

# Razvoj inovativnih tehnologija u urbanom prometu

---

**Papić, Matea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:302277>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-24**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**MATEA PAPIĆ**

**RAZVOJ INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANOM  
PROMETU**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**RAZVOJ INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANOM  
PROMETU  
DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN  
URBAN TRANSPORTATION  
DIPLOMSKI RAD  
MASTER THESIS**

Kolegij: Urbani promet i okoliš

Mentor: izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke

Student/studentica: Matea Papić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080320

Rijeka, rujan 2024.

Student/studentica: Matea Papić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080320

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom

\_\_\_\_\_Razvoj inovativnih tehnologija u urbanom prometu \_\_\_\_\_  
(naslov diplomskog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

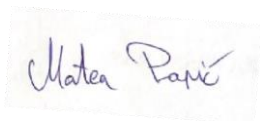
\_\_\_\_\_izv. Prof. Dr. Sc. Siniša Vilke \_\_\_\_\_  
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc Ime i Prezime)

te komentorstvom \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(naziv tvrtke).

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

Student/studentica



\_\_\_\_\_

(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

Matea Papić

Student/studentica: Matea Papić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

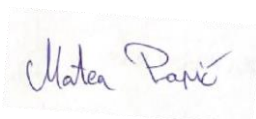
JMBAG: 0112080320

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

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

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

Student/studentica – autor

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink that reads "Matea Papić".

---

(potpis)

## SAŽETAK

Posljednjih godina život je postao sve užurbaniji, ritam gradova se mijenja i ljudi se prilagođavaju inovacijama, a urbani promet bilježi negativne trendove u istraživanjima o njegovom utjecaju na zagađenje okoliša, buku, vibracije i druge aspekte. Svi bi trebali raditi na smanjenju tih negativnih učinaka i zalagati se za čišći i manje zagađen svijet. Zbog toga se u velikim gradovima provode modernizacije infrastrukture i suprastrukture kako bi se umanjili štetni učinci. Na primjer, uvođenje vozila na plinski pogon i poticanje vožnje bicikla, kao što je to slučaj u Danskoj, značajno su smanjili emisije štetnih plinova. Uvođenje hibridnih vozila također doprinosi smanjenju zagađenja. Osim toga, važnu ulogu igraju inteligentni transportni sustavi koji pomoću specijaliziranih softvera upravljaju nadzorom prometa, pješaka i vozila.

Povećanje svijesti o važnosti ekološki prihvatljivih rješenja u prometu vodi ka sve većoj upotrebi javnog prijevoza, električnih vozila i drugih održivih opcija. Gradovi sve više ulažu u biciklističke staze i pješačke zone, čime se dodatno smanjuje prometno zagađenje. Također, razvoj tehnologije omogućava bolje praćenje i upravljanje prometnim tokovima, što rezultira efikasnijim korištenjem resursa i manjim negativnim utjecajem na okoliš. U konačnici, svi ovi napori doprinose stvaranju zdravijeg i ugodnijeg urbanog okruženja za sve građane.

Ključne riječi : električna vozila, hibridna vozila, ITS, inovacije, javni prijevoz, modernizacija infrastrukture, nadzor prometa, urbani promet.

## SUMMARY

In recent years, life has become increasingly hectic, the pace of cities is changing, and people are adapting to innovations. Unfortunately, urban traffic shows negative trends in research regarding its impact on environmental pollution, noise, vibrations, and other factors. Everyone should work towards reducing these negative effects and advocate for a cleaner, less polluted world. This is why major cities are modernizing their infrastructure and superstructure to mitigate harmful effects. For instance, the introduction of gas-powered vehicles and the promotion of cycling, as seen in Denmark, have significantly reduced harmful emissions. The adoption of hybrid vehicles also contributes to reducing pollution.

Moreover, intelligent transport systems play a crucial role by using specialized software to manage traffic, pedestrians, and vehicles.

Raising awareness about the importance of eco-friendly transport solutions is leading to an increased use of public transportation, electric vehicles, and other sustainable options. Cities are increasingly investing in bike lanes and pedestrian zones, further reducing traffic pollution. Additionally, technological advancements allow for better monitoring and management of traffic flows, resulting in more efficient resource use and less environmental impact. Ultimately, all these efforts contribute to creating a healthier and more pleasant urban environment for all citizens.

Keywords: electric vehicles, hybrid vehicles, ITS, innovations, public transportation, infrastructure modernization, traffic management, urban traffic.

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK</b> .....	<b>II</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>II</b>
<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA .....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA .....	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	2
1.4. ZNANSTVENE METODE .....	2
1.5. STRUKTURA RADA .....	2
<b>2. NAPREDAK MODERNIH TEHNOLOGIJA U URBANOM PROMETU</b> .....	<b>4</b>
2.1. URBANI PROMET .....	4
2.2. RAZNOLIKOST I KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKIH SUSTAVA .....	5
2.3. ITS URBANOG PRIJEVOZA .....	6
<b>3. INFRASTRUKTURA I SUPRASTRUKTURA URBANOG PROMETA</b> .....	<b>9</b>
3.1. PAMETNE CESTE .....	10
3.1.1. <i>Funkcije pametne ceste</i> .....	11
3.1.2. <i>Tehnologije pametne ceste</i> .....	13
3.2. PAMETNI PROMETNI ZNAKOVI .....	13
3.3. PROJEKT „THE SOLAR ROADWAY“ .....	14
3.4. PRIMJENA IDEJE „GLOW IN THE DARK“ .....	15
<b>4. RAZVOJ TELEMATSKIH SUSTAVA U URBANOM PROMETU</b> ..	<b>16</b>
4.1. OPĆENITO O TELEMATICI .....	16
4.2. VRSTA I PODJELA TELEMATSKIH SUSTAVA .....	17
4.3. IMPLEMENTACIJA TELEMATSKIH SUSTAVA .....	19
4.4. SVRHA TELEMATSKIH SUSTAVA .....	20
4.5. NADZORNI SUSTAVI U PROMETU PUTEM VIDEO TEHNOLOGIJE .....	21
4.6. PRIMJENA SENZORA NA PROMETNICAMA .....	22
<b>5. UTJECAJ I PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANIM SREDINAMA</b> .....	<b>23</b>
5.1. UTJECAJ INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA NA URBANO OKRUŽENJE .....	23
5.1.1. <i>Poboljšanje kvalitete života stanovnika</i> .....	24
5.1.2. <i>Održiva urbanizacija i zaštita okoliša</i> .....	26



5.1.3. Efikasnije upravljanje resursima i infrastrukturom .....	28
5.1.4. Izazovi i prepreke u implementaciji modernih tehnologija.....	28
5.2. PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANIM SREDINAMA .....	29
5.2.1. Pametni sustavi za upravljanje otpadom.....	31
5.2.2. Pametna rasvjeta i energetska učinkovitost.....	33
5.2.3. Digitalizacija javnih usluga i participativno planiranje .....	35
<b>6. TEDENCIJE RAZVOJA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA.....</b>	<b>36</b>
6.1. INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE PROMJENE .....	37
6.2. NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETNICAMA.....	39
6.3. IMPLEMENTACIJA TRACKING SUSTAVA NA PROMETNICAMA .....	39
6.4. PRIMJERI TELEMATSKIH RJEŠENJA NA PROMETNICAMA .....	40
6.5. SUSTAVI TVRTKE ALARMAUTOMATIKA .....	42
6.6. SWOT ANALIZA .....	47
6.6.1. Snage (Strengths).....	48
6.6.2. Slabosti (Weaknesses).....	48
6.6.3. Prilike (Opportunities).....	48
6.6.4. Prijetnje (Threats).....	49
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>50</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>52</b>
<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>55</b>
<b>POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>55</b>
<b>POPIS SHEMA.....</b>	<b>55</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>55</b>

## **1. UVOD**

Razvoj inovativnih tehnologija igra ključnu ulogu u sučeljavanju s izazovima urbanog prometa u današnjem svijetu. S porastom urbanizacije diljem planeta, gradovi se suočavaju sa sve većim pritiscima na svoje prometne sustave. Ograničeni resursi infrastrukture, rastući broj vozila i potreba za održivim oblicima mobilnosti postavljaju izazov za tradicionalne metode upravljanja prometom. U ovom kontekstu, inovativne tehnologije postaju ključno sredstvo za rješavanje problema vezanih uz gužve, zagađenje zraka, sigurnost prometa i efikasno korištenje resursa.

Urbani promet se transformira kroz implementaciju različitih tehnoloških inovacija kao što su autonomna vozila, pametni sustavi prometnih upravljanja, električna vozila i pametne mobilne aplikacije. Ove inovacije ne samo da mijenjaju način na koji se krećemo u gradovima, već i oblikuju budućnost urbanih prostora. Kroz integraciju naprednih tehnologija, gradovi imaju priliku postati pametniji, efikasniji i ekološki prihvatljiviji.

U ovom radu istražuje se razvoj inovativnih tehnologija u kontekstu urbanog prometa, analizirajući njihovu ulogu u rješavanju izazova s kojima se susreću gradovi diljem svijeta. Proučava se kako nove tehnologije mijenjaju obrasce kretanja ljudi i roba u urbanim sredinama te kako utječu na kvalitetu života građana. Nadalje, istražuju se i potencijalne prepreke i izazovi u procesu implementacije inovacija u prometne sustave, kao i moguće strategije za njihovo prevladavanje.

Kroz dubinsku analizu razvoja inovativnih tehnologija u urbanom prometu, ovo istraživanje pruža uvid u buduće smjernice razvoja prometnih sustava u gradovima, naglašavajući važnost tehnološkog napretka u stvaranju održivijih, sigurnijih i efikasnijih gradskih okruženja.

### **1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA**

Urbanizacija i porast broja stanovnika i vozila stvorili su zagušenje u prometu te smanjili efikasnost postojeće prometne infrastrukture. Gužve na cestama, povećana potrošnja goriva i emisije štetnih ispušnih plinova potaknuli su potrebu za boljim organiziranjem cjelokupnog prometnog sustava te sve većom primjenom inovativnih tehnologija. Relevantna saznanja o problemima i ciljevima istraživanja predstavljaju znanstvenu podlogu za definiranje predmeta istraživanja: Inovativne tehnologije u urbanom prometu, te važnost i utjecaj tih tehnologija u budućnosti. Problem i predmet istraživanja obuhvaćaju objekt istraživanja: urbana središta, inovativne tehnologije i urbani promet.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Na temelju ključnih aspekata problema, predmeta i objekta istraživanja, postavljena je sljedeća radna hipoteza: Urbani promet predstavlja neizbježan aspekt svakodnevnog života pojedinca u današnjem društvu. Investiranje u prometnu tehnologiju i suvremenu infrastrukturu ključno je za daljnji razvoj i modernizaciju inovativnih prometnih tehnologija te poboljšanje urbane mobilnosti.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha ovog istraživanja je istražiti mogućnosti i izazove u razvoju inovativnih tehnologija za poboljšanje urbanog prometa te analizirati njihov potencijalni utjecaj na prometne sustave i okoliš. Ciljevi uključuju identifikaciju ključnih tehnoloških inovacija, evaluaciju njihove primjenjivosti u urbanim sredinama te predlaganje strategija za njihovu implementaciju. U ovome je radu cilj je dati odgovore na brojna pitanja od kojih su sljedeća najbitnija: Kako inovativne tehnologije utječu na prometne obrasce i kretanje ljudi u urbanim sredinama? U čemu se sastoje ključne prednosti i ograničenja autonomnih vozila u kontekstu urbanog prometa? Kako se pametni sustavi prometnih upravljanja mogu integrirati s postojećom infrastrukturom kako bi poboljšali protok prometa u gradovima? Kako inovativne tehnologije, poput električnih vozila i pametnih punionica, doprinose smanjenju emisija štetnih plinova i poboljšanju kvalitete zraka u urbanim područjima? Koji su glavni izazovi u implementaciji inovativnih tehnologija u urbanom prometu i koje su strategije za njihovo prevladavanje?

## **1.4. ZNANSTVENE METODE**

Prilikom istraživanja i pisanja diplomskog rada primijenjene su različite znanstveno-istraživačke metode, uključujući metodu analize i sinteze, metodu promatranja, metodu kompilacije, metodu specijalizacije i generalizacije, povijesnu metodu te metodu komparacije.

## **1.5. STRUKTURA RADA**

Rad je strukturiran u šest glavnih dijelova, svaki sa brojnim podjelama.

U prvom dijelu, Uvodu, naglašava se važnost urbanog prometa u suvremenom društvu i njegov ključni značaj u procesu globalizacije. Opisuje se izazovi modernog svijeta, rast

urbanih sredina i potreba za inovativnim rješenjima kako bi se osigurala ekonomska ravnoteža i održivost. Također se daje pregled tema koje će biti obrađene u radu.

Drugi dio rada govori o razvoju i utjecaju suvremenih tehnologija na urbani promet. Posebno se analizira kako autonomna vozila, električni automobili i pametni prometni sustavi doprinose efikasnosti, sigurnosti i održivosti urbanog prometa.

Treći dio rada posvećen je ključnim aspektima infrastrukture i suprastrukture urbanog prometa. Razmatra se potreba za modernizacijom prometne mreže, uključujući cestovnu, željezničku i zračnu infrastrukturu, te prilagodbu postojećih sustava novim tehnologijama.

Četvrti dio obrađuje razvoj i primjenu telematskih sustava u urbanom prometu. Objasnjava se kako telematika, informacijsko-komunikacijski sustavi i inteligentni transportni sustavi (ITS) poboljšavaju učinkovitost i održivost prometnih sustava, te se prikazuju primjeri uspješnih implementacija.

Peti dio rada istražuje konkretne primjene inovativnih tehnologija u urbanim sredinama. Analiziraju se koristi koje ove tehnologije donose građanima i urbanim zajednicama, uključujući smanjenje prometnih gužvi, poboljšanje kvalitete zraka i povećanje ukupne mobilnosti.

Šesti dio rada razmatra buduće trendove i smjerove razvoja inovativnih tehnologija u urbanom prometu. Predviđaju se budući tehnološki napreci, izazovi i prilike koje će oblikovati budućnost urbanog prometa, s posebnim naglaskom na održivost i učinkovitost.

U završnom dijelu, Zaključku, sumiraju se ključni nalazi rada. Ističe se važnost kontinuiranog razvoja i implementacije inovativnih tehnologija za budućnost urbanog prometa te potreba za suradnjom svih relevantnih dionika kako bi se postigli ciljevi održivosti i učinkovitosti. Zaključak također nudi preporuke za daljnja istraživanja i praktičnu primjenu inovacija u urbanom prometu.

## **2. NAPREDAK MODERNIH TEHNOLOGIJA U URBANOM PROMETU**

Interes za pronalaženjem novih tehnoloških rješenja u prometnim sustavima kroz inovativne tehnologije oduvijek je bio prisutan u društvu. S obzirom na sve izraženije probleme u urbanom prometu u posljednjim godinama, inovativna tehnološka rješenja postaju ključna. No, njihova primjena suočava se s brojnim izazovima - poput budućeg razvoja potražnje i ponude u gradskom prijevozu te mogućih posljedica za učinkovitost samog sustava prijevoza i percepciju ključnih dionika o tih tehnologijama.

Urbani promet postavlja širok spektar pitanja, neriješenih problema i izazova koji zahtijevaju rješavanje kako bi se osigurala visoka kvaliteta života u europskim gradovima. Povećana prometna aktivnost predstavlja izazov za kvalitetu života u urbanim područjima zbog štetnih utjecaja na okoliš, poput emisija zagađujućih tvari i buke, te smanjenja dostupnog prostora zbog širenja prometne infrastrukture.

Uvođenjem inovativnih tehnologija i promicanjem zdravijih stilova života, poput češće vožnje bicikla i pješaćenja, cilj je smanjiti prometne gužve te omogućiti sigurnije i ugodnije okruženje u mnogim europskim gradovima. Međutim, ulaganje u nove, modernije sustave zahtijeva značajne financijske resurse što može usporiti sam proces tehnološkog razvoja, čime se primjena inovacija u mnogim urbanim središtima ne odvija onom brzinom koju nameće globalizacija.

### **2.1. URBANI PROMET**

Urbani promet predstavlja vitalni aspekt svakodnevnog života u gradskim područjima diljem svijeta. S obzirom na kontinuirani rast urbanizacije, gradovi se suočavaju sa sve većim izazovima u upravljanju prometom koji se kreće unutar njihovih granica. Ovaj složeni sustav uključuje raznolike načine kretanja ljudi i roba, od privatnih automobila, taksija i autobusa do vlakova, tramvaja, bicikala i pješačkih staza. Jedan od ključnih problema s kojima se urbanizirana područja susreću jest prometna zagušenost<sup>1</sup>. Gusto naseljeni gradovi često imaju pretrpane ceste, što dovodi do dužih vremena putovanja, povećane razine stresa za vozače i pješake te često uzrokuje ekonomske gubitke zbog gubitka vremena i resursa. Osim toga, prometne gužve pridonose povećanju emisija štetnih plinova i onečišćenja zraka,

---

<sup>1</sup> [https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/Publikacije/HABITATIII\\_HR\\_eknjiga\\_160727.pdf](https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/Publikacije/HABITATIII_HR_eknjiga_160727.pdf)  
(10.04.2024.)

