

Inteligentni transportni sustavi

Ferenčak, Sandra

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:122:818861>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





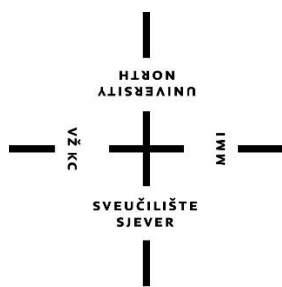
**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 156/OMIL/2022

Inteligentni transportni sustavi

Sandra Ferenčak, 2323/336D

Koprivnica, listopad 2022. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Održivu mobilnost i logistiku

Diplomski rad br. 156/OMIL/2022

Inteligentni transportni sustavi

Studentica:

Sandra Ferenčak, 2323/336D

Mentor:

dr.sc. Siniša Vilke, izvanredni profesor

Koprivnica, listopad 2022. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika		<input type="checkbox"/>
PRISTUPNIK	Sandra Ferenčak	JMBAG	2323/336D
DATUM	27.09.2022.	KOLEGIJ	Promet i okoliš
NASLOV RADA	Inteligentni transportni sustavi		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Intelligent transport systems		
MENTOR	Siniša Vilke	ZVANJE	Izvanredni profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Doc.dr.sc. Predrag Brek		
	2. Prof.dr.sc. Ljudevit Krpan		
	3. Izv.prof.dr.sc. Siniša Vilke		
	4. _____		
	5. _____		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	156/OMIL/2022
OPIS	<p>Zadatak diplomskog rada je protumačiti osnovne značajke inteligentnih transportnih sustava putem analize njihovih prednosti i nedostataka, domene njihova korištenja te područja normizacije ITS usluga.</p> <p>U sklopu diplomskog rada zadan je prikaz ustroja inteligentnih transportnih sustava koji se mora temeljiti na analizi zahtjeva ITS sustava kao i analizi suvremenih rješenja inteligentnih prometnica i vozila.</p> <p>Nadalje, zadatak diplomskog rada je obrazložiti primjenu inteligentnih transportnih sustava u urbanim sredinama te analizirati razvoj pojedinih sustava u gradovima Eurospke Unije i Republike Hrvatske.</p>

ZADATAK URUČEN 01.03.2022.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER



Predgovor

Zahvaljujem profesoru i mentoru dr.sc. Siniši Vilku na njegovom ukazanom povjerenju, strpljenju i utrošenom vremenu kako bi ovaj rad bio uspješno izrađen.

Ujedno zahvaljujem svim profesorima, predavačima i djelatnicima Sveučilišta Sjever koji su nesebično prenosili svoje znanje, stručne i korisne informacije i savjete tijekom studiranja te mi tako pružili ugodno studiranje na Sveučilištu.

Najveća zahvala dragom Bogu i mojoj obitelji na strpljenju i podršci koju su mi pružili tijekom studiranja jer bez njih sve ovo, što sam do sad postigla, nebi bilo moguće.

Ne bojte se sanjati velike stvari jer samo nebo je granica!

Sažetak

Inteligentni transportni sustav (ITS) može se definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojim se postiže znatno poboljšanje performansi odvijanja prometa kroz učinkovitiji transport putnika i roba, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštitu putnika, smanjenje onečišćenja okoliša itd. ITS ima značenje novoga kritičnog pojma koji mijenja pristup i trend razvoja prometne znanosti i tehnologije transporta ljudi i roba tako da se učinkovito rješavaju rastući problemi zagušenja prometa, onečišćenja okoliša, učinkovitosti prijevoza, sigurnosti i zaštite ljudi i roba u prometu. U tom smislu inteligentna prometnica predstavlja upravljačku i informacijsko-komunikacijsku nadgradnju klasičnih prometnica, tako da se osim osnovnih fizičkih funkcija ostvaruje bolje informiranje vozača, vođenje prometa te sigurnosne aplikacije. Paralelno teče i razvoj inteligentnih vozila koja svojim novim svojstvima značajno unapređuju sigurnost, učinkovitost i udobnost vožnje. U okviru ovog rada će se dati prikaz temeljnih karakteristika inteligentnih transportnih sustava, prikaz ustroja istih te u konačnici i njihova primjena u gradovima.

Ključne riječi: *inteligentni transportni sustavi (ITS), sigurnost, nadgradnja, inteligentna vozila, inteligentne prometnice*

Summary

An intelligent transport system (ITS) can be defined as a holistic, management and information-communication superstructure of the classical traffic and transport system, which achieves a significant improvement in traffic performance through more efficient transport of passengers and goods, improvement of traffic safety, comfort and protection of passengers, reduction of pollution environment, etc. ITS has the meaning of a new critical term that changes the approach and development trend of transport science and technology of transporting people and goods so that the growing problems of traffic congestion, environmental pollution, transport efficiency, safety and protection of people and goods in traffic are effectively solved. In this sense, intelligent roads represent a management and information-communication superstructure of classic roads, so that in addition to the basic physical functions, better driver information, traffic control, safety applications, etc. In parallel, the development of intelligent vehicles, which with their new properties significantly improve safety, efficiency and driving comfort. This paper will present the fundamental characteristics of intelligent transport systems, the organization of them, and ultimately their application in cities.

Keywords: *intelligent transport systems (ITS), safety, superstructure, intelligent vehicles, intelligent roads*

Popis korištenih kratica

ITS Inteligentni transportni sustavi

EU Europska unija

RH Republika Hrvatska

GPS *Global Positioning System*

DSRC *Dedicated short-range communication*

CAM Automatizirana multimodalna mobilnost

MaaS Mobilnost kao usluga

ISO *International Organization for Standardization*

AVL Automatsko lociranje vozila

ETSC *European Transport Safety Council*

IoT *Internet of things*

ICT *Information and communications technology*

CO₂ Ugljikov dioksid

kWh kilovatsat

SAE *Society of Automotive Engineers*

V2X *Vehicle-to-everything*

VMS *Variable Message Sign*

SDUN Sustav daljinskog upravljanja i nadzora

AID Automatska detekcija incidenata

CNUP Centar za nadzor i sigurnost prometa

RCNUPAC Regionalni centri za nadzor i upravljanje prometom na autocestama

COPK Centar za održavanje i kontrolu prometa

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Predmet i cilj rada.....	2
1.2.	Struktura rada	2
1.3.	Metode istraživanja.....	3
2.	TEMELJNE KARAKTERISTIKE INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA..	4
2.1.	Pojmovno određenje inteligentnih transportnih sustava.....	5
2.2.	Područje normizacije ITS usluga.....	10
2.2.1.	Informiranje putnika.....	11
2.2.2.	Upravljanje prometom i operacijama	13
2.2.3.	Vozila	15
2.2.4.	Prijevoz tereta.....	16
2.2.5.	Javni prijevoz	19
2.2.6.	Žurne službe	21
2.2.7.	Elektronička plaćanja vezana uz transport	23
2.2.8.	Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu	24
2.2.9.	Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša	26
2.2.10.	Upravljanje odazivom na velike nesreće	27
2.2.11.	Nacionalna sigurnost	28
2.3.	Aktualna normizacija ITS usluga	31
2.4.	Temeljne prednosti inteligentnih transportnih sustava	34
3.	PRIKAZ USTROJA INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA	37
3.1.	Zahtjevi ITS sustava	37
3.1.1.	Zahtjevi za pozivno središte	39
3.1.2.	Zahtjevi za informacijski sustav	39
3.1.3.	Zahtjevi za sustav nadzora i upravljanja	40
3.1.4.	Zahtjevi za sustav lokacije i navigacije	40
3.1.5.	Zahtjevi za komunikacijski sustav	41
3.2.	ITS aplikacije.....	42
3.3.	Inteligentne prometnice	43
3.4.	Inteligentna vozila	47
4.	PRIMJENA INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA U GRADOVIMA...	51
4.1.	Razvoj ITS-a na području Europske unije.....	51
4.2.	Razvoj ITS-a na području Republike Hrvatske	55

4.2.1. Sustav daljinskog upravljanja u tunelima.....	56
4.2.2. Sustav za održavanje i kontrolu prometa	60
4.3. Tendencije razvoja ITS sustava	63
5. ZAKLJUČAK	64
LITERATURA.....	65

1. UVOD

Promet je temelj svakodnevnog funkcioniranja gospodarstva i društva. Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća vidljiv je početak, razvoj, implementacija i ogroman rast prometnog sustava te značajan učinak tih razvoja u našem društvu i životu. Stoga prometni sustav možemo redefinirati kao inteligentni transportni sustav. Istraživanjem i razvojem transporta sada se više ne bave samo područja građevinarstva i strojarstva. Koncepti računalnog inženjerstva kao što su umjetna inteligencija, komunikacija, internet i mnoga druga područja inženjerstva i informacijskih znanosti u nastajanju postaju srž inteligentnih transportnih sustava (ITS). Stoga se ITS definira kao skup aplikacija koje su napredne i imaju za cilj primjenu inteligentnih informacijskih i komunikacijskih tehnologija u svrhu pružanja usluga za upravljanje transportom i prometom. Ključnu ulogu ima u smanjenju mnogih problema poput onečišćenja zraka, dugog vremena putovanja, potrošnje goriva, prometnih zagušenja i nesreća koji su se povećali zbog rasta stanovništva. ITS organizacije ulažu nebrojene napore kako bi pronašle rješenja za ove kritične probleme razvijanjem prometne komunikacije i umrežavanja vozila.

Okvir prometnog sustava vrlo je složen, sastavljen od širokog spektra infrastrukture, kao što su terminali, putni pravci, transportne flote i informacijski sustavi. Promet je postao jedan od ključnih infrastrukturnih sektora u većini zemalja svijeta. Promet se smatra jednim od najvažnijih sektora kritične infrastrukture na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Specifičan položaj prometne infrastrukture proizlazi iz zahtjeva za prometom. Prijevoz bi trebao biti otvoren i pristupačan (visok stupanj dostupnosti korisnika), opsežan i sveprisutan (velike količine fizičke infrastrukture i imovine; većina infrastrukture je nečuvana i bez nadzora; milijuni vozila i kontejnera distribuirani su mrežom), učinkovit i prilagodljiv. Kritična prometna infrastruktura ima veliki značaj za nacionalno gospodarstvo, sigurnost i funkcioniranje države. Neophodna je za nacionalni prioritet, pružanje osnovnih usluga, njihovu pouzdanost i dostupnost, osiguranje trgovinskih tokova te podržava gospodarski rast. Prometna infrastruktura ima mnogo kritičnih točaka koje uključuju elemente, objekte i mreže, a imovina je geografski široko raspoređena. Prometni sektor mogao bi biti pod utjecajem sigurnosnih rizika koji mogu utjecati na funkcioniranje prometa.

1.1. Predmet i cilj rada

Inteligentni transportni sustav se definira kao područje koje se odnosi na holističku, odnosno informacijsko-komunikacijsku te ujedno i upravljačku nadogradnju i to na već postojeću prometnu infrastrukturu. Inteligentni transportni sustavi (ITS) sustavi su na temelju kojih se pruža mogućnost povećanja performansi, osigurava se ujedno i bolji tok prometa, efikasniji te ujedno i sigurniji prijevoz samih putnika i robe. Na ovaj način dolazi do smanjenja zagađenja samog zraka te se ujedno i povećava sama udobnost putovanja. Naglašava se kako ITS sustavi predstavljaju iznimno složene sustave koji su sastavljeni od složenih elemenata koji imaju svoju svrhu. Ta ista svrha je ograničena ukoliko se koristi zasebno. Ukoliko pak dođe do povezivanja elemenata u cjelinu tada elementi mogu međusobno razmjenjivati informacije, procesuirati ih na temelju čega dolazi do kreacije iznimno kvalitetnog i moćnog sustava na koji se ljudi mogu osloniti. Ovo područje obuhvaća zapravo sve vrste transporta, a radi se o cestovnom, zračnom, željezničkom, pomorskom prometu. Temeljni cilj ovog rada usmjeren je na opis inteligentnih transportnih sustava i njihovih temeljnih značajki.

Hipoteza za ovaj rad je sljedeća:

Uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cjelokupan prometni sustav sprječava potencijalne nesreće, povećava protočnost prometa i smanjuje negativne utjecaje transportnog sektora na društvo i okoliš.

1.2. Struktura rada

Rad se sastoji od ukupno pet poglavlja. U uvodnom dijelu rada prikazani su predmet i cilj rada, struktura rada te metode istraživanja koje su korištene unutar rada. Drugo poglavlje odnosi se na temeljne karakteristike inteligentnih transportnih sustava. Unutar ovog poglavlja prikazuje se pojmovno određenje inteligentnih transportnih sustava, područje normizacije ITS usluga te temeljne prednosti inteligentnih transportnih sustava. Treće poglavlje odnosi se na prikaz ustroja inteligentnog transportnog sustava. Unutar ovog poglavlja vrši se prikaz zahtjeva ITS sustava, inteligentne prometnice i inteligentna vozila.

Što se tiče zahtjeva ITS sustava ovdje se ističu zahtjevi za pozivno središte, zahtjevi za informacijski sustav, zahtjevi za sustav nadziranja i upravljanja, zahtjevi za sustav lokacije i navigacije i zahtjevi za komunikacijski sustav. Četvrto poglavlje odnosi se na primjenu inteligentnog transportnog sustava u gradovima. Unutar ovog poglavlja prikazuje se razvoj ITS-a na području Europske unije (EU) i na području Republike Hrvatske (RH). Na kraju rada nalazi se zaključak u kojem su izvedeni svi relevantni zahtjevi doneseni na temelju rada.

1.3. Metode istraživanja

Na temelju formiranja problema ovog rada, na temelju formiranja rezultata i hipoteze rada dolazi do kombiniranja razno raznih kombinacija znanstvenih metoda. Rad se temelji na teorijskoj obradi znanstvene kao i stručne literature. Riječ je zapravo o već postojećoj literaturi koja kao takva uključuje velik broj različitih znanstvenih članaka, odnosno radova, istraživanja, rezultata istih koji su provedeni od strane organizacija kako domaćih tako i stranih.

Što se tiče metoda, induktivnom metodom se putem pojedinačnih činjenica, odnosno spoznaja koje dopiru iz literature kreiraju zaključci. Nadalje, putem deduktivne metode objašnjavaju se već postojeće činjenice, no ujedno se ukazuje i na neke sasvim nove. Putem deduktivne metode usmjerava se prema predviđanju budućih događaja.

Na temelju analize prikupljaju se podaci koji omogućuju područje uočavanja, otkrivanja i izučavanja potrebne znanstvene istine kako bi na taj način se formirali relevantni zaključci koji su potrebni u samom radu. Nadalje, tu je ujedno i sinteza kojom se povezuju podaci u određene misaone cjeline. Isto tako jedna od metoda je i metoda generalizacije, a radi se o metodi koja omogućuje uopćavanje prikupljenih podataka do konkretnog formiranja općeg pristupa prema problematici.

2. TEMELJNE KARAKTERISTIKE INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Inteligentni transportni sustavi predstavljaju veoma široko područje primjene naprednih informacijsko-komunikacijskih tehnologija u područje tehnologije prometa i transporta. Uvođenje ITS-a provodi se kroz različite sustave, aplikacije i usluge. Sve ovo je ugrađeno u odgovarajuće mjere čije temeljne značajke moraju: [1]

- biti učinkovite,
- biti troškovno učinkovite,
- biti razmjerne,
- podupirati neprekinutost usluga,
- postići interoperabilnost,
- podupirati usklađenost s prethodnim sustavima,
- poštovati postojeću nacionalnu infrastrukturu i karakteristike mreže,
- promicati jednakost pristupa,
- podupirati tehničku zrelost,
- postići odgovarajuću kvalitetu prostorno-vremenskih podataka,
- omogućiti multimodalnost,
- poštovati koherentnost.

Inteligentni transportni sustavi su veoma složeni sustavi s nizom specifičnosti za cestovnu mrežu, vrste prijevoza itd. Kako bi se europski transportni sustav učinio maksimalno harmoničan, treba uzeti u obzir postojeće propise, politike i aktivnosti Europske unije koje su relevantne u području ITS-a.[1] To se posebno odnosi na područje normizacije.

