

Uloga inteligentnih transportnih sustava u smanjenju onečišćenja

Antić, David

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:332944>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-23**



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

Repository / Repozitorij:

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



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

DAVID ANTIĆ

**ULOGA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U
SMANJENJU ONEČIŠĆENJA**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**ULOGA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U
SMANJENJU ONEČIŠĆENJA**

**THE ROLE OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN
REDUCING POLLUTION**

**DIPLOMSKI RAD
MASTER THESIS**

Kolegij: Inteligentni transportni sustavi

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jasmin Čelić

Student: David Antić

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112073847

Rijeka, rujan 2024.

Student: David Antić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112073847

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom Uloga inteligentnih transportnih sustava u smanjenju onečišćenja izradio samostalno pod mentorstvom izv.prof.dr.sc. Jasmina Čelića.

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

Student

A handwritten signature in cursive script, reading "David Antić", written in black ink on a white background. The signature is positioned above a horizontal line.

(potpis)

David Antić

Student: David Antić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112073847

IZJAVA STUDENTA – AUTORA

O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

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

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

Student - autor



(potpis)

David Antić

SAŽETAK

Predmet ovog diplomskog rada su inteligentni transportni sustavi i njihov utjecaj na onečišćenje okoliša. Općenito, uloga inteligentnih transportnih sustava je postizanje smanjenja prometnih nesreća, povećanje efektivnog kapaciteta cesta, ušteda vremena provedenog na putu i sl., ali važan aspekt inteligentnih transportnih sustava je i utjecaj na zaštitu okoliša, odnosno na onečišćenje okoliša. U radu je opisani utjecaj prometa na onečišćenje okoliša i utjecaj inteligentnih transportnih sustava pri smanjenju onečišćenja okoliša, kao i izazovi i ograničenja s kojima se mogu susresti pri korištenju inteligentnih transportnih sustava te se analizira inteligentni transportni sustav kao *smart mobility* rješenje za smanjenje onečišćenja okoliša. Također, provedeno je primarno istraživanje o primjeni inteligentnih transportnih sustava u određenom području.

Ključne riječi: inteligentni transportni sustav, onečišćenje okoliša, *smart mobility* rješenje.

SUMMARY

The subject of this thesis is intelligent transport systems and their impact on environmental pollution. In general, the role of intelligent transport systems is to reduce traffic accidents, increase the effective capacity of roads, save time spent on the road, etc., but an important aspect of intelligent transport systems is also the impact on environmental protection, i.e. environmental pollution. The paper describes the impact of traffic on environmental pollution and the impact of intelligent transport systems in reducing environmental pollution, as well as the challenges and limitations we face when using intelligent transport systems, and analyzes the intelligent transport system as a smart mobility solution to reduce environmental pollution. Also, primary research was conducted on the application of intelligent transport systems in a certain area.

Key words: *intelligent transport system, environmental pollution, smart mobility solution.*

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ	II
1. UVOD	1
2. UTJECAJ PROMETA NA ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA.....	3
2.1. ONEČIŠĆENJE U PROMETU	4
2.1.1. Problemi suvremenog prometa.....	6
2.1.2. Eksterni troškovi prometa.....	8
2.2. VRSTE ONEČIŠĆENJA UZROKOVANIH PROMETOM.....	9
3. UTJECAJ INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA PRI SMANJENJU ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA.....	11
3.1. DEFINICIJA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA	12
3.2. ARHITEKTURA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA	14
3.3. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV U POBOLJŠANJU PROMETA. 16	
3.4. TEHNOLOŠKI PRISTUP REDUCIRANJU ZAGAĐENJA PUTEM ITS-a.....	19
3.5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV U REPUBLICI HRVATSKOJ I ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE	20
3.5.1. Gospodarske koristi od ITS-a.....	23
3.5.2. SWOT analiza.....	24
3.5.3. ERTICO – ITS.....	26
3.5.4. ITS u Republici Hrvatskoj.....	29
4. IZAZOVI I OGRANIČENJA PRI KORIŠTENJU INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA	31
4.1. TEHNIČKI TROŠKOVI I IZAZOVI.....	33
4.2. ODOBRAVANJE TEHNOLOGIJE OD STRANE KORISNIKA	34
5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV KAO SMART MOBILITY RJEŠENJE ZA SMANJENJE ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA	37

6. PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U ODREĐENOM PODRUČJU	40
6.1. OPIS PODRUČJA I PROBLEMA ONEČIŠĆENJA	41
6.2. UVOĐENJE TEHNOLOGIJE I NJIHOV UTJECAJ	43
6.3. ANALIZA REZULTATA	46
7. ZAKLJUČAK	49
LITERATURA	51
KAZALO KRATICA	53
POPIS TABLICA	54
POPIS SLIKA	54

1. UVOD

Temelj gospodarstva i društva na svakodnevnoj razini je promet. Nekoliko zadnjih desetljeća se svjedoči početku, razvoju, implementaciji i ogromnom rastu prometnog sustava, što je imalo značajan učinak na naše društvo i način života. Danas se prometni sustav redefinira kao inteligentni transportni sustav (ITS). Istraživanje i razvoj transporta više nisu ograničeni na područja građevinarstva i strojarstva. Koncepti računalnog inženjerstva, poput umjetne inteligencije, komunikacije, interneta i drugih grana inženjerstva te informacijskih znanosti, te time su središte ITS-a. Inteligentni transportni sustav je skup naprednih sustava i aplikacija koje primjenjuju inteligentne informacijske i komunikacijske tehnologije za upravljanje prometom i transportom. ITS igra glavnu ulogu u suzbijanju puno problema kao što su onečišćenje zraka, dugo vrijeme putovanja, potrošnja goriva, prometne gužve i nesreće, koji je uzrokovao rast stanovništva. Organizacije koje se bave ITS-om ulažu nebrojene napore kako bi pronašle rješenja za ove kritične probleme putem razvijanja prometne komunikacije i umrežavanja vozila. Okvir prometnog sustava vrlo je složen, sastavljen od širokog spektra infrastrukture, uključujući terminale, putne pravce, transportne flote i informacijske sustave. ITS predstavlja napredak u prometnoj infrastrukturi, integrirajući napredne tehnologije kako bi se poboljšala učinkovitost, sigurnost i održivost transportnih sustava. Kroz interdisciplinarni pristup i kontinuirano istraživanje, ITS ima potencijal značajno unaprijediti način na koji se društvo kreće i povezuje, što je ključno za budući razvoj društva i gospodarstva.

Predmet diplomskog rada su inteligentni transportni sustavi i njihov utjecaj na onečišćenje okoliša. Cilj rada je definirati i objasniti ulogu i značaj inteligentnih transportnih sustava, a interes za inteligentni transportni sustav proizlazi iz problema uzrokovanih prometnim zagušenjem kada se govori o različitim vrstama onečišćenja uzrokovanih prometom. Među ostalim cilj rada je i utvrditi važnost primjene inteligentnih transportnih sustava, kako u svijetu tako i u Republici Hrvatskoj, kada se govori o njima kao o *smart mobility* rješenjima za smanjenje onečišćenja okoliša.

Rad se strukturno sastoji od šest poglavlja. U prvom poglavlju se definira predmet i cilj diplomskog rada te struktura istog. Nadalje, u radu se analizira utjecaj prometa na onečišćenje okoliša i govori o različitim vrstama onečišćenja okoliša koje mogu nastati, a uzrokovane su prometom. Također, u radu se definira inteligentni transportni sustav te se govori o njegovim značajkama i utjecaju u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji te o

izazovima i ograničenjima s kojima se prilikom korištenja isti susreće. U potonjim poglavljima rada analizira se inteligentni transportni sustav kao *smart mobility* rješenje za smanjenje onečišćenja okoliša te se analizira njegova primjena u određenim područjima. U zaključku su utvrđene sve spoznaje dobivene kroz ovo istraživanje.

2. UTJECAJ PROMETA NA ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA

Svijest o hitnoj potrebi za rješavanjem problema koji se odnose na ekologiju se pojavljuje prvi put krajem 60-ih i početkom 70-ih godina prošlog stoljeća, posebno 1972. godine, kada je skupina znanstvenika američkog podrijetla, predvođen Jayem Forresterom, objavio djelo „Granice rasta“ u kojem je predstavljen model linearne eksploatacije ekonomskog sustava, upozoravajući na to da ekonomski sustav koji postoji ugrožava ekološki sustav Zemlje što je bio prvi značajan globalni pristup zaštiti okoliša koji je istaknuo vezu između ekonomskog rasta i degradacije okoliša.¹

Početne akcije zaštite okoliša bile su usmjerene na uspostavljanje korelacije i donošenje nacionalnih propisa kvalitete zraka, o zaštiti vode te kako se gospodari otpadom i opasnim materijalima. Ovi nacionalni problemi preneseni su kao tradicionalna pitanja od globalnog značaja koja zahtijevaju rješavanja. Proces rješavanja započeo je Konferencijom UN-a o ljudskom okolišu 1972. godine, koja je identificirala ključna ekološka načela za održivo korištenje prirodnih resursa, zaštite divljih životinja i kontrolu zagađenja. Ovaj proces kulminirao je 1987. godine objavom Izvješća Brundtland, tamo je prvi put pojam održivog razvoja spomenut. Taj koncept dodatno se proširio Konferencijom UN-a o okolišu i razvoju 1992. godine, posebno uspostavljanjem Agende 21, neobvezujućeg akcijskog plana za načela održivosti. Nakon niza ponavljanja, 2015. godine Opća skupština Ujedinjenih naroda usvojila je rezoluciju pod nazivom Agenda 2030, koja definira sedamnaest ciljeva održivog razvoja, uključujući promet kao vitalnu komponentu koja podupire međudjelovanje i razvoj socioekonomskih sustava.²

Prijevoz mora biti isplativ i prilagodljiv promjenjivim ekološkim zahtjevima, a nedavni tehnološki napredak i razvoj samovozećih vozila naglašavaju održivu upotrebu automobila. Ovo bi moglo smanjiti broj vozila na cestama za gotovo 90%, što bi rezultiralo stalnim poboljšanjima u tehnologiji motora i pogona, kao i smanjenjem emisija iz vozila. Iako je važno razmotriti i prijevoz tereta, posebno u kontekstu značajnog rasta globalne trgovine sirovinama i robom, koja se oslanja na ekološki prihvatljive oblike transporta poput željezničkog i pomorskog prometa.³

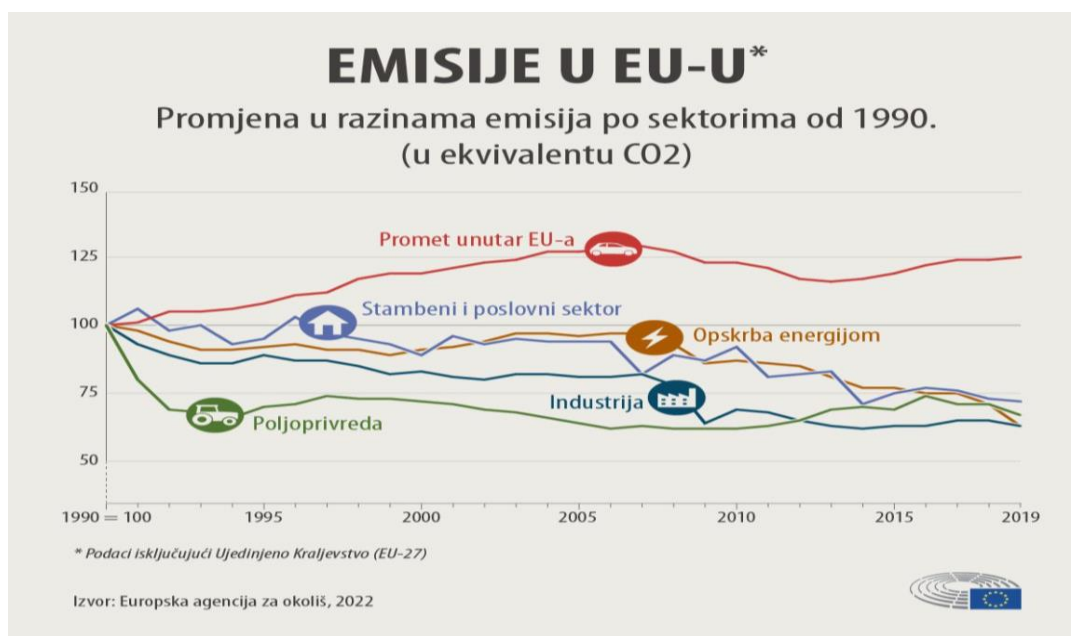
¹ Črnjar, M., Črnjar, K., Menadžment održivoga razvoja, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2009., str.122.

² The Geography of Transport Systems: Transportation, Sustainability and Decarbonization, <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/> (13.06.2024.)

³ *Ibid.*

2.1. ONEČIŠĆENJE U PROMETU

Cestovni promet razvijen je kako bi omogućio povezivanje udaljenih i manjih područja, ali promet i korištenje automobila donosi i niz negativnih posljedica za ljude i okoliš, a već u šezdesetim godinama prošlog stoljeća, veliki gradovi počeli su se suočavati s problemom koncentracije štetnih tvari u okolišu što je dovelo do većeg opterećenja prometnica, zagađenja vode, zraka i tla, buke, potrošnje energije i općenito onečišćenja okoliša.⁴



Slika 1. Emisije u EU-u po sektorima

Izvor: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20190313STO31218/emisije-co2-u-prometu-eu-a-cinjenice-i-brojke>

Iz Slike 1. je vidljivo u kojoj je mjeri promet štetniji za prirodu od drugih grana, te kako je jedini rastao dok su druge grane smanjivale svoje štetne emisije kroz godine.

Sukladno današnjem trendu razvoja prometa, prognoza je da će se karakteristike cestovnog prometa u mnogim zemljama članicama OECD-a do 2030. godine mijenjati i uključivati sljedeće⁵:

- rast broja automobila i prijeđenih kilometara, unatoč većoj energetskej učinkovitosti i manjoj ekološkoj šteti vozila,

⁴ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: Cestovni promet, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=11341> (13.06.2024.)

⁵ Golubić, J., Promet i okoliš, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., str.14.

- manji pad potrošnje goriva po vozilu u istoj usporedbi,
- dizel gorivo i benzin i dalje će ostati najzastupljeniji izvor energije, uz blagi porast korištenja alternativnih goriva i
- teretni cestovni promet bit će snažniji od prometa osobnim automobilima.

Razvoj cestovnog prometa imati će negativan učinak na onečišćenje okoliša sve do 2030. godine, a unatoč koje se sve politike planiraju, emisije koje nastaju iz prometa će postati duplo veće u odnosu na danas, rezultat toga je visoka količina štetnih plinova u atmosferi te se, također predviđa proširenje prometne mreže i infrastrukture po zemljinoj površini što mora dovesti do onečišćenja voda i degradacije staništa te gubitak biološke raznolikosti je neizbježan, a temeljnim nacionalnim strateškim dokumentima. Pretpriusnutom pomorskom strategijom i Pretpriusnutom strategijom željezničkog prometa predviđaju se ipak jasni ekološki benefiti, no nažalost nisu još ostvareni temeljni preduvjeti snažnijeg razvoja kombiniranog prijevoza koji bi i krajnje rezultirali pozitivnim i efektivnijim učincima na smanjenje onečišćenja okoliša.⁶

U zračnom prometu razvio se novi koncept sa svrhom povećanja sigurnosti, optimizacije troškova, smanjenja negativnog učinka zrakoplovstva na zaštitu okoliša, poboljšane vojne i civilne suradnje, unapređenja postojeće kvalitete te složnosti s drugim međunarodnim i međudržavnim dogovorima i planovima, dok osnovni kriterij za ekologiju vezan za zračni promet se odnosi na emisije i štetne plinove iz motora zrakoplovnih sredstava, buke koja nastaje u zračnom prometu, rukovođenjem štetnim materijalom i otpadom.⁷

Štetni učinci suvremenih zrakoplova, koji pripadaju antropogenim onečišćivačima, znatno narušavaju globalnu ekološku ravnotežu kroz tri glavne manifestacije⁸:

- promjenu ravnoteže zemljine radijacije, koja je povezana s antropogenim stakleničkim efektom i, posljedično, globalnim zagrijavanjem donjih slojeva atmosfere,
- promjenu koncentracije ozona u atmosferi, što značajno utječe na intenzitet zračenja na površini Zemlje i sposobnost filtriranja štetnog UV-zračenja,

⁶ *Ibid.*, str. 84.