što može negativno utjecati na zdravlje stanovnika i okoliš<sup>2</sup>. Održavanje sigurnosti u prometu također je ključna briga u urbanom okruženju. Gust promet, kombiniran s povećanim brojem sudionika u prometu, kao i raznolikost prijevoznih sredstava, povećava rizik od prometnih nesreća i ozljeda. Uz navedene probleme, urbanom prometu također prijete smanjenje kvalitete života stanovnika zbog buke, stresa i nedostatka pristupa zelenim prostorima. Stoga je važno promicati održive oblike prijevoza poput javnog prijevoza, biciklizma i pješaćenja kako bi se smanjio pritisak na cestovne mreže i poboljšala kvaliteta urbanog života. Unatoč izazovima, urbani promet također predstavlja priliku za inovacije i napredak. Razvoj pametnih tehnologija, poput pametnih sustava prometnog upravljanja, autonomnih vozila i pametnih gradova, pruža mogućnosti za stvaranje učinkovitijih, sigurnijih i održivijih prometnih sustava. Integracija ovih tehnologija u urbanu infrastrukturu može unaprijediti mobilnost, smanjiti prometne gužve i poboljšati kvalitetu života u gradovima širom svijeta.

U konačnici, rješavanje problema urbanog prometa zahtijeva sveobuhvatan pristup koji uključuje suradnju između vlasti, privatnog sektora i građana. Potrebno je ulagati u infrastrukturu, promicati održive načine prijevoza, educirati javnost o važnosti sigurnosti u prometu te kontinuirano istraživati i primjenjivati inovativna rješenja koja će gradove učiniti boljim mjestima za život i rad.

## **2.2. RAZNOLIKOST I KLASIFIKACIJA TEHNOLOŠKIH SUSTAVA**

Urbani promet je dio svakodnevnog života pojedinca, a tehnologija i infrastruktura su ključni faktori za unapređenje moderne mobilnosti. Koncepti o napretku i daljnjoj modernizaciji javnog prijevoza kontinuirano se razvijaju, a neki od njih se ostvaruju i primjenjuju u praksi, što se može primijetiti promatranjem prometa oko nas. Naravno, važno je imati na umu da se današnji gradski prijevoz prilagođava potrebama putnika, omogućavajući im širok izbor prijevoznih opcija. Svaki putnik ima slobodu birati prijevozno sredstvo koje mu najviše odgovara, bilo da se radi o autobusu, tramvaju, vlaku, biciklu ili osobnom automobilu, što rezultira različitim kategorijama prijevoza. Kako bi se proučavanje inovativnih tehnologija strukturiralo na sustavan i pregledan način, moguće je podijeliti cjelinu na sljedeće područja<sup>3</sup>:

- Osobni brzi javni prijevoz

---

<sup>2</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Zagreb, 2008., str.225

<sup>3</sup> Ibidem, str. 230

- Sustavi za prijevoz putnika
- Prijevoz željeznicom
- Vođeni autobusi
- Prijevoz cestom
- Prijevoz vodom
- Prijevoz zrakom
- Prijevoz zrakom i vodom

### **2.3. ITS URBANOG PRIJEVOZA**

Urbanizacija i rastući broj vozila i putnika stvorili su ozbiljne izazove za prometni sustav i učinkovitost postojeće prometne infrastrukture. Prometne gužve rezultirale su produljenjem vremena putovanja, povećanom potrošnjom goriva te emisijama štetnih plinova, potičući pritom upotrebu inteligentnih transportnih sustava (ITS). Implementacija ITS-a posebno je važna u urbanim područjima gdje nije moguće proširiti kapacitet prometne mreže izgradnjom novih cesta ili proširenjem postojećih infrastrukture. Stoga se kao ključno rješenje ističe optimizacija prometne mreže kroz uvođenje ITS tehnologija<sup>4</sup>.

Inteligentni transportni sustavi (ITS) predstavljaju holistički pristup upravljanju i informacijsko-komunikacijskoj nadgradnji tradicionalnog prometnog sustava. Njihova primjena rezultira značajnim poboljšanjima u različitim aspektima, uključujući efikasniji promet putnika i robe, veću sigurnost u prometu, udobnost i zaštitu putnika, smanjenje onečišćenja okoliša i mnoge druge<sup>5</sup>.

U okviru ITS-a razvijaju se različite tehnologije:

- inteligentna vozila,
- pametne ceste,
- dinamičke navigacijske sustave,
- sustave za adaptivno upravljanje semaforima,
- poboljšani javni prijevoz,
- brza distribucija pošiljaka podržana internetom,
- tehnologije za automatsko lociranje i pozivanje pomoći u slučaju nesreće,
- biometrijske zaštite putnika i mnoge druge<sup>6</sup>.

---

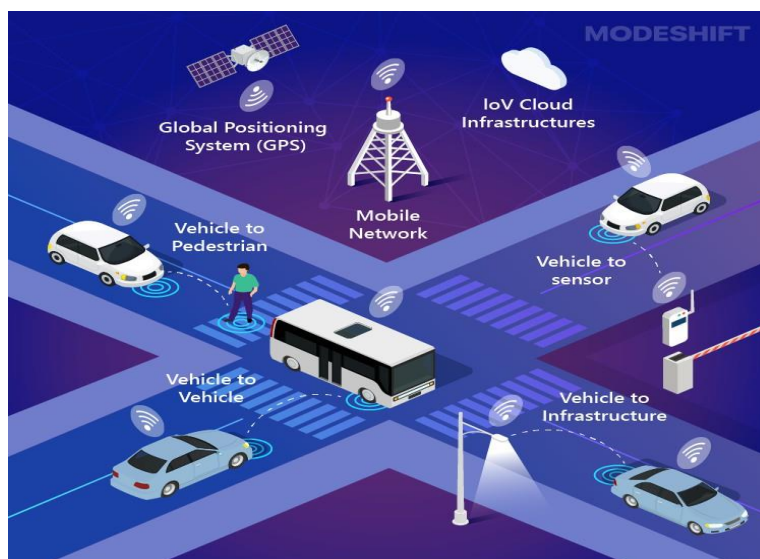
<sup>4</sup> Krpan, Lj., Modeliranje upravljačkog susraca u cestovnom prometu grada Rijeke, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2006. str. 5

<sup>5</sup> Bošnjak, I., Inteligentni transportni sustavi- ITS 1, Zagreb 2006., str. 2

<sup>6</sup> Ibidem, str. 3

Na slici 1 prikazno je funkcioniranje ITS sustava u prometu.

**Slika 1 Prikaz funkcioniranja ITS sustava**



Izvor: <https://www.modeshift.com/what-is-an-intelligent-transport-system-and-how-does-it-work/>

(10.04.2024.)

Za optimalno funkcioniranje inteligentnih transportnih sustava (ITS) ključne su tri osnovne funkcije: prikupljanje, obrada i odašiljanje podataka. Sustav za prikupljanje podataka obuhvaća širok spektar informacija koje se prate, poput broja vozila na određenom dijelu ceste, prosječnog vremena prolaska vozila kroz određenu dionicu, registracija vozila, brzine kretanja, korištenja sigurnosnog pojasa i drugih parametara. U Republici Hrvatskoj, primjerice, informacije o prometu prikupljaju se putem kamera ugrađenih na rasvjetnim stupovima, koje prate sigurnosni pojas, brzinu kretanja vozila, registracijske brojeve i korištenje mobilnih telefona tijekom vožnje, te ih zatim šalju na obradu.

Sustav za obradu podataka prima informacije od sustava za prikupljanje, obrađuje ih, uspoređuje s postavljenim kriterijima te na temelju rezultata poduzima određene akcije. Na primjer, ako vozilo prekorači brzinu na određenoj dionici ceste, sustav će automatski poslati kaznu na adresu vlasnika vozila. Kada je ovaj sustav povezan s odašiljanjem podataka, omogućuje se prilagodba prometa prema trenutnim uvjetima putovanja.

Sustav za odašiljanje informacija šalje podatke putem infrastrukturnih jedinica duž ceste (RSU), vozila u prometu ili drugih komunikacijskih uređaja poput mobilnih telefona.



Primatelji tih informacija mogu biti sustav za obradu podataka, inteligentna vozila ili drugi komunikacijski uređaji, koji će ih dalje obraditi ili proslijediti prema potrebi<sup>7</sup>.

Primjer upotrebe ITS-a je inteligentno vozilo koje prima informacije o stanju prometa i na temelju njih donosi odluke o brzini kretanja ili promjeni rute. Te informacije mogu biti prenesene putem sustava za odašiljanje podataka, omogućujući računalu unutar vozila da prilagodi parametre poput brzine i rute. Prije pojma ITS, u Europi se koristio termin transportna telematika, s obzirom na to da su studiji o cestovnom prometu i elektronički sustavi bili povezani s telematikom. ITS koncept obuhvaća sve aspekte prometa, transporta i njihovih sučelja.

Europska Unija već dugi niz godina radi na razvoju transeuropske mreže prometnica s ciljem povezivanja ključnih prometnih koridora kako bi ih integrirala u jedinstvenu prometnu mrežu. Važno je napomenuti da se radi o izuzetno složenom projektu gdje je ključno osigurati nesmetanu povezanost svih dijelova te mreže. Stoga, stručnjaci za promet i inženjeri koriste razne softvere i aplikacije kako bi telematski upravljali tim koridorima. Osim cestovnog prometa, pojavljuju se i druge grane prometa koje koriste pametne sustave, poput sustava prepoznavanja, ekspertnih sustava, neuronskih mreža i slično.

Kada je riječ o informiranju putnika, obuhvaćene su statičke i dinamičke informacije o prometnoj mreži, kao i usluge predputnog i putnog informiranja. Također, pruža se tehnička podrška službama koje se bave prikupljanjem, pohranjivanjem i upravljanjem informacija te planiranjem aktivnosti vezanih uz transport. Usluga predputnog informiranja omogućuje korisnicima da dobiju korisne informacije o modu prijevoza, vremenu polaska, dolaska, cijenama i brzini vožnje iz bilo koje lokacije, bilo da se nalaze kod kuće, na poslu ili negdje drugdje. Druga usluga, putno informiranje, pruža stvarne vremenske informacije o stanju u prometu, kao što su vrijeme putovanja u određenim uvjetima, dostupnost parkirnih mjesta, informacije o prometnim nesrećama i slično. Podrška planiranju putovanja pruža podatke o prometnim tokovima i transportnoj potražnji, uključujući aktualne i povijesne podatke iz prometnih sustava te informacije u vozilu.

Upravljanje prometom i operacijama u ITS sustavu obuhvaća niz usluga, uključujući vođenje prometa, upravljanje prometnim nesrećama, upravljanje prometnom potražnjom, vođenje, nadzor i održavanje transportne infrastrukture te identifikaciju prekršitelja<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> S. Mandžuka, „Intelligent transport system: Selected Lectures“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015. str.14

<sup>8</sup> Bošnjak, Ivan, Inteligentni transportni sustavi- ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006, str. 15, 16

### **3. INFRASTRUKTURA I SUPRASTRUKTURA URBANOG PROMETA**

U urbaniziranom prometu, infrastruktura i suprastruktura igraju ključnu ulogu u funkcioniranju prometnog sustava. Infrastruktura obuhvaća fiksne elemente poput cesta, prometnih znakova, semafora, pješačkih prijelaza i mostova koji omogućuju kretanje vozila i pješaka unutar grada<sup>9</sup>. Ona čini temelj prometnog sustava i pruža osnovnu infrastrukturnu podršku za promet. S druge strane, suprastruktura uključuje sve mobilne elemente u prometu, poput vozila, bicikala, tramvaja, autobusa i drugih prijevoznih sredstava. Suprastruktura predstavlja dinamični aspekt prometa, jer se mobilni elementi kreću i mijenjaju svoj položaj unutar prometnog sustava.

Infrastruktura i suprastruktura međusobno su povezane i ovise jedna o drugoj kako bi prometni sustav u urbanom okruženju funkcionirao učinkovito. Kvalitetna infrastruktura omogućuje siguran i gladan protok prometa, dok raznovrsna suprastruktura pruža korisnicima različite opcije za putovanje unutar grada.

Kroz integraciju infrastrukture i suprastrukture te primjenu modernih tehnoloških rješenja, urbani promet može postati učinkovitiji, sigurniji i održiviji. Stoga je važno kontinuirano ulagati u razvoj i održavanje obje komponente kako bi se osigurala optimalna funkcionalnost prometnog sustava u urbanim područjima.

Inteligentna prometnica je segment infrastrukture u urbanom prometu koji predstavlja stalan dio po kojem se vozila kreću, dok bi suprastruktura obuhvaćala sva mobilna sredstva koja sudjeluju u prometu. Na primjer, među suprastrukturnim elementima su javni gradski prijevoz (poput tramvaja, autobusa, vlakova), bicikli, romobili i slično. Drugi aspekt pametnih prometnica uključuje kibernetiku i informatičku nadogradnju klasičnih prometnica. Osim osnovnih fizičkih funkcija, ova nadogradnja omogućuje bolje opskrbljivanje informacijama vozača, poboljšani nadzor prometa, primjenu sigurnosnih aplikacija i druge inovacije.

Danas, pod pojmom klasičnih prometnica podrazumijevamo ceste na kojima se odvija promet, s osnovnim funkcijama i potrebnim oznakama i znakovima. Međutim, uz kibernetiku i informatičku nadogradnju, stvaraju se inteligentne prometnice koje, osim osnovnih funkcija, omogućuju bolju sigurnost, brže i jednostavnije odvijanje prometa te preciznije informiranje korisnika prometa.

---

<sup>9</sup> <https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/transport-infrastructure> (11.04.2024.)

### 3.1. PAMETNE CESTE

Pametne ceste predstavljaju revolucionarni koncept u prometnoj industriji s ciljem stvaranja sigurnijih, intuitivnijih, ekološki održivijih i ekonomski isplativijih prometnica. Ova revolucionarna koncepcija prometne infrastrukture obuhvaća širok spektar tehnoloških rješenja, uključujući senzorske sustave, komunikacijske tehnologije, analitiku podataka i prilagodljive signalizacije. Jedna od ključnih karakteristika pametnih cesta je sposobnost prikupljanja raznovrsnih podataka o prometu i okolini s pomoću naprednih senzora raspoređenih duž prometnica. Ti senzori mogu pratiti broj vozila, brzinu kretanja, vremenske uvjete i druge relevantne informacije. Ovi podaci zatim se obrađuju i analiziraju kako bi se stvorila detaljna slika stanja prometa i identificirale potencijalne opasnosti ili probleme.

Komunikacijski sustavi igraju ključnu ulogu u pametnim cestama omogućavajući razmjenu podataka između vozila, prometne infrastrukture i nadzornih centara. Ovo omogućava realno vrijeme praćenje prometa, pravovremeno upozoravanje vozača o opasnostima i optimizaciju koordinacije između različitih elemenata prometne mreže. Analitika podataka i umjetna inteligencija također su ključne komponente pametnih cesta. Ovi sustavi mogu obraditi ogromne količine podataka kako bi identificirali obrasce, predvidjeli buduće događaje i optimizirali funkcioniranje prometnog sustava. Na primjer, algoritmi umjetne inteligencije mogu predvidjeti potrebu za prilagodbom semafora ili upozoriti nadležne službe o potencijalnim problemima na cesti.

Prilagodljive oznake i signalizacija doprinose fleksibilnosti i prilagodljivosti prometne infrastrukture. Oznake na cestama mogu se dinamički mijenjati ovisno o prometnim uvjetima ili događajima, pružajući vozačima relevantne informacije i upute kako bi poboljšali sigurnost i učinkovitost prometa. Pametne ceste predstavljaju revolucionarni pristup prometnoj infrastrukturi koji kombinira napredne tehnologije kako bi transformirao način na koji se promet planira, upravlja i doživljava. Ovi inovativni sustavi imaju potencijal značajno poboljšati urbanu mobilnost i stvoriti sigurnije i učinkovitije prometno okruženje.

Također, pametna cesta definira se kao cesta čija je infrastruktura integrirana s naprednim komunikacijskim mrežnim tehnologijama. To znači da cesta komunicira sa znakovima, vozilima i drugim objektima u prometu. Osim što doprinose sigurnosti i ekološkoj održivosti te olakšavaju vožnju, pametne ceste podržavaju i uvođenje autonomne vožnje. Za ostvarenje autonomne razine vožnje ključno je osigurati sigurnu komunikaciju između ceste, znakova i vozila u stvarnom vremenu, omogućavajući vozilu da autonomno putuje bez vozačeve intervencije.

Infrastruktura cesta igra ključnu ulogu u ostvarivanju pametnih cesta i smatra se temeljem za planiranje i izgradnju. S obzirom na razne probleme u prometu poput prometnih nesreća, zagađenja okoliša i nedostatka goriva, uvođenje pametnih cesta predstavlja rješenje za ove izazove. Pravilna infrastruktura cesta koja podržava napredne tehnologije i inteligentna vozila ključna je za ostvarenje vizije pametnih cesta. Potrebno je krenuti od samih cesta kao glavnog elementa prometne infrastrukture i iskoristiti ih za inovativne svrhe, uključujući i prikupljanje energije.

### **3.1.1. Funkcije pametne ceste**

Funkcije pametnih cesta obuhvaćaju niz tehnoloških mogućnosti koje imaju za cilj poboljšanje sigurnosti, učinkovitosti i udobnosti prometa. Automobili i njihove tehnologije ostvarili su veliki napredak, dok je infrastruktura cesta ostala nepromijenjena. Primjenom tehnologija, ceste će se modernizirati i uskladiti s tehnološkim standardima vozila. Jedna od osnovnih funkcija pametnih cesta je vaganje teretnih vozila. Važno je napomenuti da ceste nisu predviđene samo za osobna vozila, već i za teška transportna vozila. Transportna vozila bit će opremljena sustavima za vaganje tereta na samoj cesti. Na određenim točkama autocesta, bit će instalirane pametne vage ugrađene u cestu, čime će se vozačima omogućiti brzo i jednostavno vaganje tereta bez gubitka vremena<sup>10</sup>. Nakon završetka vaganja, podaci će automatski biti poslani putem interneta do centra za obradu podataka. Kada se podaci obrade, bit će prosljeđeni mreži i ovlaštenim vlastima, koje će provjeriti ispravnost težine tereta i vratiti potvrdu nazad.