Osim navedenih načela, kod implementacije pojedinih ITS rješenja posebno je važno voditi računa o cijelom životnom ciklusu pojedinih ITS rješenja. Tu je od posebnog značenja održavanje ovakvih sustava, jer su dosadašnja iskustva pokazala da su pojedina rješenja dugoročno neodrživa upravo iz razloga veoma skupog održavanja.

2.1. Pojmovno određenje inteligentnih transportnih sustava

Pojam Inteligentni transportni sustav (ITS) odnosi se na napore da se dodaju informacijske i komunikacijske tehnologije za transportnu infrastrukturu i vozila.[2] Prvi ITS sustavi, implementirani su mnogo prije nego li je uveden je pojam ITS-a, a bili su u obliku kontrolora prometa (koji se nazivaju i semaforima ili robotima). Glavni cilj ovih kontrolora bio je poboljšanje prometnih tokova i općenito se može zaključiti da je rani ITS istraživan jer su prometni inženjeri shvatili da se ne mogu riješiti prometnih zagušenja. Nadali su se da će korištenje komunikacijske tehnologije poboljšati korištenje postojećih kapaciteta ceste. U posljednje vrijeme glavni razlozi za ulaganje u ITS je poboljšanje rada transportnog sustava, povećanje produktivnosti, spašavanje života, vremena, troškova i energije.

ITS je vrlo široko polje. Razlikuje se od kontrole semafora do upravljanja incidentima, od provođenja do informacije o putnicima i od pomoći vozaču do inteligentnog provođenja ograničenja brzine. Inteligentni sustavi za upravljanje prometom mjere i analiziraju informacije o prometu i uzimaju ITS mjere za smanjenje problema. Sastoje se od kompjuterizirane kontrole prometne signalizacije, sustava upravljanja autocestom i prometom, elektroničkih licenci, sustava upravljanja incidentima, elektroničkih cestarina i cijena, sustava za provođenje prometa i inteligentna prilagodba brzine.[3] Inteligentni sustavi javnog prijevoza uključuju ITS mjere koje imaju za cilj poboljšati izvođenje javnog prijevoza. Sastoje se od inteligentnih vozila, inteligentne prilagodbe brzine, tranzitne flote, sustava informiranja putnika u tranzitu, sustava elektroničkog plaćanja, elektroničkog licenciranja, sustava upravljanja potražnjom za prijevozom i prioritet javnog prijevoza.

Godine 1991. koncept inteligentnih transportnih sustava pojavio se kada se prepoznalo da bi elektroničke tehnologije mogle početi igrati značajnu ulogu u optimizaciji transporta. Ključna postignuća uključuju implementaciju:[3]

- centara za upravljanje prometom u urbanim područjima za praćenje prometa na autocesti,
- kontrolu prometne signalizacije i mjerenje na rampi za poboljšanje protoka i sigurnosti prometa,
- poboljšane informacije o putnicima,
- provjeru gospodarskih vozila i elektroničke naplate cestarine,
- satelitski baziranih dispečerskih sustavi u operacijama javnog prijevoza,

- navigacijskih sustava u vozilima i u privatnim vozilima,
- eko vožnje i eko rute,
- usluge dijeljenja vožnje putem interneta i
- usluge dijeljenja automobila i javnog bikesharing-a.

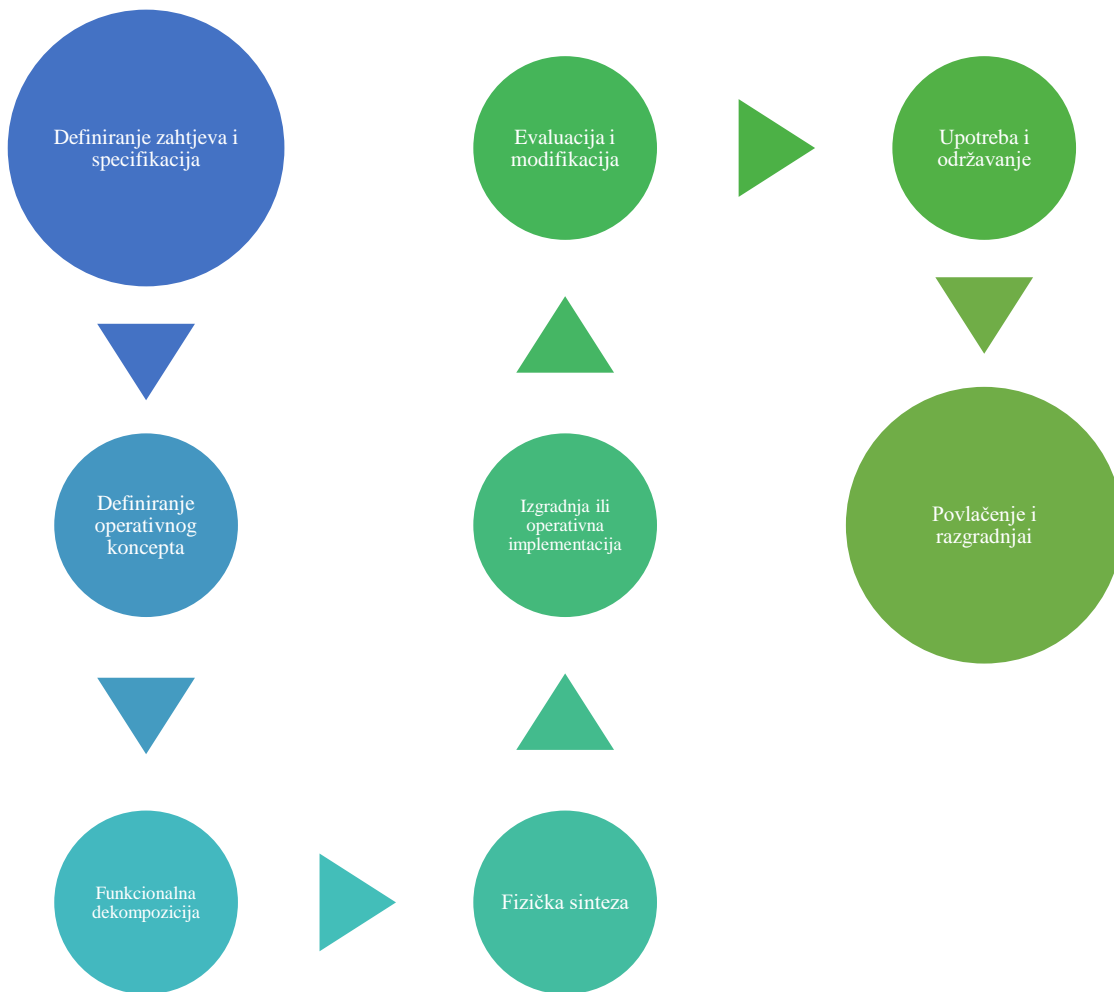
Jasno je vidljivo kako je transport davno prešao sustav manualizacije, odnosno kako se već određeno vrijeme može reći da *vladaju* inteligentni transportni sustavi ili drugim riječima ITS. Ovaj pojam inteligentnih transportnih sustava jasno se odnosi na određene napore koji su tako uloženi za dodavanje informacijske i komunikacije tehnologije za tehnologiju prijevoza i vozila.[4] Uviđa se nastojanje kako je bitno upravljati onim čimbenicima koji će na određeni način unaprijediti tehnologiju prijevoza. Interes za inteligentnim transportnim sustavima javlja se povodom same informatizacije poslovanja. Problemi koji su se javili, a uzorkovani su primjerice prometnim gužvama, upravo su pokušani biti riješeni uvođenjem inteligentnih transportnih sustava.

Inteligentni transportni sustav tako se može definirati kao određena holistička, upravo upravljačka te informacijsko-komunikacijska nadogradnja prvog klasičnog sustava prometa i transporta. Na navedeni način moguće je postići poboljšanje performansi, a ujedno i učinkovitiji transport robe. Poboljšanja se osim u već navedenim segmentima javljaju i u segmentima sigurnosti unutar prometa. Potrebno je naglasiti kako je osnovna svrha implementacije podići kvalitetu prometovanja te transporta, poboljšati kako iskustva putnika tako i vozača te poboljšati sve postupke koji su vezani za putovanja ljudi, razmjenu dobara te usluga. Na taj način se povećava ukupna prometna informacijska transparentnost. Glavni cilj izgradnje ovih sustava je integracija onog sustava koji će u konačnici poboljšati putovanja, ali i prijevoz, osigurati učinkovitije i sigurnije kretanje ljudi, roba te informacija uz njihovu veću mobilnost.

Prema Williams (2008.), unutar okvira transportnih inteligentnih sustava razvijaju se stavke kao što su primjerice:

- inteligentna vozila i inteligentne prometnice,
- bežične pametne kartice namijenjene plaćanju cestarina,
- dinamični navigacijski sustavi,
- brža distribucija pošiljaka,
- automatsko javljanje,
- pozicioniranje vozila.

Vidljivo je kako se inteligentni transportni sustav stoga može definirati i kao određen koncept rješenja koji će naposljetku promijeniti pristup, no i trend razvija prometne znanost. Ovaj cjelokupan životni ciklus inteligentnog transportnog sustava tako je moguće vidjeti na sljedećem slikovnom prikazu. Vidljivo je kako cilj zapravo započinje od samog definiranja zahtjeva kao i specifikacija operativnog koncepta gdje se potom putem funkcionalne dekompozicije kao i fizičkom sintezom omogućuje izgradnja sustava koji je nužno evaluirati te modificirati. Potom se upotrebljava i održava kako bi se na kraju povukao te razgradio.



Slika 1. Životni ciklus inteligentnih transportnih sustava

Izvor: obrada autora prema <https://www.fpz.unizg.hr/smandzuka/wp-content/uploads/2016/03/its2.pdf> (dostupno 14.9.2022.)

ITS je dakle primjena računalne tehnologije u prometnom sektoru. ITS sustavi prikupljaju podatke o transportnom sustavu, obrađivanju navedenog, a zatim i upotrebljavaju određene podatke za poboljšanje upravljanja prometnim sustavom i osiguranju boljeg prijevoza i informacija korisniku. ITS može pomoći planerima prometa u postizanju ciljeva politike na mnogo različitih načina. To može pomoći za rješavanje zagušenja, zagađenja, loše pristupačnosti, pa čak i socijalne isključenosti. Također može pomoći da se smanji vrijeme putovanja i poboljša pouzdanost – bilo u stvarnosti, ili jednostavno mijenjanjem percepcije ljudi. Na ovaj način može se poboljšati učinkovitost funkcioniranja transportnih sustava.

Inteligentni transportni sustavi, ili ITS, novi je transportni sustav koji ima za cilj riješiti razna pitanja cestovnog prometa, kao što su prometne nesreće i zastoji, povezivanjem ljudi, cesta i vozila u jednu informacijsku i komunikacijsku mrežu putem najsuvremenijih tehnologija. Uključuje, na primjer, sustav pružanja prometnih informacija u kojem se informacije o cestovnom prometu prikupljaju putem senzora uz cestu. ITS pruža ljudima niz praktičnih aplikacija za cestovni promet.

Osim toga, pružanje novih ITS kroz korištenje raznih informacijskih i komunikacijskih tehnologija uvelike doprinosi stvaranju novih poslovnih prilika i tržišta, kao i vitalizaciji gospodarske djelatnosti. Primjer tehnološke komponente koja se koristi za lokaciju uključuje *Global Positioning System* (GPS) i Galileo sustav, sustav koji se promovira u Europi. Mapiranje je tehnologija koja iscertava informacije o lokaciji na karti i može se realizirati uz pomoć digitalne karte. Komunikacije se mogu ostvariti putem raznih telekomunikacijskih i radiodifuznih tehnologija, kao što su FM multipleks emitiranje, mobilni telefoni i DSRC.

ITS je dakle skraćenica od *Inteligentni transportni sustavi* (jednom poznato kao telematika) i odnosi se na korištenje elektronike, obradu informacija i komunikacijske tehnologije za poboljšanje transporta umjesto proširenja fizičke infrastrukture, čime se ostvaruje ušteda novca (obično preko 20%), vremena i smanjenje utjecaja na okoliš.

ITS usluge i proizvodi temelje se na kombinaciji širokog raspona informacija o prijevozu, putnicima i vozilima. ITS podrazumijeva suradnju raznih dionika, često privatnih i javnih, a mogu zahtijevati inovativne procese nabave, javno-privatna partnerstva i regulatorne mehanizme kao i otvorene arhitekture podataka koji mogu uključivati sudjelovanje krajnjih korisnika. [5] Važno je naglasiti činjenicu da ITS predstavlja sastavni dio mnogih inovativnih koncepata u transportu i šire, kao što su pametni gradovi, mobilnost kao usluga (MaaS), povezana i automatizirana mobilnost (CAM) i integrirani transportni sustavi.

ITS koristi različite tehnologije telematičkog tipa uključujući mobilnu, bežičnu i satelitsku komunikaciju, kamere i softver za obradu slike u stvarnom vremenu, prikupljanje i upravljanje informacijama kao i računalstvo velike snage povezano s opsežnim bazama podataka. Prema Bošnjak (2007.), ITS uključuje:

- sustave utemeljene na infrastrukturi koji koriste kratki domet i komunikacijske tehnologije dugog dometa koje mogu poboljšati održivost i upravljanje mrežom, npr. naplata za sudionike u prometu i upravljane autocestama;

- sustave temeljene na vozilima koji koriste telematiku i tehnologije vozila koje mogu osigurati sigurnost temeljenu na sigurnosti usluge vozačima, npr. nadzor mrtvog kuta, navigacija i ekološka vožnja;
- sustave temeljene na nomadskim uređajima (npr. pametni telefoni, tablet) korištenjem komunikacijskih tehnologija za poboljšanje informacijske usluge javnog prijevoza za putnike i operatere kao što su planiranje putovanja, pametno izdavanje karata i pametne kartice.

2.2. Područje normizacije ITS usluga

Naglašava se kako su usluge ITS-a zapravo normirane ujedno i na međunarodnoj razini. Tako primjerice Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO je godine 1900. normirala ITS usluge putem dokumentacije ISO TR 14813-1 da bi potom ta ista norma bila revidirana nakon kojih je osam funkcionalnih područja povećano na ukupno 11 funkcionalnih područja te još 32 usluge. [6] Kada se radi o funkcionalnim područjima, ista su prikazana u sljedećem tabličnom prikazu.

Tablica 1. *Prikaz funkcionalnih područja ITS-a*

BROJ	FUNKCIONALNO PODRUČJE
1	Informiranje putnika
2	Upravljanje prometom i operacijama
3	Vozila
4	Prijevoz tereta
5	Javni prijevoz
6	Žurne službe
7	Elektronička plaćanja vezana uz transport
8	Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu
9	Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša
10	Upravljanje odazivom na velike nesreće
11	Nacionalna sigurnost

Izvor: autor rada prema Bošnjak (2006.)

Prema tabličnom prikazu moguće je uočiti kako postoji ukupno 11 funkcionalnih područja. Jasno je stoga kako svako od navedenih područja sadržava iznimno velik broj usluga.

2.2.1. Informiranje putnika

Prva usluga odnosi se na informiranje putnika. Ova usluga obuhvaća područje pružanja informiranja o prometnoj mreži, informiranja o predputnim i putnim informacijama, navođenje rute i navigacija na putu, osiguranje podrške službama koje su zaslužne za obavljanje prikupljanja te za upravljanje informacijama za planiranje svih transportnih aktivnosti.

Konkretno, putnici moraju biti obaviješteni o tome kamo putuju, kolika će biti cijena putovanja, kada je planirani polazak i dolazak na odredište, koje su im opcije putovanja otvorene, ima li dostupnih karata te ostale detalje o izmjenama vezanim za putovanje.

Informacije kojima bi korisnici još trebali raspolagati odnose se na: [7]

- planiranje putovanja javnim prijevoznim sredstvima,
- stanje na cestovnim prometnicama,
- vremenske prilike (snijeg, kiša, led, magla i sl.),
- mjesta mogućeg parkiranja,
- vozne redove u željezničkom, zračnom i vodnom prometu,
- turističke i ugostiteljske sadržaje,
- korisne obavijesti vezane uz putovanje i dr.