⁷ *Ibid.*, str.151.

⁸ *Ibid.*, str. 151.-152.

- promjenu oksidacijskog kapaciteta atmosfere uslijed povećanja koncentracije ozona u troposferi i u promjeni cirkulacije drugih ekološki važnih tragova kemijskih supstanci.

Govoreći o željezničkom prometu, razvoj željeznica koje koriste vlakove visokih brzina daju održivu zamjenu za nekontrolirano proširenje prometnica za cestovni promet i povećanja zračnog prometa, a jasno je da veću korist za okoliš ima željeznički promet nego bilo koji drugi, u smislu posljedica poput efekta staklenika. Međutim, potreba za zaštitom okoliša podrazumijeva i primjenu strogih uvjeta za gradnju nove infrastrukture, što može odgoditi ili čak spriječiti njen razvoj zbog čega je važno naglasiti da buka ostaje nedostatak u željezničkom prometu iako se radi o velikim brzinama te je ključno usmjeriti se na pronalaženje rješenja kako bi se smanjila ta buka međutim kako bi se i prigušila buka, te unatoč tome svemu treba imati ravnotežu između ekologije i ekonomije tj. treba se naći ravnoteža između ekološke i ekonomske održivosti. Stoga će ovaj pristup omogućiti željeznicama visokih brzina da postanu ključna komponenta ekološki prihvatljivog prometnog sustava.⁹

Sektor pomorskog prometa uzrokuje znatne količine emisija što ima velik utjecaj na razvoj klime, okoliša, a time i na ljudsko zdravlje, ali prema trenutnim procjenama, svjetski pomorski promet odgovoran je za oko od 2 do 2.5% globalne emisije CO₂ i predviđa se da bi taj udio mogao dramatično porasti u sljedećim desetljećima.¹⁰

2.1.1. Problemi suvremenog prometa

Danas je promet odgovoran za više od 26% globalnih emisija ugljikova dioksida (CO₂), a nagli rast tih emisija pridonio je povećanju koncentracija CO₂ u usporedbi s predindustrijskim razdobljem, što je rezultiralo negativnim utjecajem na okoliš koji je premašio kapacitet prirode za apsorpciju tih utjecaja, izravno ugrozivši ekološku ravnotežu, a učinci prometa na okoliš uključuju korištenje prostornog kapaciteta koji je i ovako limitiran. Povećanje vibracije prometom i buka koja nastaje zbog prometa utječu na zrak, tlo i vodu koji pate i postaju sve zagađeniji uz neracionalan utrošak energije. Ovi problemi već

⁹ *Ibid.*, str. 209.

¹⁰ Institute of Shipping Economics and Logistics: Maritime Environment, <https://www.isl.org/en/fields-ofcompetence/maritime-environment> (13.06.2024.)

su ozbiljno razmatrani i zahtijevaju hitne mjere kako bi se smanjio negativan utjecaj prometa na okoliš i očuvala ekološka ravnoteža.¹¹

Promet u gradovima postaje sve aktualnija tema, kako globalno, tako i u Hrvatskoj s obzirom da urbanizacija dovodi do povećanja broja stanovnika i broja gradova, što uzrokuje različite probleme poput sigurnosti prometa. Onečišćenja okoliša i ovisnosti o fosilnim gorivima, a ti problemi imaju značajan utjecaj na održivi razvoj gradova, dok povećanje broja stanovnika u urbanim područjima zahtijeva bolje planiranje prometne infrastrukture kako bi se osigurala sigurnost sudionika u prometu, onečišćenje okoliša, uzrokovano prometom, zahtijeva uvođenje čistih tehnologija i promoviranje drugačijih prijevoznih oblika, npr. biciklizam, javni gradski prijevoz i električna vozila, a ovisnost o fosilnim gorivima može se smanjiti kroz poticanje upotrebe obnovljivih izvora energije i razvoj održivih prometnih sustava. Kao odgovor na ove izazove, gradovi diljem svijeta i u Hrvatskoj implementiraju različite mjere, uključujući razvoj pametnih prometnih rješenja, poboljšanje javnog prijevoza, stvaranje biciklističkih staza i pješačkih zona, a gotovo redovito i potiču korištenje električnih vozila koje doprinose smanjenju onečišćenja, povećanju sigurnosti i promicanju održivog razvoja gradova.¹²

Razvoju gradskog prometa prethodila je urbanizacija koja je dobila zamah tijekom procesa industrijalizacije, a gospodarski napredak često je nezamisliv bez efikasnog prometa. Istovremeno promet donosi svoje probleme te je jedan od ključnih problema sigurnost gradskog prometa, osobito za ranjive skupine koje su izložene opasnostima zbog nezaštićenosti od brzih motornih vozila, a održivi razvoj također je pogođen neadekvatnim prometnim rješenjima, koja često rezultiraju visokom emisijom stakleničkih plinova. Dio stručnjaka zagovara nova rješenja poput redizajniranja gradskih prometnica i smanjenja prometa određenih kategorija vozila kroz gradska središta kako bi se smanjila zagađenja i poboljšala kvaliteta života, povećanje broja motornih vozila dodatno opterećuje prometnu infrastrukturu, što zahtijeva inovativne pristupe i nova rješenja. Javni prijevoz predstavlja ključnu alternativu osobnim vozilima, jer može značajno smanjiti emisiju stakleničkih plinova i onečišćenje okoliša, kao i poboljšati zdravlje građana. Uz javni prijevoz, sve popularniji su i alternativni načini prijevoza poput dijeljenja bicikala i romobila, koji su

¹¹ Božičević, J., Ekološki problemi suvremenog prometa, Međunarodni znanstveni skup Ekološki problemi prometnog razvoja, Zbornik radova, Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (HAZU), 2011. str. 11-14

¹² Stanković, I., Promet u gradovima, Paragraf : časopis za pravna i društvena pitanja Pravnog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vol. 7 No. 1, 2023., str. 92.

ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji od klasičnih oblika prijevoza. U konačnici, izazovi u gradskom prometu zahtijevaju integrirani pristup koji kombinira tehnološke inovacije, urbanističko planiranje, prometnu politiku i društvene inovacije kako bi se stvorila održiva, sigurna i učinkovita prometna infrastruktura koja odgovara potrebama suvremenog urbanog života.¹³

2.1.2. Eksterni troškovi prometa

Pod pojmom eksternih troškova ili vanjskih troškova podrazumijevaju se svi oni troškovi koji nastaju djelovanjem korisnika u prometnoj usluzi ili aktivnosti, ali ne snosi ih direktno korisnik ili, drugim riječima, to su troškovi koji nastaju kao posljedica aktivnosti, ali nisu internalizirani ili uključeni u cijenu proizvoda ili usluge. Dok eksterni troškovi imaju značajan utjecaj na tržište jer mogu izazvati nepravilnosti poput nedovoljne cijene proizvoda ili usluge koja ne odražava stvarne ekonomske troškove. Često se primjenjuje proces internalizacije, koji uključuje mjere i politike usmjerene na internalizaciju ili uključivanje eksternih troškova u cijenu proizvoda ili usluge što može uključivati regulacije, porezne mjere ili druge oblike ekonomske intervencije kako bi se smanjili negativni vanjski učinci i potaknula održivija ekonomska praksa.¹⁴

Eksterni troškovi prometnih nesreća obuhvaćaju najveći dio ukupnih eksternih troškova u prometu, a ujedno su i najsloženiji, jer se za njihovo izračunavanje zahtijeva uvrštenje vrijednosti ljudskoga života koji je neprocjenjiv, a u obzir se uzimaju i objektivni elementi kao što su npr. administrativni bolnički troškovi po osobi i šteta na infrastrukturnim objektima¹⁵

Infrastrukturni troškovi su troškovi koji nastaju zbog odnosa kretanja broda i trošenja infrastrukture, odnosno veći troškovi korištenja i održavanja infrastrukture i tehničkih uređaja, troškovi kapitala i operativni troškovi.¹⁶

Troškovi zagušenja su troškovi pri kojima se posljedice očituju isključivo u transportnom sektoru te su osjetljivi na promjene u prometnoj potražnji, a u riječnom prometu zagušenje

¹³ *Ibid.*, str. 93.

¹⁴ Kučić, V., Matković, A., Strukturna analiza eksternih troškova u unutarnjem vodnom prometu Europe, Pomorski zbornik (47-48), Rijeka, 2013., str. 180.

¹⁵ *Ibid.*, str. 182.

¹⁶ *Ibid.*

se vrlo rijetko javlja osim na specifičnim dionicama plovnih putova kao što su prevodnice i mostovi koji se moraju otvarati.¹⁷

2.2. VRSTE ONEČIŠĆENJA UZROKOVANIH PROMETOM

U današnjem svijetu, onečišćenje voda, mora i oceana predstavlja ozbiljnu prijetnju, posebno zbog dviju glavnih vrsta onečišćenja: kemikalija i smeća, dok kemikalije u vodama, kao i kemijska kontaminacija hranjivim tvarima, izazivaju zabrinutost zbog njihovih štetnih utjecaja na zdravlje ljudi, ekologiju i ekonomiju. Kemijska kontaminacija, koja uključuje otjecanje kemikalija u vodene tokove putem ljudskih aktivnosti poput riječnog i morskog prometa, završava u oceanima, a povećana koncentracija kemikalija, poput dušika i fosfora, u obalnim oceanima potiče rast algi, što može dovesti do cvjetanja algi koje može biti toksično za divlji život i predstavljati opasnost za ljude. S druge strane, smeće uključuje različite oblike otpada kao što su plastika, staklo i metal koji zagađuju vode i plaže. Ova vrsta onečišćenja posebno je vidljiva u obalnim područjima i predstavlja ozbiljan problem za morski život te ugrožava ljude koji ovise o morskim resursima. Stoga suočavanje s ovim problemima zahtijeva globalne napore u smanjenju emisija kemikalija i uklanjanju otpada iz vodnih okoliša. Edukacija, stroža regulativa i tehnološki napredak ključni su u borbi protiv onečišćenja voda i očuvanju zdravlja oceana za buduće generacije.¹⁸ Proizvedeni proizvodi spadaju u smeće koje se nalazi u moru, najčešće plastika, koja završi u oceanima, dok nepravilno bacanje otpada, jaki vjetar i loše kontroliranje i upravljanje otpadom doprinosi skupljanju istog smeća, od toga čak osamdeset posto dolazi na površinu te točno to smeće i taj otpad predstavlja za ljude kao i za životinje opasnost.¹⁹

Važno je istaknuti i problem onečišćenja naftom i uljima, s obzirom na to da veliki incidenti često dovode do stvaranja mrlja od nafte koje su ogromne te one se šire više stotina kilometara. U tom slučaju, budući da je nemoguće sačuvati obalu u cijelosti, neophodno je usmjeriti pažnju djelove obale koji su najosjetljiviji a potom na one koji su za gospodarstvo najbitniji. Zaštita rijetkih vrsta faune i flore i njihovih prirodnih staništa i rezervata mora biti prioritete, uz poseban naglasak na gospodarski važne zone, poput objekata za akvakulturu.²⁰

¹⁷ *Ibid.*, str. 188.

¹⁸ Seršić, M., Međunarodnopravna zaštita morskog okoliša, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003., str. 18.

¹⁹ *Ibid.*, str. 44.

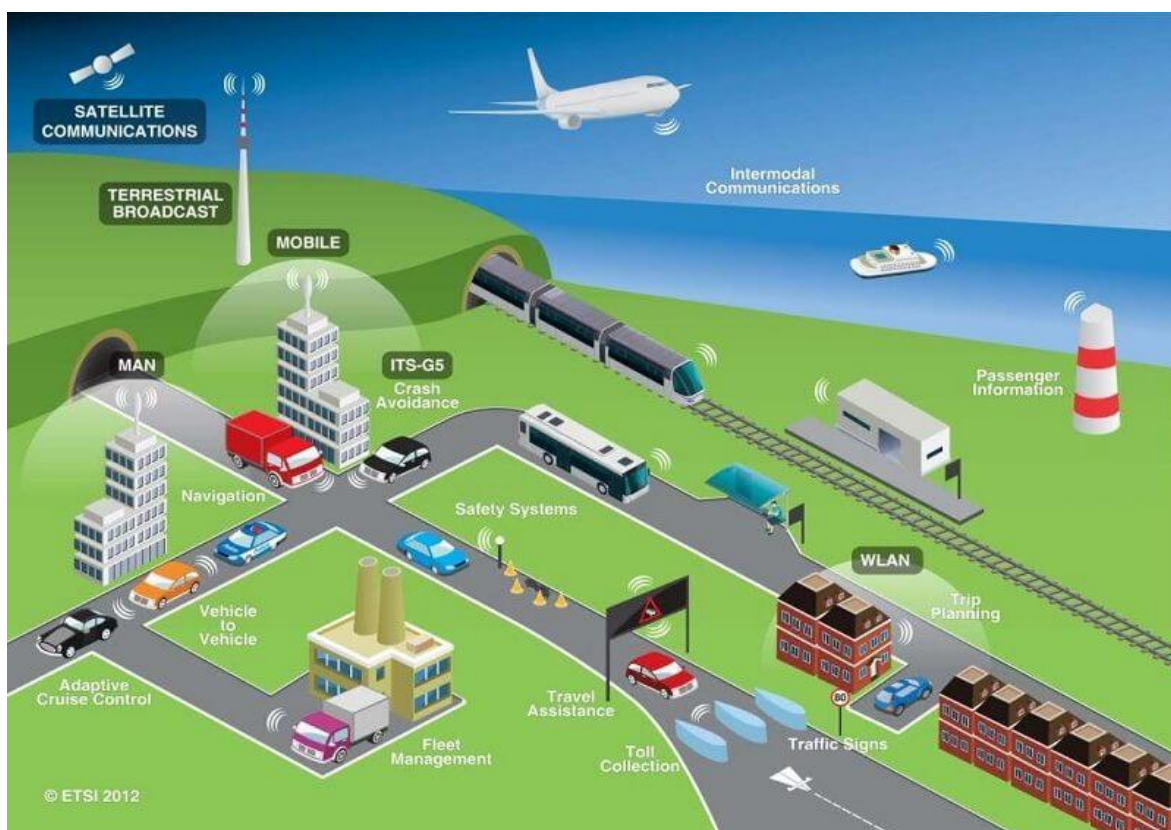
²⁰ *Ibid.*

Nakon mnogih incidenata zagađenja uljem, globalna zajednica danas ima detaljne informacije o štetnim učincima nafte na biljni i životinjski svijet, a različite vrste toksičnih ugljikovodika imaju različite učinke na različite organizme, na primjer, pokusi s rakovima ili školjkama često pokazuju poremećaje u njihovim metaboličkim procesima i rastu. Kod drugih organizama, poput riba, toksičnost nafte može značajno utjecati na reprodukciju i uzrokovati genetska oštećenja te je jedan od konkretnih primjera haringa, kod koje su primijećena genetska oštećenja kod potomaka nakon izlaganja zagađenju uljem. Stoga se može zaključiti da ova vrsta oštećenja može rezultirati deformacijama potomstva, što ima dugoročne posljedice za populaciju i ekosustav u cjelini zbog čega je važno nastaviti istraživanja o utjecaju naftnih zagađenja na okoliš kako bi se bolje razumjelo ove procese i moglo razviti strategije zaštite i očuvanja ugroženih morskih i obalnih ekosustava.²¹

²¹ *Ibid.*

3. UTJECAJ INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA PRI SMANJENJU ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA

Zaštita okoliša postala je ključna tema posljednjih desetljeća 20. stoljeća, potičući sudionike u transportnim, prometnim i gospodarskim sustavima da prepoznaju potrebu za poduzimanjem hitnih mjera kako bi se zaustavilo daljnje onečišćenje okoliša. Razvoj i primjena inteligentnih transportnih sustava postali su ključni u tom procesu, s ciljem poboljšanja transporta na više razina i upravo korištenje naprednih tehnologija poput pametnih semafora, sustava za upravljanje prometom zasnovanih na podacima, električnih i hibridnih vozila te promicanje javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza poput bicikala i romobila sve su važniji aspekti u postizanju održive mobilnosti i zaštite okoliša.²²



Slika 2. Primjer funkcioniranja ITS-a

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

²² Jolić, N., Logistika i ITS, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 96.

