačka jedinica prikuplja i obrađuje informacijske tokove od terminalnih jedinica te upravlja ponašanjem prometnog sustava temeljem ekspertnih znanja i prometnih

pravila. Upravljanje ponašanjem inteligentnog sustava prometnica uključuje sposobnost učenja iz prikupljenih podataka.

Automatizirana prometnica postiže se upravljačkom i informacijsko-komunikacijskom nadogradnjom klasične prometnice. Time se postižu veća protočnost, sigurnost, učinkovitost prijevoza i smanjenje onečišćenja. Postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi za „telemetriju”, „telekontrolu” i „telekomandu” moraju se nadograditi ITS funkcionalnostima. ICS sustav za telekontrolu služi utvrđivanju ispravnosti reda uređaja na daljinu odnosno za kontrolu maksimalnih vrijednosti pojedinih veličina. ICS sustav za telemetriju omogućuje mjerenje odgovarajućih veličina na daljinu. ICS sustavi za telekomandu služe upravljanju prometnom odnosno za regulaciju rada uređaja na daljinu (uključivanjem, isključivanjem ili drugim radnjama). Klasični SOS telekomunikacijski uređaji postavljeni uz autoceste služe vozačima da u slučaju kvara ili druge potrebe upute poziv za hitnu pomoć. Telefonski SOS uređaji fizički su postavljeni kao telefonski pozivni stupići duž autoceste na međusobnom razmaku od 1,5 do 2,5 kilometara. Spojeni su na SOS centralu pomoću bakrenih parica, svjetlovoda odnosno putem fiksne GSM mreže (F-GSM)

ITS funkcionalnosti automatizirane prometnice uključuju:

- mjerenje prometa i klasifikaciju vozila te analizu prometnog toka
- videonadzor i daljinsko upravljanje protočnošću prometnica
- naplatu cestarine putem „pametnih” kartica
- telekontrolu gabarita
- poboljšanje vidljivosti u tunelima
- telekontrolu pojave dima ili vatre
- telemetriju meteoroloških uvjeta (temperatura, vlažnost, brzina vjetera, snijeg, kiša, itd.)
- uključivanje i regulaciju rasvjete
- automatski uključivanje gašenja požara u tunelu, itd.
- navigacijske upute o trenutno optimalnim prometnim smjerovima

Polazni elementi za funkcionalni i fizički dizajn inteligentnih prometnica predloženi su u tablici 4. (primjer je prilagođen autocestama) (Bošnjak, 2006)

Fizička pozicija uz autocestu	Funkcionalnosti inteligentnih prometnica				
	F1	F2	F3	F4	Fn
	Mjerenje prometa i klasifikacija vozila	Upravljanje pojedinačnim vozilima	Rasvjeta autocesta	Sprječavanje zaleđivanja kolnika	
Dionica					
Čvor					
Most					
Vijadukt					
Tunel					

*Tablica 4. Polazni elementi za funkcionalni i fizički dizajn inteligentne prometnice
Izvor: Izrada autorice prema Bošnjak I., *Inteligentni Transportni Sustavi 1*, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.*

Ovisno o postojećoj razini opremljenosti cestarskih objekata IC infrastrukturom, potrebno je razvijati rješenja automatizirane prometnice prilagođena kontekstu polazeći od dobro razrađenih sustavskih zahtjeva prema metodologiji sustavskog inženjerstva. Učinci ITS rješenja mogu se promatrati kroz:

- poboljšanje protočnosti
- poboljšanje sigurnosti
- poboljšanje udobnosti i zaštićenosti vozača i putnika
- ekološka poboljšanja, itd.

Poboljšanje protočnosti može se odrediti stavljanjem u omjer pred ITS rješenja i ITS rješenja vođenja prometa na određenoj dionici ceste, tunelu, mostu ili sl. tako da vrijedi

$$\Delta\varphi = \varphi_{ITS} - \varphi_0$$

gdje je:

$\Delta\varphi$ - poboljšanje protočnosti (u apsolutnom iznosu)

φ_{ITS} - protok uz ITS rješenja

φ_0 - protok bez ITS rješenja

Koeficijent poboljšanja protočnosti određen je izrazom

$$K_{pp} = \left(\frac{\varphi_{ITS}}{\varphi_0} - 1 \right) * 100[\%]$$

Za analizu protočnosti važno je odrediti što se uzima kao prometni reprezentant odnosno mjerodavno prometno opterećenje za prometno-tehničko dimenzioniranje. Ne uzima se maksimalno satno opterećenje tijekom godine. To bi imalo za posljedicu predimenzioniranje i nedovoljno iskorištenje kapaciteta.

Na cestovnim prometnicama uzima se kao mjerodavno tek trideseto do šezdeseto po veličini satno opterećenje. Primjenom ITS rješenja upravljanja potražnjom odnosno integralnog upravljanja prometom moguće je vremensko preraspodjelom postići znatno bolji odnos učinaka i ulaganja nego fizičkom dogradnjom prometnica. Redukcijski koeficijent koji definira propusnu moć ceste s više prometnih trakova bit će znatno smanjen primjenom ITS sustava koji podržavaju prestrojavanje, obilaženje i omogućuju bolje vođenje tokova vozila uključivo sa žurnim službama. Propusna moć ceste s više prometnih trakova primjenom ITS rješenja određena je izrazom (Bošnjak, 2006)

$$\varphi_n = \gamma_{ITS} * n * \varphi_{ITS}$$

Gdje je:

φ_n - propusna moć ceste s više prometnih trakova

γ_{ITS} - „redukcijski“ koeficijent za prometnicu s ITS opremom

n - broj prometnih trakova

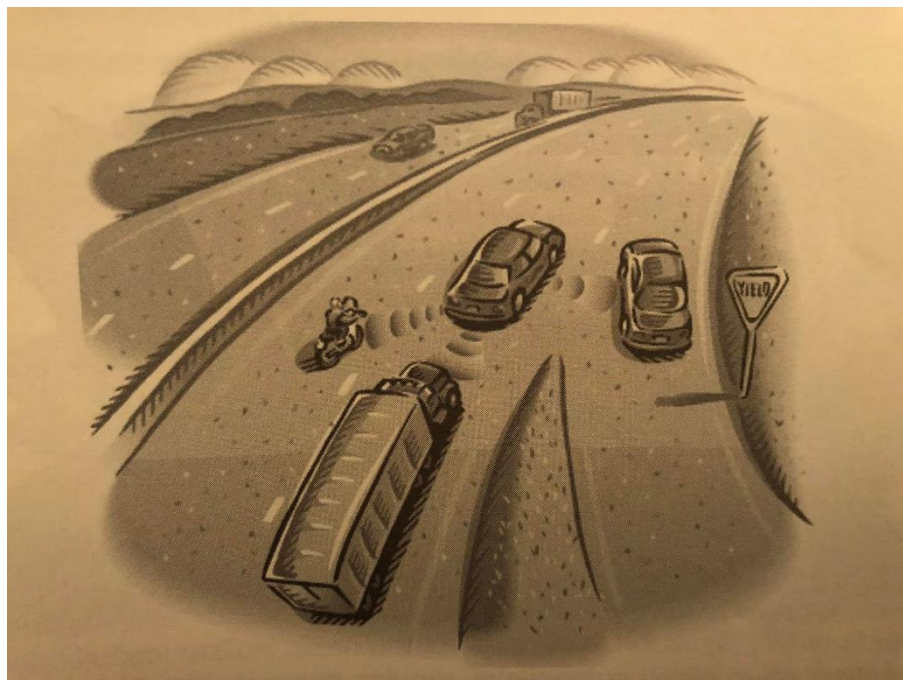
φ_{ITS} - prometni tok jednoga prometnog traka s ITS rješenjima

Ilustracije rješenja i poboljšanja vezanih za inteligentne prometnice i vozila prikazane su na slikama 20. - 24.