---

<sup>10</sup> <https://www.oas.de/en/solutions/weighing-technology/truck-scales/above-ground-flush-mounted-truck-scales> (12.04.2024.)

**Slika 2 Traka za vaganje teretnih vozila**



Izvor: <https://www.oas.de/en/solutions/weighing-technology/truck-scales> (12.04.2024.)

Druga važna funkcija je punjenje vozila tijekom vožnje. Prometna traka na cesti, označena zelenom bojom, funkcionirat će kao punjač za vozila (slika 3). Uz pomoć piezoelektričnih uređaja, vozila će generirati električnu energiju dok prolaze preko trake, koju će pametna cesta iskoristiti za punjenje vozila. S obzirom na napredak autonomne vožnje i porast električnih vozila, vozila neće morati stati za punjenje, već će se punjenje odvijati dok se vozilo kreće po cesti.

**Slika 3 Traka za punjenje vozila**



Izvor: <https://automobili.hr/novosti/novosti-2/elektricna-vozila-puniti-ce-se-bezicno-tijekom-voznje>

(12.04.2024.)

### 3.1.2. Tehnologije pametne ceste

Integracija tehnologije u cestovnu infrastrukturu transformira način na koji ceste funkcioniraju i kako se koriste. Pametne ceste predstavljaju inovativan koncept koji koristi različite tehnologije kako bi poboljšao sigurnost, učinkovitost i održivost prometa. Jedna od ključnih tehnologija pametnih cesta su senzori koji su ugrađeni u samu cestu. Ti senzori mogu pratiti različite parametre kao što su brzina vozila, gustoća prometa, stanje ceste i mnogi drugi<sup>11</sup>. Ovi podaci se mogu koristiti za dinamičko prilagođavanje prometnih uvjeta i upravljanje prometom kako bi se izbjegle gužve i povećala sigurnost.

Osim senzora, pametne ceste koriste i napredne sustave komunikacije. Povezivanje cestovne infrastrukture s vozilima omogućuje razmjenu podataka u stvarnom vremenu. To omogućuje vozilima da dobiju informacije o prometnim uvjetima, upozorenja o opasnostima i preporuke za najbolje rute putovanja. Također, sustavi komunikacije omogućuju vozilima da komuniciraju međusobno, što može smanjiti rizik od prometnih nesreća i poboljšati protok prometa.

Još jedna važna tehnologija pametnih cesta su sustavi za upravljanje energijom. Pametne ceste mogu koristiti solarnu energiju, kinetičku energiju vozila ili druge obnovljive izvore energije kako bi napajale različite sustave poput rasvjete, prometnih znakova i punjača za električna vozila<sup>12</sup>.

### 3.2. PAMETNI PROMETNI ZNAKOVI

Pametni prometni znakovi predstavljaju inovativan pristup poboljšanju sigurnosti i učinkovitosti cestovnog prometa. Ovi znakovi su opremljeni različitim sensorima i tehnologijama kako bi pružili dodatne informacije vozačima i pomoć u upravljanju prometom. Jedna od ključnih značajki pametnih prometnih znakova je njihova prilagodljivost. Umjesto statičkih znakova koji prikazuju istu informaciju cijelo vrijeme, pametni znakovi mogu se dinamički prilagođavati promjenjivim uvjetima na cesti. Na primjer, mogu prikazivati promjenjive brzinske ograničenja ili upozorenja o opasnostima poput poledice ili prometnih nesreća. Osim toga, pametni prometni znakovi mogu biti povezani s drugim sustavima, poput sustava za nadzor prometa ili sustava za upravljanje prometom. To omogućuje znakovima da automatski reagiraju na prometne uvjete i pruže vozačima relevantne informacije u stvarnom vremenu.

---

<sup>11</sup> <https://peytonbarbara.wixsite.com/otr-senzori/senzori-u-prometu> (12.04.2024.)

<sup>12</sup> <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/601/solarne-ceste-kao-ceste-buducnosti> (12.04.2024.)

Pametni prometni znakovi također mogu biti opremljeni sustavima za komunikaciju s vozilima, što omogućuje vozilima da primaju informacije izravno od znakova. Na primjer, znakovi mogu slati upozorenja o opasnostima ili preporuke za promjenu rute putovanja izravno na informacijski zaslon u vozilu<sup>13</sup>.

Inovativni znakovi uključivali bi sustav senzora poput radara te mogućnost bežične komunikacije putem 5G mreže. Kroz radare identificirali bi se objekti na cesti te bi se vozače upozoravalo na potencijalne prijetnje u njihovoj blizini. Korištenjem 5G mreže i drugih tehnologija, informacije bi se slale direktno vozilima. Vozila bi primila te informacije, obradila ih i omogućila sustavima upravljanja vozilom da precizno reagiraju na situacije na cesti u stvarnom vremenu.

Pametni znakovi bi imali sposobnost osvjetljavanja tijekom noći kako bi bili vidljivi svim sudionicima u prometu. Također, svaki znak bi imao specifičnu boju osvjetljenja koja bi upozoravala vozače na razinu važnosti znaka. Korištenjem solarnih panela za napajanje i eliminacijom potrebe za kabelima i žicama, pametni prometni znakovi zahtijevali bi minimalno održavanje te bi bili otporni na različite vremenske uvjete poput jakih vjetrova ili tuče.

### **3.3. PROJEKT „THE SOLAR ROADWAY“**

Električna prometnica predstavlja inovativno rješenje koje bi moglo transformirati tradicionalne autoceste u vitalne izvore energije. Ovaj koncept, koji se temelji na pretvaranju cesta u solarne ploče putem ugradnje sunčanih kolektora, ima potencijal smanjiti ovisnost o sve manjim zalihama fosilnih goriva. S obzirom na očekivani porast proizvodnje električnih vozila u budućnosti, glavna svrha ovog projekta je omogućiti punjenje baterija automobila putem električne ceste.

Tehnički gledano, solarna cesta bi se sastojala od tri sloja<sup>14</sup>. Prvi sloj, površinski sloj, činilo bi čvrsto, izdržljivo i prozirno staklo koje bi propuštalo sunčeve zrake do solarnih kolektora, dok bi istovremeno štitilo osjetljivu elektroničku tehnologiju. Drugi sloj, elektronički sloj, sadržavao bi solarne ćelije i veliki broj LED lampica koje bi cestu transformirale u pametnu prometnicu. Ovaj sloj bi također služio za pohranu električne energije. Treći sloj, podloga, bi bio osnovni sloj kroz koji bi se provodila električna energija, te bi istovremeno služio kao mreža za prijenos signala i podataka.

---

<sup>13</sup> <https://worksafetci.com/2020/04/how-smart-road-signs-improve-our-way-of-life/> (10.04.2024.)

<sup>14</sup> <https://theconstructor.org/transportation/solar-roadways-construction-applications/506048/> (10.04.2024.)

U Rijeci se također planira implementacija solarne tehnologije na zvučne izolatore između Mihačeve drage i tunela Katarina. Iako je ovaj projekt financijski zahtjevan s iznosom od 1,2 milijuna eura, smatra se da bi se većina investicije mogla vratiti u roku od prvih 10 godina. Instalirana snaga ove solarne elektrane iznosi 258,37 kW, te se očekuje da će godišnje proizvesti 230.295 kWh električne energije, što je dovoljno za opskrbu 120 domaćinstava.

### **3.4. PRIMJENA IDEJE „GLOW IN THE DARK“**

Jedna od inovativnih ideja je implementacija "Glow in the dark" tehnologije na cestama, koja omogućuje cesti da svijetli i jasno označava vozne trake i rub ceste. Boja sadrži "foto-luminizirajući" prah koji se napuni tijekom dana i postupno oslobađa zeleni sjaj noću, što eliminira potrebu za uličnom rasvjetom<sup>15</sup>. Nakon što boja upije dnevno svjetlo, može svijetliti do osam sati u mraku. Osim toga, ova tehnologija omogućava cesti da obavještava vozače o vremenskim uvjetima, gužvama i pruža stvarnu sliku prometa na dionici kojom se vozač kreće. Implementacijom ovakvih inovacija na cestama, postiže se veća ekonomska i ekološka održivost te se povećava sigurnost vozača.

Testiranje "glow in the dark" tehnologije započelo je na autocesti N329 u gradu Ossu, Nizozemska, a službeno lansiranje očekuje se uskoro. Integracija dodatnih senzora i pametnih sustava komunikacije omogućuje ove ceste da postanu interaktivne platforme koje pružaju realno-vremenske informacije i poboljšavaju iskustvo vožnje.

---

<sup>15</sup> <https://newatlas.com/smart-highway-glowing-lines/34363/> (10.04.2024.)



## 4. RAZVOJ TELEMATSKIH SUSTAVA U URBANOM PROMETU

Ograničeni resursi i degradacija okoliša, skupa s rastućim prometnim sustavom, postaju glavni problemi u urbanim područjima. Kao odgovor na te izazove razvijen je koncept rada na daljinu ili rada izvan tradicionalnog uredskog okruženja koji sve više zaokuplja pozornost zbog pozitivnog utjecaja na okoliš i usklađenosti s trendovima. Primjena rada na daljinu značajno smanjuje potrebu za putovanjem smanjenjem broja novih vozila na cestama i eliminacijom potrebe za izgradnjom novih autocesta i infrastrukture. Štoviše, inovativne prometne tehnologije također oblikuju urbana područja određujući strukturu i udaljenosti između različitih lokacija pod utjecajem društvenih i tehnoloških čimbenika. Kvaliteta života dodatno je poboljšana preklapanjem stambenih i radnih prostora čime se smanjuju vremenski stres i geografska ograničenja. Ove promjene poboljšavaju životni standard kao i iskorištenost prostora dok skraćuju udaljenost između kuće i radnog mjesta. Ušteda vremena na putovanju pozitivno utječe na produktivnost, smanjuje dnevnu kilometražu i smanjuje potrebu za dodatnom prometnom infrastrukturom i parkirnim mjestima <sup>16</sup>.

### 4.1. OPĆENITO O TELEMATICI

Telematika je znanstveno područje koje integrira računalne znanosti i komunikacijske tehnologije za dizajn, proces i tehnike usluga ili aplikacija koje olakšavaju prijenos podataka. Pojam telematika spaja riječi telekomunikacije i IT. Telematika je prvi put korištena u Francuskoj 1976. nakon objavljivanja izvješća "Informatizacija društva" u kojem se naglašava potreba za novim komunikacijskim tehnologijama vezanim uz računalne sustave.

Telematika se smatra znanosti jer proučava informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT)<sup>17</sup>. Također uključuje razvoj različitih komunikacijskih aplikacija i usluga koje omogućuju pohranu, razmjenu i obradu informacija putem interneta, uključujući multimedijske podatke. Primjeri telematičkih usluga uključuju aplikacije za izravnu razmjenu poruka koje su vrlo korisne na mobilnim uređajima i sustave za dostavu/primanje e-pošte u stvarnom vremenu.

---

<sup>16</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Zagreb, 2008., str 255.

<sup>17</sup> <https://www.scribd.com/doc/113589666/Telematika-Telematski-sistemi> (15.04.2024.)

Ostale usluge koje su proizašle iz razvoja telematike uključuju e-trgovinu i e-učenje, koje su znatno olakšale međunarodnu komunikaciju i poslovanje. Telematika je znanost koja potiče tehnološki napredak u komunikaciji, kao i u razvoju robotike i njezinoj primjeni u raznim područjima. Telematika je stoga već duže vrijeme dio inženjerstva i proučava se kao zasebno inženjersko polje. Može se primijeniti u različitim područjima i za različite svrhe uključujući upravljanje lokalnim mrežama (LAN), gradskim mrežama (MAN) i širokopoljnim mrežama (WAN). Pruža tehničku podršku u komunikacijskim sustavima, dizajnira i razvija aplikacije za telekomunikacijske usluge i mreže te kreira aplikacije za različita područja poput trgovine ili obrazovanja na daljinu. Također razvija sustave kućne automatizacije, dizajnira i implementira sigurnosne sustave koji štite podatke na mobilnim uređajima i računalima te stvara sustave i mreže koji omogućuju učinkovitiji i brži prijenos podataka. Telematika uključuje sljedeće tehnologije:

- GSM (mobilna telefonija): Integrira mobilnu telefoniju i radio uređaje u vozila
- GPS (Global Positioning System): Omogućuje precizno praćenje vozila u stvarnom vremenu
- Digitalne cestovne karte i računalne baze podataka: Sadrže informacije o stanju u prometu, planiranju rute kao i važnim događajima na cesti
- Dodatno korisne informacije za vozača<sup>18</sup>.

#### **4.2. VRSTA I PODJELA TELEMATSKIH SUSTAVA**

Telematski sustavi u prometu dijele se na sljedeće komponente:

- Multimodalni sustavi prijevoza putnika: Ovi sustavi omogućuju putnicima korištenje različitih prijevoznih sredstava od početka do kraja putovanja, uz mogućnost promjene. Informacijski sustavi predlažu najpovoljnije rute i daju rasporede.
- Vrhunski sustavi kontrole prometa: koriste se za upravljanje prometnim krugovima s pomoću prometnih signala, masovnog prijevoza, kriznih službi i više.
- Sustavi za navođenje: Ove postavke daju vozačima trenutne podatke o vremenskim prilikama, uvjetima na ulici, najboljim stazama ako dođe do nesreća ili gustog prometa i tako dalje.
- Pametni transportni sustavi: u modernim transportnim tehnologijama vozila su svedena na minimum tijekom prekrcaja i prate robu i vozila tijekom cijelog putovanja.

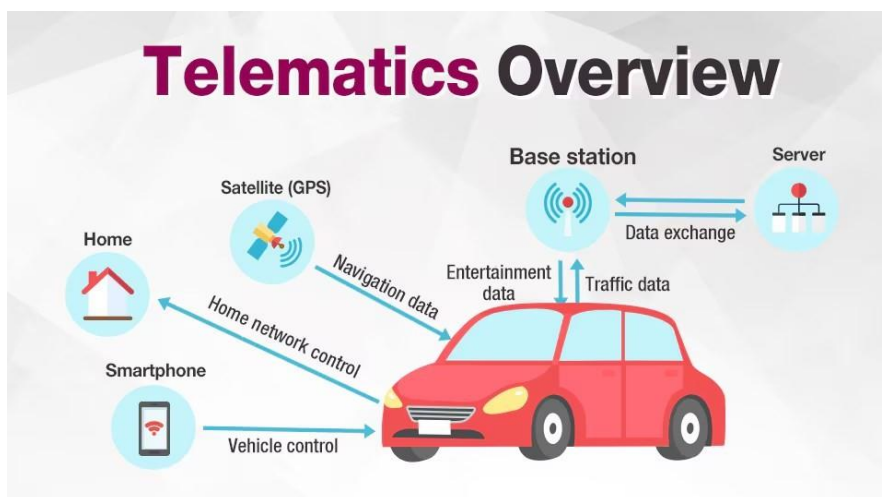
---

<sup>18</sup> Izvor: Baričević H., Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet u Rijeci

- Sigurnosni sustavi: Vozači se upozoravaju na nepovoljne vremenske uvjete kao što su mokre ceste, poledica i jak vjetar. Prometni znakovi i informacijski sustavi služe za informiranje vozača kako bi izbjegli opasna mjesta. RDS (Radio Data System) ugrađen je u auto radio koji prekida emitiranje radi prijenosa važnih prometnih informacija.

Osim toga, podsustavi vozila također uključuju vozila za osobni prijevoz, komercijalni prijevoz, hitni prijevoz i tranzitna vozila<sup>19</sup>. Ovi podsustavi prikupljaju informacije za vozače kao što su stanje na cesti, zastoji, nesreće i vrijeme. Kao što je prikazano na slici 4, oni obuhvaćaju opremu i hardversku podršku koja pruža usluge vozača kao što su GPS navigacija, upozorenja na sudar, praćenje stanja vozača tijekom vožnje i poboljšanje vidljivosti. Ovisno o ugrađenoj opremi, podsustav može uključivati softverska i hardverska sučelja. Također uključuje testna vozila opremljena uređajima koji mjere prometne parametre kao što su vrijeme putovanja, udaljenost ili brzina. Ova vozila mogu prepoznati opasne uvjete u okolišu i prenijeti prikupljene podatke drugim vozilima. Moderni automobili sadrže više od 100 MB binarnog koda raspoređenog među 50-70 neovisnih računala ili upravljačkih jedinica (ECU - Electronic Control Unit), koje su povezane putem CAN-a (Control Area Network)<sup>20</sup>.

Slika 4 Telematika u automobilu



Izvor: <https://www.lg.com/global/mobility/more-stories/telematics> (20.04.2024.)

<sup>19</sup> Fantela N.: "Telematički sustavi u vozilu", Rijeka 2009.,str 16.

<sup>20</sup> <https://cis.hr/dokumenti/3335-sigurnostautomobila.html> (20.04.2024.)

### 4.3. IMPLEMENTACIJA TELEMATSKIH SUSTAVA

Telematički sustavi koji podržavaju telematiku često koriste naprednu tehnologiju uključujući računala, informacijske i komunikacijske tehnologije za povećanje sigurnosti, sigurnosti podataka i očuvanja okoliša. Cilj primjene telematskih sustava je omogućiti učinkovitu komunikaciju između korisnika i vozača. Korištenjem telematike prometom se upravlja u stvarnom vremenu što omogućuje brz odgovor na promjene kao i trenutnu povratnu informaciju korisnicima.