Na Slici 2. vidi se kompleksnost izvedbe ITS-a u praksi, koliko je komponenti uključeno kako bi se promet odvijao što nesmetanije.

3.1. DEFINICIJA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Logistika se pojavljuje 50-ih godina prošlog stoljeća, razvijajući se kroz planiranje i izvođenje vojnih operacija te širenje trgovine, pri čemu transportna logistika podrazumijeva kretanje roba unutar opskrbnog lanca. Kako bi se uspostavila povezanost logističkog sustava s inteligentnim transportnim sustavima, potrebno je integrirati sve komponente tih sustava, a kao ključni aspekt ove integracije je interoperativnost, koja osigurava zajedničko funkcioniranje različitih dijelova sustava uzimajući u obzir metodologiju inteligentnog transportnog sustava, uključujući njegove funkcionalne, fizičke, informacijske i komunikacijske karakteristike.²³

Inteligentni transportni sustavi definiraju se kao upravljačka, sveobuhvatna i komunikacijsko-informacijska nadogradnja sustava transporta i prometa koji su već postojeći i koji omogućuju značajno poboljšanje u odvijanja prometa kroz efikasniji prijevoz putnika i robe, povećanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštitu putnika, smanjenje onečišćenja okoliša i slično. Novi je ključni pojam koji mijenja pristup i trend razvoja prometne znanosti i tehnologije transporta ljudi i robe efikasno rješavajući sve veće probleme prometnog zagušenja, zagađenja okoliša, učinkovitosti i sigurnosti u prometu ljudi i roba. Pri tome inteligentna cestovna prometnica simbolizira upravljačku i informacijsko-komunikacijsku modernizaciju klasičnih cestovnih prometnica, te samim tim omogućuje bolje informiranje vozača, vođenje prometa i sigurnosne aplikacije, dok se uzastopno razvijaju inteligentna vozila koja svojim inovativnim svojstvima značajno poboljšavaju sigurnost, učinkovitost i udobnost vožnje.²⁴

²³ *Ibid.*

²⁴ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014)



Slika 3. Temeljna značenja termina ITS

Izvor: Bošnjak, I., *Inteligentni transportni sustavi I.*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 4.

Inteligentni transportni sustavi diferenciraju se po primijenjenoj tehnologiji obuhvaćajući temeljne sustave upravljanja te naprednije aplikacije koje integriraju podatke uživo i povratne informacije iz niza različitih izvora, navođenje pri parkiranju, informacijske sustave, informacije o vremenu i sustave za odleđivanje mostova.²⁵

Inteligentni transportni sustavi (ITS) obuhvaćaju različite tehnologije koje se koriste za poboljšanje učinkovitosti, sigurnosti i održivosti transporta, a ovi sustavi se razlikuju u svojim osnovnim upravljačkim funkcijama, kao i u naprednijim aplikacijama koje integriraju podatke u stvarnom vremenu te oni osnovni upravljački sustavi u inteligentnim transportnim sustavima uključuju:

1. Navigaciju - sustavi za navigaciju pomažu vozačima i upraviteljima transporta u određivanju najboljih ruta za putovanje uzimajući u obzir prometne uvjete, vremenske prilike i druge faktore,
2. Sustav za upravljanje prometnim signalima - ovi sustavi optimiziraju rad semafora i prometnih znakova kako bi se minimizirala zagušenja i poboljšala fluidnost prometa,
3. Sustav za nadzor kontejnera - koristi se u logističkim operacijama za praćenje i upravljanje kontejnerima tijekom transporta,
4. Sustavi za praćenje - omogućuju praćenje položaja i statusa vozila, tereta ili putnika u stvarnom vremenu radi bolje logistike i upravljanja.

²⁵ Mandžuka, S., *Inteligentni transportni sustavi II*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010., str. 16

Naprednije aplikacije inteligentnih transportnih sustava uključuju integraciju podataka iz različitih izvora kako bi pružile sveobuhvatne informacije kao što su informacije o parkiranju, meteorološke informacije te povratne informacije korisnicima, a područja primjene inteligentnih transportnih sustava mogu se klasificirati prema:

- Načinu prijevoza - cestovni, željeznički, zračni, cjevovodni, pomorski, unutarnji plovni putevi i luke,
- Vrsti prijevoza - putnički i teretni transport,
- Području prijevoza - gradski, regionalni, međuregionalni, koridorski, transeuropski transport te inteligentni transportni sustavi igraju ključnu ulogu u transformaciji modernog prometa prema održivim i efikasnim modelima, s ciljem smanjenja zagađenja, emisija CO₂, poboljšanja sigurnosti te optimizacije korištenja resursa u transportnom sektoru.²⁶

3.2. ARHITEKTURA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Arhitektura sustava predstavlja osnovnu strukturu s ključnim komponentama, njihovim međusobnim odnosima i vezama prema okolini, kao i načelima razvoja tijekom cijelog životnog ciklusa sustava. Za velike sustave koji zahtijevaju budući razvoj i proširenje, arhitektura mora omogućiti kompatibilnost, proširivost, interoperabilnost, integraciju i usklađenost s normama. Bez jasno definirane arhitekture, mogu se pojaviti poteškoće u integraciji komponenti, veći troškovi nadogradnje i problemi s prilagodbom novim tehnologijama. ITS arhitektura pruža opći okvir za planiranje, dizajniranje i implementaciju integriranih sustava prometa unutar zadanog prostorno-vremenskog konteksta, omogućujući sustavno planiranje razvoja ITS-a.²⁷

ITS arhitektura ima ključnu ulogu zbog nekoliko razloga²⁸:

1. Pruža sveobuhvatne informacije o funkcioniranju ITS-a.
2. Osigurava potrebnu interoperabilnost različitih dijelova ITS-a.

²⁶ https://www.gtkp.com/assets/uploads/20100207-085521-879-20090729_144759_45188_TRS_IntelligentTransportSystems.pdf (21.06.2024.)

²⁷ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014)

²⁸ *Ibid.*

3. Omogućuje dosljednost informacija za krajnje korisnike.
4. Podržava neovisnost o primijenjenim tehnologijama i olakšava integraciju novih tehnologija.
5. Stvara uvjete za „slobodno tržište” usluga i opreme kroz normirana sučelja.
6. Poticanje „slobodnog tržišta” omogućuje povećanje proizvodnje i smanjenje cijena usluga i opreme.
7. Potiče ulaganja u ITS, jer su omogućeni uvjeti za slobodno tržište.

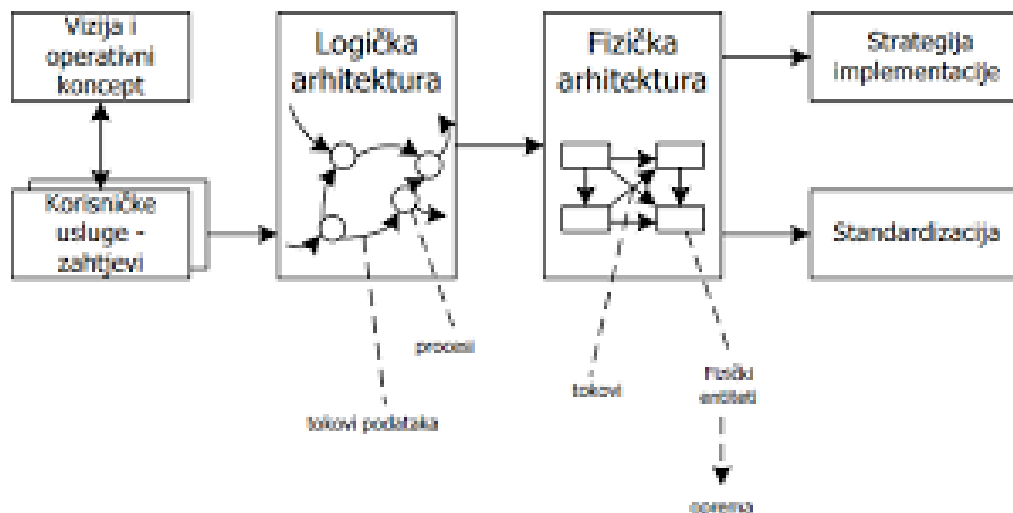
Prema sadržaju i obvezujućim zahtjevima, ITS arhitekture mogu se podijeliti u tri osnovna tipa²⁹:

1. Okvirne ITS arhitekture – Namijenjene su nacionalnoj razini i fokusiraju se na korisničke potrebe i širu funkcionalnu perspektivu. Mogu služiti kao temelj za razvoj drugih tipova ITS arhitektura.
2. Obvezne ITS arhitekture – Sadrže fizičke, logičke i komunikacijske aspekte uz dodatne analize, sa strogim ograničenjima sadržaja koja su definirana i usmjeravaju izvedbe.
3. Servisne ITS arhitekture – Slične su obveznim arhitekturama, ali su specifične za pojedine usluge. Važno je razlikovati logičku (funkcionalnu) i fizičku arhitekturu, pri čemu logička obuhvaća procese i tijekove podataka između njih, dok fizička uključuje fizičke elemente opreme i podatkovne tokove među njima.

Koncept "dobre" arhitekture se komparira s arhitektonskim dizajnom građevina, gdje arhitekt promatra rješenje na globalnoj razini te stavlja fokus na bitne aspekte za korisnike i okruženje. Detalji nisu razrađeni, no postoje specifikacije svih bitnih svojstava; za stabilnu i "dobru" ITS arhitekturu potrebno je primijeniti načela konzistentnosti (predvidljivost sustava uz djelomično znanje), ortogonalnosti (odvojenost međusobno neovisnih funkcija), transparentnosti (jasnost definiranih funkcija korisnicima), općenitosti (višestruka primjena funkcija) i potpunosti (visoka razina zadovoljenja potreba korisnika uz postojeća ograničenja).³⁰

²⁹ *Ibid.*

³⁰ Bošnjak, I., *Inteligentni transportni sustavi I*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.13.



Slika 4. Tijek razvoja arhitekture

Izvor: Bošnjak, I., *Inteligentni transportni sustavi I*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

Promatrajući svjetsku ITS arhitekturu potrebno je istaknuti diferencijaciju između europske i američke ITS arhitekture. S obzirom da američka ITS arhitektura je orijentirana ka širim geografskim područjima što objedinjuje i puno širi spektar podataka, a s druge strane europski orijentirana ITS arhitektura je usmjerena ka većim gradovima. Američka je ITS arhitektura u mnogo većoj mjeri razvijenija u tehničko tehnološkom pogledu, dok u Europi se ITS arhitektura razvijala na način da su se ITS sustavi implementirali u sličnim gradovima sličnih ili istih prometnih karakteristika.³¹

3.3. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV U POBOLJŠANJU PROMETA

Dokazano je da su ITS aplikacije valjan i učinkovit način podrške upravljanju i funkcioniranju prometnih usluga, a također mogu pomoći u postizanju velikog smanjenja prometnih nesreća, povećanju efektivnog kapaciteta cesta, bez izgradnje novih cesta, uštedi vremena provedenog na putu te značajno smanjenje onečišćenja uzrokovano vozilima.³²

Sposobnost integracije sustava značajno povećava njihov potencijal, a primjenom europske arhitekture okvira ITS-a, ne samo da će aplikacije raditi zajedno, već mogu postati

³¹ *Ibid.*

³² Mandžuka, S., *op.cit.*, str. 23.

i interoperabilne na europskoj razini sa tehničkog, operativnog i organizacijskog aspekta te podrazumijevaju sukladno funkcioniranje cjelokupnog sustava.³³

Tehnologija inteligentnog transportnog sustava (ITS) primjenjuje informacijsku tehnologiju na površinski transport kako bi povećala sigurnost i mobilnost te smanjila utjecaj na okoliš. Integrirajući istraživačka područja poput mreža senzora, strojnog učenja i transportnog inženjerstva, s posebnim fokusom na sigurnost na cestama ITS rješava prometne probleme upravljanjem prometom, sprječavanjem nesreća, naplatom cestarina, sustavima parkiranja i kontrolom zagađenja, pružajući pametne sustave za upravljanje velikim brojem vozila i smanjenje gužvi, koristeći razne tehnologije za informiranje korisnika u stvarnom vremenu o cestovnim uvjetima, čime se poboljšava upravljanje prometnim zagušenjem i nesrećama.³⁴

Inteligentni transportni sustavi donose brojne prednosti koje značajno unapređuju različite aspekte transporta³⁵:

1. Poboljšana mobilnost - transport je ključan za svakodnevni život, a nacije i njihova gospodarstva ovise o učinkovitim transportnim sustavima te ITS omogućuje bolje planiranje putovanja putem informacija o trenutnim prometnim uvjetima, čime se poboljšava mobilnost ljudi i roba, a ITS sustavi pomažu putnicima planirati najoptimalnije rute, što rezultira bržim i učinkovitijim putovanjem,
2. Smanjenje prometnih gužvi - prometne gužve su veliki problem u urbanim područjima, a ITS pruža podatke o trenutnim uvjetima na cestama, vremenskim prilikama, stanju semafora i drugim relevantnim faktorima te kroz ove informacije, ITS vodi vozače najprikladnijim rutama, smanjujući vrijeme provedeno u prometnim gužvama, a time se poboljšava ukupna protočnost prometnog sustava i smanjuju zastoje,
3. Kontrola onečišćenja - rast broja vozila na cestama doprinosi povećanju emisija štetnih tvari, što negativno utječe na okoliš, a ITS može smanjiti emisije pružanjem informacija koje omogućuju efikasniju vožnju i

³³ Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj., Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Kaštela, S., Steiner, S. (ur.). Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo sprječavanje, Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 2007., str. 17.

³⁴ *Ibid.*

³⁵ Antoliš, K., Strmečki, S., Magušić, F., Informacijska sigurnost i inteligentni transportni sustavi, Suvremeni promet, Zagreb, 2008., str. 353-355.

održavanje vozila, na primjer, ITS može upozoriti vozače na zagađenje i preporučiti pravovremeno održavanje vozila, što rezultira smanjenjem emisija i zagađenja bukom,

4. Sprječavanje nesreća - povećan promet na cestama donosi i povećani broj nesreća, a ITS sustavi mogu značajno smanjiti rizik od nesreća pružanjem točnih informacija i upozorenja vozačima te kroz pravovremene upute i obavijesti o opasnostima na cesti, ITS pomaže vozačima donositi sigurnije odluke, čime se povećava sigurnost na cestama i spašavaju životi,
5. Poboljšanje pouzdanosti vremena putovanja - jedna od ključnih prednosti ITS-a je smanjenje vremena putovanja kroz optimizaciju ruta pružajući informacije o najboljoj mogućoj ruti u stvarnom vremenu, ITS smanjuje kašnjenja i poboljšava pouzdanost vremena dolaska na odredište što je posebno korisno za poslovne korisnike i logističke tvrtke koje ovise o točnim vremenskim okvirima.