Navedene informacije vezane uz putovanja omogućuju putnicima (korisnicima) donošenje odluka o svom putovanju, tako da mogu optimizirati rutu, umanjiti vrijeme putovanja, troškove ili utjecaj na okoliš. Prije samo nekoliko godina glavni izvor informacija prije putovanja bili su atlas, ili pak tiskani vozni red, dopunjeni uslugama putem telefona. Sve više takvih izvora podataka zamjenjuje se uslugama koje koriste internet te društvene mreže i medije. Razvoj mobilnog, i općenito, interneta olakšao je pružanje informacija putnicima prije samog putovanja.

Pružanje informacija putem interneta putnicima, kao i pružateljima informacija, nudi brojne prednosti kao što su omogućavanje pravovremenog pružanja informacija i njihovu isporuku korisnicima kod kuće, na radnom mjestu i putnicima u pokretu uz relativno niske troškove. Niska cijena i sveprisutna priroda ovih podataka uvelike su povećala očekivanja putnika o dostupnosti, pravovremenosti i točnosti informacija, a to je važna karika prilikom dizajniranja informacijskih sustava.

Glavni sudionici u pružanju informacija prije putovanja prema Dadić i Kos (2007.) su:

- operateri javnog prijevoza,
- upravitelji mreža javnog prijevoza / lokalne vlasti,
- operator / voditelji cestovne mreže,
- mediji,
- mobilne mreže,
- programeri za mobilni internet i aplikacije,
- putnici.

Informacije se uglavnom odnose na uvjete na prometnicama, raspoloživa parkirna mjesta, izvanredne situacije i nesreće, razne promjene vezane za informacije, alternativne rute, atraktivna i turistička zabavna događanja. Realiziraju se uređajima ugrađenim u vozilo ili prometnim znakovima i ekranima s promjenjivim porukama uz cestu, radijskim sustavom prometnih poruka ili pak mobilnim internetom.

Putne informacije koriste se na autocestama između gradova kako bi se osigurala suradnja infrastrukture i vozila. Glavni cilj jest optimizacija prometnog toka pri čemu se osigurava visoka razina odaziva prometne fluktuacije i određenih događaja. Putne informacije vozaču u pravilu se odnose na:

- uvjete na prometnici,
- nezgode i nesreće na cesti,
- posebne događaje (utakmice, štrajk i sl.) koji utječu na odvijanje prometa,
- nastale promjene nakon što su dane predputne informacije,
- raspoloživa parkirna mjesta (P&R) za nastavak putovanja javnim prijevozom,
- alternativne rute i modove na mjestima njihova sučeljavanja,
- atraktivna turistička i zabavna događanja.

2.2.2. Upravljanje prometom i operacijama

Drugo područje je područje koje se odnosi na upravljanje prometom te operacijama. Ovo područje obuhvaća usluge kao što su vođenje, upravljanje i kontrola prometa, usluga koja se odnosi na upravljanje incidentnim situacijama u prometu, upravljanje procesom potražnje, upravljanje i održavanje transportne infrastrukture, policijski nadzor (provođenje prometnih propisa) te područje identifikacije prekršitelja.

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao *Upravljanje kretanjem vozila, putnika i pješaka po cestovnoj prometnoj mreži*. [8]

Upravljanje prometom odnosi se dakle na kombinaciju mjera koje služe očuvanju prometnog kapaciteta i poboljšanju sigurnosti i pouzdanosti cjelokupnog sustava cestovnog prometa. Ove mjere koriste ITS sustavima, uslugama i projektima u svakodnevnim operacijama koje utječu na performanse cestovne mreže.

Centralno je u ovom pristupu razvoj i integracija skupa mjera upravljanja prometom primjerenih lokalnim i regionalnim zahtjevima, a to se postiže procesom planiranja koji koristi inženjering sustava, standardizaciju i dokumentaciju i upravljanje performansama.

Pojava ITS-a u području kontrole prometa omogućila je primjenu niza novih koncepata u okviru inovativnih operativnih sustava. Primjeri uključuju prioritet u nadgledanju autobusa i tramvaja te zagađenja. Te se značajke počinju primjenjivati među uspostavljenim sustavima upravljanja prometom.

Kad se ustanovi da sustavi kontrole prometa dosežu svoje granice i kada dodavanje kapaciteta ili nova izgradnja cestovne infrastrukture nije izvediva, mogu biti potrebne dodatne mjere. Oni mogu uključivati ograničenja besplatne uporabe pojedinačnih vozila putem elektroničkih cijena na cestama ili naknade za zastoje.

Kontrola prometa obuhvaća sve mjere usmjerene na distribuciju i kontrolu protoka cestovnog prometa u vremenu i prostoru kako bi se izbjegao nastanak nezgoda ili smanjio njihov utjecaj. Upravljanje prometom provode mrežni operatori i kontrolori s obzirom na unaprijed određene politike i planove upravljanja prometom. U većini zemalja to je aktivnost koja se provodi u koordinaciji s vlastima zaduženima za prometne poslove, često pod njihovim izravnim nadzorom.

Tako se ITS i druge mjere mogu primijeniti za kontrolu prometa radi rješavanja neprestanih zastoja u gradskim područjima i na regionalnim mrežama autocesta, autocesta, brzih cesta i ostalih prometnica. Opći cilj ovih mjera je bolja upotreba raspoloživih kapaciteta kroz strategije poboljšanja protoka prometa ili u mnogim slučajevima dodavanjem dodatnih prometnih kapaciteta.

Upravljanje prometnim incidentima odgovor je na prometne nesreće, incidente i druge neplanirane događaje koji se događaju na cestovnoj mreži, često u potencijalno opasnim situacijama. Cilj je rješavati nezgode sigurno i brzo, kako bi se spriječile daljnje nesreće i što je brže moglo vratiti normalne uvjete u prometu. To zahtijeva uporabu sustavnog, planiranog i koordiniranog skupa akcija i resursa za odgovor.

Upravljanje incidentima zahtijeva planiranje, proporcionalan odgovor, sigurnost na mjestu događaja i oporavak. Potrebna je pažnja na tri glavna aspekta: sigurnost, mobilnost prometnog toka i kontrolu i saniranje oštećenja.

Uobičajene faze incidenta su:[9]

- otkrivanje da se dogodio incident,
- potvrda da se incident dogodio,
- određivanje njegove lokacije i posjedovanje dovoljno podataka za odgovarajuće reagiranje,
- odgovor slanjem odgovarajućih službi za rješavanje incidenta,
- uklanjanje ili uklanjanje vozila, oštećene imovine i žrtava s mjesta incidenta i potpuno otvaranje bilo koje blokirane trake,
- oporavak u normalnom prometnom toku.

Razdoblje oporavka često je duže od samog trajanja incidenta. Oporavak od nezgoda može biti četiri do pet puta duži. To znači da se za svaku minutu koja se može prekinuti otkrivanjem, provjerom i / ili uklanjanjem događaja, do 5 minuta vremena oporavka da bi se promet vratio u normalu.

2.2.3. Vozila

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Poboljšanje sigurnosti, sigurnosti i učinkovitosti u radu vozila, upozorenjima i pomoćima korisnicima ili upravljati radom vozila*. Grupe usluga u domeni *Usluge vozila* usredotočene su na posebne usluge koje poboljšavaju operativnu sigurnost vozila. Postoje usluge koje koriste vanjske informacije, kao i usluge koje koriste samo podatke u vozilu.

Domena usluga u vozilu uključuje sljedeće grupe usluga: [10]

- poboljšanje vida povezanog s prometom,
- automatizirani rad vozila,
- izbjegavanje sudara,
- sigurnost spremnosti,
- prekidač zaustavljanja.

Kooperativna vožnja

Kooperativna vožnja jest skupina usluga koja obuhvaća primjenu ITS funkcionalnosti za potpuno automatiziranje procesa vožnje, stvaranje *hands-free* okruženja vožnje, ili može biti djelomično automatizirani rad koji podržava vozače. Za javni prijevoz, alati se mogu koristiti za pravilno postavljanje vozila na zaustavljanjima, osiguravajući pristup bilo na platformi iste visine ili putnicima s invaliditetom (npr. dizala s invalidskim kolicima, autobus mehanizmi za spuštanje). Primjeri uključuju sljedeće:

- automatsko vođenje traka,
- automatski rad parkiranja,
- tempomat vrlo male brzine.

Primjeri usluga uključuju:

- automatizirani promet autocestama,
- automatizirano manevriranje male brzine,
- precizno pristajanje za vozila javnog prijevoza,
- automatizirani tempomat.

Prekidač zaustavljanja obuhvaća grupu usluga koja koristi ITS za određivanje brzine, mase i smjer vozila i predmeta koji sudjeluju u potencijalnom sudaru, kao i broj, mjesto i glavne fizičke karakteristike putnika. Upotreba sustava ovih podataka za određivanje strategije odgovora mogu sadržavati sljedeće elemente:

- naoružavanje i aktiviranje zračnih jastuka,
- postavljanje sustava bočne zaštite,
- postavljanje šipki za valjanje,
- zatezanje sigurnosnih pojaseva.

2.2.4. Prijevoz tereta

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao: *Upravljanje komercijalnim vozilima; upravljanje teretnim i voznim parkom; aktivnosti koje ubrzavaju postupak autorizacije za teret na nacionalnim i pravnim granicama i ubrzavaju transmodalni prijenos za odobreni teret.* Grupe usluga *Prijevoz tereta* posebno se odnosi na aktivnosti koje olakšavaju rad komercijalnih vozila i multimodalnu logistiku, uključujući međudržavnu koordinaciju. Domena teretnog prometa i logistike uključuje sljedeće grupe usluga: [11]

a) administrativne funkcije:

- pročišćavanje komercijalnih vozila,
- administrativni postupci za komercijalna vozila,
- automatizirana inspekcija sigurnosti na cesti,
- praćenje sigurnosti na vozilu.

b) komercijalne funkcije:

- upravljanje voznim parkom,
- intermodalno upravljanje informacijama,
- upravljanje i kontrola intermodalnih centara,
- upravljanje opasnim teretom.

Pročišćavanje komercijalnih vozila

Servisna skupina za pročišćavanje komercijalnih vozila pruža usluge koje to omogućavaju teretna vozila, uključujući kamione i autobuse, da imaju akreditive i druge dokumente, sigurnosni status i uteg automatski se provjeravaju pri normalnim prometnim brzinama. Glavni cilj ove usluge je izvršiti prevencije s minimalnim poremećajima do putovanja vozila i protoka prometa.

Primjeri usluga uključuju:

- vaganje u pokretu,
- neprekidno čišćenje,
- praćenje evidencije sigurnosti vozila.

Administrativni postupci za komercijalna vozila

Ova se skupina usluga nadopunjuje s gore navedenom grupom usluga. Omogućuje prijevoz teretnih vozila i otpremnicima kupnju godišnjih i *ad hoc* akreditive, koristeći komunikacijske i računalne tehnologije.

Primjeri usluga uključuju:

- automatizirano podnošenje akreditiva,
- automatizirana uprava komercijalnih vozila,
- automatizirani granični prijelazi.

Automatizirana inspekcija sigurnosti na cesti

Automatizirana skupina za nadzor sigurnosti na cesti pokriva upotrebu ITS-a, omogućavajući pristup cestama za evidenciju sigurnosnih performansi auto dizalica, vozila i vozača. To će poboljšati postojeće sustave provjere na licu mjesta pružajući inspektorima jednostavan pristup trenutnim podacima relevantnim za inspekciju. Primjer usluge jest daljinski pristup podacima o sigurnosti komercijalnih vozila.

Praćenje sigurnosti na vozilu

Ova servisna skupina obuhvaća upotrebu ugrađenih sustava nadzora za nadzor nad sigurnosnim statusom komercijalnih vozila, vozača komercijalnih vozila i tereta tijekom cijelog tijeka putovanja.

To može uključivati ispitivanje i prikupljanje podataka na sljedeće:

- kočnice,
- budnost vozača,
- vrijeme vožnje,
- svjetla,
- pomaknuti teret,
- gume.

Upozorenje se može pružiti i vozaču i / ili uređajima za daljinsko nadgledanje. Primjeri usluga uključuju:

- nadzor internih sustava komercijalnih vozila,
- praćenje budnosti vozača komercijalnih vozila.

Upravljanje voznim parkom

Na multimodalnoj razini, upravljanje komercijalnim voznim parkom uključuje logistiku i teretni promet sustav upravljanja. Također, pokriva upotrebu automatske lokacije vozila (AVL) za postizanje automatske lokacije za prijevoz tereta / lokacije kontejnera i uporabe komunikacije centra između vozila i centrale radi pružanja lokacije vozila i ostale informacije o statusu operaterima flote. To olakšava upotrebu dinamičkih dispečerskih sustava za poboljšanje učinkovitosti procesa upravljanja flotom. Te se usluge provode zajedno s grupom usluga upravljanja prometom.

Ova grupa usluga uključuje:

- informacije prije putovanja,
- uvjeti intermodalnih terminala.

Primjeri usluga uključuju:

- praćenje voznog parka komercijalnih vozila,
- otprema voznog parka komercijalnih vozila,
- praćenje teretnih kontejnera.

Upravljanje opasnim teretom

Ova skupina usluga uključuje usluge koje upravljaju prometnim voznim parkom povezanim s kretanjem opasne robe, uključujući praćenje njezinog stanja, te stanje i njegovo kretanje duž infrastrukture oblikom prijevoza koji će se koristiti. Također, aktivnosti uključuju razmjenu informacija s organizacijama odgovornim za stvarni prijevoz opasne robe.

Primjeri usluga uključuju:[12]

- razmjena podataka o kretanju opasne robe,
- registar podataka o kretanju opasne robe,
- koordinacija flote za kretanje opasnih roba,
- policija za kretanje opasne robe / sigurnosna koordinacija.

2.2.5. Javni prijevoz

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Rad na uslugama javnog prijevoza i pružanje operativnih informacija operatoru i korisniku, uključujući multimodalne aspekte*. [13] Grupe usluga unutar ove domene opisuju aktivnosti koje rezultiraju pravovremenim i učinkovitijim radom usluga javnog prijevoza i pružanjem operativnih informacija prijevozniku i putniku. Domena javnog prijevoza uključuje sljedeće grupe usluga:

- upravljanje javnim prijevozom,
- potraživanje i zajednički prijevoz.

Upravljanje javnim prijevozom

Ova servisna skupina obuhvaća planiranje i upravljanje operacijama javnog prijevoza. To uključuje pružanje informacija u stvarnom vremenu o lokaciji i statusu vozila što omogućava identifikaciju odstupanja od rasporeda i dinamičko planiranje. To također uključuje praćenje stanja vozila u javnom prijevozu, poput opterećenja putnika, funkcija sustava upravljanja motorom i tlaka u gumama. Ova skupina usluga također uključuje primjenu rasporeda javnog prijevoza i planiranja javnog prijevoza za osiguranje pouzdanih veza s minimalnim vremenom između različitih načina rada (npr. autobusne i željezničke usluge). To se često naziva zaštita od prijenosne veze i može se riješiti putem jednog ili više primjera navedenih usluga u nastavku. Te se usluge provode zajedno s grupom usluga upravljanja prometom.

Primjeri usluga uključuju:[14]

- nadgledanje unutarnjih sustava javnih vozila,
- praćenje voznog parka u javnom prijevozu,
- usluge planiranja javnog prijevoza,
- otprema usluge javnog prijevoza,
- planiranje usluga javnog gradskog prijevoza.

Potraživanje i zajednički prijevoz

Ova skupina usluga obuhvaća pružanje usluga prijevoza na zahtjev individualnim putnicima. Ovo će korisniku pružiti prijevozne usluge u skladu s potražnjom, omogućuju prijevoznicima otpremu i raspored vozila. Putnici obično mogu zatražiti uslugu određivanjem odredišta i bilo kakvih posebnih potreba, poput kolica za prijevoz, invalidskih kolica ili drugih posebnih usluga za invalide. Vozila koja pokrivaju koridor ili područje šalju se putniku dispečerskim sustavom. Vozni park javnog gradskog prijevoza raspoređen u ovoj grupi usluga može uključivati autobuse, kombije i taksije. Ova se skupina usluga bavi potrebama putnika na način da pruža održivu zajedničku prijevoznu alternativu jedinstvenim osobnim automobilom i također se bavi potrebama određenih grupa kao što su starije i nemoćne osobe. Primjeri usluga uključuju:

- otprema tranzite flote,
- dinamično dijeljenje vožnje.