Razvoj ovih inteligentnih sustava započeo je u gradskom prijevozu i odvija se u tri faze:

1. Tradicionalni način kontrole: Semafori se koriste za upravljanje prometom uz sustave vertikalne/horizontalne signalizacije
2. Informacijski sustavi vozača (DIS): vozači primaju informacije putem radija dok se digitalne karte koriste za pronalaženje najboljih ruta s promjenjivim prometnim znakovima
3. Dvosmjerni komunikacijski sustavi: Vozači komuniciraju s kontrolnim centrima putem radijske veze kako bi dogovorili najprikladniju rutu. Vozač šalje informacije o stanju na cesti, dok centar pruža podatke o najboljoj ruti.

Postoji nekoliko razvojnih područja koja ilustriraju napredak inteligentnih sustava, a to su:

- Navigacijski sustavi
- Sigurnosni sustavi
- Sustavi nadzora prometa
- Bezgotovinska naplata
- Održavanje
- Javni gradski prijevoz
- Pješački prijelazi
- Komercijalni prijevoz<sup>21</sup>

Telematski sustavi dolaze u različitim oblicima, a svaka vrsta obično uključuje tri glavne komponente: hardverske dijelove, upravljačke sustave i komponente za prijenos podataka.

---

<sup>21</sup> Dražen Kovačević et al.: Razvoj telematike i njezina primjena u prometu, str. 189.

#### 4.4. SVRHA TELEMATSKIH SUSTAVA

Telematika se uglavnom koristi za prikupljanje podataka o radu i održavanju vozila, praćenje aktivnosti vozača i vozila, upravljanje cjelokupnim transportnim procesom, praćenje i pozicioniranje vozila, kao i pronalaženje ukradenih vozila. Također, omogućuje informiranje vozača o rutama, praćenje vučenih vozila, razmjenu SMS poruka, informiranje o realizaciji transportnog procesa, dostavu i praćenje stanja u prometu te navigaciju tijekom vožnje. Funkcionalnosti inteligentnih vozila unutar Inteligentnih transportnih sustava (ITS) ostvaruju se putem telematske opreme ugrađene u osnovnu opremu i uređaje motornih i vučenih vozila.<sup>22</sup>.

Telematski sustavi ključna su infrastruktura u modernom prometnom sektoru koja pruža različite funkcionalnosti i pogodnosti u različitim područjima. Njihov osnovni cilj je poboljšati učinkovitost, sigurnost i upravljanje prometom integracijom informacijskih i komunikacijskih tehnologija u promet.

Prikupljanje podataka: Telematski sustavi omogućuju kontinuirano prikupljanje informacija o vozilu, vozaču, okolišu i prometu. Ti su podaci bitni za analizu učinka, planiranje održavanja, optimizaciju rute kao i upravljanje logistikom.

Praćenje vozila i vozača: Praćenje vozača i njihovih vozila u stvarnom vremenu može se izvršiti putem telematike, čime se osigurava sigurnost, praćenje kretanja voznog parka, sprječavanje krađe automobila i pružanje pomoći tijekom nesreća ili hitnih slučajeva.

Upravljanje procesom prijevoza: Integracija telematike omogućuje sveobuhvatno upravljanje cijelim procesom prijevoza uključujući planiranje ruta, dodjelu vozača, nadzor vozila i tereta te optimizaciju logističkih operacija.

Upute i pronalaženje staza: Uz pomoć telematskih sustava, vozači dobivaju pojedinosti o optimalnim stazama, gužvama u prometu, ažuriranim vremenskim prilikama i različitim rutama. Sve to poboljšava vožnju i skraćuje trajanje putovanja.

Razgovor s korisnicima: slanjem i primanjem tekstualnih poruka, ažuriranja o stanju na cestama i davanjem podataka o napretku prometa, telematički sustavi olakšavaju razgovor s vozačima i klijentima. Glavna ideja telematskih sustava je poboljšati način na koji stvari funkcioniraju, učiniti vožnju sigurnijom i udobnijom te dati ljudima koji ga koriste i onima koji nadziru promet na cesti bolji pregled i moć nad različitim dijelovima prometnog toka<sup>23</sup>.

---

<sup>22</sup> Fantela N.: "Telematički sustavi u vozilu", Rijeka 2009., str.78

<sup>23</sup> <https://www.lg.com/global/mobility/more-stories/telematics> (20.04.2024.)

#### 4.5. NADZORNI SUSTAVI U PROMETU PUTEM VIDEO TEHNOLOGIJE

Današnji promet je dinamičan i zahtjeva kontinuirano praćenje radi sigurnosti i učinkovitosti. U sustavu nadzora prometa videonadzor ima ključnu ulogu bez obzira radi li se o otvorenim cestama ili tunelima. Ova tehnologija omogućuje precizno praćenje vozila posebno u kritičnim situacijama kao što su nesreće ili prekršaji. Kamere za prepoznavanje vozila koriste senzore za prepoznavanje različitih vrsta vozila i daju stvarnu sliku stanja u prometu. Ovi uređaji opremljeni su mikroprocesorima koji kontinuirano obrađuju podatke prikupljene sensorima. To postaje moguće zahvaljujući sofisticiranim softverskim algoritmima koji otkrivaju automobile i analiziraju podatke. Kamere se često postavljaju na strateškim točkama kao što su raskrižja, autoceste i križanja radi optimalnog praćenja prometa i sigurnosti.

Kontrole brzine, praćenje razmaka između vozila, praćenje brzine i prepoznavanje vozača samo su neke od funkcija koje obavljaju automatske kontrole brzine kamere. . Kada se prekorači brzina, kamere mogu snimiti brojeve registracijskih pločica i te podatke poslati na središnji poslužitelj. Sustav tada stvara kazne za prekršitelje. Automatizacija ovog procesa omogućuje brzu i učinkovitiju obradu prekršaja te pomaže u održavanju sigurnosti na cestama.

Automatska kontrola brzine ima niz prednosti u odnosu na ručnu kontrolu. Omogućuje širu pokrivenost područja, kontinuirano nadziranje brzina tijekom cijelog dana te izbjegavanje kontrolnih točaka. Osim toga, automatizacija procesa čini kontrolu pravednijom i ujednačava brzinu vozila na cestama, što pridonosi većoj sigurnosti svih sudionika u prometu<sup>24</sup>.

Jedna od prednosti ovih sustava za nadzor je njihova sposobnost praćenja više prometnih traka, što je posebno korisno u većim urbanim područjima gdje su ceste široke s mnogo traka. Još jedna prednost ovih uređaja je njihov veliki kapacitet memorije koji omogućuje pohranu ogromnih količina podataka. Što se tiče samih kamera, one se razlikuju ovisno o njihovim funkcijama i namjenama. Postoje kamere za brzinu koje detektiraju prebrzu vožnju, kamere koje snimaju prelazak preko dvostrukih ili punih linija, kamere koje nadziru prelazak vozila preko željezničkih prijelaza gdje to nije dopušteno, kao i kamere za autobusne trake koje snimaju neovlašteno korištenje traka rezerviranih za autobuse.

---

<sup>24</sup> Kovačić, Kristian, Stvarno vremenska detekcija i praćenje vozila na više traka primjenom jedne kamere, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Prometnih Znanosti, Zagreb, 2014, str134.

Nadzor putem video snimanja i kontrole brzine ključne su komponente za povećanje sigurnosti na cestama. Niz prometnih nesreća, često uzrokovanih prekomjernom brzinom, česta je pojava. Stoga kamere služe kao izvrstan preventivni alat za kontrolu brzine, čime pridonose većoj sigurnosti na ulicama. Njihovo djelovanje temelji se na praćenju trenutne brzine vozila na određenim dijelovima ceste<sup>25</sup>.

#### **4.6. PRIMJENA SENZORA NA PROMETNICAMA**

Najčešće primjene senzora u prometu uključuju mjerenje gustoće prometa, mjerenje brzine vozila, upravljanje semaforima i identifikaciju vozila. Senzori su pouzdani, precizni i ne ovise o vremenskim uvjetima, lako se povezuju s bežičnim ili fiksnim mrežama. Sustav senzora napaja se putem RPU (Remote Processor Unit) jedinice i povezan je s centralnim sustavom za nadzor putem komunikacijske mreže. Razlikujemo različite vrste senzora: infracrvene, radijske, akustične, optičke, lasersko-radarske i induksijske petlje.

Infracrveni senzori koriste se za identifikaciju vozila i mjerenje brzine, mogu biti aktivni ili pasivni. Aktivni infracrveni senzori emitiraju svjetlosni snop na cestu i mjere vrijeme povratka reflektiranog signala, dok pasivni detektiraju vozila na temelju infracrvene energije koja se emitira iz područja detekcije, pri čemu će automobili uvijek imati različitu temperaturu od svoje okoline<sup>26</sup>.

Induktivne petlje su senzori koji se najčešće koriste za brojanje vozila na cesti i mjerenje njihove brzine. Djeluju na principu indukcije struje kada metalno vozilo prođe preko petlje koja generira magnetsko polje. Iako su ekonomični za korištenje, njihova instalacija može zahtijevati iskopavanje dijelova cesta, što može negativno utjecati na njihovu trajnost i kvalitetu.

---

<sup>25</sup> Kovačić, Kristian, Stvarno vremenska detekcija i praćenje vozila na više traka primjenom jedne kamere, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Prometnih Znanosti, Zagreb, 2014, str139

<sup>26</sup> <https://peytonbarbara.wixsite.com> (20.04.2024.)

## **5. UTJECAJ I PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANIM SREDINAMA**

Inovativne tehnologije sve više oblikuju urbane sredine, donoseći poboljšanja u efikasnosti infrastrukture, upravljanju resursima i kvaliteti života. Pametni gradovi koriste tehnologije poput Interneta stvari (IoT) i umjetne inteligencije kako bi optimizirali promet, energetske sustave i komunalne usluge. Ova digitalna transformacija ne samo da modernizira gradove, već također potiče održivi razvoj i bolju povezanost zajednica.

### **5.1. UTJECAJ INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA NA URBANO OKRUŽENJE**

Inovativne tehnologije donose značajne promjene u urbani okoliš povećavajući održivost i kvalitetu života građana. Jedna od ključnih prednosti implementacije tih tehnologija je smanjenje ekološkog otiska gradova. Pametni sustavi upravljanja energijom omogućuju učinkovitiju potrošnju energije, kao i integraciju obnovljivih izvora poput solarnih panela i vjetroelektrana, čime se smanjuju emisije štetnih plinova i ovisnost o fosilnim gorivima. Praćenje potrošnje energije u stvarnom vremenu putem pametnih mreža smanjuje energetske gubitke i povećava učinkovitost distribucije.

Nove tehnike ne samo da povećavaju energetske učinkovitost, već i poboljšavaju kontrolu vode. IoT senzori integrirani u sustave za upravljanje vodom omogućuju praćenje potrošnje vode, otkrivanje curenja i provjeru čistoće vode<sup>27</sup>. Ove informacije pomažu u brzom reagiranju na probleme, smanjuju rasipanje vode i osiguravaju visok standard kvalitete vode. U gradskim područjima gdje često nedostaje resursa, takva tehnologija igra ključnu ulogu u održivom upravljanju resursima.

Nadalje, korištenje pametnih tehnologija za upravljanje otpadom poboljšava učinkovitost prikupljanja i recikliranja otpada. Senzori za praćenje napunjenosti spremnika za otpad i automatski sustavi za razvrstavanje otpada omogućuju optimizaciju ruta prikupljanja otpada i povećanje stopa recikliranja, čime se smanjuju operativni troškovi, emisije iz vozila za prikupljanje otpada i količina otpada koja završava na odlagalištima<sup>28</sup>.

Tehnologije za praćenje i poboljšanje kvalitete zraka također imaju značajan utjecaj. Senzori za mjerenje kvalitete zraka omogućuju prikupljanje podataka o razini zagađenja, omogućujući gradskim vlastima brzo reagiranje i poduzimanje mjera za smanjenje zagađenja. To izravno poboljšava zdravlje i kvalitetu života stanovnika, čineći urbane

---

<sup>27</sup> <https://www.netakademija.hr/internet-stvari-iot-povezivanje-objekata-za-pametniji-svijet/> (25.05.2024.)

<sup>28</sup> <https://www.vgdanas.hr/grad/manji-troskovi-uz-cipirane-kante-i-smart-waste-senzore/> (25.05.2024.)



sredine sigurnijim i ugodnijim mjestima za život. Korištenjem ovih tehnologija, gradovi postaju otporniji na izazove modernog doba, postavljajući temelje za održivi razvoj i poboljšanje kvalitete života svojih stanovnika.

### **5.1.1. Poboljšanje kvalitete života stanovnika**

Moderna tehnološka poboljšanja ne samo da grade bolje strukture i promiču ekološki način života, već i izravno poboljšavaju svakodnevni život gradskih stanovnika. Primjena pametnih tehnoloških rješenja u raznim aspektima gradskog života stvara sigurnije, učinkovitije i ugodnije okruženje za ljude.

Zdravstvena skrb doživjela je velike promjene zahvaljujući naprednoj tehnologiji. Telemedicina i e-zdravlje olakšali su pristup medicinskim uslugama, posebno za starije osobe ili one koji se teško kreću<sup>29</sup>. Korištenjem IoT uređaja, pacijenti mogu pratiti svoje zdravstveno stanje u stvarnom vremenu, a podaci se mogu automatski slati njihovim liječnicima za brzu analizu i intervenciju ako je potrebno. Pametni gradski sustavi također pomažu u praćenju javnog zdravlja. Senzori kvalitete zraka i sustavi za praćenje okolišnih uvjeta mogu otkriti zagađenje i druge zdravstvene prijetnje, omogućujući brze odgovore i preventivne mjere. To izravno doprinosi smanjenju incidencije respiratornih i drugih bolesti povezanih s okolišem.

Pametni prometni sustavi značajno poboljšavaju svakodnevne vožnje građana. Optimizacija semafora, inteligentne navigacijske aplikacije i sustavi dijeljenja automobila smanjuju zagušenje prometa i skraćuju vrijeme putovanja. Nadalje, električna vozila i njihova infrastruktura za punjenje dodatno smanjuju zagađenje zraka i buku, stvarajući ugodnije životno okruženje. Sheme dijeljenja bicikala i e-romobila potiču održive metode prijevoza, smanjujući prometne gužve i emisije štetnih plinova. Gradovi poput Kopenhagena i Amsterdama uspješno integriraju biciklističke staze i dijeljene bicikle u svoje prometne sustave kako bi promovirali zdraviji način života i smanjili ovisnost o automobilima.

Pametne zgrade opremljene su sustavima za upravljanje energijom, sigurnošću i udobnošću koji koriste IoT tehnologije. Automatizirani sustavi za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju (HVAC) optimiziraju potrošnju energije i održavaju ugodnu temperaturu unutar zgrada, čime se smanjuju troškovi energije za stanare<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> <https://magazin.hrt.hr/zdravlje/telemedicina-lijecenje-na-daljinu-je-spas-za-bolesnike-11193024> (25.05.2024.)

<sup>30</sup> <https://www.danfoss.com/hr-hr/campaigns/dhs/hvac40/#tab-overview> (25.05.2024.)

Pametni sigurnosni sustavi uključujući kamere, senzore pokreta i pametne brave poboljšavaju sigurnost i daju stanarima veću kontrolu nad sigurnošću njihovih domova. Pametni domovi omogućuju stanarima daljinsko upravljanje uređajima putem pametnih telefona ili glasovnih asistenata, čime se povećava praktičnost i učinkovitost. Primjerice, stanari mogu upravljati osvjetljenjem, kućanskim uređajima i sigurnosnim sustavima čak i kada su izvan doma, što doprinosi povećanju sigurnosti i uštedi energije.

Tehnologija također igra važnu ulogu u jačanju društvene povezanosti i participacije građana u urbanim sredinama. Digitalne platforme omogućuju građanima da se lakše povezuju s lokalnom zajednicom, sudjeluju u odlučivanju i informiraju se o gradskim inicijativama. Mreže društvenih medija i aplikacije za zajedničko planiranje događaja omogućuju građanima da organiziraju i sudjeluju u društvenim i kulturnim aktivnostima, jačajući osjećaj zajedništva i pripadnosti. Gradovi koji koriste digitalne platforme za participativno upravljanje omogućuju građanima da izraze svoje mišljenje, predlažu projekte i sudjeluju u odlučivanju o prioritetima razvoja grada. To ne samo da povećava transparentnost i odgovornost vlasti, već i jača povjerenje između građana i njihovih predstavnika. Inovativne tehnologije također poboljšavaju pristupačnost i inkluzivnost urbanih sredina. Pametni gradski sustavi dizajnirani su tako da budu pristupačni za osobe s invaliditetom, starije osobe i druge ranjive skupine. Na primjer (slika 5), pametni pješački prijelazi opremljeni su zvučnim signalima i taktilnim pločama koje pomažu osobama s invaliditetom sigurno prelaziti ceste<sup>31</sup>. Digitalne platforme i aplikacije također pružaju važne informacije na pristupačan način, omogućujući svima da se lako kreću gradom i koriste javne usluge. Ove tehnologije pomažu u stvaranju inkluzivnijih zajednica gdje svi građani mogu uživati u jednakim mogućnostima i resursima.

---

<sup>31</sup> <https://pjesackiprijelazi.com/> (25.05.2024.)

**Slika 5 Pametni pješački prijelaz**



Izvor: <https://www.elefinetech.com/pelican-zebra-crossing-solar-wireless-crosswalk-pedestrian-push-button-traffic-light-system/> (25.05.2024.)

U zaključku, primjena inovativnih tehnologija u urbanim sredinama izravno doprinosi poboljšanju kvalitete života stanovnika, stvarajući sigurnije, zdravije i ugodnije okruženje. Te tehnologije omogućuju učinkovitije upravljanje resursima, poboljšavaju zdravlje, mobilnost, stanovanje i društvenu povezanost, čime se povećava ukupna dobrobit građana i postavlja temelj za održiviji urbani razvoj.