Iako inteligentni transportni sustavi donose mnoge prednosti, postoje i određeni nedostaci koje je važno razmotriti³⁶:

1. Ovisnost o internetskoj povezanosti - ITS sustavi uvelike ovise o pouzdanoj internetskoj povezanosti, a u područjima bez interneta ili s lošom vezom, ITS ne može učinkovito funkcionirati te, osim toga, implementacija ITS-a zahtijeva korištenje naprednih tehnologija koje možda nisu široko poznate ili razumljive korisnicima, a mnogi stariji modeli vozila nisu opremljeni potrebnim tehnologijama za ITS, ograničavajući njegovu primjenu samo na novija vozila s ugrađenim modernim komponentama,
2. Visoki troškovi - implementacija ITS-a zahtijeva značajna financijska ulaganja zbog upotrebe brojnih sofisticiranih komponenti, a ovi visoki troškovi mogu ograničiti dostupnost ITS-a, čineći ga nepristupačnim za mnoge korisnike te, također, troškovi održavanja ITS sustava su visoki, što može predstavljati dodatno financijsko opterećenje,
3. Nedostatak svijesti - budući da je ITS relativno nova tehnologija, mnogi ljudi nisu svjesni njegovog postojanja i prednosti koje donosi, a nedostatak svijesti među korisnicima može otežati široku primjenu i uspjeh ITS-a te su potrebne

³⁶ *Ibid.*

opsežne kampanje informiranja i edukacije kako bi se povećala svijest i prihvaćanje ITS tehnologije,

4. Nedostatak resursa - za uspješnu implementaciju ITS-a potrebni su brojni resursi, uključujući tehnološku infrastrukturu, financijska sredstva i educirano osoblje, a nedostatak bilo kojeg od ovih resursa može usporiti ili otežati uvođenje ITS-a. Sveobuhvatan razvoj ITS-a zahtijeva koordinirani pristup i dostupnost svih potrebnih resursa te iako ITS nudi brojne prednosti, postoji niz izazova koje je potrebno prevladati kako bi se osigurala uspješna implementacija, a ovisnost o internetskoj povezanosti, visoki troškovi, nedostatak svijesti i resursa predstavljaju ključne prepreke koje treba adresirati kako bi ITS mogao ostvariti svoj puni potencijal i doprinijeti poboljšanju transportnih sustava.

3.4. TEHNOLOŠKI PRISTUP REDUCIRANJU ZAGAĐENJA PUTEM ITS-a

Promet predstavlja sustav koji omogućuje prijevoz ljudi, roba ili informacija unutar određenih prometnih entiteta, pri čemu se koristi dio prometne infrastrukture u skladu s utvrđenim pravilima i protokolima. Transport se odnosi na proces premještanja entiteta koji su prilagođeni prometnim sredstvima, ali ako ne postoji odgovarajući prometni entitet, tada govorimo o čistom transportu, poput cjevovodnog transporta.

Institut za prometne inženjere (ITE) definira prometno inženjerstvo kao znanstvenu disciplinu i gospodarsku granu koja proučava planiranje, geometrijski dizajn, te prometne operacije na cestama, gradskim ulicama, mrežama i terminalima, uključujući poveznice s drugim načinima prijevoza. ITE također opisuje transportno inženjerstvo kao multidisciplinarno područje koje uključuje primjenu tehnologije i znanstvenih načela u planiranju, funkcionalnom dizajnu, tehnološkim operacijama i upravljanju transportnim resursima, s ciljem osiguravanja sigurnijeg, bržeg, ekonomičnijeg i ekološki prihvatljivijeg kretanja ljudi i roba.

Modeli i metode prometnog inženjerstva su ključni za razvoj ITS inženjerstva. Tradicionalni pristupi oslanjaju se na prosječne vrijednosti u određenom vremenskom periodu uz prikupljanje podataka putem kontinuiranih mjerenja ili uzorkovanjem u određenim intervalima. Nasuprot tome, ITS zahtijeva realno vrijeme i trenutne vrijednosti

prometnih varijabli za donošenje odluka. Osnovna zadaća ITS-a kao znanstvene discipline je analizirati i definirati prometni sustav te osmisliti, razviti i implementirati rješenja za efikasan, siguran, ekonomičan i ekološki prihvatljiv prijevoz ljudi i roba.

Pojam "inteligentni" u kontekstu ITS-a označava sposobnost sustava za prikupljanje i obradu podataka kako bi se postiglo adaptivno ponašanje prometnog ili transportnog sustava. Ova inteligencija se temelji na tehničkim komponentama sustava, naziva se umjetnom i počela se koristiti sredinom 20. stoljeća. Iako se razvija i unaprjeđuje, prema povijesnoj definiciji (Minsky, 1985.), umjetna inteligencija je znanost i tehnologija stvaranja strojeva sposobnih za obavljanje aktivnosti koje bi inače zahtijevale ljudsku inteligenciju. Početkom 21. stoljeća nastaje novi koncept s distribuiranim i sveprisutnim računalnim i komunikacijskim sustavima poznat kao ambijentalna inteligencija (Ambient Intelligence, AmI).³⁷

3.5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV U REPUBLICI HRVATSKOJ I ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE

Europska unija i njene članice rano su prepoznale značaj i potencijal primjene inteligentnih transportnih sustava u rješavanju izazova vezanih uz promet i transport. Kako bi europski prometni sustav mogao zadovoljiti rastuće potrebe za mobilnošću gospodarstva i društva, suočava se s nekoliko ključnih problema³⁸:

- Prema procjenama, zagušenja u cestovnom prometu utječu na 10% cestovne mreže EU-a, a godišnji troškovi tih zagušenja procjenjuju se između 0,9% i 1,5% BDP-a EU-a.
- Cestovni promet odgovoran je za 72% ukupnih emisija CO₂ povezanih s prijevozom, a te su emisije porasle za 32% u razdoblju od 1990. do 2005. godine.
- Iako se broj poginulih na cestama EU smanjuje, još uvijek je za oko 4.000 veći od planiranog cilja smanjenja za 50% u razdoblju 2001.-2010., s ukupno 31.000

³⁷ *Ibid.*, str. 37.

³⁸ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014)

poginulih. Ovi izazovi postaju još značajniji s obzirom na predviđeni porast teretnog prijevoza za 50% i prijevoza putnika za 35% između 2000. i 2020. godine.

U državama članicama Europske unije, koje već imaju razvijenu industriju cestovne telematičke opreme, ITS je otvorio nove mogućnosti za daljnji razvoj transportnog sektora i povezane industrije. Europska unija prepoznala je ovaj sektor kao izuzetno produktivan i konkurentan na globalnoj razini. Institucionalni razvoj ITS-a u EU počeo je sredinom 90-ih godina 20. stoljeća, a jedan od prvih koraka bio je dokument "Communication from The Commission to the Council and The European Parliament on a Community Strategy and Framework for the Deployment of Road Transport Telematics in Europe And Proposals for Initial Actions" iz 1997. godine. Slijedili su pravni i nepravni akti, a početkom 21. stoljeća Europska komisija je počela intenzivnije objavljivati dokumente o specifičnim ITS aplikacijama i uslugama. Godine 2008. donesen je Akcijski plan za uvođenje ITS-a u Europi, a 2010. usvojena je Direktiva o razvoju ITS-a u cestovnom prometu i povezivanju s drugim oblicima prijevoza. Direktiva propisuje aktivnosti za buduće godine koje će značajno utjecati na daljnji razvoj ITS-a u EU, uključujući Hrvatsku. Dodatne inicijative Europske komisije vezane su uz specifične ITS aplikacije, poput "Raising Awareness of ICT for Smarter, Safer and Cleaner Vehicles" (2006.) i "eCall: Time for Deployment" (2009.).³⁹

Europska komisija godišnje ulaže više od 400 milijuna eura u razvoj ITS-a kroz tri ključna programa:

- Program Transeuropskih prometnih mreža (TEN-T) usmjeren je na povezivanje, interoperabilnost i kontinuitet usluga na dugim pravcima i preko granica, uz financiranje važnih infrastrukturnih projekata. Za razdoblje 2007.-2013. planirano je ulaganje od 1,51 milijardu eura u ITS kroz ovaj program.
- Strukturni i kohezijski fond, koji uključuje Europski fond za regionalni razvoj (ERDF) i Kohezijski fond (CF), pruža podršku regijama čiji je BNP po stanovniku ispod 90% prosjeka EU, financirajući projekte u prometu, energetici i zaštiti okoliša. Za ITS je u razdoblju 2007.-2013. bilo planirano ulaganje od 1,09 milijardi eura.
- Instrument za povezivanje Europe (CEF), uspostavljen za razdoblje 2014.-2020., osmišljen je za ubrzavanje investicija u TEN-T mreže uz korištenje javnih i privatnih sredstava, a predviđeno je ulaganje od 970 milijuna eura do 2020. godine. CEF

³⁹ *Ibid.*

doprinosi prekograničnoj suradnji, jačanju ekonomske, socijalne i teritorijalne kohezije te poticanju konkurentne tržišne ekonomije i borbi protiv klimatskih promjena.⁴⁰

Projekti ITS-a razvijaju rješenja za multimodalnu mobilnost ljudi i tereta u stvarnom vremenu, a od 2014. godine CEF podržava usklađeno i paneuropsko uvođenje ITS-a i kooperativnih ITS-a (C-ITS), što omogućuje dinamično i prilagodljivo upravljanje prometom. CEF u području ITS-a radi na implementaciji ITS usluga prema Direktivi 2010/40/EU. Jedan od projekata, Ursa Major 2, usmjeren je na unapređenje sigurnosti i učinkovitosti teretnog prometa duž koridora Rajna-Alpe, povezujući sjevernomorske luke, područje Rajne i Ruhr te gradska područja južne Njemačke i Italije. Projekt uključuje razvoj usluga parkiranja i navigacije za kamione te pružanje pouzdanih informacija o uvjetima putovanja, što pomaže minimiziranju kašnjenja i neizvjesnosti. U projektu sudjeluju Austrija, Njemačka, Italija i Nizozemska.⁴¹

Projekt CROCODILE II, koji uključuje 9 država članica, provodi se u sklopu CEF-a i obuhvaća koordinirano upravljanje i nadzor prometa, uz pružanje visokokvalitetnih informacija putnicima. CROCODILE II Hrvatska dodatno integrira europski prekogranični ITS, pokrivajući dio Mediteranskog koridora uključujući Zagreb i Rijeku, osiguravajući kontinuitet ITS usluga između Hrvatske i susjednih zemalja. Glavni cilj projekta je implementacija ITS usluga u skladu s Direktivom 2010/40/EU, uključujući pružanje informacija u stvarnom vremenu i o sigurnim parkirnim mjestima za kamione. Uvođenje protokola DATEX II omogućit će automatsku razmjenu informacija među državama članicama, čime se očekuje poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti cestovnog prometa te smanjenje zagušenja i vremena putovanja za sve sudionike.⁴²

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cef2020_projects_2017.pdf (25.06.2024.)

⁴² *Ibid.*



Slika 5. Projekt CROCODILE II

Izvor: <https://crocodile2croatia.eu/en>

Slika 5. pokazuje projekt CROCODILE II i mogućnosti povezivanja prometnicama središta u Rijeci i Zagrebu.

3.5.1. Gospodarske koristi od ITS-a

Implementacija inteligentnih transportnih sustava u urbanim sredinama može donijeti brojne prednosti, kao što su⁴³:

- Arterijski sustavi upravljanja mogu smanjiti kašnjenja između 5% i 40% kroz primjenu naprednih kontrolnih sustava i distribuciju informacija putnicima.
- Sustavi za upravljanje autocestama mogu smanjiti broj prometnih nesreća do 40%, povećati kapacitet te skratiti ukupno vrijeme putovanja do 60%.
- Sustavi za upravljanje teretnim prijevozom mogu smanjiti operativne troškove motornih prijevoznika za 35% kroz implementaciju poslovnih informacijskih sustava i umrežavanje vozila.

⁴³ Bertini, R.L., Using Archived Data to Measure Operational Benefits of ITS Investments: Ramp Meters. June 2004, Portland State University, Transportation Research Group.

- Sustavi za upravljanje javnim prijevozom mogu smanjiti vrijeme putovanja do 50% i povećati pouzdanost usluga za 35% kroz automatizirano upravljanje vozilima i prioritizaciju tranzitnih signala.
- Sustavi za upravljanje incidentima mogu skratiti vrijeme trajanja incidenata za 40% te donijeti dodatne prednosti, poput povećane javne podrške za aktivnosti upravljanja prometom.

ITS, poput svakog proizvoda ili usluge iz nacionalne ekonomije, može biti konkurentan na međunarodnom tržištu, što opravdava ulaganje u njihov razvoj, osobito u zemljama u tranziciji ili onima koje su već prošle kroz taj proces. Hrvatska ima značajan potencijal u ITS sektoru, što potvrđuju sveučilišni programi i uspješne tvrtke specijalizirane za ITS rješenja. Među njima se ističe Telegra d.o.o. iz Zagreba, poznata po proizvodnji dinamičke prometne signalizacije, kao što su LED displeji, promjenjivi prometni znakovi, cestovne prometne stanice i telefonski pozivni sustavi. ZG projekt d.o.o. također razvija i proizvodi napredne ITS tehnologije, čime dodatno potvrđuje sposobnost Hrvatske u ovom sektoru.⁴⁴

3.5.2. SWOT analiza

Uzimajući u obzir postojeće stanje razvoja ITS-a u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj provedena je odgovarajuća SWOT analiza, a njeni rezultati su prikazani u tablici 1.⁴⁵

Tablica 1. SWOT Analiza

Snage	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> – Republika Hrvatska ima sposobnost razvoja novih ITS aplikacija i usluga, – industrija prometne telematike u Republici Hrvatskoj ima dobra iskustva u razvoju tehnologije i opreme, 	<ul style="list-style-type: none"> – u prethodnom periodu nije postojala jasno definirana politika i strategija u razvoju i uvođenju ITS-a, – nedovoljna koordiniranost različitih tijela zaduženih za promet, – razvoj ITS-a usmjeren je na fragmentirane aplikacije niske razine,

⁴⁴ Mandžuka, S., *Inteligentni transportni sustavi – Iskustva u Republici Hrvatskoj*, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za inteligentne transportne sustave, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, 2009.

⁴⁵ Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. Godine (NN 82/2014), čl. 3.6.

<ul style="list-style-type: none"> – vodeći operateri cestovne infrastrukture imaju vrlo dobra iskustva u ovom području, – postoji visoka razina obrazovanja u području ITS-a. 	<p>što je rezultiralo nedostatkom značajnije integracije između sustava,</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.
<p>Prilike</p>	<p>Prijetnje</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Hrvatska leži na veoma važnim 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, – ITS ima potencijal za poboljšanje cestovne sigurnosti boljim iskorištenjem različitih tehnologija provedbe zakona (detektiranje prekršaja), – ITS ima značajan potencijal za poboljšanje sigurnosti na cestama 	<ul style="list-style-type: none"> – financijska kriza i problemi domaćega 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 tehnološkim specifikacijama nego na funkcionalnim zahtjevima, – ITS se brzo razvija u Europi, gdje se Hrvatska teško prilagođava tehnološkim promjenama.