2.2.6. Žurne službe

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Usluge isporučene kao odgovor na incidente koji su kategorizirani kao hitne situacije*. [2]

Domena za hitne slučajeve uključuje sljedeće grupe usluga:

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

Grupe usluga u ovoj domeni opisuju aktivnosti koje omogućuju brže pokretanje i ubrzanje hitnih službi širom prometne mreže.[15] Većina hitnih slučajeva karakteriziraju se kao „kratki“ ili „bez upozorenja“ incidenti ili događaji, poput iznenadnih većih oluja ili drugih teških vremenskih događaja, pad zrakoplova ili vlaka, zemljotresi, poplave ili terorističke prijetnje. Manje učestali, ali obično razorniji događaji su hitna stanja s "upozorenjem", poput uragana, tsunamija, velike poplave rijeke ili širenja divlje vatre. Reakcija na ove različite razine izvanrednih stanja može biti vrlo različita.

Upravljanje incidentnim situacijama je koordiniran skup aktivnosti kojim se pomaže uklanjaju vozila, pomaže unesrećenima te normalizira prometni tok nakon nastanka prometne nezgode ili druge incidentne situacije kao što je na primjer kvar vozila. [3] Brzi koordinirani odaziv policije i drugih žurnih službi (prva pomoć i vatrogasci) ključni su pri nastanku prometnih nezgoda ili drugih incidentnih situacija na prometnicama. Sustav upravljanja incidentnim situacijama usko je vezan uz druge podsustave upravljanja prometom u gradu, odnosno s drugim podsustavima. Upravljanje incidentima sastoji se od spašavanja stradalih nakon nastanka prometne nezgode nakon što se iz vozila aktivira signal (aktiviranjem zračnog jastuka ili ručno) i šalje do RSIM (eng. *Rescue Service Incident Management*) centra. Precizno se utvrđuje pozicija vozila preko globalnih satelitskih pozicijskih navigacijskih sustava. Sustavi automatskog praćenja i davanja prioriteta omogućuju najbližem vozilu žurne službe da najkraćom rutom dođe do mjesta nezgode.

Obavijesti o hitnim slučajevima i osobna sigurnost

Ova grupa usluga primjenjuje ITS funkcionalnost za pružanje vozačkih / osobnih sigurnosnih usluga i automatsku obavijest o incidentima za vozače privatnih automobila i vozače teretnih vozila. [16] To može uključivati: [2]

- automatska obavijest o sudaru,
- korisnik je pokrenuo poziv u nevolji,
- obavijest treće strane o hitnim slučajevima.

Povrat vozila

Ova servisna skupina primjenjuje ITS funkcionalnost za imobiliziranje ili vraćanje ukradenih vozila. Primjeri usluga uključuju: [2]

- korisnik je pokrenuo poziv u nevolji,
- automatsko upozorenje o krađi,
- automatizirano upadanje vozila i nadzor ukradenih vozila,
- praćenje ukradenih vozila,
- daljinska imobilizacija vozila.

Upravljanje vozilima u nuždi

Grupa za upravljanje vozilima za slučaj nužde uključuje primjenu upravljanja voznim parkom, usmjeravanja na ruti i prioritetne tehnike prometnih signala za upravljanje vozilima hitne pomoći, kao što su vatrogasna, policijska i hitna pomoć. Te se usluge provode zajedno s uslugama za upravljanje prometom. Primjeri usluga uključuju: [2]

- praćenje voznog parka u nuždi,
- koordinaciju upravljanja prometom u nuždi.

Opasni materijali i obavijesti o incidentima

Ova servisna skupina obuhvaća pružanje vlastima podataka o prirodi, lokaciji i stanju opasnog tereta. Ovo olakšava provedbu uputa za usmjeravanje i učinkovit odgovor na svaki incident koji uključuje teret. Podaci koji se trebaju pružiti mogu obuhvaćati: [2]

- podaci o usmjeravanju,
- izdavanje vozaču instrukcija nakon nezgode,
- položaj vozila,
- priroda incidenta,
- priroda tereta.

2.2.7. Elektronička plaćanja vezana uz transport

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Transakcije i rezervacije za usluge povezane s prijevozom*. [16] Ova domena odnosi se na aktivnosti koje omogućuju prikupljanje prihoda za prijevoz i usluge bezgotovinskim plaćanjem. Domena elektroničkog plaćanja koja se odnosi na transport uključuje sljedeću uslugu grupe: [2]

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

Elektroničke financijske transakcije povezane s prijevozom

Ova grupa usluga uključuje upotrebu elektroničkih ili bezgotovinskih platnih sustava za usluge prijevoza, zajedno s primjenom automatiziranih sustava za naplatu naknada za korisnike cesta na temelju ukupne uporabe prijevoznih usluga (npr. na temelju udaljenosti), a ne samo korištenje određenih objekata [17]. Primjeri usluga uključuju: [2]

- elektroničko plaćanje tranzitne karte,
- elektronička naplata cestarine,
- elektroničko plaćanje parkiranja,
- elektroničko plaćanje usluga (npr. informacije o putnicima, rezervacije),
- elektroničke usluge plaćanja naknada za cestovne usluge zasnovane na daljini.

2.2.8. Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Zaštita korisnika prijevoza, uključujući pješake i ranjive korisnike*. [2]

Područje osobne sigurnosti povezano s cestovnim prometom uključuje sljedeće usluge: [2]

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

Grupe usluga u ovoj domeni opisuju aktivnosti koje štite osobnu sigurnost pješaka i pojedinaca koji koriste usluge cestovnog prijevoza.

Sigurnost javnih putovanja

Grupa javnih službi za sigurnost putovanja uključuje sustave nadzora i nadgledanja za objekte javnog prijevoza, parkirališta i vozila na javnom prijevozu. Sustavi mogu biti automatski, slati poziv u nevolji kada se utvrde određeni uvjeti ili se mogu ručno pokrenuti. To također uključuje upotrebu sigurnosnih sustava dizajniranih za zaštitu prijevoznika javnih vozila.

Primjeri usluga uključuju: [2]

- tihi alarm,
- hitni poziv / svakodnevni poziv za javni prijevoz,
- otkrivanje upada,
- nadzor javnog prijevoza.

Poboljšanja sigurnosti za ranjive sudionike u prometu

Ova servisna skupina pokriva primjenu ITS funkcionalnosti radi povećanja razine sigurnosti za ranjive skupine korisnika cesta (posebno starije, invalide i radnike na održavanju cesta). Te grupe uključuju: motocikliste, bicikliste i pješake.

Mjere povećanja sigurnosti mogu uključivati mjere poput: [2]

- pametni pješački prijelazi (npr. automatsko upozoravanje pješaka za vozače, produljenje vremena prijelaza za starije korisnike i promjena prioriteta pješaka),
- sustav upozorenja o brzini vozila,
- otkrivanje prisutnosti vozila,
- automatski savjet vozačima osjetljivih sudionika u prometu (npr. prisutnost radnika na održavanju cesta).

Većina do sada postignutih standarda na ovim područjima ne može se opisati kao ITS standardi, ali se odnose na stvari poput standarda sigurnosnih pojaseva, standarda kaciga za sudar i standarda ispitivanja sudara. U Europi, Europsko vijeće za sigurnost prometa ima projekte u ključnim sigurnosnim područjima kao što su vožnja u pijanom stanju, izvršenje vožnje, sigurnosni pojasevi itd., ali ne pišu standarde. Osnovni cilj ove aktivnosti ETSC-a je povećati svijest o potrebama ranjivih sudionika u prometu među kreatorima EU kako bi oni lakše prihvatili odgovornost za provedbu mjera potrebnih za zaštitu biciklista i pješaka. [18]

Poboljšanja sigurnosti za osobe s invaliditetom na cesti

Ova servisna skupina pokriva primjenu ITS funkcionalnosti radi povećanja razine sigurnosti za skupine korisnika cesta (posebno pješaka s fizičkim oštećenjima). Mjere povećanja sigurnosti mogu uključivati mjere poput: [3]

- pametni pješački prijelazi (npr. produljenje vremena prijelaza za starije i nemoćne korisnike),
- otkrivanje prisutnosti vozila (bilo do vozila, bilo od vozila do pješaka),
- automatski savjeti vozačima osoba s invaliditetom (npr. prisutnost invalidskih kolica).

Primjeri usluga uključuju: [3]

- nadzor raskrižja specijaliziranih prijevoza (npr. invalidskih kolica),
- upozorenja vozača za specijalizirane prijenose.

Sigurnosne odredbe za pješake koji koriste inteligentne veze

Ova servisna skupina pokriva primjenu ITS tehnologija za pružanje sustava praćenja i upozoravanja na čvorištima (uključujući modalne, multimodalne ili intermodalne), kako signalno upravljane tako i prioritete, kako bi se povećala sigurnost pješaka. Upozorenja mogu uključivati: [2]

- pojašnjenje pravila o pravom putu,
- ugrađeni odjek znakova upozorenja,
- prisutnost vozila na nadolazećem položaju,
- upozorenje na neposrednu promjenu faze signala.

2.2.9. Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Aktivnosti koje prate i informiraju o vremenskim i okolišnim uvjetima*. [2]

Grupe usluga u ovoj domeni opisuju aktivnosti koje prate vremenske i okolišne uvjete koji utječu na prometnu mrežu i njene korisnike. Područje praćenja vremenskih i okolišnih uvjeta uključuje područje sljedeće grupe usluga: praćenje stanja okoliša.

Nadgledanje vremena

Ova servisna grupa sadrži aktivnosti koje rezultiraju nadgledanjem vremenskih uvjeta, uključujući maglu, led, snijeg, vjetar, kišu i vrućinu; zajedno s predviđanjem specifičnih uvjeta jer utječu na stanje kolnika i cjelokupnog prijeđenog puta, uključujući zaleđivanje i vidljivost. Primjeri usluga uključuju: [2]

- praćenje vremenskih informacija na cestama,
- prognoza vremena na cestama.

Praćenje stanja okoliša

Ova servisna skupina sadrži aktivnosti koje rezultiraju nadgledanjem stanja kao što su poplava (zbog visoke plime), kretanje zemlje (zemljotresi, blato) i razine zagađenja. Također, grupa usluga može obuhvaćati usluge koje mogu predvidjeti specifične uvjete koji će se vjerojatno pojaviti na temelju trenutnih i povijesnih trendova.

Primjeri usluga uključuju: [2]

- nadzor i predviđanje razine vode i plime,
- nadzor potresa,
- nadgledanje zagađenja,
- lavina, proklizavanje blata, nadgledanje padavina.

2.2.10. Upravljanje odazivom na velike nesreće

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Cestovni prijevoz temeljene aktivnosti kao odgovor na prirodne katastrofe, građanske poremećaje ili terorističke napade*.

Domena upravljanja i koordiniranja reakcija na katastrofe uključuje sljedeće grupe usluga: [2]

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

Grupe usluga u ovoj domeni opisuju ITS aktivnosti koje upravljaju resursima iz više nadležnosti kao odgovor na prirodne katastrofe, građanske poremećaje ili terorizam.

Upravljanje podacima o katastrofama

Ova grupa usluga uključuje usluge koje prikupljaju podatke o katastrofi od odgovarajućih agencija. Primjeri usluga uključuju: [2]

- prikupljanje podataka o katastrofama i nuždi,
- podjela podataka o katastrofama i nuždi.

Upravljanje odzivom na katastrofe

Ova grupa usluga uključuje usluge koje upravljaju uporabom cestovne mreže kako bi se minimizirao utjecaj katastrofe na njezinu upotrebu. Primjeri usluga uključuju: [2]

- planiranje reakcija na katastrofe u prometnoj mreži,
- realizacija katastrofa.

Koordinacija s hitnim agencijama

Ova grupa usluga uključuje usluge koje koordiniraju upotrebu cestovne mreže vozilima koja pripadaju hitnim agencijama. Primjeri usluga uključuju koordinaciju odgovora na katastrofe. [3]

2.2.11. Nacionalna sigurnost

ISO međunarodni standard 14813-1 ovu domenu opisuje kao *Aktivnosti koje izravno štite ili ublažavaju fizičke ili operativne štete ljudi i objekata zbog prirodnih katastrofa, građanskih poremećaja ili terorističkih napada*. [2]

Domena nacionalne sigurnosti uključuje sljedeće grupe usluga: [2]

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

Grupe usluga u ovoj domeni opisuju aktivnosti koje izravno štite ili ublažavaju fizičku ili operativnu štetu osobama i objektima uslijed prirodnih katastrofa, građanskih poremećaja ili terorističkih napada.

Nadzor i kontrola sumnjivih vozila

Ova servisna skupina uključuje daljinsko nadgledanje vozila radi otkrivanja eksploziva i operativnu kontrolu takvih vozila, omogućavajući zaustavljanje rada vozila ako su ga trenutno okupirali teroristi ili je poznato da su opremljeni da uzrokuju uništenje(npr. opremljeni eksplozivima).

Primjeri usluga uključuju: [3]

- nadgledanje vozila i eksploziva,
- onesposobljavanje vozila,
- upravljanje cestovnim prometom,
- identifikacija sumnjivih vozila.

Nadgledanje komunalija ili cjevovoda

Ova servisna skupina uključuje sustave dizajnirane za rješavanje zaustavljanja protoka ili otkrivanja stranih ili opasnih materija u komunalnom ili cjevovodu, te hitne obavijesti nadležnim agencijama. Iako komunalije i cjevovodi nisu izravno povezani sa ITS-om, uobičajena praksa postavljanja na ili u blizini prometnih cesta znači da incident protiv takvih komunalnih ili cjevovoda vjerojatno može poremetiti prometni sustav i ITS može biti uključen.

Primjeri usluga uključuju: [2]

- nadzor cjevovoda i komunalnih eksploziva,
- hitna obavijest ključnim agencijama.

U nastavku, izvršeno je definiranje i svih usluga koje će se također definirati unutar tabličnog prikaza.

Tablica 2. Prikaz usluga unutar ITS-a

BROJ	USLUGA
1	Usluga predputnog informiranja
2	Usluga putnog informiranja vozača
3	Putno informiranje u javnom prijevozu
4	Osobne informacijske usluge
5	Rutni vodič i navigacija
6	Podrška planiranju prijevoza
7	Usluga vođenja prometnog toka
8	Nadziranje i otklanjanje svih incidenata
9	Upravljanje potražnjom
10	Usluga nadziranja nad kršenjem prometne regulative
11	Usluga upravljanja održavanjem infrastrukture
12	Osiguranje poboljšavanja vidljivosti
13	Osiguranje automatizirane operacije samih vozila
14	Izbjegavanje čelnih sudara
15	Izbjegavanje bočnih sudara
16	Osiguranje sigurnosne pripravnosti
17	Sprječavanje sudara
18	Odobrenje za komercijalna vozila
19	Administrativni procesi za komercijalna vozila
20	Automatsko nadziranje sigurnosti cesta
21	Sigurnosni nadzor komercijalnog vozila na području instrumentalne ploče
22	Upravljanje komercijalnim voznim parkom
23	Upravljanje javnim prijevozom
24	Javni prijevoz osiguran na zahtjev
25	Područje upravljanja zajedničkim prijevozom
26	Žurne objave i osiguranje zaštite osoba
27	Upravljanje vozilima žurnih službi
28	Obavještanje o opasnim teretima
29	Područje elektroničkih financijskih transakcija
30	Zaštita u javnom prijevozu
31	Osiguranje sigurnosti ranjivih cestovnih korisnika
32	Inteligentna čvorišta i dionice

Izvor: autor rada prema Bošnjak, 2006.

Nakon prikaza pojedinih područja i usluga ITS-a usmjerenost se postavlja na temeljne prednosti inteligentnih transportnih sustava.