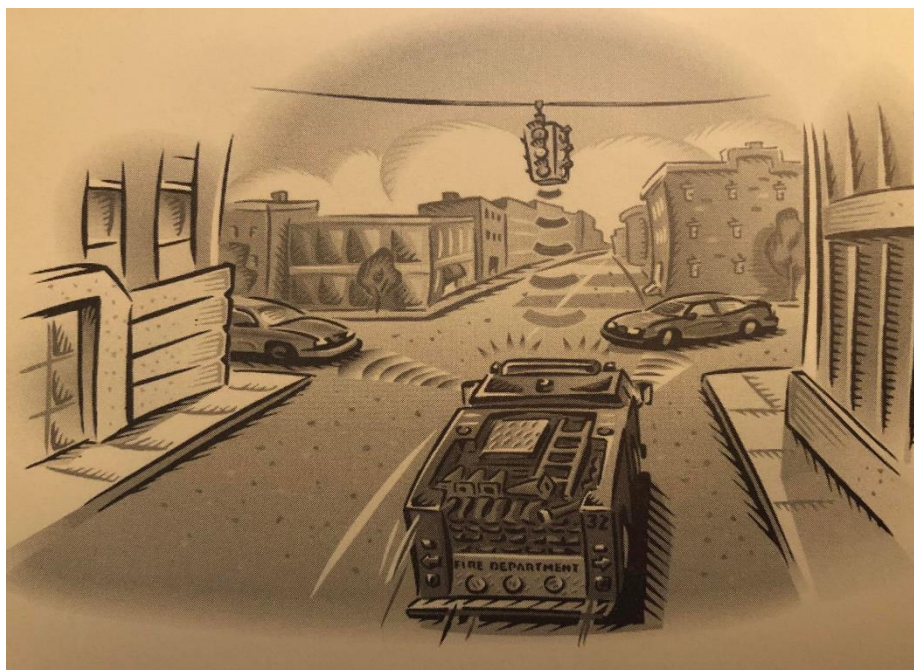
Slika 19. Izlijetanje s ceste

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



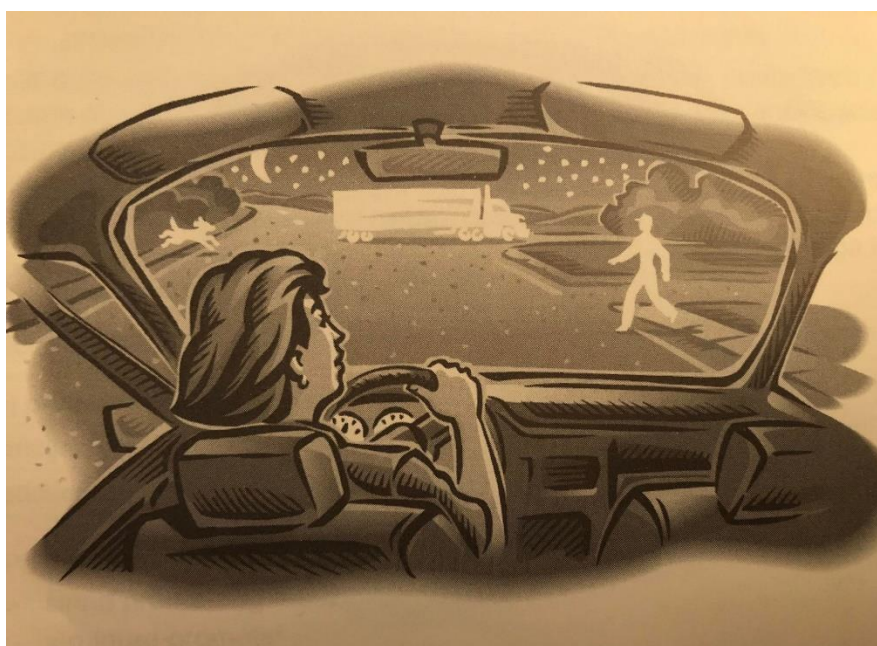
Slika 20. Slijevanje tokova vozila

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



Slika 21. Vođenje vozila žurnih službi

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



Slika 22. Poboljšanje vidljivosti

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



Slika 23. Informiranje vozača

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

Vrijednosti koeficijenta utjecaja više prometnih trakova na propusnu moć za cestovnu prometnicu prikazani su u tablici 5. Koeficijent za ITS prometnice (ITS) poprima vrijednosti koje su veće od vrijednosti ekvivalentnog koeficijenta za prometnice bez ITS opreme.

Broj prometnih trakova	1	2	3	4
Koeficijent γ	1.00	0.90	0.75 – 0.78	0.60 – 0.65
Koeficijent γ_{ITS}	1.00	>0.90	>0.78	>0.65

Tablica 5. Vrijednosti koeficijenta utjecaja više prometnih trakova na propusnu moć

Izvor: Izradila autorica prema Bošnjak I., Inteligentni Transportni Sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2006.

Pri određivanju stvarne propusnosti potrebno je uzeti u obzir utjecaje:

- širine prometnog traka
- strukture prometa
- vidljivosti
- udaljenosti bočnih smetnji, itd.

Povećanje razine usluga (LoS) za krajnjeg korisnika mjeri se:

- smanjenjem vremena putovanja
- slobodom manevriranja
- povećanjem sigurnosti vožnje
- povećanjem udobnosti vožnje
- smanjenjem prekida prometnog traka
- smanjenjem troškova korištenja vozila

6.2.Razvoj inteligentnih vozila

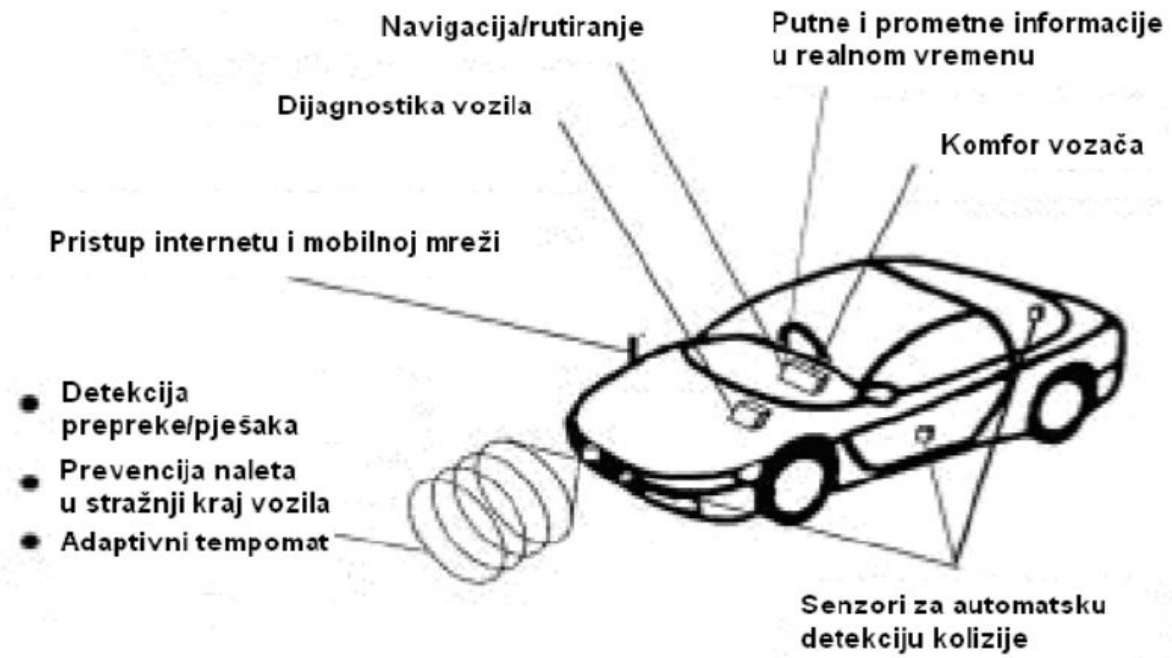
Vozila koja imaju dodane funkcije prikupljanja i obrade podataka iz okoline i automatiziranu prilagodbu kao pomoć ili zamjenu čovjeka nazivaju se inteligentnim vozilima. Takva vozila koja se samostalno mogu kretati cestom van ili unutar urbanih područja postoje i danas, al nisu u širokoj upotrebi. Naime, kao primjer sve veće upotrebe inteligentnih vozila su automobili koji imaju ugrađene dodatke kao senzore i uređaje za samostalno parkiranja koji postaju svakodnevnica. Ona nude znatne mogućnosti za povećanje sigurnosti, operativne učinkovitosti i udobnosti vozača. Inteligentni sustavi vozila mogu biti autonomni što znači da je inteligencija smještena u samom vozilu ili kooperativni gdje asistencija dolazi od prometnice i/ili drugih vozila. Njihove funkcije se ostvaruju putem telematičke opreme koja se nadograđuje na osnovnu opremu. Sustavi namijenjeni upozoravanju vozača uključuju funkcije upozoravanje na opasnost čelnog sudara, izlijetanja s ceste, opasnosti pri prestrojavanju vozila, detekcije pješaka i dr. Ako vozač neadekvatno reagira na svjetlosna ili zvučna upozorenja, sustavi mogu preuzeti kontrolu nad upravljanjem vozila. Rješenja inteligentnog vozila uključuju:

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

dok ITS prilagodba uključuje:

1. uređaje za upravljanje vozilom,
2. uređaje za zaustavljanje vozila,
3. uređaje za osvjetljavanje ceste,
4. uređaje za davanje svjetlosnih znakova,
5. uređaje za omogućavanje normalne vidljivosti,
6. uređaje za kretanje vozila unatrag,

7. uređaje za kontrolu i ispuštanje ispušnih plinova,
8. uređaje za spajanje vučnog i priključnog vozila,
9. ostale uređaje i opremu vozila. (Krpan, Modeliranje upravljačkog sustava u cestovnom prometu urbanih područja, 2017)



Slika 24. Oprema inteligentnog osobnog vozila

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

Slika prikazuje opremu inteligentnog vozila na kojoj se vidi da su uređaji za navigaciju i dijagnostiku, te uređaji koji pružaju informacije smješteni unutar vozila. Senzori koji detektiraju pješake, druga vozila te ostale prepreke smješteni su na prednjem vanjskom dijelu vozila.

7.Usporedba ITS-a u urbanim sredinama na primjerima iz Hrvatske i Turske

7.1.Uspješni primjeri korištenja ITS tehnologije u Hrvatskoj

Prvi od nekoliko primjera primjene ITS-a su UPGS sustavi (slika 26.) tj. uputni parkirno-garažni sustavi, koji uz upotrebu tehnologije promjenjivih znakova prikazuju sudionicima u prometu na kojim parkirnim lokacijama u određenom dijelu grada postoje slobodna mjesta za parkiranje. Na taj način, sudionici u prometu ne moraju gubiti vrijeme na traženje često

popunjenih parkirnih mjesta, već su pravovremeno usmjereni prema slobodnim parkirnim mjestima.