### **5.1.2. Održiva urbanizacija i zaštita okoliša**

Održiva urbanizacija i zaštita okoliša postali su ključni ciljevi za moderne gradove suočene s izazovima brze urbanizacije i klimatskih promjena. Primjena inovativnih tehnologija igra ključnu ulogu u postizanju ovih ciljeva, omogućujući gradovima da rastu na ekološki prihvatljiv način dok istovremeno štite prirodne resurse i poboljšavaju kvalitetu života svojih stanovnika. Jedan od najvažnijih aspekata održive urbanizacije je energetska učinkovitost. Pametne zgrade i infrastruktura koriste tehnologije za optimizaciju potrošnje energije, smanjenje otpada i integraciju obnovljivih izvora energije<sup>32</sup>. Na primjer, solarni paneli i vjetroturbine postavljeni na zgrade omogućuju lokalnu proizvodnju energije, smanjujući ovisnost o fosilnim gorivima i emisiju štetnih plinova. Pametni sustavi za upravljanje energijom u zgradama automatski prilagođavaju potrošnju energije prema

<sup>32</sup> <https://nobilis.hr/wp-content/uploads/2015/02/Brosura-integracija-obnovljivih-izvora-energije-s-pametnim-sustavima-tro%C5%A1ila-u-sklopu-pametnih-zgrada.pdf> (26.05.2024.)

trenutnim potrebama, čime se povećava energetska učinkovitost i smanjuju troškovi. Gradovi poput Barcelone i Singapura već primjenjuju ove tehnologije, koristeći pametne mreže za distribuciju energije i sustave za pohranu energije kako bi osigurali stabilnu i održivu opskrbu energijom. Ove inicijative ne samo da smanjuju emisije CO<sub>2</sub>, već i stvaraju otpornije energetske sustave koji mogu bolje odgovarati na rastuće energetske potrebe urbanih sredina. Upravljanje vodnim resursima je još jedan kritični aspekt održive urbanizacije. Inovativne tehnologije poput pametnih senzora i IoT uređaja omogućuju praćenje potrošnje vode, otkrivanje curenja i analizu kvalitete vode u stvarnom vremenu. Ovi sustavi pomažu u smanjenju gubitaka vode, povećanju učinkovitosti distribucije i osiguravanju visoke kvalitete vodoopskrbe. Najkvalitetnije gospodarenje oborinskom vodom za najveću otvorenu pozornicu u Latviji koriste sustave za upravljanje oborinskim vodama koji prikupljaju i ponovno koriste kišnicu za navodnjavanje javnih površina i druge nepitke potrebe<sup>33</sup>. Time se smanjuje opterećenje na gradske vodoopskrbne sustave i povećava otpornost na suše i druge klimatske izazove.

Zeleni prostori su ključni za održivu urbanizaciju jer poboljšavaju kvalitetu zraka, reguliraju temperature i pružaju staništa za urbanu biološku raznolikost<sup>34</sup>. Inovativne tehnologije omogućuju stvaranje i održavanje zelenih površina na učinkovitiji način. Na primjer, vertikalne farme i zeleni zidovi koriste hidroponske ili aeroponske sustave za uzgoj biljaka na zgradama, čime se maksimalno iskorištava ograničeni gradski prostor. Gradovi poput Singapura su vodeći u integraciji zelenih površina u urbanu infrastrukturu, s inicijativama kao što su zeleni krovovi i zeleni koridori koji povezuju parkove i prirodne rezervate. Ove zelene oaze ne samo da poboljšavaju estetsku privlačnost gradova, već i pružaju važne ekološke funkcije poput smanjenja toplinskog otoka i poboljšanja kvalitete zraka. Kombinacija ovih tehnologija omogućuje gradovima da razvijaju održive urbanističke planove koji uravnotežuju rast i zaštitu okoliša. Tako, inovativne tehnologije ne samo da unapređuju kvalitetu života stanovnika, već i osiguravaju dugoročnu održivost urbanih sredina, čuvajući resurse za buduće generacije.

---

<sup>33</sup> <https://www.pipelife.hr/projekti/sustavi-upravljanja-oborinskim-vodama-sve-popularniji-u-europi.html> (25.05.2024.)

<sup>34</sup> <https://zazelenimosplit.parkovi-st.hr/zelene-povrsine-poboljsavaju-kvalitetu-zraka-u-gradu/> (25.05.2024.)

### **5.1.3. Efikasnije upravljanje resursima i infrastrukturom**

Učinkovita upotreba resursa i upravljanje infrastrukturom unapređuju se kroz primjenu pametnih tehnologija u urbanim područjima što rezultira optimizacijom funkcija grada i poboljšanjem kvalitete života stanovnika. Pametni sustavi upravljanja energijom koriste senzore i algoritme za dinamičko prilagođavanje potrošnje energije potrebama grada. To uključuje optimizaciju uličnih svjetiljki, u javnim zgradama i stambenim prostorima, kao i modificiranje klimatizacije prema stvarnim potrebama. Integracija obnovljivih izvora energije poput solarnih panela na krovovima zgrada dodatno smanjuje ovisnost o fosilnim gorivima i smanjuje troškove energije za općinu. Senzori za praćenje kvalitete vode i sustavi kontrole opskrbe vodom omogućuju općinama učinkovitu upotrebu svojih vodnih resursa. Pametni sustavi za navodnjavanje javnih prostora koriste podatke o vremenu i zahtjevima biljaka kako bi minimizirali potrošnju vode.

Osim toga, sustavi za ponovnu upotrebu i pročišćavanje otpadnih voda pomažu u očuvanju pitke vode i smanjenju opterećenja na vodovodne sustave. Pametni prometni sustavi koriste podatke o prometu kako bi optimizirali protok vozila na cestama i smanjili gužve. Pametne semafore prilagođavaju se trenutnoj gustoći prometa, a aplikacije za javni prijevoz pružaju stvarno vrijeme dolaska vozila, olakšavajući putnicima planiranje putovanja. Uz to, sustavi za dijeljenje bicikala i električnih skutera potiču održivije načine prijevoza i smanjuju opterećenje na cestovnu infrastrukturu.

Pametna analitika i nadzor omogućuju gradovima prediktivno održavanje infrastrukture, sprječavajući probleme prije nego što postanu ozbiljni. Senzori na cestama mogu otkriti pukotine i rupe prije nego što dođe do ozbiljnijih oštećenja, dok sustavi za nadzor vodovodnih cijevi mogu detektirati curenja i pukotine prije nego što dođe do poplava ili gubitka vode.

### **5.1.4. Izazovi i prepreke u implementaciji modernih tehnologija**

Implementacija modernih tehnologija u urbana okruženja suočava se s brojnim izazovima i preprekama koje mogu usporiti ili čak onemogućiti uspješnu integraciju novih sustava i infrastrukture. Jedan od glavnih izazova je financiranje, jer implementacija inovativnih tehnologija često zahtijeva značajna ulaganja u nabavku opreme, razvoj softvera i obuku osoblja. Osim toga, postoje troškovi održavanja i nadogradnje sustava koji se moraju

uzeti u obzir. Mnogi gradovi se suočavaju s ograničenim proračunom i poteškoćama u osiguravanju dovoljnih sredstava za ulaganje u nove tehnologije<sup>35</sup>.

Drugi izazov je povezan s privatnošću i sigurnošću podataka. Kako se sve više informacija prikuplja putem senzora, kamera i drugih uređaja u urbanim sredinama, postaje ključno osigurati da se ti podaci pravilno čuvaju i koriste u skladu s relevantnim propisima o privatnosti. Građani često izražavaju zabrinutost zbog mogućeg kršenja privatnosti ili zloupotrebe njihovih osobnih podataka, što može dovesti do otpora prema implementaciji novih tehnologija. Tehnički izazovi također mogu biti prepreka uspješnoj integraciji modernih tehnologija u urbana okruženja. To uključuje pitanja interoperabilnosti između različitih sustava i platformi, nedostatak standardizacije u području IoT uređaja i senzora, kao i poteškoće u integraciji postojeće infrastrukture s novim tehnološkim rješenjima. Nedostatak stručnjaka za IT i tehnološke poslove također može usporiti implementaciju novih tehnologija, posebno u manjim gradovima ili regijama s manje razvijenim IT sektorom.

Politički i regulatorni izazovi mogu predstavljati prepreku za implementaciju modernih tehnologija u urbanim sredinama. To uključuje složenost procesa javne nabave, potrebu za promjenama zakona i propisa kako bi se podržala inovacija te političke sukobe oko prioriteta i financiranja projekata. Koordinacija između različitih razina vlasti i interesnih skupina također može biti izazovna, posebno u složenim urbanim ekosustavima s više dionika. Unatoč ovim izazovima, gradovi koji uspješno savladaju prepreke implementacije modernih tehnologija imaju priliku postati pametniji, održiviji i učinkovitiji, poboljšavajući kvalitetu života svojih stanovnika i stvarajući temelje za dugoročni urbanistički razvoj.

## **5.2. PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA U URBANIM SREDINAMA**

Primjena inovativnih tehnologija u urbanim sredinama predstavlja ključni faktor u suvremenom urbanističkom planiranju i razvoju gradova diljem svijeta. Ovi tehnološki napredci nude širok spektar mogućnosti za unaprjeđenje infrastrukture, usluga i kvalitete života stanovnika. Jedna od ključnih primjena inovativnih tehnologija je u području prometne infrastrukture. Pametni prometni sustavi koriste senzore, kamere i algoritme kako bi analizirali prometne tokove, pružali informacije o stanju prometne mreže i optimizirali

---

<sup>35</sup> Anđelinović, M., & Validžić, A. (2019). Perspektive razvoja tehnoloških inovacija kroz optimizaciju funkcije prodaje. Hrvatski časopis za osiguranje, (2), str. 21-35.

protok vozila. Integracija ovih sustava omogućuje smanjenje zastoja, povećanje sigurnosti prometa i smanjenje emisija štetnih plinova.

Nadalje, inovativne tehnologije mogu transformirati način na koji se upravlja energijom u urbanim sredinama. Pametni sustavi za upravljanje energijom omogućuju efikasnu distribuciju i potrošnju energije putem pametnih mreža i uređaja<sup>36</sup>. Osim toga, integracija obnovljivih izvora energije kao što su solarna i vjetrena energija može smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima i doprinijeti održivosti energetskog sektora. Primjena inovativnih tehnologija također može poboljšati javne usluge i komunalne sustave u urbanim područjima. Pametni sustavi za upravljanje otpadom omogućuju učinkovitije prikupljanje i recikliranje otpada, smanjujući opterećenje na odlagalištima i promovirajući održivo gospodarenje otpadom. Također, pametne infrastrukture za navodnjavanje, javnu rasvjetu i upravljanje vodom pružaju gradovima mogućnost optimizacije korištenja resursa i smanjenja troškova održavanja. Uz to, inovativne tehnologije mogu doprinijeti stvaranju sigurnijih i održivijih urbanističkih okruženja.

Pametni sustavi za video nadzor, detekciju požara i nadzor kvalitete zraka pružaju gradovima alate za brzu reakciju na izvanredne situacije i poboljšanje općeg osjećaja sigurnosti među građanima. Primjena inovativnih tehnologija u urbanim sredinama otvara vrata za stvaranje pametnih, održivih i povezanih gradova koji mogu zadovoljiti potrebe svojih stanovnika u 21. stoljeću. Međutim, kako bi se iskoristio puni potencijal ovih tehnoloških rješenja, potrebno je uskladiti političke, ekonomske i tehničke faktore te osigurati transparentnost i participaciju građana u procesima planiranja i implementacije. Nadalje, inovativne tehnologije mogu imati značajan utjecaj na ekonomski razvoj urbanog područja. Stvaranje "pametnih" gradova potiče razvoj tehnoloških industrija i privlači investicije u istraživanje i razvoj novih tehnoloških rješenja<sup>37</sup>. To može rezultirati stvaranjem novih radnih mjesta u sektorima poput informacijske tehnologije, inženjeringa, urbanog planiranja i javne administracije. Osim toga, pametni gradovi mogu privući i nove oblike turizma, kao što su "tehnološki turizam", gdje posjetitelji dolaze upoznati se s naprednim tehnološkim rješenjima koja se primjenjuju u urbanim sredinama.

Ipak, postoji niz izazova i prepreka koji mogu otežati primjenu inovativnih tehnologija u urbanim sredinama. Jedan od njih je digitalna podijeljenost, odnosno nejednaka dostupnost

---

<sup>36</sup> <https://smart.zagreb.hr/pages/strateska-podrucja-pametno-upravljanje-energijom-i-komunalnim-uslugama> (26.05.2024.)

<sup>37</sup> <https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/slike/Vijesti/2022/S3%20do%202029%20Tekst%20VRH%202023%2012%2013.pdf> (27.05.2024.)

i korištenje digitalnih tehnologija među različitim slojevima stanovništva. Nerazmjerni pristup internetu i digitalnim uređajima može rezultirati stvaranjem digitalnog jaza, gdje određene skupine građana ne mogu iskoristiti prednosti inovacija kao što su e-uprava, e-obrazovanje ili telemedicina. Osim toga, tehnološke inovacije mogu dovesti do gubitka radnih mjesta u tradicionalnim sektorima, poput proizvodnje ili trgovine. Automatizacija i digitalizacija procesa mogu rezultirati smanjenjem potrebe za radnom snagom u određenim industrijama, što može izazvati socijalne i ekonomske probleme u urbanim područjima<sup>38</sup>.

Također, postoji i pitanje etičkih i moralnih dilema koje proizlaze iz primjene inovativnih tehnologija u urbanim sredinama. Kako tehnologije poput umjetne inteligencije, praćene pomoću dronova i biometrijskog prepoznavanja postaju sve prisutnije, postavlja se pitanje privatnosti, sigurnosti podataka i mogućih zloupotreba tehnologije za nadzor i kontrolu građana. Stoga je važno razviti regulativni okvir i etičke smjernice koji će osigurati da se tehnologije primjenjuju na transparentan, odgovoran i poštovan način, uz poštovanje temeljnih ljudskih prava i sloboda.

### **5.2.1. Pametni sustavi za upravljanje otpadom**

Razvoj pametnih sustava za upravljanje otpadom ključna je inovacija u kontekstu suvremenog urbanog planiranja i upravljanja resursima. Ti sustavi integriraju napredne tehnologije kako bi poboljšali procese prikupljanja, obrade i zbrinjavanja otpada, istovremeno promovirajući održivost, učinkovitost i kvalitetu života u gradovima. Jedna od osnovnih komponenti pametnih sustava za upravljanje otpadom su senzori koji su integrirani unutar ili na spremnicima za otpad<sup>39</sup>. Ti senzori u stvarnom vremenu nadziru razinu punjenja spremnika i šalju relevantne podatke u centralni sustav. Na temelju tih informacija, operatori mogu dinamički planirati rute prikupljanja otpada, optimizirati raspored vozila i smanjiti troškove kako bi podigli svijest javnosti ili unaprijedili sustav recikliranja. Osim praćenja razine napunjenosti, pametni sustavi za upravljanje otpadom koriste se i naprednom analitikom podataka kako bi identificirali obrasce generiranja otpada i potrošnje u urbanim područjima. Analizirajući te podatke, gradski planeri mogu identificirati područja s visokom potrošnjom, potencijalne točke preopterećenja i prilike za optimizaciju procesa. Primjerice, mogu se identificirati područja s visokom potrošnjom hrane ili nepravilno odbačenog otpada te se poduzeti ciljane mjere kako bi se educirala javnost ili poboljšao sustav recikliranja.

---

<sup>38</sup> <https://hdo.hr/2022/12/20/automatizacija-i-robotika-naglas-i-iz-casopisa-maintworld-3-4-2022/> (27.05.2024.)

<sup>39</sup> <https://smart-ri.hr/smart-waste-pametna-sustav-gospodarenja-otpadom/> (27.05.2024.)

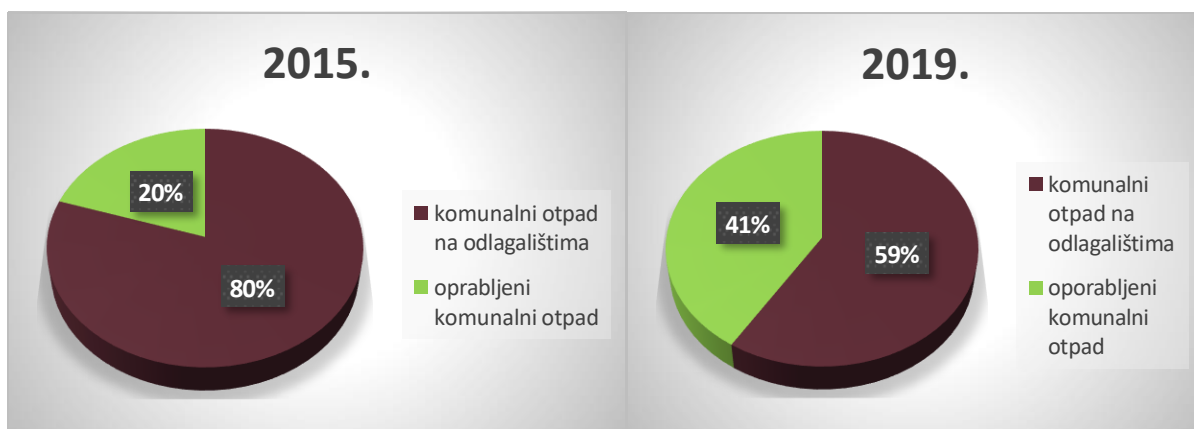


Jedna od ključnih prednosti pametnih sustava za upravljanje otpadom je mogućnost smanjenja operativnih troškova i povećanja učinkovitosti prikupljanja otpada<sup>40</sup>. Tradicionalni sustavi prikupljanja često su statični i ne uvažavaju promjene u potrošnji i generiranju otpada. S druge strane, pametni sustavi omogućuju dinamičko prilagođavanje potrebama grada i optimizaciju resursa, čime se smanjuje potrošnja goriva, emisije stakleničkih plinova i troškovi prikupljanja. Pametni sustavi za upravljanje otpadom također pružaju mogućnosti za poboljšanje interakcije s građanima i povećanje svijesti o recikliranju i održivom postupanju s otpadom. Putem pametnih aplikacija ili online platformi, građani mogu pratiti svoje navike u upravljanju otpadom, pristupiti informacijama o recikliranju i zbrinjavanju otpada te sudjelovati u programima edukacije. Tako, pametni sustavi potiču aktivno sudjelovanje građana u procesima očuvanja okoliša i promiču kulturu održivosti u urbanim sredinama.