2.3. Aktualna normizacija ITS usluga

Kako bi razvoj ITS-a bio funkcionalan, potrebno ga je neprestano prilagođavati u skladu s određenim dostignućima i potrebama samih korisnika. ITS sustav mijenja se i razvija na različite načine u svijetu. Gotovo sve ITS arhitekture koje se razvijaju temelje se na američkoj nacionalnoj ITS arhitekturi te na europskoj FRAME arhitekturi. Kombiniranjem 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 opis primarne usluge ITS-a na tri razine. 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. Norma je namijenjena prvenstveno za upotrebu dvije skupine korisnika, a to su korisnici koji razvijaju ideje o uslugama te korisnici koji razvijaju standarde ITS usluga.

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

1. Domena usluga informiranja putnika

- 1.1. Informacije o prijevozu u stvarnom vremenu
- 1.2. Prikaz informacija u vozilu u stvarnom vremenu
- 1.3. Smjernice i informacije o vođenju u stvarnom vremenu
- 1.4. Multimodalno planiranje putovanja
- 1.5. Informacije o uslugama putovanja

2. Domena usluga upravljanja prometom i operacijama

- 2.1. Upravljanje i kontrola prometa
- 2.2. Upravljanje incidentima vezanim uz prijevoz
- 2.3. Upravljanje potražnjom
- 2.4. Upravljanje održavanjem infrastrukture cestovnog prometa
- 2.5. Nadzor provođenja prometnih propisa

3. Domena usluga vozila

- 3.1. Poboljšanje vidljivost u cestovnom prometu
- 3.2. Automatizirano upravljanje vozilom
- 3.3. Ublažavanje/izbjegavanje sudara
- 3.4. Sigurnosna spremnost
- 3.5. Prevencija sudara

4. Domena usluga prijevoza tereta

- 4.1. Prethodno odobrenje za komercijalna vozila
- 4.2. Upravni postupci za komercijalna vozila
- 4.3. Automatizirana provjera sigurnosti na cestama
- 4.4. Nadzor sigurnosti komercijalnih vozila
- 4.5. Upravljanje voznim parkom međugradskog teretnog prometa
- 4.6. Intermodalno upravljanje informacijama
- 4.7. Upravljanje i kontrola intermodalnih centara
- 4.8. Upravljanje opasnim teretom
- 4.9. Upravljanje teškim teretnim vozilima
- 4.10. Upravljanje lokalnim dostavnim vozilima
- 4.11. Telematičke aplikacije za regulirana vozila
- 4.12. Identifikacija i komunikacija sadržaja prijevoza tereta

5. Domena usluga javnog prijevoza

- 5.1. Upravljanje javnim prijevozom
- 5.2. Dijeljenje prijevoza i prijevoz na zahtjev

6. Domena usluga žurnih službi

- 6.1. Obavijest o hitnim slučajevima i osobna sigurnost u prometu
- 6.2. Pronalazak ukradenog vozila
- 6.3. Upravljanje vozilima žurnih službi
- 6.4. Opasne tvari i obavijesti o incidentima

- 7. Domena platnih usluga povezanih s prijevozom**
 - 7.1. Elektroničke financijske transakcije u cestovnom prometu
 - 7.2. Elektroničke usluge upravljanja cijenama
 - 7.3. Elektroničke financijske transakcije povezane s prijevozom
 - 7.4. Ostali mehanizmi za naplatu u cestovnom prometu

- 8. Domena usluga osobne sigurnosti u cestovnom prometu**
 - 8.1. Javna sigurnost putovanja
 - 8.2. Poboľšana sigurnost za ranjive sudionike u prometu
 - 8.3. Poboľšana sigurnost za sudionike u prometu s invaliditetom
 - 8.4. Sigurnosne odredbe za pješake koji koriste inteligentna čvorišta i veze

- 9. Domena praćenja vremenskih prilika i stanja okoliša**
 - 9.1. Praćenje vremenskih uvjeta
 - 9.2. Praćenje stanja okoliša

- 10. Domena upravljanja odzivom na velike nesreće i koordinacijskih usluga**
 - 10.1. Upravljanje podacima o velikim nesrećama
 - 10.2. Upravljanje velikim nesrećama
 - 10.3. Koordinacija žurnih službi

- 11. Domena usluga nacionalne sigurnosti**
 - 11.1. Nadzor i kontrola sumnjivih vozila
 - 11.2. Nadzor cjevovoda ili komunalnih usluga

- 12. Domena ITS usluga upravljanja podacima**
 - 12.1. Registri podataka
 - 12.2. Rječnici podataka

- 13. Domena usluga upravljanja učinkom**
 - 13.1. Pohrana podataka
 - 13.2. Simulacije

2.4. Temeljne prednosti inteligentnih transportnih sustava

Važno je da ITS može olakšati isporuku širokog raspona ciljeva politike, osim onih izravno povezanih s prometom, donoseći značajne pogodnosti za korisnike prijevoza i one koji žive i rade na tom području. Prema Williams (2008), postoji šest glavnih ciljeva, odnosno koristi:

1. Sigurnost

Eksplisitni cilj transportnog sustava je osigurati sigurno okruženje za putovanja nastavljajući nastojati poboljšanje performansi sustava. Iako nepoželjne, sudari i smrtni slučajevi su neizbježne pojave. Nekoliko ITS usluga ima za cilj minimizirati rizik od sudara i smrtnih slučajeva. Ovaj cilj usredotočuje se na smanjenje broja sudara i smanjenje vjerojatnosti smrtnog slučaja u slučaju nesreće. Tipične mjere učinkovitosti koje se koriste za kvantificiranje sigurnosne izvedbe uključuju ukupnu stopu sudara, stopu sudara sa smrtnim ishodom i stopu sudara s ozljedama.

2. Mobilnost

Poboljšanje mobilnosti (i pouzdanosti) smanjenjem kašnjenja i vremena putovanja glavni je cilj mnogih ITS-a komponenti. Kašnjenje se može mjeriti na mnogo različitih načina, ovisno o vrsti sustava prijevoza koji se analizira. Kašnjenje sustava obično se mjeri u sekundama ili minutama kašnjenja po vozilu. Također, kašnjenje za korisnike sustava može se mjeriti u radnim satima. Kašnjenje za teretne pošiljke može biti mjereno u vremenu nakon planiranog vremena dolaska pošiljke. Kašnjenje se također može izmjeriti promatranjem broja zaustavljanja vozača prije i nakon implementacije ili provedbe projekta. Promjenjivost vremena putovanja označava varijabilnost ukupnog vremena putovanja od polazišta do odredišta u sustavu, uključujući sve modalne transfere ili zaustavljanja na ruti. Ova mjera učinkovitosti može biti lako primjenjiva na intermodalnom kretanju tereta (robe) kao i na osobna putovanja.

Smanjenje varijabilnosti vremena putovanja poboljšava pouzdanost procjena vremena dolaska koje putnici ili tvrtke koriste za izradu odluke o planiranju i rasporedu. Poboljšanjem operacija i odgovora na incidente, te pružanjem informacija o kašnjenjima, ITS usluge mogu smanjiti varijabilnost vremena putovanja u prometnim mrežama. Na primjer, proizvodi za informacije o putnicima mogu se koristiti u planiranju putovanja kako bi se pomoglo preusmjeriti komercijalne vozače oko zakrčenih područja što rezultira manjom varijabilnosti u vremenu putovanja.

3. Učinkovitost

Mnoge ITS komponente nastoje optimizirati učinkovitost postojećih objekata i korištenje prava prolaza tako da potrebe mobilnosti i trgovine mogu se zadovoljiti uz istovremeno smanjenje potrebe za izgradnjom ili proširenjem objekata. Ovo se postiže povećanjem efektivnog kapaciteta transportnog sustava. Prema Williams (2008), učinkoviti kapacitet predstavlja maksimalnu potencijalnu stopu kojom osobe ili vozila mogu prijeći vezu, čvor ili mrežu pod reprezentativnim uvjetima na cesti, uključujući vrijeme, incidente i varijacije u prometu, odnosno obrasce potražnje.

4. Produktivnost

Implementacija ITS-a često smanjuje operativne troškove i omogućuje poboljšanja produktivnosti. ITS alternative mogu imati niže troškove nabave i životni ciklusa u usporedbi s tradicionalnim prijevozom. Mjera učinkovitosti za ovaj cilj je ušteda troškova kao rezultat provedbe ITS-a. Drugi način za gledanje uštede je kvantificiranje uštede između tradicionalnih i ITS rješenja za rješavanje problema.

5. Energija i okoliš

Kvaliteta zraka i energetski utjecaj ITS usluga vrlo su važna razmatranja gdje se nastoje zadovoljiti postavljeni standardi kvalitete zraka. U većini slučajeva, koristi za okoliš mogu se procijeniti samo prema korištenju analize i simulacije.

Problemi vezani uz regionalno mjerenje uključuju mali utjecaj pojedinačnih projekata i velikog broja egzogenih varijabli uključujući vremenske prilike, doprinos iz ne-mobilnih izvora ili drugih regija i prirodu onečišćenja ozonom koja se razvija u vremenu. Studije malih razmjera općenito pokazuju pozitivne utjecaje na okoliš. Ovi utjecaji proizlaze iz glatkijih i više učinkovitih tokova u prometnom sustavu. Međutim, utjecaji putnika na okoliš koji reagiraju na dugoročnu primjenu ITS-a velikih razmjera nisu dobro shvaćeni. Smanjenje razine emisije i energije potrošnje identificirane su kao mjere učinkovitosti za ovaj cilj.

6. Zadovoljstvo kupaca

S obzirom da su mnogi ITS projekti i programi posebno razvijeni da služe javnosti, ovo je važno kako bi se osiguralo da su očekivanja korisnika (tj. kupaca) ispunjena ili nadmašena. Zadovoljstvo kupca mjeri i karakterizira udaljenost između očekivanja i iskustava korisnika u odnosu na uslugu ili proizvod.

Središnje pitanje u ocjeni zadovoljstva kupaca je: „Je li proizvod pruža dovoljnu vrijednost (ili koristi) u zamjenu za kupčevu ulaganje, bilo da ulaganje se mjeri u novcu ili vremenu?“

Tipični rezultati prijavljeni u procjeni utjecaja korisnika su zadovoljstvo proizvodom ili uslugom gdje je uključena svijest o proizvodu, očekivanja koristi(a) proizvoda, korištenje proizvoda, odgovor (donošenje odluka ili promjena ponašanja), ostvarenje koristi i procjena vrijednosti. Iako je zadovoljstvo teško izravno izmjeriti, mjere povezane sa zadovoljstvom mogu biti promatrane, uključujući količinu putovanja u različitim načinima, te kvalitetu usluge, kao i volumen pritužbi i pohvale koje je primio pružatelj usluge.

Osim zadovoljstva korisnika ili kupaca, potrebno je ocijeniti i zadovoljstvo prijevozom . Na primjer, mnogi ITS projekti se provode kako bi se poboljšala koordinacija između različitih dionika u prometnoj areni. U takvim projektima važno je izmjeriti zadovoljstvo pružatelja prijevoza kako bi se osigurala najbolja upotreba ograničenih sredstava. Jedan od načina mjerenja izvedbe takvog projekta je anketiranje pružatelja prijevoza prije i nakon projekta implementiran kako bi se vidjelo je li poboljšana koordinacija.

3. PRIKAZ USTROJA INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA

Unutar ovog poglavlja prikazat će se ustroj inteligentnog transportnog sustava. Konkretno naglasak postaviti će se na zahtjeve ITS sustava, inteligentne prometnice i inteligentna vozila.

3.1. Zahtjevi ITS sustava

Kako bi se odredio sam ustroj, odnosno struktura jednog ITS sustava važno je istaknuti kako se radi o jednoj organizaciji koja kao takva mora sadržavati sve potrebe elemente, tj. mora sadržavati sve potrebne odnose i sve potrebne veze kako bi u konačnici sam sustav mogao na ispravan način funkcionirati te se razvijati prema potrebi.[17] Kao jedno od osnovnih načela pri samom ustroju inteligentnog sustava je da navedeni mora ispunjavati sve zahtjeve koji se postavljaju od strane korisnika usluga. Tako primjerice sustav ITS-a bi svakako uz određeno zadovoljenje zahtjeva korisnika ujedno trebao moći omogućiti i zadovoljenje svih zahtjeva javnog sektora. Temeljna karakteristika ITS-a je upravo prilagodljivost. To bi značilo kako ITS mora imati posebnu sposobnost djelovanja i osiguranje mogućnosti rada i razvoja i to neovisno od svih eventualnih promjena, kako unutar operativnog tako ujedno i unutar organizacijskog segmenta. Ova karakteristika prilagodljivosti smatra se iznimno bitnom. Temeljni razlog za navedenu stavku leži u činjenici što sam razvitak ITS-a je vrlo dug period gdje dolazi do enormnih promjena kako u zahtjevima korisnika, tako ujedno i u promjenama kod tehničko-tehnoloških rješenja kao i promjena pravnog okruženja. [8]

Prilikom osiguranja definiranja ITS sustava nužno je jednoznačajno definirati sve potrebe zahtjeve korisnika, tj. sve potrebne zahtjeve interesnih skupina. Nakon navedenog slijedi faza unutar koje se vrši definiranje svih potrebnih funkcija za osiguranje zadovoljenja potrebnih zahtjeva gdje se na određeni način kreira veza s okolinom preko sudionika koji su korisnici ovih usluga.[23]

Prema Kos (2010), sama izgradnja inteligentnih transportnih sustava za svoj temeljni cilj imala je osiguranje integracije velikog broja dionika transportnog sustava, odnosno osiguranje suradnje cestovnih te drugih operatera prometne mreže putem tehnologija kao što su navigacijski sustavi, informacijsko-komunikacijske tehnologije, naprednih senzornih elemenata i drugo.

Inteligentni transportni sustav tako je cjelokupnom prometnom sustavu je sačinjen od nekoliko podsustava što je moguće vidjeti na sljedećem slikovnom prikazu.



Slika 2. Prikaz podsustava inteligentnog transportnog sustava

Izvor: autor rada prema Kos, 2010.

Osim podsustava vrlo bitno je navesti i sve potrebne specijalne zahtjeve koje je nužno zadovoljiti kako bi ti svi podsustavi mogli funkcionirati. U nastavku će se prikazati svi potrebni zahtjevi prema propisanim sustavima.

3.1.1. Zahtjevi za pozivno središte

Ukoliko se radi o potrebnim zahtjevima za pozivno središte tada je nužno naglasiti kako je potrebno osigurati pouzdano te ujedno i cjelodnevnu mogućnost za pozivanje i to putem javnih kako nepokretnih tako i pokretnih telefonskih sustava.[24] Ujedno je potrebno osigurati da se na učinkovit način odgovora na sve upućene pozive. Nužno je uspostaviti interaktivni govorni odaziv uz osiguranje pohranjivanja razgovora.

Nadalje, za pozivno je središte potrebno osigurati i mogućnost za izvlačenje svih relevantnih podataka iz samog informacijskog sustava. Na ovaj način osigurava se ujedno i komunikacija između pozivnog središta te same javnosti. Ujedno je osigurana i povezanost glavnog pozivnog središta s potrebnim područnim službama. Osiguranje je nužno provesti i u povezanosti pozivnog središta sa svim službama koje su od posebnog interesa kao što su policija, vatrogasna služba, hitna medicinska pomoć i druge. U cijelom procesu potrebno je osigurati visoku zaštićenost svih povjerljivih komunikacija (Kos, 2010).