*Slika 25. Uputni parkirno-garažni sustav
Izvor: autorica*

Drugi primjer primjene ITS-a u Hrvatskoj su nadzorne kamere (slika 21.). Iako su poznate pod nazivom „kamere za nadzor brzine“ jer im je glavna namjena mjerenje brzine vozila, autorica ovog rada upotrebljava naziv nadzorne kamere jer one obuhvaćaju puno veći spektar funkcija od samog mjerenja brzine. Mnogim ljudima to je nepoznato, ali ove kamere osim mjerenja brzine bilježe primjerice korištenje sigurnosnog pojasa kod putnika kao i nedopušteno korištenje mobitela ili nekih drugih uređaja prilikom vožnje. Ukoliko je brzina vozila prevelika, ili netko od putnika upravlja vozilom na neki od nedozvoljenih navedenih načina, kamera skenira registraciju vozila i automatski šalje fotografiju registarske pločice u nadležnu policijsku postaju.



*Slika 26. Kamere za nadzor brzine
Izvor: Autorica*

Dva primjera primjene ITS-a koji služe kako bi se povećala sigurnost biciklista i pješaka su promjenjivi prometni znakovi koji uglavnom koriste senzorsku tehnologiju i solarnu energiju. Iako je osnovna funkcija ovih znakova mjerenje brzine pomoću senzora, sami znakovi nisu opremljeni sustavom koji bi služio za slanje podataka policiji i kažnjavanje sudionika u prometu, već im je glavna namjena informirati sudionike u prometu o prekoračenju brzine prilikom približavanja obilježenom pješačkom prijelazu (slika 28) ili školi i slično (slika 29). Konkretno slika 28 prikazuje prometnu signalizaciju u neposrednoj blizini VI. osnovne škole Varaždin. Ta vrsta signalizacije opremljena je sensorom koji prepozna dolazak vozila te mu mjeri brzinu i istu prikazuje na ekranu. Takva vrsta prometne signalizacije nije opremljena sustavom koji bi obilježio prekoračenje brzine i u skladu s time kaznio vozača već mu je osnovna svrha obavijestiti vozača da prevelikom brzinom dolazi na mjesto na kojem je obilježen pješački prijelaz. Prometna signalizacija kao na slici 29. sve je češća u blizini škola. Takva signalizacija nalazi se u blizini osnovne škole te je opremljena sensorima koji prepoznaju dolazak vozila te na ekranu prikazuju tekst „Oprez!“ i „Škola“ čime se vozačima sugerira da smanje odnosno prilagode brzinu jer se djeca nalaze u blizini prometnice i pješačkog prijelaza.



*Slika 27. Prometna signalizacija u svrhu poboljšanja sigurnosti prometa
Izvor: Autorica*



*Slika 28. Promjenjiva prometna signalizacija opremljena senzorima
Izvor: Autorica*

Primjer predputnog informiranja putnika je Hrvatski Autoklub, odnosno HAK. HAK je jedinstvena nacionalna udruga autoklubova, vozača i vlasnika vozila, koja promiče i štiti interese svojih članova, jamči mobilnost, pridonosi razvoju prometne kulture i povećavanju sigurnosti svih sudionika u cestovnom prometu. Internetska stranica HAK-a dostupna je na 4

jezika: hrvatski, talijanski, engleski i njemački. Na stranici se mogu pronaći sve potrebne informacije za vozače i putnike, od međunarodnih vozačkih dozvola, preko cestarina i cijena goriva sve do obuhvatnog stanja na cestama ili vremenske prognoze. Također, HAK ima svoju aplikaciju koja je dostupna na iOS i android uređajima (slika 30.)



Slika 29.HAK aplikacija za pametne telefone

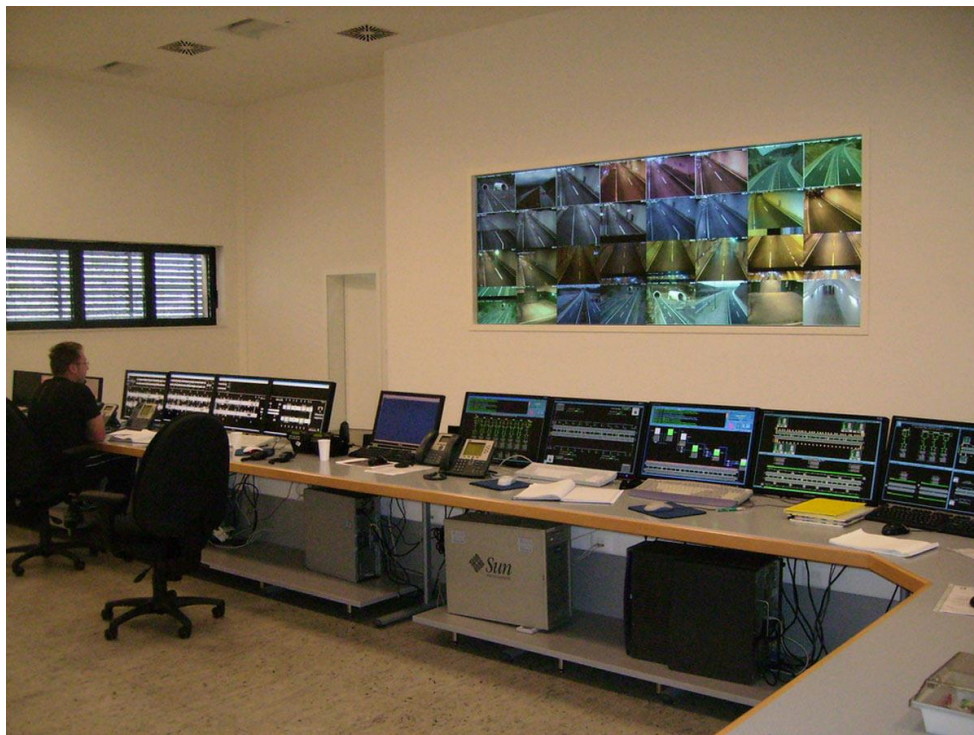
Izvor: www.hak.hr

HAK-ova aplikacija za pametne telefone sadrži:

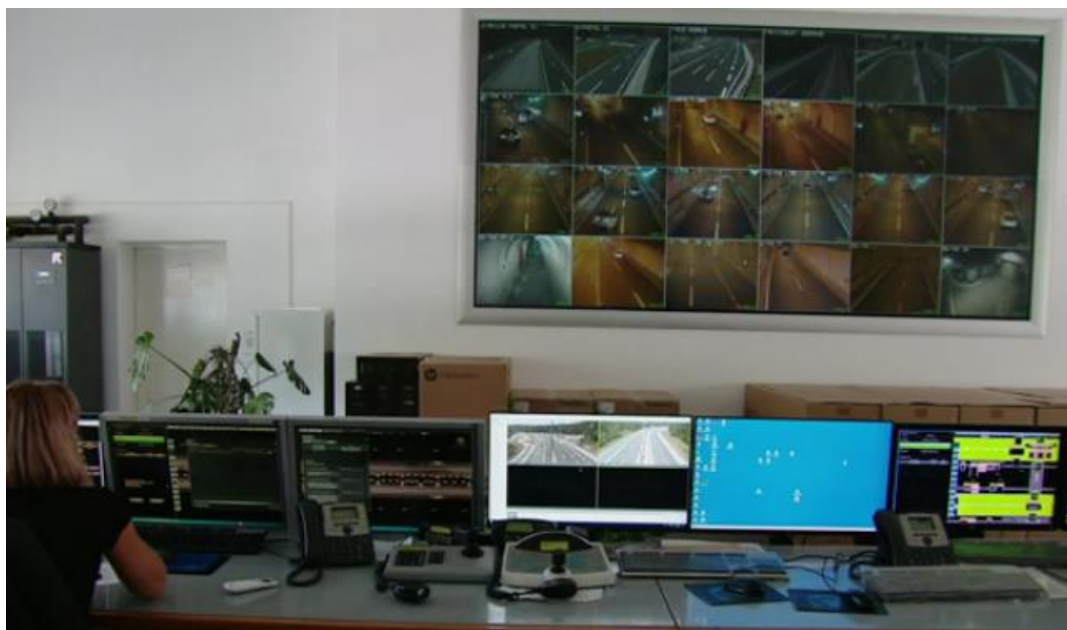
1. uslugu „mParking“ za brzo i jednostavno plaćanje parkiranja SMS-om, obogaćeno nizom funkcionalnosti
2. popis najbližih benzinskih postaja sedam naftnih kompanija prisutnih u Hrvatskoj
3. sveobuhvatan popis interesnih točaka u Hrvatskoj
4. cijene goriva u Europi
5. „Gdje mi je auto?“
6. pregled cestarina na kompletnoj mreži autocesta u Hrvatskoj
7. olakšano kontaktiranje HAK-a i važnih službi
8. olakšano traženje usluge pomoći na cesti Hrvatskog autokluba
9. stanje na cestama
10. slike uživo s više od 150 kamera u Hrvatskoj
11. pregled TV emisije Promet info
12. popis partnera u sustavima ušteda i vjernosti uz HAK

13. popis radarskih kontrola
14. pomoć na moru
15. popis autoklubova udruženih u HAK
16. interaktivna karta

Sljedeći primjer su inteligentni transportni sustavi na tunelima Sveti Rok i Mala Kapela. Pod centralnim sustavom daljinskog upravljanja objedinjeni su svi podsustavi koji sudjeluju u nadzoru, kontroli i upravljanju prometom kao i ostalom mjernom i elektroenergetskom opremom u tunelima i njihovim privozima. Primarni cilj centralnog sustava upravljanja je omogućavanje pravovremene i kvalitetne reakcije operatora u Operativnom Centru za kontrolu i nadzor prometa (COKP) na promjenu prometnih i meteoroloških uvjeta na cesti u svrhu povećanja sigurnosti prometa i svih sudionika u prometu. (Donjerković, i dr., 2013.)