<p>(posebno značajno za poboljšanje slike zemlje u turističkom pogledu, turizam je jedan od najznačajnijih sektora u gospodarstvu),</p> <ul style="list-style-type: none"> – ITS pruža rješenja za male gradove na jadranskoj obali s izraženim prometnim problemom tijekom turističke sezone, – ITS kao izvozna industrija. 	
--	--

3.5.3. ERTICO – ITS

ERTICO - ITS EUROPA je javno-privatna partnerska organizacija koja broji oko 120 članova i povezuje osam sektora u širem ekosustavu unutar Inteligentnih transportnih sustava i pametne mobilnosti: pružatelje usluga, dobavljače, prometnu i transportnu industriju, istraživačke institucije i sveučilišta, javne vlasti, korisničke organizacije, industrije i proizvođače vozila. ERTICO također utjelovljuje promišljeno vodstvo i angažman dionika, a zajedno s partnerima razvijaju, promoviraju i povezuju dionike kroz različite aktivnosti, od europskih sufinanciranih projekata i inovacijskih platformi, do međusektorskih aktivnosti i međunarodne suradnje. ERTICO organizira ITS europski kongres svake dvije godine i podiže svjetsku pozornicu, ugošćujući ITS Svjetski kongres u EMEA regiji svake treće godine, a ova jedinstvena događanja planiraju se i provode s gradom domaćinom i u bliskoj suradnji s Europskom komisijom i regionalnim organizacijama ITS *America* i ITS *Asia-Pacific*.⁴⁶

ERTICO – ITS EUROPA je osnovan 1991. godine od strane 15 lidera u industriji i Europske komisije te olakšava i promiče inovacije, istraživanje i implementaciju novih inteligentnih transportnih sustava (ITS) i pametnih i održivih rješenja mobilnosti. Utjelovljuje promišljeno vodstvo i angažman dionika kroz različite aktivnosti, uključujući europske sufinancirane projekte, platforme za inovacije i inicijative koje vodi ERTICO kao što su ERTICO *Academy* i *City Moonshot* te je ERTICO organizirao preko 40 ITS europskih

⁴⁶ ERTICO – ITS EUROPE <https://ertico.com/> (01.07.2024.)

i svjetskih kongresa, pridonoseći oblikovanju budućnosti ITS-a i pružajući mogućnosti umrežavanja za širu zajednicu.⁴⁷

ERTICO-ov godišnji pregled 2023.-2024. godine svjedoči zajedničkoj viziji pokretanja inovacija i pozitivnih promjena za buduću mobilnost te je ovo razdoblje obilježilo značajna postignuća u svim aktivnostima, odražavajući godinu kontinuirane predanosti usklađene s našim vrijednostima: kooperativnost, utjecaj, otvorenost, strast i vizionarstvo. Potrebno je podijeliti velike korake koji su napravljeni u cijelom ekosustavu pametne mobilnosti u stvaranju pametnije, učinkovitije i održivije budućnosti mobilnosti s našim partnerima. Budući da je sjecište održivog prometa i pametne mobilnosti postalo horizontalni sloj rada ERTICO-a ostaje predan ujedinjavanju svih sektora, a kao svjetionik inspiracije, ERTICO je u jedinstvenoj poziciji da okupi javne i privatne dionike iz svih domena, stvarajući platformu s više dionika za otvorene dijaloge za poticanje inovacija naprijed te od jačanja međunarodnih i međusektorskih saveza do prihvaćanja nove i dinamične suradnje, nastavlja se fokus na ispunjavanju rastućih zahtjeva promjenjivog pejzaža mobilnosti.⁴⁸

Putnički i teretni promet značajno pridonose globalnim emisijama stakleničkih plinova, s udjelom od gotovo 25% u ukupnoj emisiji te kroz ERTICO platforme, projekte i partnere. Ključni su doprinositelji pružanju čišće, zelenije i učinkovitije klimatski neutralne mobilnosti i transporta te upravo svijet *Clean & Eco-Mobility* se brzo mijenja, od sve većeg broja gradova koji uvode zone niske emisije do činjenice da će za 10 godina električna vozila imati domet od 1000 kilometara s jednim brzim punjenjem. ERTICO ima sveobuhvatan pristup unaprjeđenju održive mobilnosti, smanjenju onečišćenja i poboljšanju kvalitete zraka, nadilazeći tehnološke inovacije kako bi odražavao zahtjeve korisnika, uključivosti i društvene potrebe, dok je mehanizam pravedne tranzicije (JTM) važan alat za osiguravanje da se prelazak na klimatski neutralno gospodarstvo dogodi na pravedan način, ne izostavljajući nikoga.⁴⁹

ERTICO radi i na podršci i ubrzanju implementacije sigurnih, infrastrukturno podržanih i uključivih CCAM usluga koje nadopunjuju postojeća transportna rješenja i rješavaju društvene potrebe te aktivnosti ERTICO-a odražavaju cijeli spektar ERTICO-ove vizije plana CCAM-a. Okupljajući višestruke dionike iz svih sektora uključujući industriju,

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ *Ibid.*

istraživanje i javnost kako bi razmijenili iskustva i izgradili konsenzus za rješavanje zajedničkih izazova, što uključuje bavljenje društvenim aspektima CCAM-a, istraživanje i testiranje ključnih tehnologija za omogućavanje, podržavanje demonstracija za podizanje svijesti i procjenu širih učinaka usluga, pružanje koordinacije između dionika, stvaranje potrebne fizičke i digitalne infrastrukture te razvoj i usklađivanje standarda i usklađeni pristupi potrebni za uspjeh implementacije. ERTICO snažno podržava CCAM partnerstvo, koje organizira radnje istraživanja i inovacije potrebne za približavanje spremnosti za implementaciju što uključuje značajne doprinose razvoju i ažuriranju Strateške istraživačke i inovacijske agende (SRIA), živog dokumenta koji informira europsko istraživanje i inovacije i demonstracijske aktivnosti, zajedno s razvojem povezanim s programima rada programa financiranja Horizon Europe te vodi partnerski klaster za koordinaciju i suvodi svoj klaster za integraciju CCAM-a u transportni sustav. Nedavna ažuriranja SRIA-e odražavaju najnovija tehnološka dostignuća, uključujući rezultate prvog CCAM projekta koji financira EU, zajedno s novim izazovima i rastućim društvenim potrebama koji također odražavaju brz regulatorni razvoj povezan s Uredbom o općoj sigurnosti (GSR) i Uredbom o automatiziranim sustavima vožnje (ADS) kako bi se u potpunosti podržao EU *Green Deal*, ali i zahtjevi održivosti i cirkularnosti u suradnji s drugim inicijativama oko elektrifikacije i nule-emisiona vozila. Također, ERTICO je pridonio ažuriranjima vezanim uz suradnju između država članica i s drugim regijama svijeta što je bitno za budući razvoj usklađenih rješenja, prekogranični rad, razmjenu najboljih praksi i potencijalna rješenja za zajedničke izazove. Projekt FAME koji koordinira ERTICO stvara osnovu za koordinaciju i usklađivanje istraživanja i inovacija i demonstracijskih aktivnosti na CCAM-u u Europi te održava europsku bazu znanja za europska istraživanja i inovacije i demonstracije dok razvija europski okvir za testiranje na javnim cestama uključujući zajedničku metodologiju evaluacije koja aktivnost nadopunjuje rad ERTICO-a unutar CCAM Partnerstva potičući i omogućavajući bližu suradnju, preduvjet za uspješno testiranje i evaluaciju, a time i povećanje CCAM usluga.⁵⁰

Najvažnije i temeljne vrijednosti ERTICO-a su kooperativnost, utjecaj, otvorenost, strast i vizionarstvo. Potrebno je podijeliti i velike korake koji su napravljeni u cijelom ekosustavu pametne mobilnosti u stvaranju pametnije, učinkovitije i održivije, te efektivne i prilagodljive budućnosti mobilnosti s našim partnerima. Budući da je sjecište održivog prometa i pametne mobilnosti postalo horizontalni sloj rada ERTICO-a ostaje predan

⁵⁰ *Ibid.*

ujedinjavanju svih sektora prometa i prometnog sustava, a kao svjetionik inspiracije, ERTICO je u jedinstvenoj poziciji da okupi javne i privatne sudionike iz svih područja prometa.⁵¹

3.5.4. ITS u Republici Hrvatskoj

Krajem 90-ih godina prošlog stoljeća, skupina znanstvenika s područja prometnih znanosti prepoznala je ključnu ulogu inteligentnih transportnih sustava i osnovala Istraživačko središte za ITS unutar Fakulteta prometnih znanosti. Ovo središte kasnije je postalo Zavod za ITS na istom fakultetu, te je iniciralo niz znanstveno-stručnih projekata. Godine 2005., ITS je priznat kao posebna znanstvena grana unutar nacionalne klasifikacije znanstvenih područja pod nazivom "Inteligentni transportni sustavi i logistika" u sklopu Tehnologije prometa i transporta. Iste godine, osnovana je znanstveno-stručna udruga ITS Hrvatska, a akreditiran je i poseban sveučilišni studij "Inteligentni transportni sustavi i logistika". Kao rezultat tih aktivnosti, Republika Hrvatska je posljednjih godina postala aktivna u europskim istraživačko-razvojnim projektima.⁵²

Posebno važan korak za razvoj i implementaciju ITS-a u Hrvatskoj bio je program izgradnje autocesta, jer su hrvatske autoceste među najmodernijima i najsigurnijima u Europi, što je rezultat primjene naprednih ITS tehnologija, posebno u upravljanju prometom i sustavima za upravljanje incidentima u tunelima. Ova infrastruktura dobila je brojne pohvale, uključujući priznanje od EuroTAP-a (European Tunnel Assessment Programme), jedne od osam istraživačkih inicijativa o sigurnosti prometa u tunelima pokrenutih temeljem Europske direktive 2004/54/EC. Autoceste su opremljene naprednim informacijsko-komunikacijskim sustavima koji omogućuju razmjenu podataka, govora i slike, dok su u centrima za održavanje i kontrolu prometa integrirani sustavi za centralizirano upravljanje prometom, uključujući prometne centrale, informacije o vremenskim uvjetima, video nadzor, te dodatne podsustave za upravljanje energetske postrojenjima, ventilaciju i nadzor sustava u tunelima. Nasuprot tome, situacija na državnim i ostalim cestama je manje razvijena, ali se očekuju značajna ulaganja u poboljšanje ove infrastrukture.⁵³

⁵¹ Ibid.

⁵² Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014), čl. 3.

⁵³ Ibid.

Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju došlo je do značajnog napretka u razvoju ITS-a, uključujući prilagodbu nacionalnog zakonodavstva europskim standardima i integraciju ITS-a u Zakon o cestama. Osnivanje Nacionalnog savjeta za razvoj i implementaciju ITS-a omogućilo je stvaranje institucionalne podrške za učinkovit razvoj ITS-a, s posebnim naglaskom na interese hrvatske industrije. ITS je postao ključan element strategije "reindustrijalizacije Hrvatske", pružajući priliku domaćoj industriji da se uključi s visokovrijednim proizvodima i uslugama.⁵⁴

Hrvatska je postigla značajan napredak u implementaciji ITS tehnologija na autocestama i ključnim brzim cestama, poput onih u riječkoj i splitskoj regiji, što omogućuje integrirano upravljanje prometom na nacionalnoj, regionalnoj i međunarodnoj razini. Budući da je značajan dio korištene tehnologije domaće proizvodnje, razvoj autocesta pridonio je rastu malog i srednjeg poduzetništva u sektoru cestovne telematike, uključujući istraživanje, razvoj, projektiranje, proizvodnju, instalaciju i održavanje sustava. Posebno se ističu tehnologije promjenljive prometne signalizacije (VMS) i softverski sustavi za centralizirano praćenje i upravljanje prometom, koji su prepoznati kao vrhunski proizvodi na globalnom tržištu.⁵⁵

Neki hrvatski proizvođači specijalizirani su za isporuku cjelovitih integriranih tehnoloških rješenja za napredno upravljanje prometom na autocestama, u tunelima i urbanim područjima, s uspješnim projektima u više od 30 zemalja. Daljnji razvoj strategije ITS-a u Hrvatskoj, s naglaskom na urbana područja, zahtijeva realizaciju projekata poput adaptivne kontrole prometa, upravljanja javnim prijevozom, parkiralištima, intermodalnim transportom i flotama vozila, što će potaknuti domaće malo i srednje poduzetništvo. Implementacija ITS-a pozitivno je utjecala na razvoj hrvatskog turizma, jer poboljšana prometna infrastruktura i usluge doprinose kvalitetnijem turističkom iskustvu. Ključno je razviti modele javno-privatnog partnerstva koji će omogućiti bržu i učinkovitiju implementaciju ITS-a u Hrvatskoj, uz uspostavu sustava za pravovremeno raspolaganje prometnim podacima kako bi pružatelji usluga mogli lakše razvijati svoje aplikacije i usluge.⁵⁶

⁵⁴ *Ibid.*

⁵⁵ *Ibid.*, čl. 3.2.

⁵⁶ *Ibid.*

4. IZAZOVI I OGRANIČENJA PRI KORIŠTENJU INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Inteligentni transportni sustavi donose napredne tehnologije koje značajno unapređuju sigurnost, mobilnost i upravljanje prometom na cestama⁵⁷:

1. Poboljšanje sigurnosti: ITS tehnologije kao što su sustavi upozorenja na sudar, detekcija umora vozača, automatsko kočenje i pametni sustavi za upravljanje prometom (poput prilagodljivih prometnih znakova) smanjuju broj nesreća i smrtnih slučajeva na cestama. Integracija senzora, kamere i komunikacijskih tehnologija omogućuje vozilima da reagiraju brže i preciznije na prometne situacije,
2. Poboljšano upravljanje prometom: ITS omogućuje dinamičko upravljanje prometom temeljeno na stvarnim podacima u realnom vremenu. Sustavi za nadzor prometa, adaptivni semafori, informacije o stanju cesta i prometnim uvjetima omogućuju optimizaciju protoka prometa, smanjenje zagušenja i bolju iskoristivost infrastrukture,
3. Evolucija tehnologije vozila: Napredak u tehnologiji vozila, poput autonomnih vozila, električnih vozila i povezanih vozila, integrira se s ITS tehnologijama kako bi se stvorila sigurnija i učinkovitija vozila. Ove tehnologije ne samo da smanjuju emisije i trošenje energije već i omogućuju veću mobilnost i prilagodljivost u prometnom sustavu,
4. Budući razvoj ITS tehnologije: Budući razvoj ITS tehnologije uključuje daljnji napredak u sofisticiranim kontrolnim sustavima, komunikacijskim rješenjima i integraciji s bežičnim i satelitskim sustavima za navigaciju vozila. Ovo uključuje primjenu umjetne inteligencije, velikih podataka (big data), Internet of Things (IoT) i drugih naprednih tehnologija koje će dalje optimizirati prometni sustav, stoga je sustavno unaprjeđenje ITS tehnologije ključno je za održivi razvoj cestovnog prometa, pružajući temelj za sigurnije, učinkovitije i ekološki prihvatljivije transportne sustave u sadašnjosti i budućnosti. Integracija novih tehnologija mora pratiti globalne trendove kako bi se odgovorilo na rastuće izazove u urbanizaciji, rastućem broju vozila i potrebama za održivim prijevozom.

⁵⁷ <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6957741> (03.07.2024.)

Europa se suočava s jedinstvenim izazovima u implementaciji inteligentnih transportnih sustava zbog svoje raznolikosti u državama, infrastrukturi i potrebama, a ključni faktori koji utječu na ove izazove uključuju⁵⁸:

1. Različite nacionalne potrebe: Svaka europska zemlja ima svoje specifične potrebe i prioritete u pogledu transporta. To uključuje varijacije u infrastrukturi, gustoći prometa, urbanizaciji, ekonomiji i kulturi vožnje. Univerzalna ITS arhitektura koja bi odgovarala svima nije izvediva zbog ovih razlika,
2. Okvirna europska arhitektura: Kako bi se odgovorilo na ovu raznolikost, Europska unija razvila je okvirnu arhitekturu za ITS na razini cijelog kontinenta. Ova okvirna arhitektura pruža smjernice i zajedničke standarde, ali omogućava fleksibilnost državama da prilagode tehnologije i implementaciju prema vlastitim specifičnim potrebama,
3. Nacionalne i regionalne arhitekture: Na temelju okvirne europske arhitekture, države članice mogu razviti svoje nacionalne ili regionalne ITS arhitekture. Ovo uključuje prilagodbu tehnoloških rješenja, implementaciju infrastrukture, regulativne okvire i politike koje odgovaraju njihovim lokalnim uvjetima i prioritetima,
4. Različitost u primjeni ITS: Primjena i razvoj ITS varira od države do države zbog različitih pristupa tehnologiji, stupnja infrastrukturnih investicija, političke podrške, kao i razumijevanja i prihvaćanja novih tehnologija među stanovništvom.