Ukratko, pametni sustavi za upravljanje otpadom predstavljaju ključnu tehnološku inovaciju koja omogućuje gradovima da efikasnije upravljaju otpadom, smanje operativne troškove i promiču održivost u urbanim područjima. Kroz integraciju senzora, analitike podataka i interaktivnih platformi, ovi sustavi omogućuju dinamičko prilagođavanje potrebama grada, poboljšanje kvalitete usluga i stvaranje održivijih urbanih ekosustava.

U prikazanom grafu 1 navedeni su podaci o gospodarenju otpadom u RH.

**Graf 1 Udio komunalnog otpada odloženog na**



Izvor:

[https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06\\_integrirane/dokumenti/ond\\_hrv/2021\\_05%20Infografike\\_FINAL.pdf](https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/ond_hrv/2021_05%20Infografike_FINAL.pdf) (27.05.2024.)

<sup>40</sup> <https://lidermedia.hr/ukratko/pametno-gospodarenje-otpodom-zelena-rjesenja-za-efikasnije-poslovanje-149022> (27.05.2024.)

Od 2015. do 2019. godine ukupne količine komunalnog otpada u Hrvatskoj povećane su za 9,5 %. Tijekom tog razdoblja, prosječni stanovnik Hrvatske godišnje proizvede 444 kg komunalnog otpada, dok je prosjek u EU-27 oko 502 kg godišnje. Udio komunalnog otpada koji se odlaže na odlagališta smanjen je s 80 % u 2015. godini na 59 % u 2019. godini. Istodobno, udio uporabljenog komunalnog otpada povećan je za 12 %<sup>41</sup>. Od šest sustava posebnih kategorija otpada za koje je uvedena naknada proizvođača, sustavi za elektronički otpad, baterije, gume i vozila pokazuju dobre rezultate. Međutim, potrebno je unaprijediti sustave za otpadna ulja i ambalažu kako bi se postigli bolji rezultati. Stopa recikliranja ambalažnog otpada u 2019. godini iznosila je 49 %, a cilj je do 2025. godine dosegnuti stopu od 65 %. Od 2005. do 2019. godine zatvorena su 224 odlagališta otpada, a preostalo je još 93 aktivna odlagališta. Broj saniranih odlagališta porastao je na 189, što je devet više nego 2015. godine. Trenutno su u funkciji dva centra za gospodarenje otpadom, Marinščina i Kaštijun, dok su dva nova centra, Bikarac i Biljane Donje, u izgradnji.

Ovi podaci ukazuju na određeni napredak u upravljanju komunalnim otpadom, ali ističu i potrebu za daljnjim poboljšanjima, posebno u segmentima koji zaostaju, kao što su otpadna ulja i ambalaža. S obzirom na ambiciozne ciljeve recikliranja i smanjenja odlaganja otpada, važno je nastaviti s naporima za unaprjeđenje sustava gospodarenja otpadom i povećanje svijesti javnosti o važnosti pravilnog zbrinjavanja otpada.

### **5.2.2. Pametna rasvjeta i energetska učinkovitost**

Pametna rasvjeta predstavlja ključnu komponentu modernih urbanih sustava koji teže energetske učinkovitosti, ekološkoj održivosti i poboljšanju kvalitete života u gradovima. Ova tehnološka inovacija transformira način na koji se upravlja osvjetljenjem u urbanim sredinama, pružajući brojne prednosti u smislu smanjenja potrošnje energije, troškova održavanja i negativnog utjecaja na okoliš. Jedna od ključnih karakteristika pametne rasvjete je mogućnost prilagodbe osvjetljenja prema stvarnim potrebama i uvjetima u urbanom okruženju. Pametni senzori omogućuju rasvjetnim sustavima da automatski prilagođavaju intenzitet svjetla na temelju prisutnosti ljudi, prometnih tokova, vremenskih uvjeta i drugih parametara<sup>42</sup>. Tako, rasvjeta se može dinamički kontrolirati kako bi se osiguralo optimalno osvjetljenje uz minimalnu potrošnju energije. Osim prilagodljivosti, pametna rasvjeta koristi

---

<sup>41</sup> Izvor:

[https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06\\_integrirane/dokumenti/ond\\_hrv/2021\\_05%20Infografike\\_FINAL.pdf](https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/ond_hrv/2021_05%20Infografike_FINAL.pdf) (27.05.2024.)

<sup>42</sup> <https://www.andivi.eu/senzori-osjetnici/senzori-pokreta-senzori-prisutnosti-senzori-osvijetljenosti/> (27.05.2024.)

napredne tehnologije poput LED rasvjetnih tijela i centraliziranog upravljanja kako bi maksimizirala energetska učinkovitost. LED rasvjeta troši znatno manje energije od tradicionalnih žarulja, pružajući istovremeno bolju kvalitetu svjetla i duži vijek trajanja. Centralizirani sustavi upravljanja omogućuju nadzor nad svim rasvjetnim točkama u gradu iz jednog mjesta, što omogućuje optimizaciju potrošnje energije, rano otkrivanje kvarova i brzu intervenciju.

Pametna rasvjeta također pruža mogućnosti za smanjenje light pollution-a, odnosno neželjenog osvjetljenja koje remeti noćni pejzaž i utječe na bioraznolikost. Precizna kontrola intenziteta i smjera svjetla omogućuje gradovima da smanje light pollution i stvore ugodnije i sigurnije noćno okruženje za svoje stanovnike i životinjski svijet. Isto tako, pametna rasvjeta može doprinijeti povećanju sigurnosti u urbanim sredinama. Pametni senzori detektiraju pokrete i aktiviraju svjetla u slučaju sumnjive aktivnosti, pružajući dodatni sloj sigurnosti na javnim mjestima, parkiralištima i stambenim područjima. Također, rasvjeta se može prilagoditi prometnim tokovima kako bi se osigurala bolja vidljivost i smanjio rizik od nesreća u prometu.

Pametna rasvjeta predstavlja ključnu tehnološku inovaciju koja omogućuje gradovima da postanu energetski učinkovitiji, ekološki održiviji i sigurniji. Kroz integraciju pametnih senzora, LED tehnologije i centraliziranog upravljanja, ovi sustavi pružaju mogućnosti za smanjenje potrošnje energije, light pollution-a i troškova održavanja, stvarajući istovremeno ugodnije i sigurnije urbano okruženje za sve građane<sup>43</sup>. Jedna od glavnih prednosti pametne rasvjete je njezina sposobnost prilagodbe promjenjivim uvjetima i potrebama. Pametni senzori omogućuju rasvjetnim sustavima da automatski reguliraju intenzitet svjetla ovisno o prisutnosti ljudi ili vanjskim uvjetima poput vremenskih prilika. Ovo dinamičko prilagođavanje osigurava učinkovitu potrošnju energije, jer se svjetla neće nepotrebno paliti ili ostavljati upaljena u praznom prostoru. U konačnici, pametna rasvjeta predstavlja integrirani pristup upravljanju energijom i osvjetljenjem u urbanim područjima, koji pruža brojne prednosti u smislu energetske učinkovitosti, zaštite okoliša, smanjenja troškova i poboljšanja sigurnosti. Njezina implementacija ne samo da doprinosi održivosti gradova, već i stvara ugodnije i sigurnije okruženje za život i rad njihovih stanovnika.

---

<sup>43</sup> <https://www.universitas-portal.hr/umjetna-inteligencija-za-ustede-u-gradskoj-rasveti/> (27.05.2024.)

### 5.2.3. Digitalizacija javnih usluga i participativno planiranje

Digitalizacija javnih usluga i participativno planiranje su ključni elementi transformacije urbanih sredina u 21. stoljeću<sup>44</sup>. Digitalizacija javnih usluga podrazumijeva korištenje informacijskih i komunikacijskih tehnologija kako bi se poboljšala dostupnost, učinkovitost i transparentnost javnih usluga koje pružaju gradovi svojim stanovnicima. Putem digitalnih platformi i aplikacija građani mogu pristupiti različitim uslugama poput e-uprave, e-zdravstva, e-obrazovanja ili e-mobilnosti na jednostavan i brz način, bez potrebe za fizičkim odlaskom na šaltere ili institucije.

Participativno planiranje, s druge strane, podrazumijeva uključivanje građana u procese donošenja odluka o urbanom razvoju i planiranju. Digitalne tehnologije omogućuju gradovima da stvore platforme za sudjelovanje građana, gdje mogu izražavati svoje stavove, prijedloge i ideje o razvoju svojih lokalnih zajednica. Putem online anketa, javnih konzultacija, virtualnih radionica ili interaktivnih mapa građani mogu aktivno sudjelovati u oblikovanju urbanih politika, infrastrukture i projekata, što rezultira reprezentativnijim procesom planiranja.

Integracija digitalizacije javnih usluga i participativnog planiranja omogućuje gradovima da stvore otvorene i transparentne sustave upravljanja, koji osnažuju građane da postanu aktivni sudionici u oblikovanju budućnosti svojih zajednica. Kroz ovaj participativni pristup, gradovi mogu bolje razumjeti potrebe i preferencije svojih stanovnika te prilagoditi svoje politike i projekte kako bi odgovorili na stvarne izazove i aspiracije lokalne zajednice. Osim toga, digitalizacija javnih usluga omogućuje gradovima da efikasnije prikupljaju, analiziraju i koriste podatke o potrebama i ponašanju građana kako bi informirali svoje odluke i prioritete u urbanom razvoju. Digitalizacija javnih usluga i participativno planiranje predstavljaju ključne mehanizme za stvaranje inkluzivnih, reprezentativnih i održivih urbanih sredina u kojima građani imaju priliku aktivno sudjelovati u oblikovanju svoje budućnosti. Kroz integraciju digitalnih tehnologija u procese upravljanja i planiranja, gradovi mogu izgraditi otvorene i transparentne sustave koji promiču demokratske vrijednosti, participaciju građana i socijalnu inkluziju, čime se stvara temelj za prosperitet i dobrobit svih svojih stanovnika.

---

<sup>44</sup> <https://www.udruga-gradova.hr/wordpress/wp-content/uploads/2022/01/Planiranje-integriranog-urbanog-razvoja-2021.pdf> (27.05.2024.)

## 6. TENDENCIJE RAZVOJA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA

Trendovi razvoja inovativnih tehnologija oblikuju način na koji se svijet kreće prema naprijed. U današnjem dinamičnom svijetu, tehnološke inovacije ne samo da mijenjaju način na koji radimo i živimo, već i postavljaju temelje za buduće napretke. Jedan od ključnih trendova je brzina razvoja umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja, što omogućuje računalima da uče iz iskustava i autonomno rješavaju probleme<sup>45</sup>. Paralelno s tim, Internet stvari (IoT) postaje sveprisutan, omogućavajući povezivanje različitih uređaja i sustava kako bi se olakšalo praćenje, upravljanje i optimizacija procesa. Nezaustavljiv napredak u području robotike otvara vrata novim mogućnostima u industriji, medicini, pa čak i u svakodnevnom životu. Nadalje, blockchain tehnologija donosi revoluciju u načinu na koji se podaci pohranjuju i dijele, nudeći sigurnost, transparentnost i decentralizaciju. S druge strane, energetske inovacije, poput razvoja obnovljivih izvora energije i napredaka u baterijskoj tehnologiji, ključne su za održivu budućnost. Ovi trendovi predstavljaju samo nekoliko od mnogih koje oblikuju našu tehnološku budućnost i otvaraju put ka novim mogućnostima i izazovima.

U suvremenom dobu, primjetna je sve veća promjena u percepciji alternativnih prijevoznih izazova, posebno u kontekstu gradskog prometa. Iz tih promjena proizašla su rješenja poput izgradnje autocesta te kasnije inicijativa za brza rješenja, kao što je JGP. Ovaj interes za alternativama naglašava potrebu za upravljanjem potražnjom.

Učinkovitije planiranje prijevoza zahtijeva sustavni pristup, s posebnim naglaskom na detaljno proučavanje implikacija. To uključuje integraciju automobilske i ekološke planiranja na nacionalnoj, gradskoj i lokalnoj razini. Tradicionalna prijevozna politika naglašavala je alternativne načine prijevoza koji bi najviše koristili grupama putnika. Institucije moraju pratiti demografske i ekonomske trendove koji proizlaze iz postindustrijskog razvoja.

Važni trendovi koji utječu na urbanu transformaciju uključuju povećanje broja domaćinstava i stanovništva, smanjenje obiteljskih struktura, rast broja pojedinaca koji žive sami, te porast aktivnosti poput rekreacije i posjeta restoranima. Također, primjetan je rast umirovljeničke populacije. Buduća politika mora se temeljiti na temeljitijoj i manje strogo analizom izravnih i neizravnih veza između prijevoza i ostalih komponenti urbane infrastrukture. Oni koji su educirani u području urbane geografije i urbanog prometa bit će

---

<sup>45</sup> <https://www.retaildna.hr/novosti/umjetna-inteligencija-i-odrzivost-megatrendovi-koji-transformiraju-maloprodaju/> (03.05.2024.)

bolje pripremljeni za sveobuhvatnu sintezu potrebnu za preoblikovanje urbanih sustava u budućnosti<sup>46</sup>.

## 6.1. INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE PROMJENE

U posljednjem desetljeću, razvoj komunikacijskih i informacijskih tehnologija doživio je značajan napredak, mijenjajući dinamiku i obrasce života te generirajući sve veći interes i potrebu za njihovom primjenom. Ulaganjem i unapređenjem komunikacijskih i informacijskih tehnologija, posebno u području ICT-a (Informacijskih i komunikacijskih tehnologija), mijenja se i ponuda poslovanja u prometu. ICT obuhvaća širok spektar tehnologija, uključujući fiksne i mobilne komunikacije, umjetnu inteligenciju te robotiku. Ovaj napredak odvodi svijet u digitalno doba, gdje je tehnologija neophodna za gotovo svaki aspekt života, uključujući i prometni sustav<sup>47</sup>.

U novom digitalnom dobu, mobilni uređaji postali su naši neizostavni pratitelji, a mobilne mreže postale su temelj povezanosti u prometu. Uvođenje 5G mreže obećava revoluciju u brzini, pouzdanosti i kapacitetu mobilne komunikacije, što će omogućiti stvarno-vremensku razmjenu podataka između vozila, prometne infrastrukture i drugih sudionika u prometu. Osim toga, 5G će potaknuti razvoj inovativnih tehnologija poput umjetne inteligencije, interneta stvari (IoT) i naprednih senzorskih sustava, što će dodatno unaprijediti sigurnost, učinkovitost i udobnost u prometu.

Mobilne mreže, koje su postale ključne za suvremeni život, imaju ogroman utjecaj na način kako se obavlja prijevoz. Razvoj mobilnih uređaja i mreža proteklih godina demonstrira impresivan tehnološki skok. Primjerice, uvođenje 5G mreže, koja je tisuću puta brža od prethodne 4G mreže, otvara vrata za naprednu primjenu umjetne inteligencije i pametnih gradskih infrastruktura, potičući inovacije u prometu<sup>48</sup>. Osim toga, mobilne mreže omogućuju komunikaciju u inteligentnim sustavima, kao što je ITS-G5, koji se koristi za povećanje sigurnosti na cestama. No, unatoč napretku, postoje izazovi poput nemogućnosti praćenja vozila jer sustav nije povezan na server.

Primjena mobilnih mreža u inteligentnim transportnim sustavima (ITS) otvara vrata novim mogućnostima, poput kooperativnog sustava za upravljanje prometom. Ovaj sustav omogućuje vozilima i infrastrukturi da međusobno komuniciraju i razmjenjuju informacije,

---

<sup>46</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa 2, Zagreb, 2008., str. 244.

<sup>47</sup> Rouse M., ICT (Information and communications technology, or technologies), Techtargget Network, 2016 <https://www.techtargget.com/searchcio/definition/ICT-information-and-communications-technology-or-technologies> (05.05.2024.)

<sup>48</sup> <https://ec.europa.eu> (05.05.2024.)

što rezultira boljom prilagodbom prometnih uvjeta, smanjenjem gužvi i minimiziranjem prometnih nesreća. Implementacija 5G mreže i ITS-a predstavlja ključni korak prema razvoju potpuno autonomnog prometa i pametnih gradova. Slika broj 5 prikazuje način funkcioniranja 5G mreže.

Slika 6 Način rada 5G mreže



Izvor: <https://westcottspacecluster.org.uk/centres/future-networks-development-centre/what-is-5g/>

(05.05.2024.)

Nadalje, ICT tehnologija omogućava razvoj alternativnih oblika prijevoza, poput električnih vozila, dijeljenih prometnih usluga i pametnih transportnih rješenja. Elektrifikacija voznog parka, potaknuta inovacijama u području baterijske tehnologije i energetske učinkovitosti, pruža održivo rješenje za smanjenje emisija CO<sub>2</sub> i poboljšanje kvalitete zraka u urbanim sredinama. Pametne transportne aplikacije, poput aplikacija za dijeljenje vožnje, usmjeravanje prometa i rezervaciju prijevoza, olakšavaju svakodnevno putovanje i doprinose smanjenju prometnih zagušenja.