Slika 30. Glavni Operativni Centar za kontrolu i nadzor prometa (COKP) Sveti Rok
Izvor: <https://gin.hr/strucni-elektro-i-strojarski-nadzor-nad-opremanjem-tunela/>



Slika 31. Glavni Operativni Centar za kontrolu i nadzor prometa (COKP) Mala Kapela
 Izvor: <https://vijesti.hrt.hr/hrvatska/ekipa-hrt-a-s-vatrogascima-u-tunelu-mala-kapela-2440826>

Prometno-informacijski sustav tunela definiran je stalnim i promjenjivim prometnim svjetlosnim znakovima, koji se izmjenjuju na osnovi nastalih tipičnih i atipičnih prometnih situacija u tunelu. Pod takvim situacijama podrazumijeva se vođenje prometa u slučaju tehničkog kvara vozila, požara na vozilu, prometne nezgode i općenito nepredviđenih zastoja prometa u tunelu. Pod promjenjivom signalizacijom i obavijestima podrazumijeva se upravljanje svjetlosnom signalizacijom promjenjive obavijesti i promjenjivim pisanim porukama na displejima, te naredbe i obavještenja preko internog razglasnog sustava i sustava radiodifuzije. (Donjerković, i dr., 2013.)



Slika 32. Prometna signalizacija u tunelu-svjetleći prometni znakovi
 Izvor: <https://www.dalekovod.hr/tuneli.aspx>



Slika 33. Prometna i ostala oprema u tunelu-oznake evakuacijskih puteva, ventilatori, razglas, senzori vidljivosti..

Izvor: <https://www.novolist.hr/novosti/hrvatska/usred-najvecih-guzvi-turistkinja-stala-ispred-tunela-mala-kapela-razlog-je-nevjerojatan/>

Automatsko upravljanje prometnom sljedeći je primjer uspješne primjene inteligentnih transportnih sustava u Hrvatskoj. Sustav automatskog upravljanja prometom (AUP) u Gradu Rijeci svojim tehnološkim mogućnostima 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 kao što je puštanje u promet ceste D-404 i sl.



Slika 34. Centar za automatsko upravljanje prometom Rijeka

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

Po zamisli Stručnog tima, cjelokupno područje Grada Rijeka 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 (ITS-tehnologija inteligentnih transportnih sustava) 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.

Puštanjem u rad sustava AUP omogućeno je sljedeće:

- maksimalno iskorištenje postojeće prometne mreže u središtu grada Rijeka,
- 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 semaforne laterne

Za primjer upravljanje potražnjom uzet je prvi bike sharing sustav u Hrvatskoj koji se koristi u gradu Koprivnici pod nazivom BicKo. BicKo sustav prvi je javni servis za prijevoz biciklima u Gradu Koprivnici koji se može koristiti svakodnevno i besplatno kroz 7 dana u tjednu u periodu od 6 do 22 sata. Podaci o slobodnim biciklima, odnosno postoljima dostupni su korisnicima na svakom pilonu, ali i preko web aplikacije Go2bike.hr. Svi registrirani korisnici od ove sezone mogu iznajmljivati bicikle i putem pametnog telefona – skeniranjem QR kodova s košarice bicikla. Korisnik pristupa punktu s biciklima i nakon prijave u sustav preuzima željeni bicikl te kreće na vožnju. Po isteku vremena najma, bicikl vraća na punkt operatera, a sustav sam očitava parametre o korištenju. (Danica.hr, 2020.)



Slika 35. Bike sharing sustav BicKo

Izvor: <https://koprivnica.hr/novosti/bicko-sustav-krece-u-novu-sezonu-5/>

Za primjer autonomnih vozila zaslužen je Rimac Automobil koji je pokrenuo vlastitu flotu testnih vozila. Cilj ove flote jest ubrzati razvoj sustava autonomne vožnje i ključne značajke novog Rimca C_Two, takozvanog Driving Coacha (učitelj vožnje). Vozilo sa slike 37. opremljeno je s osam kamera, šest radara, 12 ultrazvučnih senzora, jedinicom za inercijsko mjerenje i GPS-om visoke preciznosti. Vozila mogu biti kontrolirana Rimčevim sustavom

umjetne inteligencije i bit će korištena za prikupljanje podataka i testiranje algoritama. U Rimcu ističu kako vozilo prikuplja 6 terabajta podataka za svakih sat vremena vožnje.



Slika 36. Testno autonomno vozilo tvrtke Rimac

Izvor: <https://www.vecernji.hr/auti/rimac-u-zagrebu-testira-vozila-s-autonomnom-voznjom-1259247>

Primjer upravljanja zajedničkim prijevozom postaje Dubrovnik, prvi grad u Hrvatskoj u kojoj je građanima dostupan 100 posto električni sustav car sharinga. Car sharing je diljem svijeta prepoznat kao sustav korištenja osobnih vozila koje je kvalitetna alternativa vlasništvu, a izvrsna nadogradnja mreže javnog prijevoza. Procjenjuje se da jedan automobil u tom sustavu može zamijeniti više od deset privatnih vozila. Vrijednost toga posebno dolazi do izražaja u gradovima poput Dubrovnika u kojima je prometna infrastruktura izuzetno opterećena. Za početak, na raspolaganju će im biti trideset vozila, a flota i broj lokacija na kojima se vozila preuzimaju i vraćaju, povećavat će se u skladu s potrebama korisnika te kapacitetom parkirališta za vozila Avant2Go. Flotu čine 100 posto električna vozila renomiranih svjetskih proizvođača, a najviše ih je modela Renault ZOE.



Slika

37.Model

Renault

ZOE

Izvor: <https://www.avantcar.hr/car-sharing/>

Sljedeći primjer je automatizirani elektronički beskontaktni sustav naplate (ENC) koji funkcionira uz pomoć uređaja u vozilu. Elektronska naplata cestarine (ENC) je sustav koji omogućuje korisniku plaćanje cestarine bez kontakta. Proces naplate odvija se pomoću ENC uređaja smještenog na vjetrobranskom staklu vozila i antene na naplatnoj stazi. ENC uređaje mogu koristiti vlasnici svih skupina vozila. Ovakav način plaćanja olakšava putovanje i štedi vrijeme jer su trake za ENC naplatu odvojene od traka za ostala vozila u ručnoj naplati pa se na taj način povećava protočnost prometa. Vozilo se ne treba zaustavljati na naplatnoj kućici već samo usporiti vožnju, kako bi antena na rampi uspostavila kontakt i prepoznala ENC uređaj na vozilu te propustila vozilo.



*Slika 38. ENC uređaj za naplatu cestarine
Izvor: <https://www.mautbox-kroatien.com/>*

7.2. Uspješni primjeri korištenja ITS-a u Turskoj

Primjena ITS sustava u Turskoj započela je 1992. godine s elektroničkim sustavom naplate cestarine. OGS (Otomatik Geçiş Sistemi; engleski: Automatic Pass System) bio je elektronički sustav naplate cestarine tipa transpondera radiofrekvencijske identifikacije (RFID) dostupan na cestama i mostovima s naplatom cestarine u Turskoj . Sustav je usvojen kako bi se izbjegle prometne gužve na naplatnim postajama. Nasljednik OGS-a je HGS (slika 41.) sustav tipa RFID tag koji je kasnije implementiran na istim naplatnim postajama. Radio transponder, poznat i kao tag, dobiva se od ureda naplatnih postaja, ovlaštenih većih banaka, mobilnih prodajnih mjesta te na internetu, nakon potpisivanja ugovora. Oznaka je izdana za određenu registarsku pločicu pa tako i za određenu kategoriju vozila. Nije se mogao prenijeti bez obavijesti davatelja. Oznake su se malo razlikovale u veličini i obliku ovisno o dobavljaču, a mogle su se zamijeniti unutar jamstvenog roka koji je varirao od tri do pet godina. Sustav OGS podrazumijevao je fiksiranje oznake s unutarnje strane vjetrobranskog stakla vozila, uglavnom iza retrovizora. Međutim, na nekim markama automobila oznaka je morala biti pričvršćena na unutarnju stranu vjetrobranskog stakla. Na naplatnoj rampi vozilo je moralo doći do naplatne kućice trakom dodijeljenom samo OGS-u. OGS trake su uvijek bile krajnje lijeve prolazne trake, a označeni su na nekoj udaljenosti prije naplatne rampe. Međutim, postojale su i dodatne OGS kabine s desne strane naplatnih postaja za teška vozila. Kabina je bila označena OGS-znakom na vrhu. Treperće zeleno svjetlo na vrhu signaliziralo je njegovu upotrebljivost. Oznaka na baterije komunicirala je s uređajem za čitanje ugrađenim u opremu

za naplatu cestarine na naplatnim kućicama tijekom prolaska vozila. Nije bilo potrebno da se vozilo zaustavi. Međutim, preporučeno je ograničenje brzine od 30 km/h (19 mph) kako bi se izbjegle nesreće prije kabine.