3.1.2. Zahtjevi za informacijski sustav

Kod inteligentnih transportnih sustava potrebno je osigurati zahtjeve za informacijski sustav. Tako primjerice informacijski sustav bi trebao osigurati potrebnu okosnicu za nužno konfiguriranje, implementaciju te integraciju svih informacijskih usluga na temelju kojih će korisnici transportnih sredstava moći pružiti pouzdane, a ujedno i precizne te pravovremene informacije koje su potrebne za putovanje. Ujedno bi informacijski sustav morao osigurati sva potrebna sredstva za osiguranje jednostavnog pristupanja informacijama. On mora podržati prikupljanje, obrađivanje, a potom i distribuiranje svih informacija, osiguranje kontrole pristupa tim istim informacijama, ažuriranje i zaštitu. Svaki informacijski sustav bi trebao biti prije svega fleksibilan što bi značilo kako isti mora omogućiti uvođenje svih novih informacijskih usluga na vrlo jednostavan način. On mora ujedno omogućiti interakciju i s drugim vanjskim sustavima koji se mogu smatrati izvorom informacija.[18] Sam informacijski sustav bi trebao imati posebnu mogućnost za uvođenje novih informacijskih tehnologija te infrastrukture. On bi trebao na nepristran način osigurati pružanje potrebnih informacijskih usluga, tj. sadržavati informacije koje se odnose na vrlo širi demografski segment društva (Kos, 2010).

3.1.3. Zahtjevi za sustav nadzora i upravljanja

Zahtjevi koji su potrebni za sustav nadzora i sustav upravljanja usmjereni su prema potrebi osiguranja prilagođenosti senzora koje se nalaze na samim prometnicama.

Navedeni sustavi moraju biti u mogućnosti da rade u različitim mikroklimatskim uvjetima na toj istoj prometnici. Sam raspored senzora mora ujedno i osigurati potpunu pokrivenost prometnica na kojoj se senzori kao takvi postavljaju kako bi u konačnici ona informacija koju zaprima sam centar za nadzor i upravljanje u konačnici bila pouzdana. Sam nadzor te upravljanje sensorima, koji su postavljeni na određenoj prometnici, mora biti postavljen na ispravan način kako bi mogli pratiti registraciju vozila, brzinu i ostale karakteristike.[19] Nužno je podržavati komunikaciju senzora s centrom za nadziranje i upravljanje. Osiguranje upravljanja pokaznim sustavima nužno je kako bi se osigurale stavke koje su u vezi s dojavom o incidentnim situacijama na samim prometnicama. Nužno je uspostaviti i upravljanje pozivanjem centra za nadzor i za upravljanje. Prema Kos (2010), kod ovih zahtjeva ističe se još i zahtjev za postavljanjem posebnih servera za upravljanje u incidentnim situacijama, osiguranje upravljanja tranzitnim vozilima, voznim parkovima te ujedno i komercijalnim vozilima.

3.1.4. Zahtjevi za sustav lokacije i navigacije

Zahtjevi koji se postavljaju pred sustav lokacije i navigacije ITS-a su: ponajprije integritetnost sustava lokacije i navigacije, te radiolokacijskih sustava, zemaljskih i satelitskih, kako bi se ostvario što učinkovitiji rad cjelokupnog sustava.[20] Nadalje, visoka pouzdanost i točnost sustava neovisno o atmosferskim i drugim utjecajima te mogućnost neposrednog praćenja i lociranja vozila uz vizualnu i podatkovnu prezentaciju na zemljovidnoj karti također su jedni od zahtjeva. Ostali zahtjevi su: [21]

- mogućnost daljinskog praćenja i upravljanja putem osobnog računala ili prenosivog računala,
- mogućnost brzog i pouzdanog prijenosa slike sa zidnog zaslona odnosno ekrana nadzornog računala službama na drugim punktovima,
- mogućnost vođenja vozila određenom rutom,
- mogućnost vođenja vozila *putovima minimalne cijene*,

- povezanost s javnom telefonskom mrežom, stacionarnom i mobilnom, te privatnim i lokalnim radiokomunikacijskim sustavima,
- mogućnost obavješćivanja o mjestima zagušenja prometa, nesreća ili oštećenja na cestama,
- povezanost s drugim javnim sustavima preko odgovarajućih sučelja za komunikaciju,
- pružanje usluga lokacije i navigacije drugim zainteresiranim tvrtkama i institucijama.

3.1.5. Zahtjevi za komunikacijski sustav

Zahtjevi koji se postavljaju na komunikacijski sustav ITS-a prema Bošnjak (2006) su:

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

3.2. ITS aplikacije

Različite ITS aplikacije opisane su kako slijedi:

- **Kontrola prometa**

Usredotočuje se uglavnom na davanje prioriteta načinima prijevoza kao što su autobusi, biciklisti, pješaci i druga vozila za hitne slučajeve kako bi se procijenila izvedba i proučili razlozi za prometne emisije i zagušenja.

- **Sustavi upravljanja katastrofama**

U tu se svrhu koriste razne tehnologije kako bi se olakšao tijek prometa i pružila medicinska i druga srodna pomoć u takvim slučajevima.

- **Informacijski i navigacijski sustavi vozila**

Informacijski sustav u vozilu upozorava vozače na nepovoljne klimatske uvjete, stanje površine ceste, prometne gužve i opasnosti uključujući nesreće. Navigacijski sustavi pružaju informacije o lokaciji vozila u stvarnom vremenu i navođenje rutom za vozača da ode na optimalnu rutu.

- **Sustavi pomoći u vožnji**

Kako bi spasili vozača od nesreća, ovi su sustavi zamijenili neke ljudske odluke vozača odlukama stroja koje također pomažu u postizanju lakše kontrole vozila.

- **Kontrola onečišćenja zraka**

Cestovni promet je glavni izvor onečišćenja zraka koji ima utjecaj na ljudsko zdravlje i kvalitetu okoliša. U ITS-u se koriste različiti modeli i protokoli za kontrolu onečišćenja zraka.

3.3. Inteligentne prometnice

Gradovi su danas suočeni s pritiscima da se pozabave ekološkim problemima uzrokovanim prometnim zagušenjem i rastom urbanog stanovništva, a istodobno trebaju pružiti održivu mobilnost i održivi prijevoz.[13] Tehnologija pametnih cesta pomaže urbanistima i vladi u rješavanju takvih izazova. Internet of Things (IoT) čini cestovni prijevoz povezanijim, sigurnijim, održivijim i učinkovitijim s upravljanjem prometom, sigurnošću pješaka i vozila, nadzorom okoliša, pametnim i povezanim prometnicama te mrežama za punjenje i parkiranje električnih vozila.

Pametna infrastruktura ključna je za modernizaciju i razvitak učinkovitijih prometnica i autocesta. Pametne ceste izgrađene na IoT-u i informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji (ICT) mogu omogućiti gradovima da prikupljaju i analiziraju podatke za poboljšanje svakodnevnog upravljanja prometom.[14] Pametna cestovna infrastruktura također može pomoći gradovima da se prilagode potrebama dugoročnog održivog prijevoza. S IoT sensorima, kamerama, radarima i tehnologijama opremljenim 5G, podaci se mogu analizirati u gotovo stvarnom vremenu i koristiti za poboljšanje zakrčenih prometnica, pojednostavljajući protok prometa. Podaci se također mogu slati na dugoročnu analizu, pružajući kritičan uvid u napore kao što je smanjenje emisije CO₂.

ITS funkcionalnosti automatizirane prometnice uključuju: [1]

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

Prednosti pametnih cesta i pametne infrastrukture

Postoje mnoge vrste uređaja koji omogućuju tehnologiju pametnih cesta: senzori brzine, akustični senzori, kamere, pametni semafori, sustavi za praćenje stanja i vremenskih prilika te digitalni natpisi. Kada ovi uređaji prikupljaju i analiziraju podatke u gotovo stvarnom vremenu, gradovi mogu ostvariti nekoliko prednosti:

- manje zakrčene ulice,
- poboljšana sigurnost prometa i pješaka,
- proširena povezanost uz prometnu infrastrukturu,
- poboljšano parkiranje,
- e-naplata.

Slanjem odabranih podataka na analizu, gradovi mogu kontinuirano poboljšavati upravljanje prometom, održavanje cesta i održivost. Također, gradovi mogu koristiti tehnologiju digitalnih blizanaca za stvaranje modela virtualnih gradova koristeći tako stvarne podatke za kontinuiranu procjenu i poboljšanje postojeće infrastrukture, kao i testiranje novih tehnologija prije ulaganja. Tehnologija pametnih cesta može gradovima omogućiti pomoć na sljedeće načine:

- poboljšane usluge i odgovor na hitne slučajeve,
- poboljšan izgled ceste i stanje kolnika,
- održivi prijevoz.

Iako je tehnologija pametnih cesta već implementirana diljem svijeta, budućnost pametne infrastrukture tek je na početku. Gradovi danas vide brojne prednosti: smanjene prometne gužve, povećanje javne sigurnosti i smanjenje emisije CO₂. Uz najnoviju generaciju IoT tehnologija, urbanisti mogu s pouzdanjem ulagati u tehnologiju pametnih cesta.

Ceste na solarni pogon

Ceste na solarni pogon, rade tako da površinu ceste pretvaraju u golemi niz solarnih ploča. Iako to zvuči kao niz staklenih ploča koje se obično nalaze na krovovima, te su ceste dizajnirane da se po njima hoda i vozi bez lomljenja. Sve dok sunce sja, ove ceste mogu proizvoditi energiju sa ili bez prometa. Jedan od problema ulaganja u ovakve ceste jest cijena, kada bi u konačnici ispalo oko tri puta skuplje od asfalta.

Osim cijene, ključni problem je da ako cesta nije pravilno nagnuta prema suncu, neće generirati toliko energije. Nadalje, dugotrajna sjena zgrada ili drveća može isto tako biti problem. Čak i ako je samo pet posto ceste pokriveno sjenom tijekom dana, proizvodnja energije može se smanjiti za čak 50%.

Probna solarna cesta u Tourouvre-au-Percheu u Francuskoj, koja je započela 2016., trebala je proizvesti 800 kWh dnevno. Do 2018. prosječan je iznos bio samo 409 kWh dnevno, uglavnom zbog loše usklađenosti sa suncem. Potrebno je dakle promišljeno planiranje kako bi solarne ceste postale isplative i učinkovite kada je u pitanju proizvodnja energije. Jedan problem koji su solarne ceste prevladale je to što su bile dovoljno jake da izdrže pritisak prometa i lošeg vremena. Testovi u 2019. dokazali su da su kristalni silikonski fotonaponski (PV) solarni paneli izdržljivi i učinkoviti, čak i u vlažnim uvjetima.

U nastavku, Slika 3. prikazuje solarnu cestu u Francuskoj.



Slika 3. *Solarna cesta u Francuskoj*

Izvor: <https://www.frontslobode.ba/vijesti/ekologija/115579/francuska-otvorila-prvu-solarnu-cestu-wattway> (dostupno 19.9.2022.)

3.4. Inteligentna vozila

Pojavom automobila revolucionirala je ljudska mobilnost. Kako se broj automobila povećavao, ulice i ceste su se širile kako bi se omogućilo međugradsko i unutargradsko putovanje i ruralna povezanost. Istodobno su razvijeni prometni propisi koji kontroliraju pravilno kretanje vozila i osiguravaju sigurnost. S napretkom tehnologije, snaga vozila, performanse i domet putovanja su se uvelike poboljšali do razine da su doveli do širenja grada. Tijekom godina, vozila su se razvila u sofisticirane tehnološke strojeve koji proširuju mobilnost na slobodno vrijeme, udobnost, luksuz, sport, a za neke i produžetak i izraz vlastitog imidža i osobnosti. Kao i kod svake druge tehnologije, ovaj napredak u mobilnosti donio je svoje izazove u pogledu sigurnosti, zagađenja i energetske potrebe. Kako su vozila postala životna nužnost, obuhvaćaju gotovo svaki aspekt našeg svakodnevnog života.

Autonomna inteligentna vozila

Automobilska industrija je u posljednjih nekoliko godina predstavila dosta unaprijeđene tehnologije koje su dovele do koncepta, pa čak i stvaranja autonomnih vozila. Iako još nisu uobičajeni na cestama, ideja o automobilima, kamionima i motociklima koji su sposobni sami upravljati je vrlo zanimljiva. Količina vremena i truda uštedjenih upotrebom autonomnih vozila mogla bi biti neprocjenjiva.

Fenomen samostalnog parkiranja od tada se preselio na autonomna vozila koja mogu sama voziti, pa čak i na automobile koji mogu osjetiti vozačeve sposobnosti kako bi preuzeli kada je to potrebno. U nastojanju da povećaju sigurnost i učinkovitost, autonomna vozila otvaraju vrata za cijeli niz novih mogućnosti kada je u pitanju putovanje na posao.

Udruga automobilskih inženjera *SAE International (Society of Automotive Engineers)* 2014. godine objavila je klasifikaciju autonomnih vozila u šest razina koju su ažurirali 2016. godine, temeljenu na količini potrebne pažnje i intervencije od strane vozača:[15]

- **RAZINA 0** (*no automation*): automatizirani sustav izdaje upozorenja i može trenutno intervenirati, ali nema stalnu kontrolu vozila.
- **RAZINA 1** ("hands on"): vozač i automatizirani sustav dijele kontrolu nad vozilom. Primjeri su sustavi u kojima vozač upravlja upravljačem, a automatizirani sustav kontrolira snagu motora radi održavanja zadane brzine (tempomat) ili snagu motora i kočnice za održavanje i promjenu trake.
- **RAZINA 2** (*hands off*): automatizirani sustav preuzima potpunu kontrolu nad vozilom: ubrzanje/usporenje, kočenje i upravljanje. Vozač mora nadgledati vožnju i biti spreman odmah intervenirati u bilo kojem trenutku ako automatizirani sustav ne reagira pravilno.
- **RAZINA 3** (*eyes off*): Vozač može sigurno skrenuti pozornost sa zadataka vožnje, npr. vozač može pisati poruku ili gledati film. Vozilo će se pozabaviti situacijama koje zahtijevaju hitan odgovor, poput kočenja u nuždi. Vozač se i dalje mora pripremiti za intervenciju u određenom ograničenom roku, koji je proizvođač odredio, a kada ga vozilo na to pozove.
- **RAZINA 4** (*mind off*): slična razini 3, ali za sigurnost se nikada ne zahtijeva pozornost vozača, npr. vozač može sigurno zaspati ili napustiti vozačko mjesto. Samovožnja je podržana samo u ograničenim prostornim područjima ili u posebnim okolnostima. Izvan ovih područja ili okolnosti, vozilo mora biti u mogućnosti sigurno prekinuti putovanje, npr. parkirati automobil ako vozač ne preuzme kontrolu.
- **RAZINA 5** (*steering wheel optional*): Ljudska intervencija uopće nije potrebna.

Autonomni taksi u Kini

Nakon višegodišnjih testiranja i razvoja više različitih autonomnih vozila, kao i nekoliko kompanija koje su djelomično automatizirane taksije već pustile u pogon, Kina je ove godine u kolovozu dobila prvu uslugu potpuno automatiziranih taksija. Tamošnje su vlasti dozvolu za robotaksije bez vozača ili sigurnosnog operatera dodijelile tehnološkoj kompaniji *Baidu*, a ona se odnosi na gradove Wuhan i Chongqing.[26]

Dozvole ne pokrivaju cijela područja ovih gradova, već određene dijelove, ekonomsko-tehnološku poslovnu zonu Wuhana te 30-ak četvornih kilometara okruga Yongchuan u Chongqingu. Baidu tamo smije prometovati s flotama svojih autonomnih taksija od 9 do 17h, odnosno od 9:30 do 16:30h. Takve vožnje sasvim se normalno naplaćuju, a da pritom niti u jednom taksiju nije poseban operater koji pazi na sigurnost prometa i putnika.

Prva je ovo dozvola takvog tipa u Kini. U Pekingu, primjerice, Baidu, i Toyota imaju dozvole za autonomne taksije, no unutar grada i dalje moraju imati sigurnosnog operatera. Jedino gdje su do sada smjeli privremeno voziti potpuno bez ljudskog nadzora bilo je na otvorenim cestama u strogo određenim područjima.

Baidu svoju uslugu robotaksija *Apollo Go* planira do 2025. godine proširiti na čak 65 gradova, a do kraja desetljeća na njih stotinjak. Već do kraja ove godine svojoj će floti pridodati 300 novih autonomnih vozila. Jedan od preduvjeta za širenje mreže autonomnih vozila je i V2X (vehicle-to-everything) infrastruktura, posebice širenje brzih 5G mreža. One omogućavaju da se vozila povežu međusobno i s kontrolnim centrom, da prikupljaju informacije o prometu i okolini u stvarnom vremenu te ih dijele s cijelom flotom.