Uz sve prednosti koje donosi, razvoj ICT tehnologija u prometu suočava se i s izazovima, uključujući pitanja sigurnosti podataka, privatnosti korisnika, infrastrukturnih investicija i regulatornog okvira. Stoga je važno kontinuirano ulaganje u istraživanje i razvoj, uspostavljanje standarda i propisa te suradnja između javnog i privatnog sektora kako bismo osigurali održiv, pametan i siguran prometni sustav za buduće generacije. U zaključku, ICT tehnologija sve je prisutnija u prometu, obećavajući povećanje kapaciteta i sigurnosti prometne infrastrukture<sup>49</sup>. Razvoj i primjena ovih sustava ključni su za budućnost prometa, nudeći inovativna rješenja za izazove modernog društva.

<sup>49</sup> Pešid I., Kojid R., The role of ICT in monitoring and solving traffic issues, 2012., Innovative Issues and Approaches in Social Sciences, Volume 5., No. 2, str. 186

## 6.2. NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETNICAMA

Kontrola nadzora prometnica obuhvaća sustave koji prikupljaju podatke i analiziraju informacije vezane uz trenutno stanje prometa, vremenske uvjete, tok prometa, infrastrukturu i opasnosti na cestama<sup>50</sup>. Ovi sustavi omogućuju brzu reakciju na incidentne situacije i optimizaciju prometnog toka, povećavajući tako učinkovitost korištenja prometnica.

Primjena ovakvih sustava obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- Upravljanje prometom između gradova i javnim prijevozom.
- Kontrola i nadzor nad sensorima na cestama radi kontrole brzine vozila.
- Prilagodba senzora na cestama uvjetima prometnica i upravljanje voznim parkom i tranzitnim vozilima.

Ovaj sustav temelji se na prikupljanju podataka o intenzitetu prometa, stanju prometnica, vremenskim uvjetima, zagušenjima na čvorovima ili incidentima te na rasporedu javnog gradskog prijevoza. Kada se procijeni stanje, sustav prosljeđuje relevantne informacije o zagušenjima, nesrećama, tranzitnom prometu i drugim informacijama o vozilima u pokretu vozačima, putnicima i ostalima.

## 6.3. IMPLEMENTACIJA TRACKING SUSTAVA NA PROMETNICAMA

Sustav praćenja (Tracking sustav) koji se temelji na kombinaciji tehnologija GPRS-a i GPS-a predstavlja jedan od najnaprednijih alata za upravljanje voznim parkom i nadzor tereta tijekom transporta<sup>51</sup>. Ova inovativna tehnologija omogućuje detaljno praćenje kretanja vozila i robe u stvarnom vremenu, pružajući korisnicima dublji uvid u logistiku i optimizirajući troškove transporta.

Jedna od ključnih prednosti ovog sustava je lakoća upotrebe, što ga čini pristupačnim i korisnim za različite vrste prijevoza i logističke operacije. Kroz integraciju GPRS-a i GPS-a, sustav omogućuje precizno praćenje lokacije vozila te pruža detaljne informacije o stanju tereta, uključujući temperaturu, vlažnost i ostale važne faktore koji mogu utjecati na kvalitetu prijevoza. Osim toga, sustav pruža mogućnost daljinskog nadzora nad teretom, što je posebno korisno u slučajevima kada je roba osjetljiva na određene kemijske ili fizičke utjecaje. Tako, korisnici mogu osigurati siguran i pouzdan transport robe te spriječiti moguće štete ili gubitke tijekom prijevoza.

<sup>50</sup> <https://hrcak.srce.hr/219999> (18.05.2024.)

<sup>51</sup> <http://www.termobil.hr> (18.05.2024.)



Jedna od ključnih komponenti ovog sustava je inteligentno sučelje za upravljanje voznim parkom, koje omogućuje korisnicima praćenje i kontrolu nad svim ključnim parametrima vozila i tereta. Putem kontrolne ploče na računalu, korisnici mogu pratiti parametre poput brzine, potrošnje goriva, stanja rashladnog sustava te druge važne informacije koje utječu na troškove i efikasnost transporta.

Integracija ovog sustava u poslovne operacije pruža brojne prednosti, uključujući smanjenje troškova održavanja i goriva, optimizaciju ruta, poboljšanje sigurnosti i smanjenje rizika od gubitka ili oštećenja tereta. Sve to dovodi do povećanja konkurentnosti i učinkovitosti poslovanja, što ga čini neizostavnim alatom za moderne logističke operacije.

#### **6.4. PRIMJERI TELEMATSKIH RJEŠENJA NA PROMETNICAMA**

Telematska rješenja su postala ključna komponenta modernih prometnih sustava, omogućujući naprednu kontrolu, nadzor i optimizaciju prometa. Nadalje su navedeni različiti primjeri telematskih rješenja koja se primjenjuju na prometnicama diljem svijeta, kako bi se povećala sigurnost, smanjile gužve i poboljšala učinkovitost prometnih sustava.

##### **1. Inteligentni Transportni Sustavi (ITS)**

Pametni transportni sustavi (ITS) koriste modernu tehnologiju za poboljšanje korištenja cesta. Ciljevi ITS-a su uglavnom povećati sigurnost na cestama, smanjiti prometne gužve i ponuditi točne podatke korisnicima<sup>52</sup>. Određena značajna ITS rješenja uključuju:

- **Sustavi upravljanja prometom:** Sustavi poput ovih koriste senzore, kamere i druge uređaje za prikupljanje podataka o prometu u stvarnom vremenu. Podaci se analiziraju i zatim koriste za optimizaciju protoka prometa uključujući podešavanje semafora i pružanje informacija vozačima putem dinamičnih, promjenjivih prometnih znakova.
- **Informacijski sustavi za putnike (Traveler Information Systems - TIS):** Ovi sustavi putnicima daju informacije o prometu, vremenu, uvjetima na cestama i alternativnim rutama koje su potrebne putem različitih medija poput interneta, mobilnih aplikacija i promjenjivih prometnih znakova.

---

<sup>52</sup> Mandžuka, Sadko

Inteligentni transportni sustavi (ITS) // Hrvatska tehnička enciklopedija (u pripremi). 2018.

## 2. Elektronički Sustavi Naplate (Electronic Toll Collection - ETC)

Elektronički sustavi naplate omogućuju automatsku naplatu cestarine bez potrebe za zaustavljanjem vozila. Ova tehnologija koristi radiofrekvencijsku identifikaciju (RFID) ili automatsko prepoznavanje registarskih oznaka za identifikaciju vozila i naplatu naknada. Primjeri uključuju:

- **EZ-Pass (SAD):** Sustav koji koristi RFID tehnologiju za automatsku naplatu cestarine na autocestama, mostovima i tunelima. Vozači s EZ-Pass transponderom mogu prolaziti kroz naplatne postaje bez zaustavljanja, što smanjuje zastoje i emisije<sup>53</sup>.
- **Via-T (Europa):** Sličan sustav koristi se u Europi, omogućujući interoperabilnost između različitih zemalja i operatora naplate cestarine, čime se olakšava putovanje kroz više država.

## 3. Sustavi za Upravljanje Incidentima

Sustavi za upravljanje incidentima koriste tehnologiju za brzu detekciju i odgovor na prometne incidente kao što su nesreće, kvarovi vozila i opasni uvjeti na cestama<sup>54</sup>. Komponente ovih sustava uključuju:

- **Detekcija nesreća u stvarnom vremenu:** Korištenjem kamera i senzora, sustavi mogu brzo identificirati nesreće i obavijestiti hitne službe kako bi se smanjilo vrijeme odgovora i spriječile dodatne nesreće.
- **Kontrola pristupa i preusmjeravanje prometa:** Promjenjivi prometni znakovi i semafori mogu se koristiti za preusmjeravanje prometa s mjesta incidenta i upravljanje gužvama koje mogu nastati kao posljedica nesreća.

## 4. Pametni Semafori

Pametni semafori koriste senzore i algoritme za prilagodbu vremena trajanja svjetla u stvarnom vremenu, ovisno o trenutačnom prometnom opterećenju. Ova tehnologija može značajno smanjiti zastoje i emisije štetnih plinova. Primjeri uključuju:

---

<sup>53</sup> <https://www.e-zpassiag.com/> (20.06.2024.)

<sup>54</sup> <https://www.cert.hr/wp-content/uploads/2009/06/CCERT-PUBDOC-2009-06-266.pdf> (20.06.2024.)

- **Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS):** Sustav koji dinamički prilagođava semafore kako bi optimizirao protok prometa. SCATS koristi podatke prikupljene sa senzora u cestama i na semaforima za prilagodbu signala u stvarnom vremenu<sup>55</sup>.
- **Adaptive Traffic Control System (ATCS):** Sličan sustav koji koristi napredne algoritme za prilagodbu signala semafora kako bi smanjio zastoje i poboljšao protok prometa<sup>56</sup>.

## 5. Integrirani Sustavi za Javnu Sigurnost

Integrirani sustavi za javnu sigurnost koriste telematske tehnologije za koordinaciju između različitih službi, kao što su policija, vatrogasci i hitna medicinska pomoć. Ovi sustavi omogućuju:

- **Brzu razmjenu informacija:** Sustavi omogućuju brzu razmjenu informacija između različitih službi putem integriranih komunikacijskih mreža, čime se poboljšava odgovor na hitne situacije.
- **Upravljanje resursima u stvarnom vremenu:** Korištenjem GPS-a i drugih tehnologija, sustavi mogu pratiti položaj i status vozila hitnih službi, omogućujući učinkovitiju raspodjelu resursa.

Telematska rješenja pružaju širok spektar mogućnosti za poboljšanje prometnih sustava, od smanjenja zastoja i povećanja sigurnosti do optimizacije naplate cestarina i upravljanja incidentima. Integracijom naprednih tehnologija i kontinuiranim razvojem novih rješenja, telematika će nastaviti imati ključnu ulogu u razvoju modernih prometnih mreža.

## 6.5. SUSTAVI TVRTKE ALARMAUTOMATIKA

U suvremenim gradovima, upravljanje prometom i sigurnost cestovnog prometa postali su ključni izazovi zbog sve većeg broja vozila i povećane složenosti prometnih sustava. Tvrtka Alarm automatika se kroz CEKOM projekt posvetila razvoju i implementaciji naprednih telematskih rješenja za detekciju incidenata i anomalija u prometu.

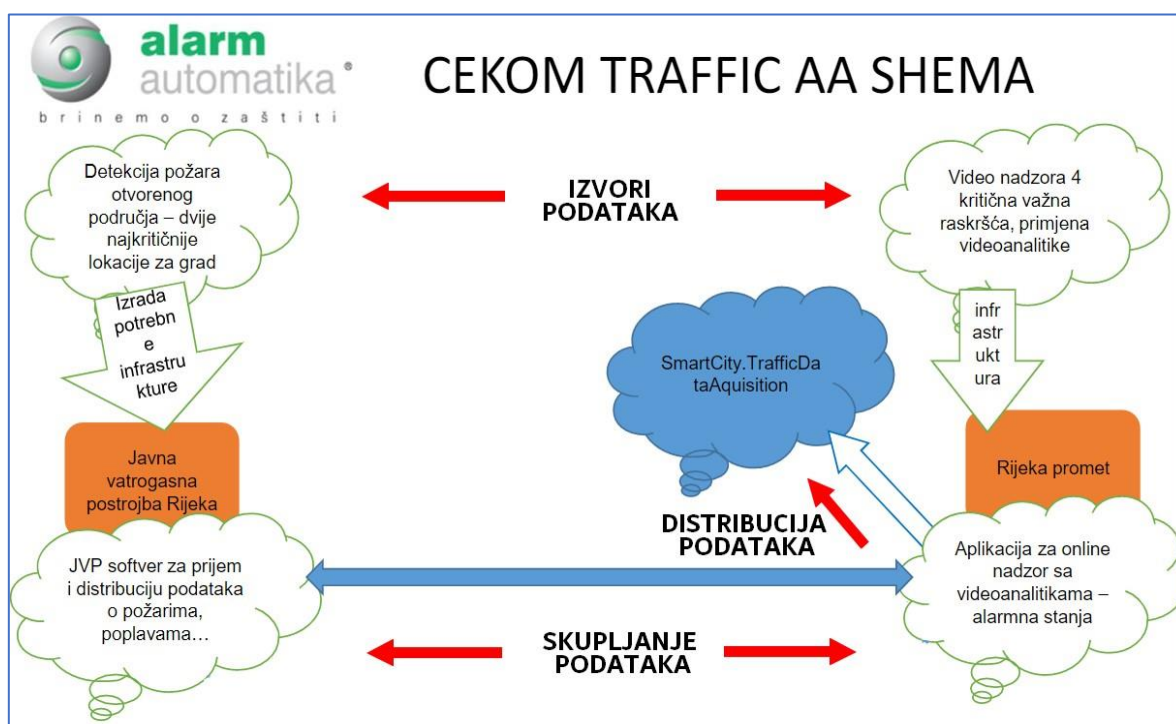
<sup>55</sup> <https://www.scats.nsw.gov.au/home> (20.06.2024.)

<sup>56</sup> <https://www.efftronics.com/adaptive-traffic-control-system> (20.06.2024.)

U ovom poglavlju analizira se primjena rješenja na primjeru projekta „Pametni grad Rijeka“ te rezultate koje su donijela njihova napredna rješenja.

Prema podacima Europske komisije za mobilnost i promet, Hrvatska je u 2021. godini zabilježila 72 smrtna slučaja u prometu na milijun stanovnika, što je znatno iznad prosjeka EU-a (44 smrtna slučaja na milijun stanovnika) i predstavlja četvrtu najveću stopu među EU-27 zemljama. Ovi alarmantni podaci istaknuli su potrebu za unapređenjem prometne sigurnosti i smanjenjem broja nesreća putem naprednih tehnoloških rješenja. CEKOM projekt "Pametni grad Rijeka" s budžetom od oko 150 milijuna kuna tijekom tri godine (2020-2023) uključivao je šest istraživačkih projekata usmjerenih na sigurnost, energetska efikasnost, zaštitu okoliša i pametna prometna rješenja kao što je prikazano na shemi.

Shema 1 Prikaz CEKOM traffic projekta



Izvor: Prezentacija „Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta”

Dražena Keresteny, mag. ing. el. (28.06.2024.)

Alarm automatika sudjelovala je u ovom projektu s tri ključna zadatka<sup>57</sup>:

1. **Unaprjeđenje prometa u Rijeci** - Nadzor i analitika na četiri raskršća.
2. **Unaprjeđenje javnog gradskog prijevoza** - Brojanje putnika i sigurnost vozila.
3. **Prevenција i smanjenje posljedica požara** - Rana detekcija požara na dvije lokacije.

Jedan od glavnih ciljeva projekta bila je optimizacija rada raskrižja u Rijeci putem napredne prometne analitike i sustava za detekciju incidenata. Ovi sustavi koriste kamere visoke rezolucije za prepoznavanje registarskih oznaka vozila, detekciju usporavanja i gužvi, te automatsku detekciju incidenata (AID). Kamere koje koristi Alarm automatika imaju sljedeće karakteristike (slika 7):

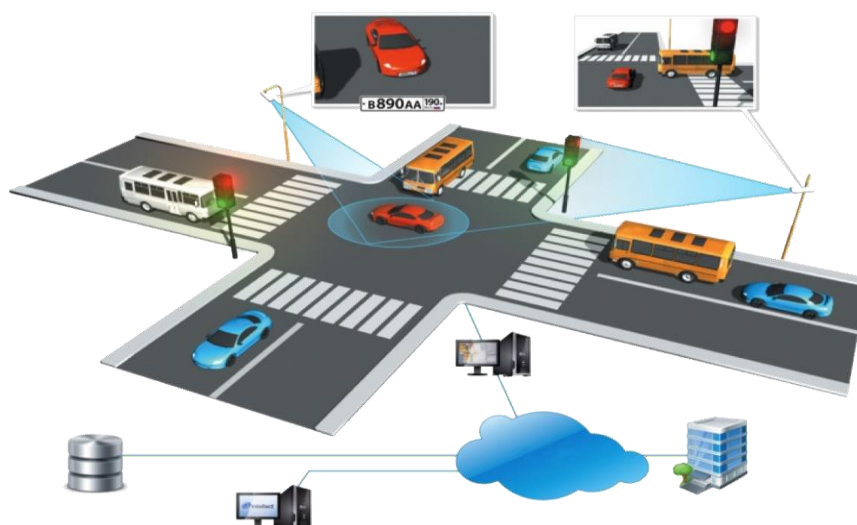
- **Rezolucija:** 3MPx, 50 fps, 12-40 mm, IP68, IK10.
- **Pokrivanje:** Jedna kamera može pokriti dvije trake autoceste i snimati registarske oznake vozila pri brzinama do 250 km/h.
- **Automatsko snimanje:** Snimanje s različitim ekspozicijama (AEB) omogućuje istovremeno snimanje reflektirajućih i ne reflektirajućih registarskih oznaka.

Sustavi za automatsku detekciju incidenata (AID) koriste napredne algoritme strojnog učenja za prepoznavanje različitih vrsta incidenata: zaustavljena vozila, detekcija pješaka, usporavanje/gužva, krivi smjer kretanja, gubitak vidljivosti zbog magle/dima, rasuti teret na prometnici.

---

<sup>57</sup> Keresteny Dražen, mag. ing. el. – Alarm automatika, Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta (26.06.2024.)

### Slika 7 Automatska detekcija incidenata (AID) na kamerama



Izvor: Prezentacija „Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta” Dražena Keresteny, mag. ing. el. (24.06.2024.)