Slika 39. Primjer OGS-a

Izvor: https://www.wikiwand.com/en/OGS_%28electronic_toll_collection%29



Slika 40. Primjer HGS-a

Izvor: <https://www.incirlik.af.mil/News/Features/Display/Article/303449/life-at-the-lik-how-to-get-an-hgs-toll-sticker/>

Ministar prometa i infrastrukture Adil Karaismailoğlu izjavio je da u Turskoj postoje dva odvojena sustava naplate cestarine, Automatic Pass (OGS) i Rapid Pass System (HGS), što ponekad uzrokuje zabunu u prolazima od naplatnih kućica. Naglašavajući da u Turskoj ima približno 17 milijuna HGS i OGS pretplatnika, ministar prometa Karaismailoğlu rekao je: „Oko 1,2 milijuna njih su OGS i 15,8 milijuna HGS korisnici. U svrhu smanjenja opterećenja i povećanja učinkovitosti, a u svrhu pružanja kvalitetnije usluge našim građanima, umjesto dva odvojena sustava propusnica uvodi se sustav jedinstvenih propusnica. Karaismailoğlu je izjavio da će se poduzeti sve potrebne mjere kako bi se osiguralo da vlasnici vozila pretplatnika OGS-a ne budu viktimizirani, te da će vlasnicima vozila s OGS oznakama relevantne banke besplatno dati HGS oznaku i njihovi računi biti pretvoreni u HGS.



Slika 41. Prikaz naplate OGS i HGS

Izvor: <https://www.raillynews.com/2022/02/ogs-system-is-leaving-hgs-system-will-be-transferred-free-of-charge/>

Slijedeća dva primjera vezana su uz sustave upravljanja prometnom. Prvi primjer je upravljački centar u gradu Istanbulu. Upravljački centri kombiniraju zasebne upravljačke platforme i usluge pametnog grada te omogućuju brz i jednostavan pristup kritičnim podacima razvrstavajući ih prema važnosti. Centrom za upravljanje prometom želi se osigurati kontinuitet odvijanja prometa, učinkovito korištenje kapaciteta cestovne mreže, praćenje i upravljanje prometom 24/7 u stvarnom vremenu te upravljanje njime iz jednog centra. Centar sustava elektroničke detekcije je centar u kojem se svi prometni prekršaji mogu odmah otkriti i njima se može

upravljati putem središnjeg nadzora. Centar za upravljanje katastrofama (AKOM) je kontrolni centar osnovan u svrhu prevladavanja svih vrsta prirodnih katastrofa uz minimalne štete u gradovima, dizajniran za 24/7 rad i opremljen sustavima za nadzor, zvuk, server, kontrolu i snimanje.



Slika 42. Upravljački Centar u gradu Istanbulu

Izvor: <https://www.isbak.istanbul/en/integrated-solutions/management-centers/>

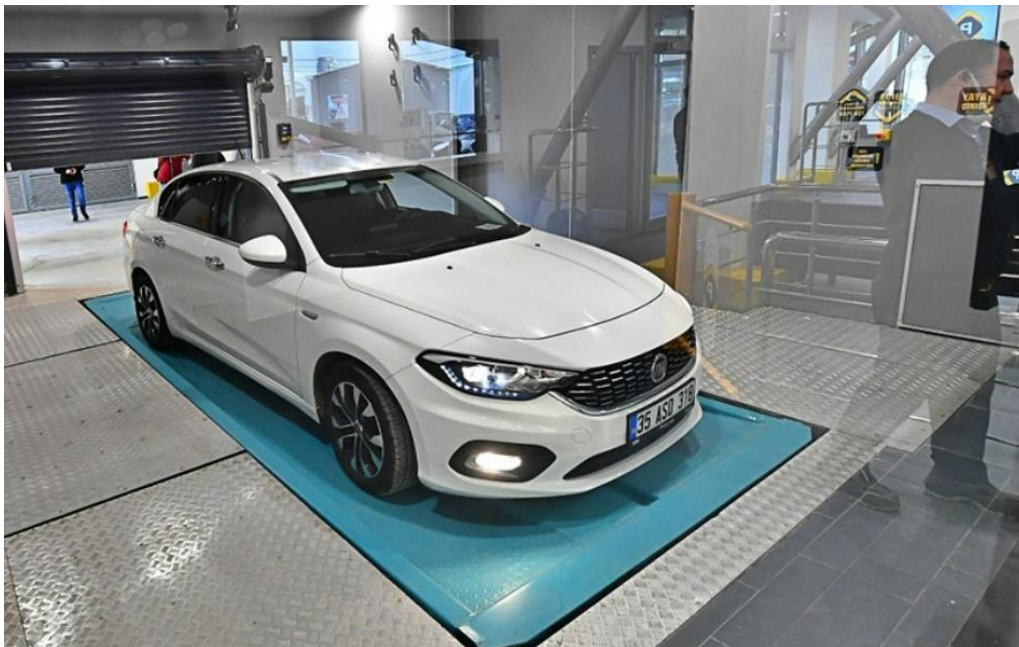
Parkolay je isporučio automatizirani sustav parkiranja koji nudi kapacitet parkiranja od 636 parkirnih mjesta za općinu İzmir. Sustav parkiranja automobila u općini İzmir je najveći turski i europski javni automatizirani sustav parkiranja automobila. Nakon prvog uspješnog sustava, općina Izmir ponovno je surađivala s Parkolayem na razvoju i provedbi projekta u Bayraklıju, području u kojem se nalaze veliki poslovni centri i Palača pravde. Odluka je donesena kako bi se zadovoljile sve veće potrebe za parkingom u drugom najvećem gradu u Turskoj. Sustav parkirališta visok 46 metara izgrađen od čelične konstrukcije na površini od 1.100 m² sastoji se od 18 razina parkirališta, od kojih je 6 namijenjeno SUV automobilima, a 12 automobilima tipa Sedan. Zahvaljujući Parkolay-ovoj sofisticiranoj tehnologiji, integriranom softveru i najbržem mehanizmu za prijenos paleta na tržištu, sustav nudi 6 neovisnih izlaznih/ulaznih soba koje omogućuju istovremeno parkiranje ili parkiranje 6 automobila u manje od 2 minute. Električno dizalo u svakoj sobi uključuje okretnu ploču koja korisnicima omogućuje da povrate svoje

automobile u smjeru izlaza, čime se eliminira vrijeme manevriranja i svi povezani rizici. Projekt razdvaja automobilski i pješački promet stvaranjem čekaonice kojoj se može pristupiti s druge strane ulazno/izlazne sobe, nudeći sigurno, udobno i opuštajuće čekaonicu u kojoj korisnici mogu čekati da njihovi automobili budu spremni za preuzimanje.



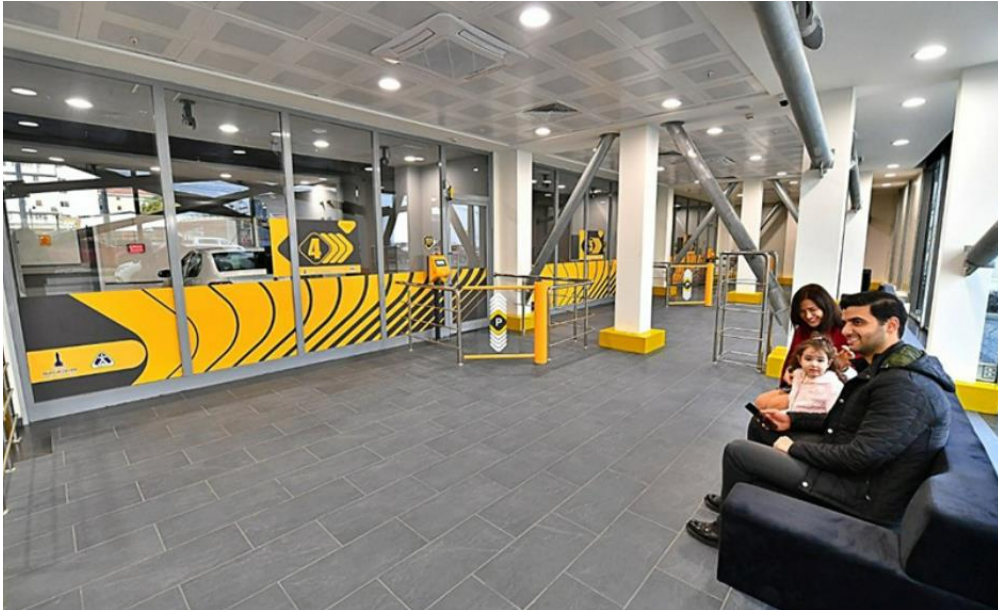
Slika 43. Čelična konstrukcija

Izvor: <https://www.otomatik.com.tr/EN/24-News/3222-Parkolay-Delivers-Turkey-S-And-Europe-S-Largest-Public-Automated-Car-Parking-System/>



Slika 44. Primjer razine parkirališta

Izvor: <https://www.otomatik.com.tr/EN/24-News/3222-Parkolay-Delivers-Turkey-S-And-Europe-S-Largest-Public-Automated-Car-Parking-System/>



Slika 45. Čekaonica

Izvor: <https://www.otomatik.com.tr/EN/24-News/3222-Parkolay-Delivers-Turkey-S-And-Europe-S-Largest-Public-Automated-Car-Parking-System/>

U gradu Istanbulu u vozila javnog prijevoza, ali i na kolodvorima instalirani su uređaji koji služe za izdavanje integrirane karte kojom se može koristiti za prijevoz autobusima, žičarom i metroom. Primjena tehnologije unutar ovog uređaja očituje se u tome što se na zaslonu uređaja uz cijenu karte mogu prikazivati i razni drugi podaci od broja preostalih iskoristivih vožnji, koliko vožnji je uzeto sa kartice ovisno o destinaciji i prijevozu te datumu nadoplate kako bi putnik znao kada slijedeći put treba nadoplatiti.