Slika 4. *Potpuno automatizirana vozila u Kini*

Izvor: <https://www.bug.hr/tehnologije/kina-dodijelila-prve-dozvole-za-potpuno-autonomne-robotaksije-u-gradovima-bez-28571> (dostupno 20.9.2020.)

4. PRIMJENA INTELIGENTNOG TRANSPORTNOG SUSTAVA U GRADOVIMA

Primjena inteligentnih transportnih sustava moguća je u svim prometnim podsustavima, a ujedno pruža širok spektar usluga svim korisnicima. Taj spektar usluga pruža se kroz sustave informiranja korisnika o prometnim uvjetima u cestovnom, željezničkom, zračnom i vodnom prometu, kroz nadzor i kontrolu prometa; menadžment vozila žurnih službi u incidentnim situacijama, navigaciju, nadgledanje i vođenje prometnog toka. Elektroničko plaćanje naknade za korištenje prometne infrastrukture (cestarina, mostarina, tunelarina) te upravljanje javnim transportom također su usluge širokog spektra primjene inteligentnih transportnih sustava. [15]

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

4.1. Razvoj ITS-a na području Europske unije

Republika Hrvatska je još prije samog ulaska u EU postigla odgovarajuće rezultate u implementaciji ITS-a (prije svega u autocestovnom programu), a preuzela je i sve EU zakonodavne obveze u ovom području.[9] Dokaz tome je i učešće znanstveno-istraživačkog sektora RH u više ITS projekata unutar istraživačkog programa FP7.[16] U tom smislu, opisano je postojeće stanje razvoja ITS-a u Republici Hrvatskoj kroz prikaz zakonodavnog okvira, istraživačko razvojnih potencijala, interesa hrvatskog gospodarstva, normizacijskih aktivnosti i sl.

Uzimajući u obzir postojeće stanje razvoja ITS-a u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj, analizirani su ključni dionici u ovom području te je provedena odgovarajuća SWOT analiza, a njeni rezultati su prikazani u tablici u nastavku.

Tablica 3. SWOT analiza

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> • RH ima sposobnost razvoja novih ITS aplikacija i usluga, • postoji visoka razina obrazovanja u području ITS-a, • vodeći operateri cestovne infrastrukture imaju vrlo dobra iskustva u ovom području, • industrija transportne telematike u RH ima dobra iskustva u razvoju tehnologije i opreme 	<ul style="list-style-type: none"> • nedovoljna koordiniranost različitih tijela zaduženih za promet, • u prethodnom periodu nije postojala jasno definirana politika i strategija u razvoju i uvođenju ITS-a, • razvoj ITS-a usmjeren je na fragmentirane aplikacije niske razine, što je rezultiralo nedostatkom značajnije integracije između sustava, • postojeći pristup je rezultirao visokim troškovima održavanja ove opreme, • dosadašnji pristup projektiranju ovih sustava nije uzimao posebnosti ITS-a, • malen broj domaćih istraživačkih i razvojnih projekata, posebno poticanih od gospodarstva i vlasnika infrastrukture
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"> • položaj Hrvatske na prometnim koridorima jugoistočne Europe, • smanjenje prometnih zagušenja i kašnjenja, poboljšanje prometnih tokova integracijom upravljanja prometa i sustava za informiranje putnika, • domaći ITS znanstvenici i stručnjaci imaju bolje razumijevanje lokalnih prometnih problema, ograničenja i ponašanja, • mogućnost pružanja naprednih ITS usluga za upravljanje incidentima na autocestama, 	<ul style="list-style-type: none"> • financijska kriza i problemi domaćeg gospodarstva i industrije, • restrukturiranja najvećih koncesionara autocesta (s projektom monetizacije), gdje se ne mogu predvidjeti sve posljedice za razvoj i uvođenje ITS-a, • ministarstva, vladine agencije i koncesionari zainteresirani su samo za ciljeve vlastitih organizacija, ne i za međuagencijsku koordinaciju i dijeljenje resursa, • postojeći zakon o nabavi nije prikladan za ITS projekte jer se više temelji na

<ul style="list-style-type: none"> • ITS ima potencijal za poboljšanje cestovne sigurnosti boljim iskorištenjem različitih tehnologija provedbe zakona (detektiranje prekršaja), • ITS ima značajan potencijal za poboljšanje sigurnosti na cestama (posebno značajno za poboljšanje slike zemlje u turističkom pogledu, turizam je jedan od najznačajnijih sektora u gospodarstvu), • ITS pruža rješenja za male gradove na jadranskoj obali s izraženim prometnim problemom tijekom turističke sezone, • ITS kao izvozna industrija. 	<p>tehnološkim specifikacijama nego na funkcionalnim zahtjevima,</p> <ul style="list-style-type: none"> • ITS se brzo razvija u Europi, gdje se Hrvatska teško prilagođava tehnološkim promjenama.
--	---

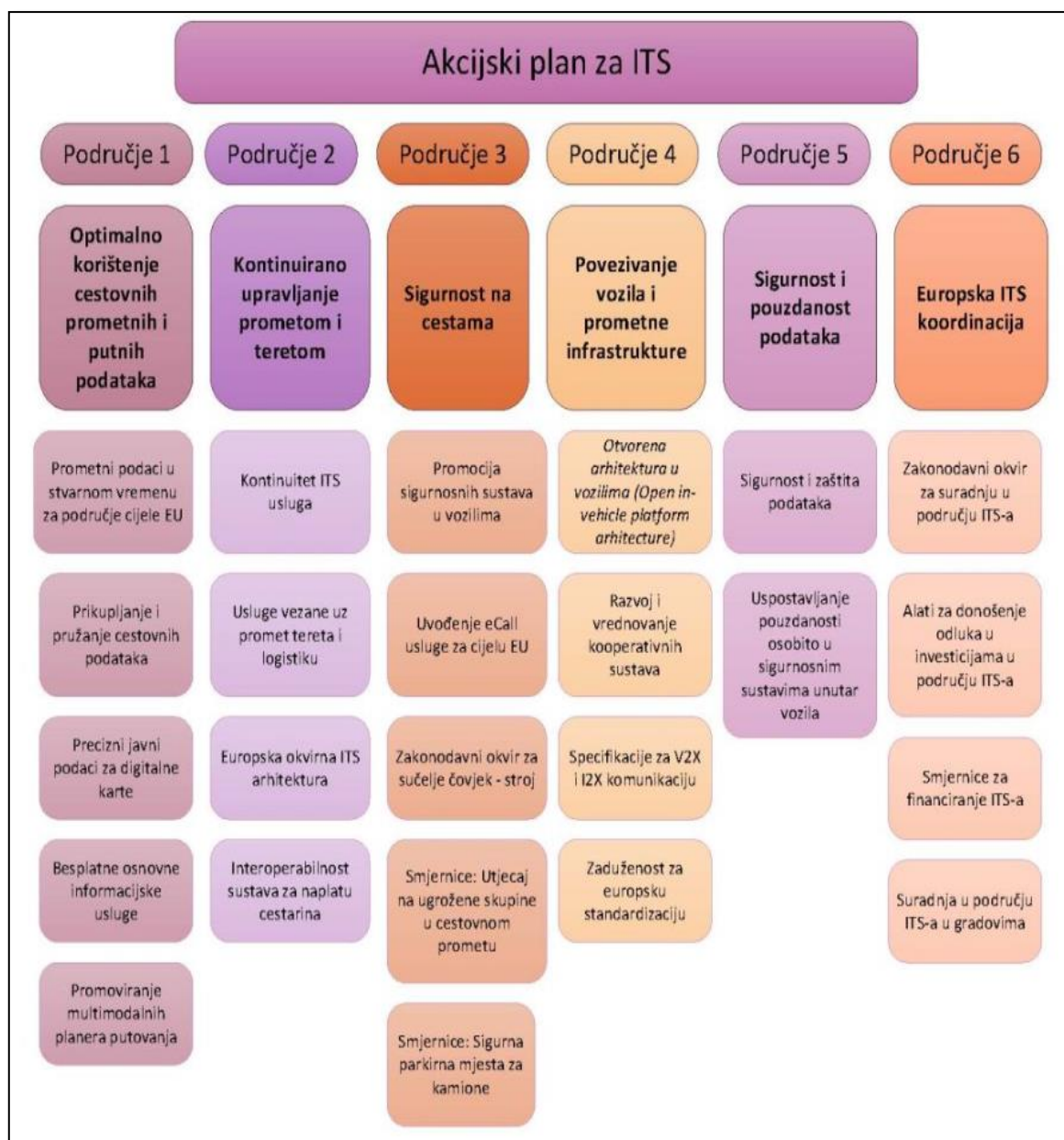
Izvor: obrada autora prema

<https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Nacrt%20Prijedloga%20Nacionalnog%20programa%20za%20uvodenje%20i%20razvoj%20ITS.PDF> (dostupno 6.9.2020.)

Odlučnost Europske unije da krene s uvođenjem ITS-a vidi se i iz *Akcijskog plana za uvođenje ITS-a u Europi* kojim se postigao i zakonodavni okvir za odlučniji iskorak u pogledu ITS-a. Unutar akcijskog plana navedeno je 6 područja aktivnosti na koje se nastoji djelovati:

- optimalno korištenje cestovnih, prometnih i putnih podataka,
- neprekinutost ITS usluga za upravljanja prometom i teretom na europskim prometnim koridorima i u gradovima,
- sigurnost na cestama,
- povezivanje vozila i prometne infrastrukture,
- sigurnost i pouzdanost podataka,
- europska suradnja i koordinacija na području ITS-a.

U nastavku, Slika 5. prikazuje akcijski plan za uvođenje ITS-a.



Slika 5. Akcijski plan za uvođenje ITS-a

Izvor: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2014_07_82_1580.html (dostupno 16.9.2022.)

4.2. Razvoj ITS-a na području Republike Hrvatske

Tijekom 1980-ih i 1990-ih utemeljeno je područje cestovne telematike, djelovanjem znanstvenika i stručnjaka *Zavoda za telekomunikacije* i *Zavoda za automatiku zagrebačkog Elektrotehničkoga fakulteta* (danas *Fakulteta elektrotehnike i računarstva*), *Fakulteta prometnih znanosti*, poduzeća Nikola Tesla i dr. Gradnja novih autocesta diljem Hrvatske, a posebno intenzivno od 2000. godine na dalje poslužila je za ubrzani razvoj i uvođenje ITS rješenja na novoizgrađene dijelove autoceste, ali i na one dijelove koji su ranije izgrađeni. Posljedica novoizgrađenih autocesta u kombinaciji sa primjenom ITS tehnologije dovela je do situacije da su autoceste u Hrvatskoj među najmodernijim i najsigurnijim u Europi. Dijelovi sustava na koji ITS na autocestama ima najveći utjecaj su područje upravljanja prometa i područje upravljanja incidentnim situacijama u tunelima.

Iako je sustav ITS-a na autocestama razvijen u velikoj mjeri, situacija na državnim i ostalim prometnicama je znatno lošija te su u ta područja potrebne značajne investicije. Iako primjena ITS-a na državnim i županijskim cestama nije dakle na zavidnoj razini, može se reći da je Republika Hrvatska ipak u vrhu u regiji što se tiče opremljenosti sustavima za upravljanje prometom, sustavima sigurnosti i zaštite na cestama i cestovnim građevinama (posebno u tunelima). Većina opreme koja je implementirana na prometnice, plod je domaće industrije pa je uz rast sigurnosti i učinkovitosti prometnica posljedično rasla i industrija i to putem projektiranja, istraživanja i razvoja, proizvodnje i ugradnje i održavanja opreme.

Suvremene informacijsko - komunikacijske tehnologije, implementirane na hrvatskim autocestama i nekim brzim cestama, omogućavaju daljnje pomake ka integraciji cestovne infrastrukture kao jednom od značajnih koraka u razvoju harmoniziranog upravljanja prometom u državi, regiji i šire. Od većeg značaja ističu se riječka i splitska regija. Implementirana tehnologija u velikoj je mjeri proizvod domaće industrije. Jedan od važnijih učinaka izgradnje i modernizacije autocesta te ostale prometne infrastrukture je rast malog i srednjeg poduzetništva u području opremanja cestovnom telematičkom opremom. To podrazumijeva istraživanje i razvoj, projektiranje, proizvodnju, ugradnju, i održavanje telematičkih sustava različitih funkcija. Naročito se ističe tehnologija promjenljive prometne signalizacije (VMS – *Variable Message Sign*) kao i programski sustav za centralizirano nadgledanje i upravljanje prometom koji su priznati kao vrhunski proizvod ne samo u regiji nego i šire na svjetskom tržištu.

Udruga ITS Hrvatska

Znanstveno-stručna udruga ITS Hrvatska je osnovana radi promicanja i ostvarivanja harmoniziranog razvoja inteligentnih transportnih sustava. Uključivanjem u Udrugu, pojedinci, tvrtke, institucije i drugi zainteresirani mogu učinkovitije djelovati na promicanju ITS rješenja ostvarujući sinergiju na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Ciljevi udruge uključuju:

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

4.2.1. Sustav daljinskog upravljanja u tunelima

Jedno od važnijih upravljanja prometom odnosi se na brigu i nadzor o tunelima. Velik broj nesreća, ne samo u Hrvatskoj već i u Europi, dovodi do toga da se cjelokupni sustav nadzora i sigurnosti u tunelima unaprijedi. Europska komisija izdaje zakone kojima se propisuje organizacijska struktura, definicije nadležnosti te potreban ljudski kadar u centrima za nadzor i praćenje prometa te stanja tunela.

Aktivni sustavi za upravljanje prometom u tunelima u velikoj mjeri ovise o karakteristikama prometnog toka, vremenskim uvjetima, vidljivosti, incidentnim događajima u i ispred tunela.

Podijeljeni su na sljedeće:

- sustav rasvjete tunela,
- sustav ventilacije tunela,
- sustav vatrodojave,
- sustav radiodifuzije,
- telefonski pozivni sustav,
- sustav video nadzora i video detekcije,
- prometno informacijski sustav.

Sustav rasvjete, ventilacije i vodospreme se u Republici Hrvatskoj nalazi u sklopu SDUN-a (Sustav daljinskog upravljanja i nadzora), gdje se svi podaci s predmetnih sustava obrađuju te se istima i upravlja.

Ponajprije, pri upravljanju prometom u tunelima, rasvjeta je iznimno bitan sigurnosni čimbenik. Najznačajniju ulogu ima na otvorenim dionicama cesta u uvjetima smanjene vidljivosti, posebice noću. Ukoliko tijekom dana nema jače naoblake ili magle radi čega bi vidljivost bila smanjena, rasvjeta je isključena. U tunelima je rasvjeta pak najznačajnija danju, kada je i osvijetljenje najjače. Razlog tome je što je ljudskom oku potrebno više vremena da se navikne prilikom promjene iz svjetlijeg u tamno nego obrnuto. Tijekom dana, kontrast jačine svjetlosti između unutrašnjosti tunela i vanjskog prostora iznimno je velik, dok tokom noći vrijedi obrnuto.

Glavni ciljevi rasvjete u tunelu su dakle omogućiti siguran i pouzdan ulaz, prolaz i izlaz iz tunela bez obzira na količinu prometa unutar istog. Rasvjetna tijela montirana u tunelu moraju zadovoljiti standarde sa raznim vremenskim i atmosferskim utjecajima okoline s obzirom da su tamo često prisutne velike količine vlage, soli, ispušnih plinova u kojima ima goriva, ulja ili prašine. U nastavku, Slika 6 prikazuje rasvjetna tijela u tunelu Mravinci kod Splita.



Slika 6. *Rasvjetna tijela u tunelu Mravinci*

Izvor: <https://www.tportal.hr/tag/tunel-mravinci>, dostupno 4.10.2022.

Hrvatske autoceste implementirale su novi prometno-informacijski sustav na autoceste u sklopu kojeg se postavilo više od 1700 digitalnih kamera za novi sustav video nadzora i videodetekcije. Stare kamere zamijenjene su novim digitalnim i tehnološki naprednijim kamerama koje mogu brže i sigurnije detektirati potencijalno opasne situacije, poput vožnje u suprotnom smjeru, zaustavljenog vozila, pješaka na cesti, a samim time je brža i reakcija obavještavanja korisnika o događanjima i uvjetima na cesti.