Ovi faktori čine izazov za usklađivanje i integraciju ITS u Europi, jer je potrebno balansirati između standardizacije na razini kontinenta radi interoperabilnosti i fleksibilnosti u prilagodbi na nacionalnoj i regionalnoj razini. Tehnološki i društveni aspekti ITS-a predstavljaju kompleksan izazov koji zahtijeva kontinuirani dijalog, suradnju i prilagodbu kako bi se postigao optimalan utjecaj na promet, sigurnost i okoliš širom Europe.⁵⁹

Budući razvoj ITS tehnologije uključuje daljnji i efektivniji napredak u sofisticiranim kontrolnim sustavima te komunikacijskim rješenjima i integraciji s bežičnim i satelitskim sustavima za navigaciju vozila, a što uključuje primjenu umjetne inteligencije, velikih podataka, Internet of Things (IoT) i drugih naprednih tehnologija suvremenog doba koje će i dalje nastaviti optimizirati prometni sustav i cjelokupnu mrežu prometa na određenom području, stoga je sustavno unapređenje ITS tehnologije ključno je za održivi razvoj

⁵⁸ *Ibid.*

⁵⁹ *Ibid.*

cestovnog prometa i prometa općenito, pružajući temelj za sigurnije, učinkovitije i ekološki prihvatljivije transportne sustave u sadašnjosti i budućnosti.⁶⁰

Inteligentni transportni sustavi omogućuju dinamičko upravljanje prometom temeljeno na stvarnim podacima u realnom vremenu, a sustavi za nadzor prometa, adaptivni semafori, informacije o stanju cesta i prometnim uvjetima omogućuju optimizaciju protoka prometa, smanjenje zagušenja i bolju iskoristivost infrastrukture. Napredak u tehnologiji vozila, poput autonomnih vozila, električnih vozila i povezanih vozila, integrira se s inteligentnim transportnim sustavima tehnologijama kako bi se stvorila sigurnija i učinkovitija vozila, a sve spomenute već tehnologije ne samo da smanjuju emisije i trošenje energije već i omogućuju veću mobilnost i prilagodljivost u prometnom sustavu.⁶¹

4.1. TEHNIČKI TROŠKOVI I IZAZOVI

Uvođenje ITS u sve oblike prometa ima svakako širi spektar prednosti u odnosu na troškove i izazove koje donosi. Međutim najvažnije prednosti se odnose na sigurnost, efikasnost protoka i smanjenja troškova te koristi za okoliš, ali uz ove kvantitativne koristi postoje i važne dodatne koristi, kao što su poticaj novim poslovima i zapošljavanju, podizanje tehnološkog ugleda grada i regije radi čega Europska unija ulaže značajne napore u implementaciju ITS rješenja, kroz koje se pokušavaju poboljšati sustavi prijevoza i pokrenuti razne aktivnosti kroz niz političkih tijela Europske unije u kontekstu jačanja ITS pristupa u realnom životu Europe.⁶²

Uvođenje inteligentnih transportnih sustava u različite oblike prometa zaista nosi sa sobom značajne troškove, ali isto tako obećava znatne koristi koje nadmašuju uložena sredstva i samo uvođenje ITS predstavlja strateški investicijski pristup koji zahtijeva pažljivo uravnoteženje između troškova i koristi, s fokusom na dugoročne prednosti za društvo i okoliš, a postizanje povoljnog odnosa između ulaganja i povrata zahtijeva cjelovitu analizu i angažiranost svih relevantnih dionika:

1. Veliki troškovi uvođenja: Implementacija ITS uključuje troškove razvoja i instalacije infrastrukture, nabave tehnologije, obuke osoblja i održavanja sustava. Ovi troškovi mogu biti značajni, posebno u početnoj fazi implementacije,

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Ibid.

⁶² Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014)

2. Različiti oblici prometa: ITS se primjenjuju u različitim oblicima prometa kao što su cestovni, željeznički, zračni, pomorski i cjevovodni promet. Svaki od ovih oblika ima specifične potrebe i izazove, što može rezultirati varijacijama u troškovima uvođenja,
3. Procijenjene koristi: Unatoč visokim početnim ulaganjima, procijenjene koristi ITS-a često su značajno veće od troškova. Koristi uključuju smanjenje zagušenja u prometu, smanjenje broja nesreća i smrtnih slučajeva, smanjenje emisija stakleničkih plinova, povećanje učinkovitosti i produktivnosti prometne infrastrukture te poboljšanje sigurnosti i mobilnosti,
4. Povrat ulaganja kroz kvalitetu života: Uvođenje ITS može znatno poboljšati kvalitetu života građana. Smanjenje zagušenja i emisija doprinosi čistijem okolišu i boljem zdravlju stanovništva. Također, bolje upravljanje prometom može smanjiti vrijeme putovanja i poboljšati cjelokupno iskustvo putovanja, što direktno utječe na životni standard,
5. Izazovi i prilike: Iako su koristi višestruke, uvjeravanje donositelja odluka o ulaganju u ITS može biti izazovno zbog visokih početnih troškova i potrebe za dugoročnim planiranjem i financiranjem. Međutim, napredak tehnologije i konstantno poboljšanje učinkovitosti ITS-a otvaraju nove prilike za optimizaciju prometnih sustava.⁶³

4.2. ODOBRAVANJE TEHNOLOGIJE OD STRANE KORISNIKA

Suvremeni pristup projektiranju složenih sustava, uključujući i inteligentne transportne sustave, obuhvaća razmatranje cjeloživotnog ciklusa sustava kako bi se osigurala njegova funkcionalnost, učinkovitost i prihvaćenost od strane korisnika što obuhvaća nekoliko ključnih faza⁶⁴:

1. Vizija sustava: Početak svakog projekta ITS-a obično uključuje definiranje vizije sustava. To je faza u kojoj se postavljaju ciljevi, identificiraju potrebe korisnika i stvaraju se strategije za postizanje tih ciljeva,
2. Strategijsko planiranje i analize: Nakon postavljanja vizije, slijedi strategijsko planiranje koje uključuje detaljne analize. To može obuhvaćati analizu uporabe

⁶³ *Ibid.*

⁶⁴ Mandžuka, S., *op.cit.*, str. 101.

prometne infrastrukture, interoperabilnost različitih dijelova sustava, ekonomske analize i procjene troškova tehnološkog razvoja i implementacije,

3. Tehničko-tehnološki razvoj: Ova faza obuhvaća razvoj tehnoloških rješenja potrebnih za implementaciju ITS-a. To može uključivati razvoj hardvera, softvera, senzora, komunikacijskih tehnologija i integracijskih platformi koje su potrebne za funkcioniranje sustava,
4. Projektiranje i gradnja sustava: Nakon razvoja tehnologije slijedi faza projektiranja i izgradnje infrastrukture ITS-a. Ova faza uključuje fizičku izgradnju prometnih signalizacija, nadzornih centara, senzorskih mreža i drugih komponenti sustava,
5. Dostava i puštanje u pogon: Kada je sustav izgrađen, slijedi faza puštanja u pogon. Ovdje se sustav testira, optimizira i dovodi do operativnog stanja kako bi bio spreman za upotrebu,
6. Eksploatacija i održavanje: Nakon što je sustav u pogonu, dolazi faza eksploatacije i održavanja. Ova faza obuhvaća redovito održavanje, nadzor rada sustava, upravljanje incidentima i podršku korisnicima,
7. Razgradnja/povlačenje sustava: Na kraju životnog ciklusa, sustav može biti potrebno razgraditi ili povući iz uporabe. Ovaj dio obuhvaća sigurno uklanjanje infrastrukture i postrojenja te pripremu za eventualnu zamjenu ili nadogradnju.

Prihvaćenost sustava od strane korisnika ključna je za uspjeh ITS-a, a ovaj cjeloživotni pristup osigurava da se sustav razvija, implementira i održava na način koji zadovoljava potrebe i očekivanja korisnika tijekom cijelog njegovog operativnog vijeka. Integracija tehnologije, operativnih procesa i korisničkih zahtjeva ključna je za postizanje održivog i uspješnog prometnog sustava.⁶⁵

Kada se raspravlja o prihvaćanju Inteligentnih transportnih sustava (ITS) od strane korisnika, ključno je napomenuti da je nacionalna sigurnost i zaštita, kao jedno od 11 funkcionalnih područja ITS-a, prepoznata kao novo važna funkcionalnost na općoj razini. Dok su tradicionalni prometni i transportni sustavi imali ograničenu informacijsku transparentnost, što je rezultiralo nedostatkom stvarno vremenskog uvida u događanja na prometnicama, lukama, skladištima i logističkim centrima, ITS rješenja donose značajno

⁶⁵ *Ibid.*

povećanu informacijsku transparentnost, koja obuhvaća informiranje putnika i vozača, upravljanje tokovima vozila i tereta, elektronička plaćanja i druge aspekte.⁶⁶

Vizija sustava svakako mora obuhvaćati početak svakog projekta implementacije inteligentnih transportnih sustava, a što obično uključuje definiranje vizije sustava, a to je faza u kojoj se postavljaju ciljevi implementacije sustava, identificiraju potrebe korisnika i stvaraju se strategije za postizanje tih istih ciljeva. Nakon postavljanja vizije sustava, slijedi faza strategijskog planiranja koja uključuje i obavljanje detaljne analize strategije i svih segmenata sustava što može obuhvaćati analizu uporabe prometne infrastrukture, interoperabilnost različitih dijelova sustava, ekonomske analize i procjene troškova tehnološkog razvoja i implementacije, Nakon faze razvoja hardvera, softvera, senzora, komunikacijskih tehnologija i integracijskih platformi koje su potrebne za funkcioniranje sustava, slijedi projektiranje i izgradnja sustava infrastrukture ITS-a. Ta faza uključuje fizičku izgradnju na terenu prometnih signalizacija, nadzornih centara, senzorskih mreža i drugih komponenti sustava. Kada je sustav izgrađen, slijedi faza puštanja u pogon ranije izgrađenog sustava gdje se sustav testira, optimizira i dovodi do operativnog stanja kako bi bio spreman za svakodnevnu upotrebu. Nakon što se sustav nalazi u pogonu, dolazi faza eksploatacije i održavanja koja obuhvaća redovito održavanje, nadzor rada sustava, upravljanje incidentima i podršku korisnicima. Na kraju životnog ciklusa, sustav može biti potrebno i razgraditi ili povući iz uporabe odnosno sigurno ukloniti infrastrukture i postrojenja te pripremu za eventualnu zamjenu ili nadogradnju istih.⁶⁷

⁶⁶ *Ibid.*

⁶⁷ *Ibid.*

5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAV KAO SMART MOBILITY RJEŠENJE ZA SMANJENJE ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA

Proces transformacije svih oblika prometa prema sigurnijem i učinkovitijem prometu provodi se unutar okvira aktivnosti poznatih kao ITS (Intelligent Transport System), čija primjena značajno smanjuje broj prometnih prekršaja i nesreća, poboljšava protočnost prometa, smanjuje vrijeme koje sudionici u prometu provode u vozilima, te doprinosi smanjenju negativnog utjecaja prometa na okoliš i pozitivnim pomacima u zdravlju ljudi.⁶⁸

Inteligentni transportni sustavi ostvaruju se korištenjem uređaja poput senzora raspoređenih uz prometnice, koji prikupljaju podatke o prometnim uvjetima, uključujući broj vozila, njihove karakteristike, brzinu, razmake između vozila i evidenciju prometnih prekršaja. Prikupljeni podaci se obrađuju putem rubnog računalstva (*Edge Computing*) i računalnih oblaka (*Cloud Computing*), uz pomoć softvera i hardvera koji omogućuju povezivanje senzora na *Edge* ili *Cloud* platforme za obradu i spajanje na Internet. *Edge Computing* omogućuje lokalnu obradu podataka i donošenje odluka na mjestu prikupljanja, *Cloud Computing* služi za objedinjavanje i analizu velikih količina podataka (*Big Data*) s više lokacija radi optimizacije informacija i donošenja novih zaključaka. To se koristi za unapređenje prometnih studija, efikasnije i dinamično upravljanje semaforским sustavima, video nadzor prometnica, evidenciju prekršitelja i mnoge druge namjene.⁶⁹

Inteligentni transportni sustavi obuhvaćaju različite softverske i hardverske rješenja te sustavnu integraciju od strane brojnih proizvođača i sistem integratora, među kojima se izdvaja OIV, koji upravlja svjetlovodnim kapacitetima u vlasništvu Republike Hrvatske uz dionice autocesta i željezničkih pruga. S obzirom na svoje bogato iskustvo u prijenosu televizijskog i video signala, pružanju komunikacijskih vodova u zakup, kao i u području *Smart City* rješenja, Internet of Things (IoT) i usluga temeljenih na kamerama, Odašiljači i veze su razvili brojne integrirane ITS usluge koje komercijalno nude korisnicima.⁷⁰

Županijske lučke uprave upravljaju kopnenim dijelom pomorskog dobra, pa je stoga OIV, u suradnji s Županijskom lučkom upravom Zadar, pokrenuo ITS projekt brojanja i

⁶⁸ *Ibid.*

⁶⁹ *Ibid.*

⁷⁰ *Ibid.*

kategorizacije vozila u morskim lukama, čiji pilot projekt se provodi u Luci Preko na otoku Ugljanu s ciljem da zaposlenici ŽLU Zadar u svakom trenutku imaju točne podatke o broju vozila koja koriste kopneni dio pomorskog dobra u Luci Preko. To omogućuje planiranje dnevnih, tjednih, mjesečnih i sezonskih aktivnosti te predviđanje potreba za održavanjem luke. Dok je za ŽLU Zadar izrađena specijalizirana ITS aplikacija koja pruža detaljne informacije o količini i vrsti vozila koja prolaze kroz luku, uključujući analize opterećenja prema vremenskim intervalima. Početkom 2021. godine je OIV u sklopu strategije pametnog grada realizirao sličnu ITS aplikaciju za grad Kutinu, koja omogućava praćenje broja teretnih vozila u središtu grada, čime se pružaju ključni podaci za planiranje gospodarskih aktivnosti i inicijative kao što je gradnja gradske zaobilaznice i parkirališta za teretna vozila.⁷¹

Ova dva projekta, koji koriste senzore prometa i primjenu umjetne inteligencije na rubu mreže (*Edge Computing*), čine grad Kutinu jednim od prvih gradova u Republici Hrvatskoj koji integriraju umjetnu inteligenciju u realizaciji *Smart City* projekata u prometu, dok Županijska lučka uprava Zadar postaje jedna od prvih lučkih uprava u RH koja implementira umjetnu inteligenciju u projekte pametnih luka.⁷²