Slika 46. Uređaj za izdavanje karte

Izvor: Autorica



*Slika 47. Uređaj za prikaz preostalog broja vožnji
Izvor: Autorica*

Turski autonomni autobus uspješno prošao testove. Otokar nastavlja oblikovati budućnost javnog prijevoza istraživačkim i razvojnim aktivnostima usmjerenim na vozila na alternativna goriva, inteligentne autobuse i autonomnu vožnju. Projekt suradnje koji Otokar provodi u partnerstvu sa Sveučilištem Okan za turski autonomni autobus označio je važnu prekretnicu. S radom na razvoju koji traje već tri godine, druga faza softverske integracije i verifikacijskih testova bez vozača prvog autonomnog autobusa u Turskoj je dovršena. Otokar je svoj rad na pametnoj mobilnosti, vozilima na alternativna goriva, inteligentnim tehnologijama i autonomnoj vožnji podigao na višu razinu s autonomnim autobusom. Tvrtka je počela raditi na prvom turskom inteligentnom autonomnom autobusu 2016. s projektom CoMoSeF (Co-Operative Mobility Services of the Future), koji je uključivao razvoj softvera i hardvera za komunikaciju između vozila i vozila s uređajem, a zatim je Otokar ubrzao naporima za razvoj autonomnog autobusa. Kao dio Programa podrške suradnji između sveučilišta i industrije, Otokar je od 2018. godine u partnerstvu sa Sveučilištem Okan na razvoju turskog autonomnog autobusa u okviru projekta „Razvoj naprednog autonomnog autobusnog sustava”. S razvojnim radom koji traje već tri godine, dovršena je druga faza softverske integracije i verifikacijskih testova prvog autonomnog autobusa u Turskoj, koji osjeća okolinu i osigurava sigurnu i udobnu vožnju s preciznom kontrolom pri maloj brzini.



Slika 48. Autonomni autobus u Turskoj

Izvor: <https://www.otokareurope.com/en/otokar-live/turkeys-autonomous-bus-successfully-passed-tests>

Dijeljenje bicikala dostupno je i na azijskoj i na europskoj strani Istanbula pomoću usluge isbike. İSBIKE je kao i mnoge druge usluge dijeljenja bicikala diljem svijeta, sve što trebate je kreditna kartica za najam bicikla na sat. İSBIKE nudi preko 1120 bicikala na 102 priključne stanice na europskoj strani grada i 380 bicikala na 38 stanica na azijskoj strani.



Slika 49. Dostupnost bicikla pomoću usluge isbike

Izvor: <https://www.tunnelttime.io/en/istanbul-turkey/isbike>

Za unajmljivanje bicikla preuzmite aplikaciju ÍSBIKE za svoj telefon ili posjetite jedan od kioska pored priključne stanice. Unesite podatke o svojoj kreditnoj kartici i kiosk ili aplikacija će vam dati PIN kod. Odnosite taj PIN kod biciklu koji želite voziti i unesite ga u brojčanu tipkovnicu lijevo od vašeg bicikla u sustavu za pristajanje. Vaš će se bicikl otključati i sada se možete voziti gradom. Da biste vratili bicikl, sve što trebate učiniti je pronaći slobodno mjesto na priključnoj stanici i gurnuti prednji dio bicikla natrag u pristanište. Na zaslonu iznad polja za pribadače vidjet ćete poruku koja označava da ste završili svoje putovanje.



Slika 50. Isbike na priključnoj stanici

Izvor: <https://www.tunneltime.io/en/istanbul-turkey/isbike>

Primjer za putno informiranje u javnom prijevozu, biti će prikazano na primjeru grada Istanbula. Putno informiranje u javnom prijevozu grada Istanbula obuhvaća:

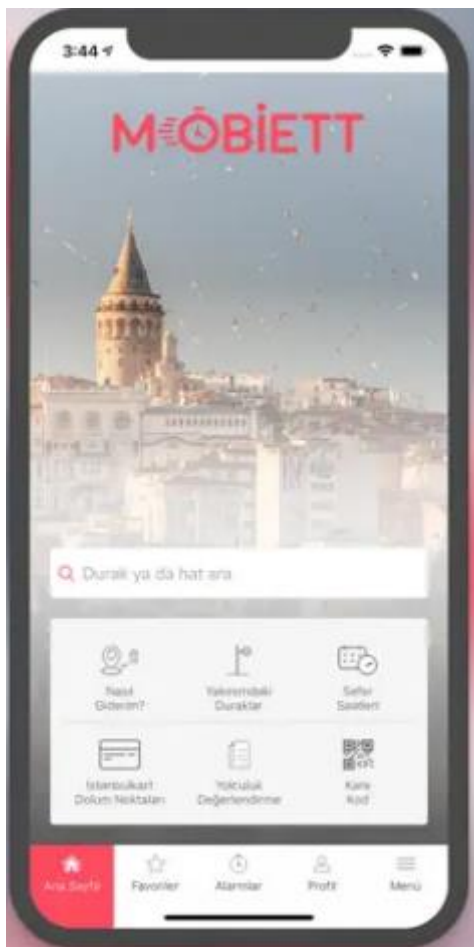
- LED displeje u tramvajima koji prikazuju polazište i odredište te sljedeću postaju;
- mobilnu aplikaciju pomoću koje je dostupan vozni red vlakova, tramvaja ili autobusa;
- informativne ploče na stajalištima sa voznim redom i prikazom mreže po kojoj prometuju vozila;
- internetske stranice na kojima su dostupne sve informacije koje uključuju usluge javnog prijevoza;

- kontakt centri za pomoć korisnicima;
- digitalni paneli postavljeni na kolodvorima i okretištima;

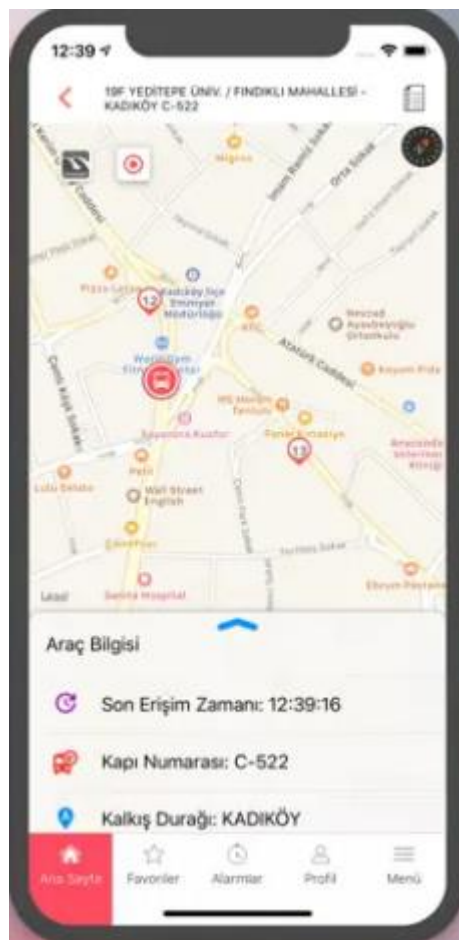


Slika 51. Stajališni displej
Izvor: Autorica

Pomoću aplikacije MobiETT, koja je službena aplikacija Opće uprave gradske općine Istanbul za IETT Enterprises, možete pristupiti podacima o javnom prijevozu svjetskih gradova, posebno Istanbula. U ovoj aplikaciji možete saznati trenutne informacije o javnom prijevozu, lokaciju autobusa, informacije o linijama koje prolaze kroz stajalište, koliko minuta će autobus stići na stajalište i kako doći od jedne točke do druge vozilima javnog prijevoza.