Automatska detekcija incidenata (AID) za samo nekoliko sekundi alarmira djelatnike u *Centrima za nadzor i sigurnost promet (CNUP)*, smještenima duž cijele mreže autocesta. U pravilu, AID prilikom incidenta pokreće zvučni alarm, automatski prikazuje mjesto incidenta operateru i sve snima. Osim toga, AID upozorava na zagušenje prometa, sporo vozilo i gubitak vidljivosti. U tunelu se oglasi alarm kad se na primjer detektira gubitak vidljivosti kamera pojavom dima zbog požara. Sustav može prikupljati i podatke o klasifikaciji vozila, prosječnoj brzini, vremenu putovanja te razmaku vozila.

Uvođenjem ovog sustava osigurava se koordinirano upravljanje i vođenje prometa čime Hrvatska postaje dio integriranog ITS-a na europskim cestovnim pravcima. U slučaju uočavanja ili alarmiranja izvanrednog događaja, operateri u CNUP-u pokreću postupak obavještanja te poziva žurne službe (centar 112). Po alarmiranju izvanrednog događaja, a sukladno klasifikaciji istoga, automatski se pokreće algoritam i scenarij kojim se postavlja adekvatna prometna signalizacija na svjetlosno-promjenjive znakove kako bi se korisnike koji nailaze na događaj pravovremeno obavijestilo o događaju i prilagodila brzina kretanja vozila. Javnost se o stanju i uvjetima na cesti obavještava putem HAK- a i internetskih stranica HAC- a. Zatim, po dolasku na mjesto događaja, isto se osigurava od strane ophodarske službe adekvatnom privremenom regulacijom prometa, sve dok se ne završi izvanredni događaj.[29]

Nove kamere imaju i tzv. motorizirani varifokalni objektiv, IC reflektor, te mogućnost snimanja minimalno 25 sličica u sekundi. Svi HAC-ovi regionalni centri za nadzor i upravljanje prometom na autocestama (RCNUPAC) povezani su preko Središnjeg centra za nadzor i vođenje prometa na autocestama. [30]



Slika 7. Kamera za nadzor brzine

Izvor: <https://www.vecernji.hr/auti/vozace-na-hrvatskim-cestama-snimaju-deseci-kamera-koje-vide-sve-evo-gdje-morate-paziti-1323922> , dostupno 4.10.2022.

4.2.2. Sustav za održavanje i kontrolu prometa

Upravljanje i kontrola prometa na pojedinim dionicama autocesta ili na razini cijele mreže autocesta Republike Hrvatske obavlja se u *Centrima za održavanje i kontrolu prometa* (COKP) u kojima se pomoću računala obrađuju svi bitni podatci dobiveni prikupljanjem podataka na autocestama. Pomoću senzora, meteoroloških stanica i kamera u realnom vremenu zaprimaju se i obrađuju svi bitni podatci, uz čiju pomoć operateri iz COKP-a pravodobno upozoravaju korisnike autocesta na sve potencijalne opasnosti.

Centar za održavanje i kontrolu prometa najbitniji je cestovni objekt. Unutar Centra za održavanje i kontrolu prometa nalazi se sva mehanizacija potrebna za održavanje autocesta, kao i ljudstvo koje je spremno u svakom trenutku djelovati na bilo kakvu neželjenu situaciju na autocesti [31]. No, najbitniji dio svakog COKP-a je posebno tehničko odjeljenje koje se bavi prikupljanjem i obradom podataka prikupljenih na autocesti. Svi podaci iz senzora postavljenih na autocesti prikazani su u realnom vremenu na videozidovima unutar COKP-a. Prema Bošnjak (2006), svaki COKP posjeduje sustav središnjeg upravljanja prometom koji se sastoji od nekoliko komponenti:

- prometne centrale,
- prometne radne stanice,
- podsustava za kratkoročnu prognozu vremenskih uvjeta na prometnicama,
- podsustava za videonadzor.

U COKP-u se obično nalazi nekoliko centralnih jedinica kao što su: telekomunikacijska centrala, centrala za kontrolu rasvjete, ventilacije, vatrodojavna centrala, centrala za videonadzor i sl.

Automatsko upravljanje prometom u gradu Rijeci

Sustav automatskog upravljanja prometom 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. [32]

Za projektiranje ovog sustava te za nadzor njegove izgradnje odgovoran je stručni tim sastavljen od predstavnika grada, Hrvatskih cesta, Županijske uprave za ceste, Fakulteta prometnih znanosti iz Zagreba, Prometne policije i Rijeke prometa [32]. Cjelokupno područje grada Rijeke podijeljeno je u pet prometnih zona u kojima je u funkciji 80 semaforiziranih raskrižja. Od njih je u sustav AUP-a danas uključeno 44 raskrižja na širem području grada koja su opremljena semaforskim uređajima najsvremenije ITS tehnologije te povezana 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.

Sustav upravljanja sastoji se od glavnog prometnog računala te lokalnih upravljačkih uređaja na raskrižjima. Glavno prometno računalo spojeno je komunikacijskom opremom sa mrežom raskrižja, a svako raskrižje opremljeno je detektorima (induktivnim petljama), ugrađenima u kolnik, koji stalno broje protok vozila na svakom raskrižju. Podaci o broju vozila na svim raskrižjima putem lokalnih upravljačkih uređaja kontinuirano dolaze u prometni centar, gdje računalo u 15-minutnim razmacima analizira prispele podatke, odabire optimalan signalni plan rada semafora te šalje odgovarajuću naredbu lokalnim uređajima. Prometno računalo osigurava i međusobnu koordinaciju svih raskrižja. U slučaju prekida veze sa prometnim centrom, lokalni upravljački uređaji nastavljaju samostalan rad, a koordinaciju preuzima jedan od uređaja na terenu. Svaki kvar na semaforskim uređajima, lanternama i mreži automatski se dojavljuje prometnom centru, a automatska GSM poruka šalje se ekipi servisera koji održavaju sustav. [32]

Puštanjem u rad sustava AUP omogućeno je sljedeće: [32]

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



Slika 8. *Prikaz sustava za automatsko upravljanje prometom grada Rijeke*

Izvor: <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/?cookie-state-change=1664910365092> , dostupno 4.10.2022.

4.3. Tendencije razvoja ITS sustava

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, ITS industrija je transformirala način na koji upravljamo radom svih načina prijevoza i pokazala se kao vrlo učinkovito rješenje za upravljanje prometom, posebno u urbanim okruženjima. Kakvo je trenutno stanje u industriji inteligentnih transportnih sustava? ITS tehnologije trenutno omogućuju gradovima da poboljšaju sigurnost i mobilnost za svoje građane, upravljaju potražnjom i smanjuju zagušenja i stakleničke plinove. Osim toga, oni dijele informacije sa svim potrebnim dionicima i pružaju kritične informacije vozačima i ranjivim sudionicima u prometu.

Različite ITS tehnologije pružaju mogućnosti koje poboljšavaju sigurnost i mobilnost na cesti smanjujući broj nesreća i smrtnih slučajeva, a istodobno omogućuju bolje upravljanje prometom. Na primjer, pješaku s oštećenjem vida koji prelazi pješački prijelaz u sredini bloka bez pješačkih signala. Današnja električna vozila vrlo su tiha, što stvara sigurnosni problem za slabovidne i gluhočujne osobe. U tom slučaju, tehnologija povezanih vozila (CV) kao što je V2X mogu nadolazećem vozaču pružiti upozoravajuće informacije o prisutnosti pješaka na određenom mjestu u prometu. Aplikacija bi također mogla upozoriti slabovidnog pješaka preko mobilnog uređaja na vozilo koje mu se približava.

Kontinuirana evolucija i razvoj svijeta u kojem živimo u odnosu na cjelokupnu transportnu industriju stalno zahtijeva beskonačan i brz napredak u performansama i učinkovitosti vozila.[33] Ova presudna i prijeko potrebna potreba u našem prometnom sustavu nije samo važna, već je i iznimno bitna za sadašnjost i budućnost cestovne mreže, vozila i opskrbe korisnika. Poboljšanje tehnologije cestovnog prometa i prijevoza vozila nastavilo je redefinirati trenutna očekivanja, a time i buduće izgleda održivog prometa i upravljanja prometom. Budući razvoj ITS tehnologije uključuje napredak u kombinaciji sofisticiranih kontrolnih i komunikacijskih ITS rješenja i trenutnih trendova u bežičnim i satelitskim sustavima za navigaciju vozila. [33]

Izazov s kojim se Europa suočava temelji se na činjenici da postoji mnogo različitih država s različitim potrebama i stoga nije moguće stvoriti univerzalnu ITS arhitekturu prikladnu za sve njih. Iz tog razloga postoji okvirna arhitektura na europskoj razini iz koje određene države mogu kreirati nacionalne ili regionalne arhitekture na temelju svojih individualnih zahtjeva. Dakle, situacija se razlikuje od države do države.

5. ZAKLJUČAK

Kvalitetna primjena inteligentnih transportnih sustava prvenstveno je utemeljena na usklađenosti, odnosno mogućnosti integracije pojedinačnih telematičkih– rješenja u cjelovite sustave, aplikacije i usluge. Pri tome, temeljni je princip tzv. informacijska transparentnost (kroz prostor, vrijeme, modove transporta, različite učesnike i sl.).

Postoje mnoge prednosti za daljnju implementaciju i kontinuirani razvoj ITS tehnologija. Maksimalno se iskorištavaju ITS tehnologije koje već postoje i gdje je to moguće integrirati ta poboljšanja u vozila i infrastrukturu. Svrha tehnologije prometnih sustava je obrada i dijeljenje informacija koje mogu spriječiti potencijalne nesreće, održati promet i smanjiti negativne utjecaje transportnog sektora na društvo na okoliš što potvrđuje hipotezu postavljenu na samom početku rada.

Konačne prednosti transformiranog transportnog sustava, onog koji je potpuno povezan, bogat informacijama i sposoban se pozabaviti sigurnošću, mobilnošću i utjecajima na okoliš, široke su i snažne. Osjetit će ih svatko od nas, čime će naše zajednice i naš svakodnevni život biti bolji za život.

Krajnji cilj ITS-a je dakle potpuno automatizirati cestovni promet i prepustiti kontrolu vozila računalu koje je smješteno unutar vozila. Tako se uklanja mogućnost nesreće uzrokovane vozačem jer vozač neće biti potreban u takvom sustavu, stvara se protočniji promet, smanjuje vrijeme putovanja. Korisnik će morati izvršiti unos plana puta ili destinacije u vozilo koje će tada izvršiti kalkulaciju određivanja optimalne rute do krajnje destinacije. Upravljanje vozilom neće biti potrebno no svejedno ostaje kao mogućnost ukoliko korisnik to želi, jer svatko treba imati mogućnost slobodne volje i slobode kretanja iako bi to moglo uzrokovati kršenje zakona. Kako bi se ostvarilo potpuno implementiranje inteligentnih transportnih sustava potrebno je još dosta vremena jer se mora standardizirati i testirati tehnologija, no najviše zbog promjene mentaliteta ljudi koji su navikli na trenutni svakodnevni promet.

LITERATURA

- [1] Bošnjak, I., *INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI - ITS 1*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
- [2] Williams, B., *Intelligent Transport Systems Standards*, ARTECH HOUSE, 2008.
- [3] Dadić, I., Kos, G.: *Teorija i organizacija prometnih tokova*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2007.
- [4] Kos, G., *Inteligentni transportni sustavi u gradskom prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2010
- [5] Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj.: *Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu*, Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2007.
- [6] https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_82_1580.html, dostupno 8.9.2022.
- [7] <https://www.sis.se/api/document/preview/908364/> , dostupno 8.9.2022.
- [8] <https://mycoordinates.org/intelligent-transport-system/all/1/> , dostupno 15.9.2022.
- [9] https://transport.ec.europa.eu/index_en, dostupno 20.9.2022.
- [10] <https://emergency-live.com/hr/of-interest/continental-showcases-innovations-for-smarter-and-safer-cities-at-ces-2019/> , dostupno 15.9.2022.
- [11] https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en, dostupno 13.9.2022.
- [12] <https://www.itsstandards.eu/> , dostupno 13.9.2022.
- [13] <https://www.intelligenttransport.com/topic/intelligent-transport-systems-its/> , dostupno 21.9.2022.
- [14] <https://www.fpz.unizg.hr/zits/?lang=en> , dostupno 21.9.2022.
- [15] <https://sumitomoelectric.com/intelligent-transport-systems-its> , dostupno 15.9.2022.
- [16] <https://traffic.fpz.hr/index.php/PROMTT/article/view/1323> , dostupno 15.9.2022.

- [17] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/intelligent-transportation-system>, dostupno 21.9.2022.
- [18] <https://paack.co/intelligent-transport-systems/>, dostupno 21.9.2022.
- [19] <https://www.techtarget.com/whatis/definition/intelligent-transportation-system>, dostupno 16.9.2022.
- [20] https://www.eltis.org/sites/default/files/ITS_Telematics_6.pdf, dostupno 13.9.2022.
- [21] https://www.its.dot.gov/factsheets/benefits_factsheet.htm, dostupno 15.9.2022.
- [22] <https://www.fpz.unizg.hr/smandzuka/wp-content/uploads/2016/03/its2.pdf>, dostupno 21.9.2022.
- [23] <https://rno-its.piarc.org/en/its-basics>, dostupno 15.9.2022.
- [24] <https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Nacrt%20Prijedloga%20Nacionalnog%20programa%20za%20uvodenje%20i%20razvoj%20ITS.PDF>, dostupno 15.9.2022.
- [25] https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-0-85729-085-4_1, dostupno 22.9.2022.
- [26] <https://www.bug.hr/tehnologije/kina-dodijelila-prve-dozvole-za-potpuno-autonomne-robotaksije-u-gradovima-bez-28571>, dostupno 22.9.2022.
- [27] https://www.its.dot.gov/factsheets/benefits_factsheet.htm, dostupno 19.9.2022.
- [28] <https://www.fpz.unizg.hr/smandzuka/wp-content/uploads/2016/03/its2.pdf>, dostupno 20.9.2022.
- [29] <https://www.vecernji.hr/vijesti/na-nasim-autocestama-novih-1700-kamera-evo-sto-ce-se-sve-pratiti-1610382>, dostupno 4.10.2022.
- [30] <https://tockanai.hr/biznis/aktualno/hac-modernizira-sustav-za-automatsku-detekciju-incidenta-44651/>, dostupno 4.10.2022.
- [31] <https://hrcak.srce.hr/219999>
- [32] <https://www.rijeka-plus.hr/promet/automatsko-upravljanje-prometom/>
- [33] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6957741>

Popis slika

Slika 1. <i>Životni ciklus inteligentnih transportnih sustava.....</i>	8
Slika 2. <i>Prikaz podsustava inteligentnih transportnih sustava.....</i>	38
Slika 3. <i>Solarna cesta u Francuskoj.....</i>	46
Slika 4. <i>Potpuno automatizirana vozila u Kini</i>	50
Slika 5. <i>Akcijski plan za uvođenje inteligentnih transportnih sustava.....</i>	54
Slika 6. <i>Rasvjetna tijela u tunelu Mravinci.....</i>	58
Slika 7. <i>Kamera za nadzor brzine.....</i>	59
Slika 8. <i>Prikaz sustava za automatsko upravljanje prometom grada Rijeke.....</i>	62

Popis tablica

Tablica 1. <i>Prikaz funkcionalnih područja ITS-a</i>	19
Tablica 2. <i>Prikaz usluga unutar ITS-a</i>	38
Tablica 3. <i>SWOT analiza</i>	52

HERON
ALIBRAING

Sveučilište
Sjever



SVEUČILIŠTE
SJEVER

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, SANDRA FERENČAK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom „INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTAVI“ (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Sandra Ferencak
(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, SANDRA FERENČAK (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom „INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTAVI“ (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Sandra Ferencak
(vlastoručni potpis)