Transportni sustavi igraju ključnu ulogu u oblikovanju načina na koji se živi, radi i komunicira u brzom i stalno mijenjajućem svijetu. Sada, s dolaskom novih tehnologija i ideja, ima se prilika promisliti o postojećim transportnim sustavima i učiniti ih održivijima i učinkovitijima. Pri čemu pametna mobilnost nudi značajne prednosti, uključujući smanjenje gužvi na cestama. To može rezultirati kraćim vremenom putovanja, poboljšanom pouzdanošću transportnih sustava i time pozitivno utjecati na kvalitetu života u urbanim sredinama tako što olakšava pristup poslovima, obrazovanju, zdravstvenoj skrbi i drugim važnim uslugama. Istovremeno, smanjenje broja automobila na cestama može dovesti do smanjenja emisija onečišćujućih tvari kao što su čestice, dušikovi oksidi i ugljični monoksid, što ima značajan utjecaj na zdravlje, budući da onečišćenje zraka uzrokuje brojne zdravstvene probleme uključujući bolesti dišnog sustava i kardiovaskularne bolesti. Primjer iz 2022. godine kada je N'Djamena bila najzagađeniji glavni grad na svijetu s prosječnom koncentracijom PM_{2,5} od 90 µg/m³, što je gotovo 18 puta više od preporučenih 5 µg/m³ od strane Svjetske zdravstvene organizacije, dok pametna mobilnost također može poboljšati

⁷¹ *Ibid.*

⁷² *Ibid.*

kvalitetu zraka kroz upotrebu električnih i hibridnih vozila koja proizvode manje onečišćujućih tvari od tradicionalnih vozila na fosilna goriva.⁷³

⁷³ *Ibid.*

6. PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U ODREĐENOM PODRUČJU

Cilj razvoja i primjene inteligentnih transportnih sustava je sveobuhvatno unapređenje transporta kroz nekoliko ključnih aspekata odnosno sfera, kao što su smanjenje prometnih zagušenja optimizacijom protoka odnosno povećanom protočnosti vozila i boljom regulacijom prometa, čime bi se smanjile gužve i čekanja na prometnicama. Zatim govori se i o poboljšanju sigurnosti u prometu koje se postiže implementacijom naprednih sustava za praćenje i upravljanje prometom, kao i tehnologija koje pomažu u prevenciji i sprječavanju prometnih nesreća što bi rezultiralo i sa manjim brojem umrlih osoba na prometnicama u sudjelovanju u prometnim nesrećama. Jedan od također ključnih ciljeva je i smanjenje potrošnje energenata. To se postiže kroz efikasnije planiranje prometnih ruta, korištenje ekološki prihvatljivijih i održivih vozila i tehnologija te promociju alternativnih oblika transporta. Najvažniji cilj koji se odnosi na smanjenje zagađenja okoliša, što izravno doprinosi zaštiti zdravlja ljudi i većoj kvaliteti života svih, a upravo inteligentni transportni sustavi svojom implementacijom omogućuju smanjenje emisija štetnih i otrovnih plinova i buke, čime se poboljšava kvaliteta zraka zdravlja i općenito životnih uvjeta.⁷⁴

Rijeka promet d.d. tvrtka je koja se bavi djelatnostima organizacije prometa u gradu Rijeci te upravo primjena inteligentnih transportnih sustava (ITS) u Gradu Rijeci. Odnosi se na Sustav automatskog upravljanja prometom (AUP), koji koristi napredne tehnološke mogućnosti za optimalno vođenje i regulaciju prometa u različitim uvjetima i suvremenu tehnologiju vođenja prometa kako bi upravljao svjetlosnom prometnom signalizacijom u skladu sa stvarnim, trenutnim prometnim opterećenjima na prometnoj mreži. Jedna od ključnih značajki AUP automatskog upravljanja prometom sustava je njegova modularnost, što znači da se može lako prilagoditi novim prometnim uvjetima i zahtjevima te uvođenjem distribuiranog upravljačkog sustava AUP automatskog upravljanja prometom. Grad Rijeka može očekivati značajne koristi, koje se procjenjuju putem dva glavna modela: vremenskih ušteda i ušteda u potrošnji goriva kada vremenske uštede nastaju smanjenjem zastoja i čekanja na prometnicama. To omogućava brži i učinkovitiji protok vozila, dok uštede u potrošnji goriva proizlaze iz smanjenja nepotrebnog kretanja i boravka automobila na prometnicama, a optimizacijom prometa i smanjenjem gužvi, vozila troše manje goriva, što direktno doprinosi smanjenju troškova za vozače i pozitivno utječe na okoliš smanjenjem

⁷⁴ Jolić, N., *op.cit.*, str. 96.

emisija štetnih plinova te sve ove mjere zajedno imaju značajan pozitivan učinak na smanjenje onečišćenja okoliša, poboljšanje kvalitete zraka i zaštitu zdravlja građana.⁷⁵

6.1. OPIS PODRUČJA I PROBLEMA ONEČIŠĆENJA

Problem onečišćenja okoliša u Gradu Rijeci proizlazi iz velike napućenosti prometnica, koje su pretrpane vozilima pokretanim motorima s unutarnjim izgaranjem, što rezultira velikom potrošnjom goriva i proizvodnjom štetnih plinova. Plinovi negativno utječu na ljudsko zdravlje i okoliš te sustav automatskog upravljanja prometom (AUP) pruža rješenje kroz praćenje i analizu prometnih opterećenja na gradskoj mreži na temelju obrađenih podataka prikupljenih kroz sustav AUP, automatskog upravljanja prometom. Sektor prometa priprema mjesečna izvješća o prometnim opterećenjima. Također, postoji centar informacija o prometu koji prikuplja i distribuira podatke o trenutnom stanju prometa u gradu, uključujući popunjenost parkirališta pod upravom Rijeka prometa. Strateški detektori prometa automatski bilježe broj i vrste vozila koja prolaze kroz središte grada, čime se kontinuirano popunjava baza podataka. Planiranje prometa u urbanim područjima, posebno javnog prijevoza, ključno je za smanjenje zagušenja, poboljšanjem organizacije javnog prijevoza, više ljudi bi se odlučilo za ovaj način prijevoza, smanjujući prometne gužve te ciljevi rješavanja problema javnog prijevoza uključuju ekonomsku uštedu, povećanje kvalitete usluge, otvorenost sustava, te uvođenje novih načina prijevoza za specifične skupine korisnika.⁷⁶

Sustav automatskog upravljanja prometom (AUP) omogućuje nadogradnju prometnih podsustava različitih aspekata prometa. Neki od tih podsustava imaju za cilj povećanje protočnosti na širem području gradske mreže, što bi imalo pozitivne učinke na smanjenje onečišćenja zraka i općenito okoliša. Osim toga, sustav automatskog upravljanja prometom može optimizirati prometne tokove u stvarnom vremenu, prilagođavajući svjetlosnu prometnu signalizaciju trenutnim prometnim uvjetima što ne samo da smanjuje gužve i čekanja, već također smanjuje potrošnju goriva i emisije štetnih plinova. Sve ove mjere

⁷⁵ *Ibid.*

⁷⁶ *Ibid.*

zajedno doprinose stvaranju održivijeg, ekološki prihvatljivijeg i učinkovitijeg prometnog sustava u Gradu Rijeci, koji pozitivno utječe na kvalitetu života građana i zdravlje okoliša.⁷⁷

Sustav automatskog upravljanja prometom omogućuje nadogradnju prometnih sustava i podsustava iz raznih područja i sfera prometa s ciljem povećanja protočnosti na širem i užem području gradske mreže. Godišnji prirast novih osobnih i općenito motornih vozila u gradu može se učinkovito i efektivno kompenzirati jedino kroz veću atraktivnost javnog i gradskog prometa te je shodno navedenom Rijeka promet d.d. je razmatrao različite projekte vezane za unapređenje i modernizaciju gradskog autobusnog prijevoza, u čemu ima podršku i suradnju KD Autotrolej.⁷⁸

Sustav automatskog upravljanja prometom svojim tehnološkim mogućnostima ima za cilj optimalno vođenje prometa u zadanim uvjetima na terenu odnosno na prometnicama u stvarnom vremenu, a suvremena tehnologija vođenja prometa omogućuje upravljanje svjetlosnom prometnom signalizacijom u ovisnosti o stvarnim i trenutnim prometnim opterećenjima na prometnoj mreži.⁷⁹

Ciljevi podsustava automatskog upravljanja prometom se odnosi na povećanje protočnosti na širem području gradske mreže, što bi definitivno imalo pozitivne učinke na smanjenje onečišćenja zraka i općenito okoliša. Sustav automatskog upravljanja prometom može optimizirati prometne tokove u stvarnom vremenu, prilagođavajući svjetlosnu prometnu signalizaciju trenutnim prometnim uvjetima što ne samo da smanjuje gužve i čekanja, već također smanjuje potrošnju goriva i emisije štetnih plinova.⁸⁰

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ Ibid.

6.2. UVOĐENJE TEHNOLOGIJE I NJIHOV UTJECAJ

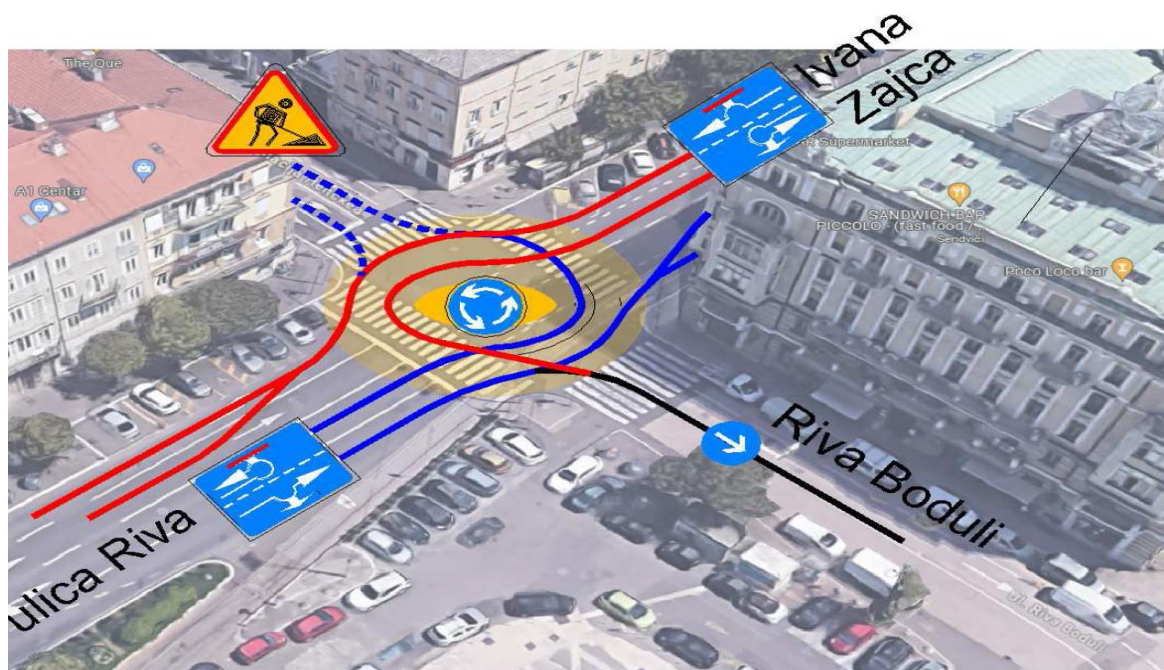
Izgradnja sustava automatskog upravljanja prometom realizira se u Gradu Rijeci kroz sustav sufinanciranja od strane Hrvatskih cesta u dijelu od 42 %, Županijske uprave za ceste u dijelu od 27 % i Grada Rijeke u dijelu od 31 %, a faze izgradnje se realiziraju sljedećom dinamikom⁸¹:

1. faza: Realizirana u razdoblju 2002-2003. godine, obuhvatila je drugi prometni koridor (PZ2 i PZ3). U ovoj fazi izvršena je zamjena semaforske i upravljačke opreme na 16 raskrižja te je uređen prometni centar.
2. faza: Odvijala se između 2004. i 2005. godine, fokusirajući se na prvi prometni koridor (PZ1). Faza je uključivala proširenje sustava automatskog upravljanja prometom kroz zamjenu opreme u prvoj prometnoj zoni na 16 raskrižja, povezivanje s prometnim centrom, te uspostavu parkirno-garažnog uputnog sustava.
3. faza: Provodila se od 2006. do 2012. godine i obuhvatila je zapadni dio grada (PZ4). Ova faza proširila je sustav na četvrtu prometnu zonu i povezala ga s prometnim centrom. Do sada je izgrađen dio koji obuhvaća raskrižja u Osječkoj ulici, dok preostaju pravci Vukovarska-Nova cesta, Zametska ulica i Zvonimirova-Liburnijska ulica.
4. faza: Odnosi se na istočni dio grada (PZ5) i realizirana je u razdoblju od 2012. do 2014. godine. U ovoj fazi modernizirana su pojedina raskrižja u petoj prometnoj zoni i uključena u sustav automatskog upravljanja prometom, uz dodatne optimizacije i tehničko-tehnološka unaprjeđenja sustava kao cjeline.

Puštanjem u rad sustava automatskog upravljanja prometom (AUP) u središtu grada Rijeke omogućeno je maksimalno iskorištenje postojeće prometne mreže s obzirom da sustav AUP značajno poboljšava protočnost glavnih uzdužnih smjerova i prometnih koridora te osigurava 24-satni nadzor nad odvijanjem prometa. Automatsko daljinsko upravljanje semaforskim sustavom i centralno preprogramiranje semafora ili pojedinih prometnih zona omogućuje trenutnu dijagnostiku kvarova i brži popravak, čime se osigurava kontinuirano i efikasno funkcioniranje prometne infrastrukture te je jedna od ključnih prednosti sustava AUP automatsko prikupljanje podataka o prometnim opterećenjima, što omogućuje precizno

⁸¹ Ibid.

praćenje i analizu prometa. Sustav također donosi značajne uštede u potrošnji električne energije, smanjujući je za oko 51% u odnosu na stare semaforne laterne zbog maksimalnog iskorištavanja propusne moći gradske cestovne mreže, kao i kontinuiranog rasta prometa, može se zaključiti da dolazi do linearnog rasta ušteta te od 1998. godine, godišnja stopa rasta ušteta procijenjena je na prosječnih 4%, što se održava sve do danas.⁸²



Slika 6. Primjer projekta rekonstrukcije prometa grada Rijeke

Izvor: <https://www.rijeka.hr/nastavak-projekta-rekonstrukcije-dogradnje-sustava-odvodnje-kolnicke-konstrukcije-adamiceva-ulica-zatvara-se-za-promet/>

Slika 6. prikazuje jasan primjer kako bi trebao izgledati prometni sustav u centru grada Rijeke.

Benefiti koji se postižu kroz efikasnije planiranje prometnih ruta, korištenje ekološki prihvatljivijih i održivih vozila i tehnologija te promociju alternativnih oblika transporta te je upravo najvažniji cilj koji se odnosi na smanjenje zagađenja okoliša, što izravno doprinosi i zaštiti zdravlja ljudi i većoj kvaliteti života svih. Upravo inteligentni transportni sustavi svojoj implementacijom omogućuju smanjenje emisija štetnih i otrovnih plinova i buke, čime se poboljšava kvaliteta zraka, zdravlja ljudi i općenito životnih uvjeta, ali i benefiti zaštite i sigurnosti u prometu na cestama.⁸³

⁸² Ibid.

⁸³ Ibid.