Slika 52. Informacije o kretanju autobusa



Slika 53. MObiett aplikacija za pametne telefone

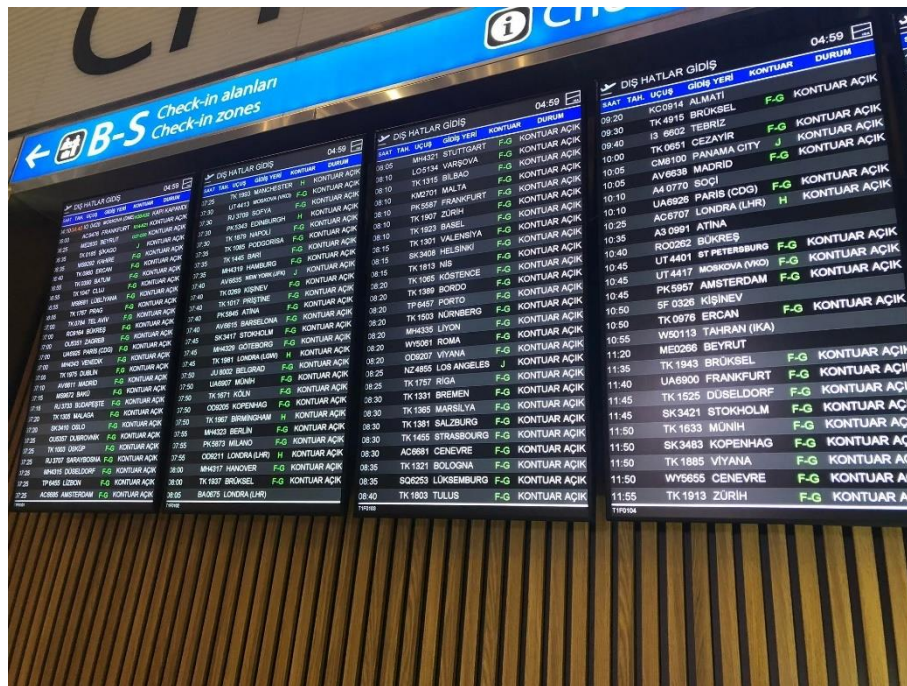
Izvor: <https://apps.apple.com/us/app/mobiett/id680243755?platform=iphone>

Interaktivni kiosk je digitalni-računalni uređaj koji se uglavnom postavlja na javna mjesta i služi kako bi putnicima pomogao kod autonomnog informiranja o prometnim uvjetima. Zbog njihovog jednostavnog dizajna nije teško doći do potrebne prometne informacije. Uglavnom su korišteni u zrakoplovnim lukama i željezničkim postajama a vrlo često njihova glavna funkcija je prikaz informacija o voznim redovima, mogućim kašnjenjima i odgodama prijevoza. Većina kioska je četvrtastog oblika uz prisustvo ekrana koji radi na principu dodira, dok postoji mogućnost da je ekran nadograđen mišem, tipkovnicom ili sličnim dodacima kojima upisujemo i biramo željene informacije.



Slika 54. Interaktivni kiosk
Izvor: Autorica

Elektronička oglasna ploča (Electronic Bulletin Board) je 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.



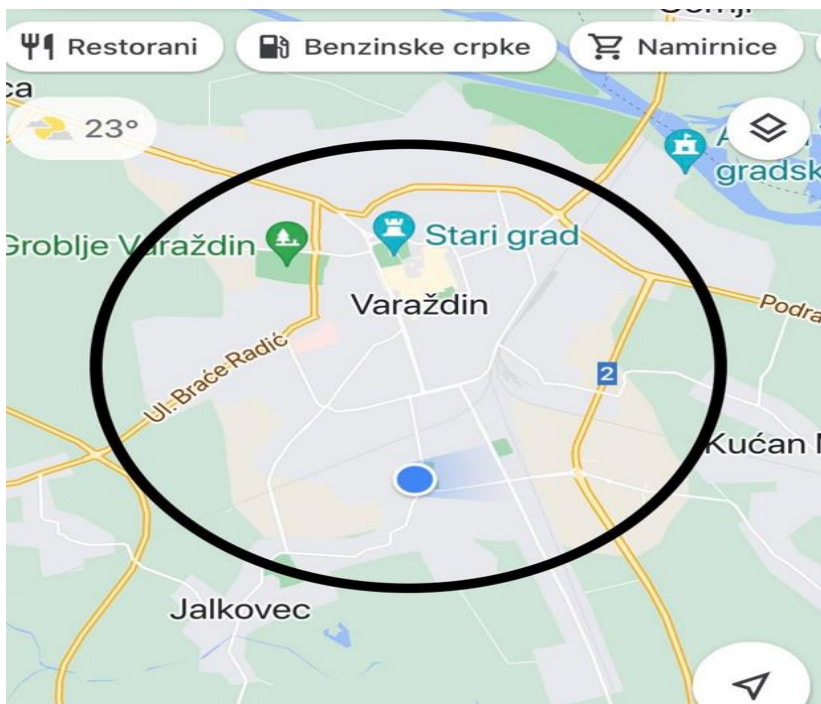
Slika 55. Prikaz elektroničke oglasne ploče (Zračna luka Istanbul)
Izvor: Autorica

Slika 56. prikazuje je elektroničku oglasnu ploču za informiranje putnika o voznom redu zrakoplova u gore spomenutoj zračnoj luci. Oglasna ploča u stvarnom vremenu prikazuje informacije o dolascima i odlascima zrakoplova u i iz zračne luke u kojoj je postavljena. Također, ona pruža i informacije o polazištu i odredištu, kao i vremenu koje je potrebno da određeno zrakoplovno sredstvo stigne do svoje zadane lokacije.

7.3. Mjere poboljšanja ITS-a u Varaždinu i Istanbulu

Na temelju navedenih podataka možemo zaključiti kako obadvije države imaju dobro razvijene inteligentne transportne sustave no tu još ima prostora za napredak. U nastavku ću predložiti po jednu ideju za unaprjeđenje inteligentnih transportnih sustava za svaku državu odnosno grad. Prva ideja odnosi se na grad Varaždin i poboljšanje rasvjete za pješake i bicikliste.

Primjena ITS tehnologije unutar ove ideje očituje se u korištenju senzora za upravljanje prometom. Posebni senzori koji su postavljeni na rasvjetne stupove detektiraju prisutnost pješaka ili biciklista i ovisno o prisutnosti mijenjaju intenzitet svjetla. Kada u području detekcije nema pješaka ili biciklista, svjetiljka svijetli sa 30-40 % a kada senzor detektira prisutnost nekog objekta povećava intenzitet svjetla na maksimalnu vrijednost. Iz razloga što se većina pješačkog i biciklističkog prometa odvija u centru grada, ideja je da se samo taj dio grada opremi senzorski upravljanom rasvjetom. Slika 57. prikazuje područje za koje se predlaže primjena ove ideje.



Slika 56. Područje primjene prilagodljive rasvjete

Izvor: izradila autorica



Slika 57. Primjer prilagodljive rasvjete – detekcija pješaka/biciklista
Izvor: <https://www2.illinois.gov/sites/doit/Strategy/Pages/sslworkshop.aspx>

Kao rezultat brzog porasta stanovništva u posljednjih 60 godina, Istanbul je grad u usponu koji se suočava s golemim poteškoćama u prilagodbi dodatnih 84 000 automobila godišnje. Nadalje, taj porast motornih vozila brži je od rasta stanovništva u gradu. Prema službenoj statistici TSI-ja, u Istanbulu ima otprilike 3,5 milijuna osobnih automobila. Procjenjuje se da će za deset godina populacija Istanbula biti više od 22 milijuna ako se trenutni rast stanovništva nastavi. Ova činjenica znači da će se broj vozila također nastaviti povećavati tijekom ovog vremena. Nagli porast motornih vozila i smanjenje prometnih gužvi međusobno se isključuju. Ako nema dovoljno autobusa, tramvaja ili lokalnih vlakova, tada će više stanovnika biti prisiljeno koristiti svoje automobile za putovanje na posao, itd. Na koje načine urbana vlast smanjuje prometne gužve u gradu? Odgovor se odnosi na načine poticanja korištenja javnog prijevoza ili destimuliranja korištenja osobnih automobila. Postoje dva temeljna načina za poticanje korištenja javnog prijevoza. Prvo, bavljenje institucionalnom i strukturnom sklonošću u planiranju gradskih prometnih sustava prema motoriziranom prometu, te ukupnim urbanim razvojem koji transformira minibus i autobusni prijevoz kroz modernizaciju. Drugo, urbana uprava trebala bi dati veći prioritet brzom tranzitu i održivom prijevozu. Kao što je ranije spomenuto, minibusovi i autobusi činili su glavni dio tradicionalnog sustava javnog prijevoza, ali su i dalje nedostatni da zadovolje potrebe rastuće populacije. Mreža javnog prijevoza u Istanbulu treba se stalno poboljšavati, s namjenskim autobusnim trakama, ekspresnim međugradskim autobusnim uslugama te novim i poboljšanim autobusnim uslugama koje nude brza, pouzdana i manje zagađujuća sredstva rada, kako bi se privukli korisnici automobila u javni prijevoz. Prvo, treba ukloniti minibusove (slika 59.), jer njihov putnički kapacitet nije primjeren tako velikom gradu kao što je Istanbul i stvaraju prometne gužve. Drugo, gradska

općina Istanbula trebala bi transformirati stari autobusni sustav kako bi bolje služio potrebama svog stanovništva i okoliša. Trebali bi osigurati poboljšane sadržaje, uključujući pristup Wi-Fi, udobna sjedala, informacije o putovanju u stvarnom vremenu na autobusnim stanicama i poboljšanu pristupačnost. Što je najvažnije, treba im osigurati i klima uređaj. Ove bi reforme potaknule korisnike automobila da bolje koriste sustav javnog prijevoza.



Slika 58. Minibus u Istanbulu

Izvor: <https://libdigitalcollections.ku.edu.tr/digital/collection/SOI/id/1008/>



Slika 59. Gužva u busu

Izvor: Autorica

8. Zaključak

Promet, odnosno njegov porast i utjecaj na okolinu osnovni je problem suvremenog društva. Samim time potreba za boljom kontrolom i organizacijom prometa potakla je i potrebu za novom tehnologijom koja bi bila učinkovita u tome. Stoga je ITS osmišljen u cilju pomoći dosadašnjem klasičnom prometnom sustavu u ostvarivanju bolje koordinacije, sigurnosti i efektivnosti.

Njegova primjena ne eliminira klasične načine kontrole, policijska služba i sl., ne umanjuje aktivnosti tih službi koje vrše redovite kontrole prometnica, ali svakako im pomaže u otkrivanju lokacija nesreće i mogućnosti odlaska na teren kako bi se pomogla riješiti nastala situacija. Brzina i ažurnosti prenošenja podataka ITS sustava jednostavno je nužna sastavnica u svakom većem i razvijenijem prometnom središtu.

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, ali isto tako se i usavršava, 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.

Prema gore navedenim primjerima možemo zaključiti kako Turska ima bolje razvijeniji ITS u usporedbi sa Hrvatskom. Na primjeru grada Istanbula koji broji više od 15 milijuna stanovnika bitno je da putnici imaju trenutnu informaciju o javnom prijevozu, lokaciji autobusa, za koliko minuta dolazi autobus te zastoje kako bi mogli reagirati na vrijeme i prema tome odabrati prijevozno sredstvo koje im omogućuje da dođu do odredišta bez čekanja u kolonama. U takvim situacijama mobilne aplikacije koje nudi grad Istanbul, jako su bitne i znatno olakšavaju kretanje po velikim gradovima poput Istanbula.

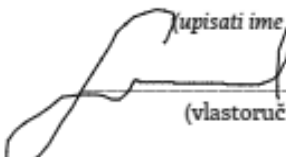

 SVEUČILIŠTE
SIEVER
 

**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, INES SENZEL (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom USPOREDBA ITS-a U URBANIM SREDINAMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

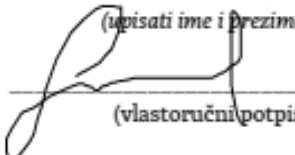
 (upisati ime i prezime)
 

(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, INES SENZEL (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom USPOREDBA ITS-a U URBANIM SREDINAMA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

 (upisati ime i prezime)
 

(vlastoručni potpis)

Literatura

1. Bošnjak, I., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI - ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006
2. Jolić, N., LOGISTIKA I ITS, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.
3. Krpan, Lj., Modeliranje upravljačkog sustava u cestovnom prometu urbanih područja, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2017.
4. Baričević, H., Tehnologija kopnenog prometa, Rijeka 2001.
5. Mandžuka, S., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2010.
6. Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Tuneli – odabrani primjeri iz Hrvatske, Zagreb 2013.
7. https://www.aprso.org/sites/default/files/document/2020-07/model-its-deployment-study-report.pdf?fbclid=IwAR3n_q5SYpFI00vgVrDFbHciMffxCQxmz-IHftEaUCYYYF0YM7JAJQ_nFhPU
8. [file:///C:/Users/Inproviso/Downloads/RevisedPaperErsoyandBrhanICLTS_2015%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Inproviso/Downloads/RevisedPaperErsoyandBrhanICLTS_2015%20(2).pdf)
9. <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/ulusal-akilli-ulas-im-sistemleri-strateji-belgesi-ve-2020-2023-eylem-plani-eng.pdf?fbclid=IwAR1yU4w1VdC99WTl3NEDWsyfGxC1A6x748RmR9q7k7hhYCuC3jfH2dBIMFc>
10. <https://rno-its.piarc.org/en/intelligent-transport-systems/what-its?fbclid=IwAR0VL6PeIANSBcBJibmHIKi9YgSvH53qP-B3hTlsIk8iJfHMCDqssv6iSxg>
11. <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/intelligent-transport-systems-appnote-en.pdf?fbclid=IwAR0ODocO31ysLMGZlSi6ijYB4NrQ6V8QIGfZde6isnTN0OtAloRhXGfsaZ0>
12. https://core.ac.uk/download/pdf/10874295.pdf?fbclid=IwAR0a484mZw7Dax0ogZtiQF3ePlgdLb7z4bwD23Il3wEerggw2R_ZK5HIrsY

13. https://www.n-ix.com/intelligent-transport-system/?fbclid=IwAR0J4Jx_Xa6ynaWezaB1nxlIXPsAkak4yGcR8FfYqj4O2FCaMO2O8udW7k

14.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004683?fbclid=IwAR1ItYOqi-zux_-cUInFMAkJ5yQthfL-MD2GN_1Q8HytidjiNXN2PwKCJGc

15. <https://www.unescap.org/sites/default/files/Country%20presentation%20-%20Turkey.pdf>

16. <https://www.raillynews.com/2022/02/ogs-system-is-leaving-hgs-system-will-be-transferred-free-of-charge/>

17.

https://www.researchgate.net/publication/282350856_The_solutions_to_traffic_congestion_in_Istanbul

18. [Nikola Pavličević, Primjena inteligentnih prometnih sustava u gradu Varaždinu,2019.](#)

DODACI SLIKE I TABLICE

Slika 1. Životni ciklus ITS-a	5
Slika 2. Poboljšanje protočnosti prometnog sustava primjenom ITS-a.....	7
Slika 3. Osnovne kategorije ITS učinaka	9
Tablica 1. ITS područja koristi i mjerljive veličine Izvor: izradila autorica prema.....	10
Tablica 2. Reduciranje trajanja putovanja (u postocima)	11
Tablica 3. Učinci na produktivnost i troškove operatora	11
Slika 4. Usluge rutnog vođiča i navigacije.....	17
Slika 5. Adaptivno upravljanje prometnim svjetlima.....	18
Slika 6. Sustav detekcije i prevencije incidenata	19
Slika 7. Prikaz sustava elektroničke naplate	22
Slika 8. Sigurnost u nacionalnoj ITS arhitekturi	23
Slika 9. Analiza sigurnosti na ITS sustav	26
Slika 10. Razvoj metodologije ITS-a	27
Slika 11. Koncept razvojnog ciklusa "što/kako?"	29
Slika 12. Funkcija rasta troškova zbog nepreciznih zahtjeva	29
Slika 13. Kontekstualni prikaz razvoja ITS-a	30
Slika 14. Aspekti (arhitekture) ITS-a	32
Slika 15. Koristi uspostavljene arhitekture.....	34
Slika 16. Tok razvoja arhitekture	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
Slika 17. Sustavi i podsustavi inteligentnih transportnih sustava	37
Slika 18. Primjer logičke arhitekture	38
Slika 19. Osnovna fizička struktura informacijsko-komunikacijskog sustava prometnica	39
Tablica 4. Polazni elementi za funkcionalni i fizički dizajn inteligentne prometnice	41
Slika 20. Izljetanje s ceste	43
Slika 21. Slijevanje tokova vozila.....	43
Slika 22. Vođenje vozila žurnih službi.....	44
Slika 23. Poboljšanje vidljivosti	44
Slika 24. Informiranje vozača	45
Tablica 5. Vrijednosti koeficijenta utjecaja više prometnih trakova na propusnu moć. .	45
Slika 25. Oprema inteligentnog osobnog vozila.....	47
Slika 26. Uputni parkirno-garažni sustav	48
Slika 27. Kamere za nadzor brzine Izvor: Autorica	49
Slika 28. Prometna signalizacija u svrhu poboljšanja sigurnosti prometa	50
Slika 29. Promjenjiva prometna signalizacija opremljena sensorima	50
Slika 30. HAK aplikacija za pametne telefone	51
Slika 31. Glavni Operativni Centar za kontrolu i nadzor prometa (COKP) Sveti Rok ...	52
Slika 32. Glavni Operativni Centar za kontrolu i nadzor prometa (COKP) Mala Kapela	53
Slika 33. Prometna signalizacija u tunelu-svjetleći prometni znakovi.....	53
Slika 34. Prometna i ostala oprema u tunelu-oznake evakuacijskih puteva, ventilatori, razglas, senzori vidljivosti.. ..	54
Slika 35. Centar za automatsko upravljanje prometom Rijeka	55
Slika 36. Bike sharing sustav BicKo	56

Slika 37. Testno autonomno vozilo tvrtke Rimac.....	57
Slika 39. ENC uređaj za naplatu cestarine	59
Slika 40. Primjer OGS-a	60
Slika 41. Primjer HGS-a.....	60
Slika 42. Prikaz naplate OGS i HGS	61
Slika 43. Upravljački Centar u gradu Istanbulu	62
Slika 44. Čelična konstrukcija.....	63
Slika 45. Primjer razine parkirališta	63
Slika 46. Čekaonica	64
Slika 47. Uređaj za izdavanje karte	64
Slika 48. Uređaj za prikaz preostalog broja vožnji.....	65
Slika 49. Autonomni autobus u Turskoj	66
Slika 50. Dostupnost bicikla pomoću usluge isbike	66
Slika 51. Isbike na priključnoj stanici	67
Slika 52. Stajališni displej	68
Slika 53. Informacije o kretanju autobusa.....	69
Slika 54. Mobiott aplikacija za pametne telefone	69
Slika 55. Interaktivni kiosk	70
Slika 56. Prikaz elektroničke oglasne ploče (Zračna luka Istanbul)	70
Slika 58. Primjer prilagodljive rasvjete – detekcija pješaka/biciklista	72
Slika 59. Minibus u Istanbulu	73
Slika 60. Gužva u busu.....	73