Sustav automatskog upravljanja prometom omogućuje nadogradnju postojećih prometnih sustava i podsustava iz različitih područja i segmenata prometa, s ciljem povećanja protočnosti na širem području gradske mreže. Prednost se daje vozilima javnog gradskog prijevoza (JGP) na semaforiziranim raskrižjima, čime se potiče korištenje javnog prijevoza od strane samih građana što bi rezultiralo i sa smanjenjem zagušenosti prometnica. Godišnji prirast novih osobnih vozila, a o čemu se svjedoči svakodnevno, može se kompenzirati isključivo kroz povećanje atraktivnosti javnog gradskog prijevoza. Upravo stoga Rijeka promet d.d., u suradnji s KD Autotrolej, razmatra razne projekte vezane za unapređenje gradskog autobusnog prijevoza jer se to može ostvariti samo i isključivo povećanjem kvalitete usluge i efikasnosti te održivosti javnog prijevoza. Sustav automatskog upravljanja prometom doprinosi značajnom smanjenju onečišćenja zraka i značajnom poboljšanju kvalitete života svih građana. Kroz ove mjere, Grad Rijeka teži ka održivom razvoju prometne infrastrukture i mreže, smanjenju prometnih gužvi i zakrčenosti cesta, sprečavanju zagađenja koja dolaze od prevelikog broja vozila na cestama te povećanju sigurnosti i učinkovitosti prometnog infrastrukturnog sustava.⁸⁴

Rijeka promet d.d. aktivno sudjeluje u projektima koji se bave proširenjem sustava informacija dostupnih vozačima i građanima putem Interneta. U travnju 2008. godine, na web stranicama Grada Rijeke i Rijeka prometa, uveden je softverski paket Spectra u testnu fazu rada. Ovaj sustav na digitalnoj karti središta grada prikazuje točne i trenutne podatke o prometnim opterećenjima na cestama, a iste godine su postavljene prometne kamere na 13 lokacija, čije su snimke dostupne na internetskim stranicama Grada Rijeke. Ovisno o opterećenju glavnih prometnih pravaca, boje na karti se mijenjaju kako bi prikazale različite razine gustoće prometa, omogućujući korisnicima brz i pregledan uvid u trenutnu situaciju na cestama u gradu. Digitalna karta je interaktivna i prilagođena za prikaz dodatnih korisnih informacija, poput statusa popunjenosti parkirališta i garaža ili prijenosa uživo s web kamera, čime se korisnicima pruža sveobuhvatan pregled prometnog stanja.⁸⁵

Istraživanje tržišta i analiza prometa na cestama Grada Rijeke pokazali su visok interes građana za pravovremene informacije o prometnim uvjetima i zagušenjima. Kao odgovor na to, sredinom 2010. godine pokrenut je probni program informiranja vozača o trenutnoj popunjenosti parkirališta. Zahvaljujući dostupnosti besplatnog bežičnog interneta

⁸⁴ *Ibid.*

⁸⁵ *Ibid.*

u centru grada, ove informacije su dostupne vozačima i putem njihovih uređaja u vozilima, a u tijeku su ispitivanja mogućnosti daljnjeg informiranja vozača putem putnih računala.⁸⁶

U Rijeci je implementiran prometni sustav "EC Trak", proizvod renomirane Peek korporacije iz Nizozemske, koji se ubraja među najmodernije sustave prometne automatizacije. Ovaj sustav omogućuje visok stupanj automatskog upravljanja prometom, uključujući prometno ovisno upravljanje. Sustav se temelji na glavnom prometnom računalu smještenom u Gradskom prometnom centru, koje je povezano s lokalnim upravljačkim uređajima na raskrižjima putem moderne komunikacijske opreme. Na svakom raskrižju nalaze se visokokvalitetni detektori (induktivne petlje) ugrađeni u kolnik, koji kontinuirano broje vozila i analiziraju gustoću prometa na svakom prilazu raskrižju.⁸⁷

Sustav je modularan i prilagodljiv promjenama u prometu, kao što je bilo vidljivo pri otvaranju ceste D-404. Od 2008. do 2011. godine, kroz razne investicije, uspješno je opremljeno osam raskrižja na području Grada Rijeke, uključujući i projekte izvan nadležnosti Grada. Trenutno je u sustav automatskog upravljanja prometom uključeno ukupno 44 raskrižja, što čini 55% svih raskrižja u Rijeci.⁸⁸

6.3. ANALIZA REZULTATA

U provedbi pilot projekta vođenja autobusnog javnog gradskog prijevoza u Rijeci, čiji je cilj bio davanje prednosti vozilima javnog gradskog prijevoza na semaforima kako bi se povećala brzina i točnost usluge prijevoza, odabrane su dvije točke na prometnoj cestovnoj mreži prema kriteriju prioriteta, a sam pilot projekt je pokazao da funkcionalnost opreme ispunjava sva očekivanja istog i da se omogućuje efikasnija regulacija prometa i brži prolazak za autobuse javnog gradskog prijevoza. Glavna prepreka realizaciji ovog projekta bilo je masovno nepropisno parkiranje i zaustavljanje osobnih i dostavnih vozila na žutom traku rezerviranom za javni gradski prijevoz te upravo ovo nepropisno ponašanje vozača ozbiljno je ometalo namjenu i funkcionalnost rezerviranih traka za javni gradski prijevoz sprječavajući autobuse da nesmetano koriste prednosti koje im pruža sustav automatskog upravljanja prometom. Zbog ovih problema, realizacija projekta davanja prednosti vozilima javnog gradskog prijevoza na semaforima bila je odgođena do daljnjega kako bi se ovaj

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ Ibid.

problem riješio i omogućilo uspješno provođenje projekta. Potrebno je poduzeti dodatne mjere, kao što su strože kazne za nepropisno parkiranje i osiguranje naplate istih kako bi se opravdala svrha kažnjavanja i svrha spriječavanja budućeg nepropisnog parkiranja i omogućavanja nesmetanog prometovanja. Zatim, povećana prisutnost prometne policije na kritičnim točkama, koje bi se utvrdile na temelju prikupljenih podataka sa prometnica, bila bi uputna. Edukacija vozača o važnosti poštivanja prometnih pravila koja se odnose na žute trake rezervirane za javni prijevoz i o posljedicama i sankcijama u vidu nepridržavanja istih.⁸⁹

Implementacija ovih mjera omogućila bi stvaranje uvjeta za ponovnu realizaciju projekta, što bi značajno poboljšalo učinkovitost i pouzdanost javnog gradskog prijevoza u Rijeci. Osim toga, uspješno davanje prednosti javnom gradskom prijevozu na semaforima bi potaknulo veći broj građana da koriste javni prijevoz, i na taj način smanjuju mnogobrojne prometne gužve, čime bi se dodatno doprinijelo smanjenju onečišćenja okoliša i poboljšanju kvalitete života u gradu, a smanjili bi se i troškovi života građana u smislu cijena goriva, održavanje motornih vozila te svi prateći troškovi koji dolaze sa uporabom vlastitih vozila u prometu i sudjelovanja u prometnoj mreži.⁹⁰

Iako, na temelju analize koju su izradili stručnjaci Fakulteta prometnih znanosti, ukupne koristi zbog izgradnje sustava AUP-RI u trogodišnjem periodu godine procjenjuju se na razini od 51.595.462,96 kn. To bi značilo da nije pokrenut i realiziran projekt sustava AUP-RI koncem 2002. godine, promet u centru Grada na početku 2006. godine pretrpio bi gubitke od oko 51,5 milijuna, a na početku 2008. godine gubitak bi iznosio 55,7 milijuna kuna, što bi danas značilo velike novčane gubitke za proračun Grada Rijeke, a zbog čega bi i neki drugi projekti od važnosti za lokalnu i regionalnu samoupravu bili stavljeni na čekanje.⁹¹

Glavni cilj predmetne implementacije inteligentnog transportnog sustava je integracija sustava radi poboljšanja kretanja ljudi, robe i informacija te povećanje radne učinkovitosti i kapaciteta transportnog sustava i mobilnosti. Ipak najvažnija prednost je omogućena bolja kontrola štetnih utjecaja na ekološki sustav, odnosno zaštita okoliša kontrolom broja vozila koje se nalaze na svim prometnicama u gradu Rijeci te brža i veća

⁸⁹ *Ibid.*

⁹⁰ *Ibid.*

⁹¹ *Ibid.*

prohodnost vozila, kao i razvoj svijesti građana o upotrebi javnog gradskog prijevoza što za zaštitu okoliša ima samo pozitivne učinke.⁹²

Ostali projekti čije se uvođenje planira u dogledno vrijeme u suradnji sa drugim sudionicima u prometu se odnose na sljedeća područja ⁹³:

- Širenje sustava video-nadzora nad prometnom mrežom grada,
- Informacijski sustav putnika na postajama JGP (a KD Autotrolej),
- Projekt Connected Traffic – ispitivanje inovativnog sustava automatskog upravljanja prometom (s Ericsson Nikola Tesla i partnerima),
- Projekt SURINMO – ispitivanje novih promjenjivih prometnih znakova i podsustava prometa (s Hrvatskim Telekomom i partnerima), te se očekuje postizanje rezultata istovjetno već postignutim koristima u području povećanja kvalitete života i smanjenja onečišćenja okoliša.

Problem onečišćenja okoliša u Gradu Rijeci proizlazi iz velike napučenosti prometnica, koje su pretrpane vozilima pokretanim motorima s unutarnjim izgaranjem, što rezultira velikom potrošnjom goriva i proizvodnjom štetnih plinova. ⁹⁴

Puštanjem u rad sustava automatskog upravljanja prometom (AUP) u samom središtu grada Rijeke omogućeno je maksimalno odnosno najobuhvatnije iskorištenje postojeće prometne mreže odnosno prometne infrastrukture s obzirom da sustav automatskog upravljanja prometom značajno i svrhovito poboljšava protočnost glavnih uzdužnih smjerova i glavnih uzdužnih prometnih koridora te osigurava dvadesetčetverosatni nadzor nad odvijanjem i cirkulacijom prometa. Automatsko daljinsko upravljanje semaforiskim sustavom i centralno pre programiranje semafora ili pojedinih prometnih zona omogućuje trenutnu dijagnostiku kvarova i problema te brži popravak istih kako bi se osiguralo kontinuirano i efikasno funkcioniranje prometne infrastrukture i mreže prometa.⁹⁵

⁹² *Ibid.*

⁹³ *Ibid.*

⁹⁴ *Ibid.*

⁹⁵ *Ibid.*

7. ZAKLJUČAK

Inteligentni transportni sustavi (ITS) predstavljaju sveobuhvatnu nadogradnju klasičnih prometnih i transportnih sustava kroz integraciju naprednih informacijsko-komunikacijskih tehnologija, čime se postiže značajno poboljšanje u nekoliko ključnih aspekata: performansama prometa, učinkovitosti transporta putnika i roba, sigurnosti u prometu, udobnosti i zaštiti putnika, te smanjenju onečišćenja okoliša. Primjena ITS-a omogućava optimizaciju kretanja vozila i ljudi, poboljšava protok prometa, te smanjuje vrijeme provedeno u vozilima, čime se smanjuje negativan utjecaj na okoliš i doprinosi boljim uvjetima za život u urbanim sredinama.

U kontekstu ITS-a, ključni izazov je rješavanje problema zagušenja i sigurnosti prometa, koji je često uzrokovan velikim brojem vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem. Ova vozila troše veliku količinu goriva i emitiraju štetne plinove, što značajno utječe na kvalitetu zraka i zdravlje ljudi. Glavni cilj ITS-a u pogledu smanjenja onečišćenja okoliša je integracija i optimizacija sustava za poboljšanje kretanja ljudi, robe i informacija. To uključuje povećanje radne učinkovitosti i kapaciteta transportnog sustava, poboljšanje mobilnosti, smanjenje stope nesreća i energetske potrošnje, te bolju kontrolu štetnih utjecaja na ekološki sustav. ITS omogućava nadzor i kontrolu broja vozila u prometu, povećavajući prohodnost i smanjujući gužve, dok istovremeno educira građane o negativnim učincima prometa na okoliš, što doprinosi zaštiti okoliša.

Osim tradicionalnih zagađivača kao što su pesticidi, herbicidi i industrijske kemikalije, nagli porast broja vozila i prometa predstavlja glavni izazov. Zato su ITS rješenja ključna za olakšavanje i pojednostavljenje prometa, te pružanje visoke razine sigurnosti za sve sudionike u prometu uz istovremeno smanjenje negativnog utjecaja na okoliš. ITS tehnologije nude pametna rješenja za poboljšanje kretanja roba, ljudi i vozila, smanjujući zagušenje i onečišćenje zraka.

Kvalitetna primjena ITS-a temelji se na integraciji pojedinačnih telematičkih rješenja u cjelovite sustave i aplikacije, pri čemu je ključna informacijska transparentnost koja obuhvaća prostor, vrijeme, različite modove transporta i sudionike u prometu. Ove tehnologije omogućuju obradu i dijeljenje informacija koje mogu spriječiti nesreće, održati promet te smanjiti negativne utjecaje transportnog sektora na društvo i okoliš.

Daljnja implementacija i razvoj ITS tehnologija nude mnoge prednosti, uključujući maksimalno iskorištavanje postojećih rješenja za sprječavanje nesreća, optimizaciju prometa i smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Transformirani transportni sustav, koji je potpuno povezan i bogat informacijama, sposoban je učinkovito upravljati sigurnošću, mobilnošću i ekološkim utjecajima, te će donijeti široke i značajne koristi za sve korisnike, poboljšavajući kvalitetu života u urbanim sredinama i doprinosi održivom razvoju.

LITERATURA

Knjige i znanstveni članci

1. Antoliš, K., Strmečki, S., Magušić, F., Informacijska sigurnost i inteligentni transportni sustavi, Suvremeni promet, Zagreb, 2008.
2. Bertini, R.L., Using Archived Data to Measure Operational Benefits of ITS Investments: Ramp Meters. June 2004, Portland State University, Transportation Research Group.
3. Bošnjak, I., Inteligentni transportni sustavi I, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
4. Bošnjak, I., Badanjak, D., Osnove prometnog inženjerstva, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2005.
5. Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj., gučnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Kaštela, S., Steiner, S. (ur.). Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo sprječavanje, Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 2007.
6. Božičević, J., Ekološki problemi suvremenog prometa, Međunarodni znanstveni skup Ekološki problemi prometnog razvoja, Zbornik radova, Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (HAZU), 2011.
7. Črnjar, M., Črnjar, K., Menadžment održivoga razvoja. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2009.
8. Golubić, J., Promet i okoliš, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
9. Jolić, N., Logistika i ITS, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
10. Kučić, V., Matković, A., Strukturna analiza eksternih troškova u unutarnjem vodnom prometu Europe, Pomorski zbornik, Rijeka, 2013.
11. Mandžuka, S., Inteligentni transportni sustavi – Iskustva u Republici Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za inteligentne transportne sustave, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, 2009.
12. Mandžuka, S., Inteligentni transportni sustavi II, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010., str. 16

13. Seršić, M., Međunarodnopravna zaštita morskog okoliša, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003.
14. Stanković, I., Promet u gradovima, Paragraf : časopis za pravna i društvena pitanja Pravnog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vol. 7 No. 1, 2023.

Mrežni izvori

1. The Geography of Transport Systems: Transportation, Sustainability and Decarbonization, <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/>
2. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: Cestovni promet, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=11341>
3. Institute of Shipping Economics and Logistics: Maritime Environment, <https://www.isl.org/en/fields-ofcompetence/maritime-environment> (13.06.2024.)
4. https://www.gtkp.com/assets/uploads/20100207-085521-879-20090729_144759_45188_TRS_IntelligentTransportSystems.pdf
5. ERTICO – ITS EUROPE <https://ertico.com/>
6. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6957741>

Pravni izvori

1. Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine (NN 82/2014)

KAZALO KRATICA

AUP - Automatsko upravljanje prometom

CEF - Instrument za povezivanje Europe

EU - Europska Unija

ITE - Institute of Transportation Engineers

ITS - Inteligentni transportni sustav

VMS - Variable Message Sign

JGP – Javni gradski prijevoz

POPIS TABLICA

Tablica 1. SWOT analiza

POPIS SLIKA

Slika 1. Emisije u EU-u po sektorima

Slika 2. Primjer funkcioniranja ITS

Slika 3. Temeljna značenja termina ITS

Slika 4. Tijek razvoja arhitekture

Slika 5. Projekt CROCODILE II

Slika 6. Primjer projekta rekonstrukcije prometa grada Rijeke