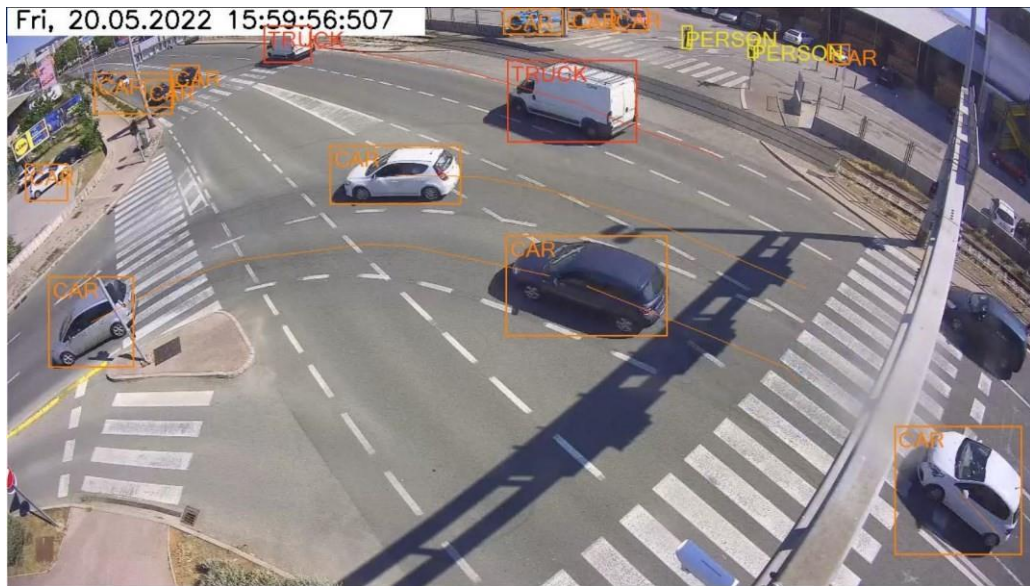
Alarm automatika razvija sustave za brojanje putnika u vozilima javnog prijevoza u Rijeci. Ovaj sustav koristi specijalne kamere i snimače za prikupljanje podataka o broju putnika u stvarnom vremenu, što omogućuje optimizaciju voznog reda i raspodjelu autobusa prema stvarnim potrebama. Kamere za brojanje putnika koriste 3D Depth Technology koja omogućuje visoku točnost (98%) i dvosmjerno brojanje (ulaz/izlaz) putem jedne kamere<sup>58</sup>. Podaci prikupljeni ovim sustavom putem WiFi-a se u realnom vremenu proslijeđuju u Autotrolej, omogućujući optimizaciju voznog reda prema stvarnim potrebama putnika te prevenciju širenja epidemija ograničavanjem broja putnika.

Aplikacije za prepoznavanje vozila Neural Labs - kombinacija neuronske tehnologije i AI (deep learning) koja prepoznaje sustave na vozilima (npr. za policijska vozila), prepoznaje registarske oznake. Uz prepoznavanje registarskih tablica i analizu, poput marke, boje, brzine i klasifikacije vozila, softver Neural Labs omogućuje otkrivanje prometnih prekršaja poput: vozila koja prelaze na crveno svjetlo, nepravilno skreću, kruže u suprotnom smjeru, prekoračuju ograničenje brzine i slično<sup>59</sup>. Primjeri navedenog su slike 8 i 9.

<sup>58</sup> Keresteny Dražen, mag. ing. el. – Alarm automatika, Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta (26.06.2024.)

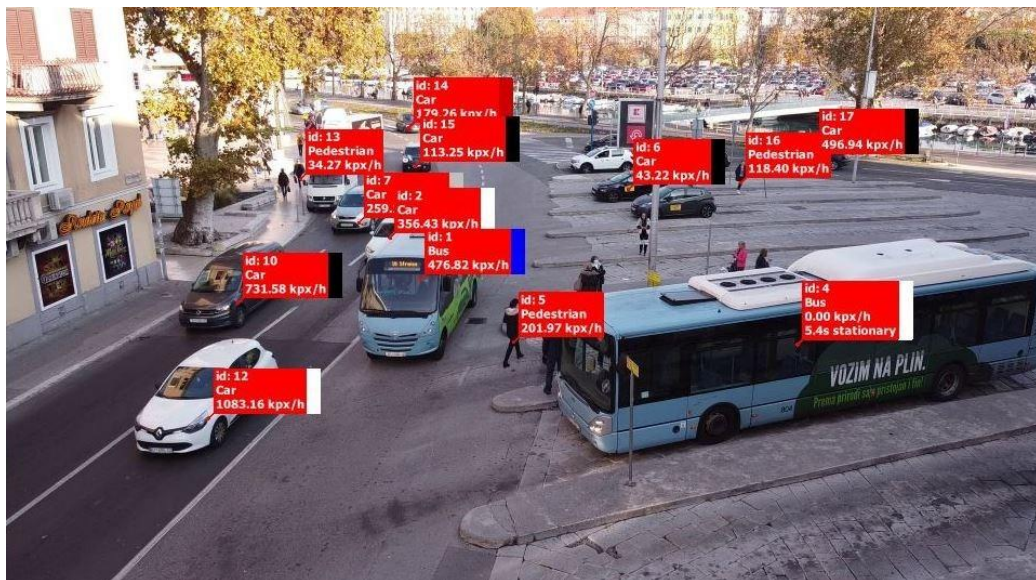
<sup>59</sup> Keresteny Dražen, mag. ing. el. – Alarm automatika, Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta (26.06.2024.)

Slika 8 Analitika - Delta



Izvor: prezentacija „Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta” Dražena Keresteny, mag. ing. el. (24.06.2024.)

Slika 9 Analitika - Jelačićev trg



Izvor: prezentacija „Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta” Dražena Keresteny, mag. ing. el. (24.06.2024.)

Telematska rješenja Alarm automatike, razvijena i implementirana unutar CEKOM projekta, pokazala su značajan potencijal za unaprjeđenje sigurnosti i efikasnosti prometnih

sustava u Rijeci. Napredna tehnologija detekcije incidenata, optimizacija javnog prijevoza te rana detekcija požara, doprinose povećanju sigurnosti i održivosti gradskog prometa, smanjenju emisija štetnih plinova i boljoj kvaliteti života građana. Kroz kontinuirani razvoj i primjenu ovih rješenja, Rijeka može postati primjer pametnog grada koji koristi tehnologiju za stvaranje sigurnijeg i učinkovitijeg prometnog sustava.

## 6.6. SWOT ANALIZA

U današnjem brzom poslovnom svijetu, evolucija naprednih tehnologija igra ključnu ulogu ne samo u oblikovanju budućnosti raznih industrija nego i u temeljnom aspektu uspjeha poduzeća. Tehnologije kao što su umjetna inteligencija, blockchain, strojno učenje i 5G mreže omogućuju tvrtkama da povećaju učinkovitost, poboljšaju korisnička iskustva i uđu u nova tržišta. Međutim, s takvim prednostima dolaze problemi poput visokih troškova implementacije i sigurnosnih rizika. Sljedeća SWOT analiza daje pregled poslovnih i razvojnih mogućnosti tvrtki i organizacija koje se bave integracijom i primjenom ovih naprednih tehnologija u svoje poslovne procese, istovremeno osvjetljavajući izazove s kojima se suočavaju na putu prema digitalnoj transformaciji.

**Tablica 1 SWOT analiza Tendencije razvoja inovativnih tehnologija**

<p style="text-align: center;"><b>Snage (Strengths)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Napredak u tehnologiji</li> <li>• Konkurentna prednosti</li> <li>• Povećana efikasnost i smanjenje troškova</li> <li>• Poboľjšana korisnička iskustva</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Slabosti (Weaknesses)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visoki troškovi implementacije</li> <li>• Sigurnosni rizici</li> <li>• Ovisnost o tehnologiji</li> <li>• Brzo zastarijevanje tehnologije</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Prilike (Opportunities)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Novi tržišni segmenti</li> <li>• Povećanje Prihoda</li> <li>• Globalna ekspanzija</li> <li>• Održivi razvoj</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Prijetnje (Threats)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulatorni izazov</li> <li>• Ekonomska nestabilnost</li> <li>• Intenzivna konkurencija</li> <li>• Rizik od neuspjeha</li> </ul>

Izvor: Izradila studentica



### **6.6.1. Snage (Strengths)**

Napredak u tehnologiji kao što su umjetna inteligencija, strojno učenje, blockchain, 5G mreže i Internet stvari (IoT) omogućava stvaranje novih inovativnih rješenja i proizvoda koji mogu značajno poboljšati različite aspekte poslovanja<sup>60</sup>. Ove tehnologije omogućuju visoku razinu automatizacije i digitalizacije, što poboljšava efikasnost i produktivnost. Tvrtke koje usvajaju inovativne tehnologije često stječu konkurentsku prednost na tržištu, otvarajući nove tržišne prilike i povećavajući tržišni udio. Automatska obrada poslovnih procesa i korištenje naprednih analitičkih alata također može značajno smanjiti operativne troškove, dok optimizacija resursa i procesa rezultira većom efikasnošću i produktivnošću. Personalizacija usluga i proizvoda putem analize podataka poboljšava korisničko iskustvo, čime se povećava zadovoljstvo korisnika i njihova lojalnost.

### **6.6.2. Slabosti (Weaknesses)**

Unatoč brojnim prednostima, visoki troškovi implementacije inovativnih tehnologija mogu biti značajan izazov, posebno za manje tvrtke. Početna ulaganja su često visoka, a troškovi obuke i prilagodbe zaposlenika dodatno povećavaju financijski teret. Povećana povezanost i digitalizacija donose sa sobom i veće rizike od cyber napada i sigurnosnih propusta<sup>61</sup>. Zaštita podataka postaje kritična, a kršenja sigurnosti mogu imati ozbiljne posljedice. Osim toga, prekomjerna ovisnost o tehnologiji može dovesti do problema u slučaju tehničkih kvarova ili nedostupnosti tehnologije, dok složenost sustava može otežati njihovo održavanje i upravljanje. Brz napredak tehnologija također znači da investicije mogu brzo zastarjeti, što zahtijeva kontinuirano ulaganje u nadogradnje i praćenje najnovijih trendova.

### **6.6.3. Prilike (Opportunities)**

Razvoj novih tehnologija otvara vrata za ulazak na nova tržišta i stvaranje novih tržišnih segmenata, omogućavajući razvoj proizvoda i usluga koje zadovoljavaju specifične potrebe korisnika. Inovativne tehnologije mogu omogućiti nove izvore prihoda kroz digitalne proizvode i usluge, dok povećanje učinkovitosti i smanjenje troškova može rezultirati većim profitima. Tehnologije također omogućuju lakši pristup globalnom tržištu i širenje poslovanja izvan lokalnih granica. E-trgovina i digitalne platforme olakšavaju globalnu prisutnost, dok inovativne tehnologije mogu pomoći u postizanju ciljeva održivog

---

<sup>60</sup> Umjetna inteligencija: Kako radi, prednosti, nedostaci i primjena ([unidigital.hr](http://unidigital.hr)) (26.06.2024.)

<sup>61</sup> Hrvatska gospodarska komora ([hgk.hr](http://hgk.hr)) (26.06.2024.)

razvoja kroz optimizaciju resursa i smanjenje ekološkog otiska<sup>62</sup>. Povećana svijest o okolišu i društvenoj odgovornosti može biti poticaj za razvoj zelenih tehnologija.

#### **6.6.4. Prijetnje (Threats)**

Brz razvoj tehnologija često nadmašuje regulatorne okvire, što može dovesti do pravnih i regulatornih izazova. Stroži propisi o zaštiti podataka i privatnosti mogu utjecati na poslovne operacije i povećati troškove usklađivanja. Globalna ekonomska nestabilnost može utjecati na investicije u nove tehnologije, dok financijska nesigurnost može smanjiti spremnost tvrtki na ulaganje u inovacije. Brz razvoj tehnologija dovodi do povećane konkurencije, što može otežati održavanje tržišnog udjela. Tvrtke koje ne prate tehnološke trendove riskiraju zaostajanje za konkurencijom. Inovativne tehnologije često nose visok rizik od neuspjeha, što može rezultirati financijskim gubicima, a neuspjeh u implementaciji novih tehnologija može negativno utjecati na reputaciju tvrtke.

---

<sup>62</sup> <https://www.netakademija.hr/e-trgovina-na-globalnom-nivou-kako-tehnologija-mijenja-nacin-kupovine/>  
(26.06.2024.)

## 7. ZAKLJUČAK

Razvoj inovativnih tehnologija u urbanom prometu predstavlja ključan korak ka unapređenju efikasnosti, održivosti i sigurnosti gradskih prometnih sistema. Ovaj rad je pružio sveobuhvatan pregled različitih inovacija koje trenutno transformiraju urbani promet, uključujući autonomna vozila, električne automobile, pametne prometne sisteme, kao i alternativne oblike transporta poput bicikala i električnih skutera.

Prikazani su i pozitivni utjecaji ovih tehnologija, kao što su smanjenje emisije štetnih plinova, smanjenje prometnih gužvi i povećanje sigurnosti učesnika u prometu. Analizirani su i izazovi s kojima se suočavaju implementacije ovih tehnologija, uključujući regulatorne prepreke, potrebu za infrastrukturnim prilagođavanjima, kao i pitanje privatnosti i sigurnosti podataka.

Poseban naglasak stavljen je na potrebu integriranog pristupa razvoju urbanih prometnih sistema, gdje bi se sve zainteresirane strane – od lokalnih vlasti, preko tehnoloških poduzeća, do samih građana – uključile u proces planiranja i implementacije. Samo kroz takvu sinergiju moguće je ostvariti potpuni potencijal inovativnih tehnologija i postići ciljeve održivog razvoja urbanih sredina.

Prijevoz osobnim automobilima, najzastupljenija je vrsta prijevoza putnika nakon javnog gradskog prijevoza. Iako ovakav prijevoz ima prednosti poput vremenske neovisnosti o rasporedima vožnje i bržeg transporta, prisutni su i nedostaci poput visoke cijene korištenja i održavanja. Glavni problem u urbanim sredinama je prekomjerna uporaba osobnih automobila, što dovodi do zagušenja prometnica i onečišćenja zraka. Uvođenje alternativnih rješenja poput hibridnih i električnih automobila, koji su ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji, posljednjih desetak godina predstavlja značajan napredak.

Inovativne tehnologije primjenjuju se u svim granama prometa. Automatske autoceste, pametni automobili, moderni upravljački sustavi, senzori i kamere, nekada znanstvena fantastika, danas su stvarnost u većini europskih i svjetskih urbanih sredina. Stanje na prometnicama, sigurnost sudionika u prometu i kontrola zagušenja nadziru se pomoću modernih i inovativnih upravljačkih sustava. Primjena ITS sustava, informacijsko-komunikacijskih sustava i telematike postala je svakodnevica, a upravljanje svjetlosnom prometnom signalizacijom i cestovnim videonadzorom neizostavni su dio svakog grada.

Korištenjem tehnologije kooperativnih sustava omogućeno je inteligentno upravljanje prometnim sustavima putem računalnih programa, čime se znatno povećava učinkovitost i održivost prometnog sustava. Učinkovitost primjene ITS sustava već je

vidljiva u organizaciji urbanog prometa u mnogim gradovima. Inovativne tehnologije nisu vidljive samo u cestovnom prometu, već i u željezničkom i zračnom prometu. Vlakovi velikih brzina postoje već godinama, smanjujući prometne udaljenosti, a njihov daljnji napredak je neupitan.

U budućnosti, razvoj urbanog prometa će sve više zavisiti od sposobnosti gradova da se prilagode brzim tehnološkim promjenama i da implementiraju rješenja koja su fleksibilna, prilagodljiva i usmjerena ka dugoročnim ciljevima. Ovaj rad doprinosi razumjevanju tih procesa i nudi smjernice za dalja istraživanja i praktičnu primjenu inovativnih tehnologija u urbanom prometu.

Konačno, potrebno je kontinuirano praćenje i evaluacija efekata implementiranih tehnologija kako bi se osiguralo da one zaista donose prednosti koje obećavaju i da se pravovremeno identificiraju i otklone eventualni negativni utjecaji. Samo tako će urbani promet postati ne samo efikasniji, već i održiviji, sigurniji i pristupačniji za sve građane.

## LITERATURA

### INTERNET IZVORI:

1. Hrvatski zavod za prostorni razvoja, Zagreb, srpanj 2016.,  
[HABITATIII\\_HR\\_eknjiga\\_160727.pdf \(gov.hr\)](#) (10.04.2024.)
2. Michael A.P. Taylor, Climate Change Adaptation for Transportation Systems, 2021.,  
<https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/transport-infrastructure> (11.04.2024.)
3. Above-ground & flush-mounted truck scales, 2024.,  
<https://www.oas.de/en/solutions/weighing-technology/truck-scales/above-ground-flush-mounted-truck-scales> (12.04.2024.)
4. Štrlek Dean, Električna vozila puniti će se bežično tijekom vožnje, 22.08.2015.,  
<https://automobili.hr/novosti/novosti-2/elektricna-vozila-puniti-ce-se-bezicno-tijekom-voznje> (12.04.2024.)
5. Senzori u prometu, 2014., <https://peytonbarbara.wixsite.com/otr-senzori/senzori-u-prometu>  
(12.04.2024.)
6. Solarne ceste kao ceste budućnosti, 21.04.2018.,  
<https://www.ekovjesnik.hr/clanak/601/solarne-ceste-kao-ceste-buducnosti> (12.04.2024.)
7. How Smart Road Signs Improve Our Way of Life, 2020.,  
<https://worksafetci.com/2020/04/how-smart-road-signs-improve-our-way-of-life/>  
(10.04.2024.)
8. Solar roadways, <https://theconstructor.org/transportation/solar-roadways-construction-applications/506048/> (10.04.2024.)
9. First highway with glow-in-the-dark markings opens in the Netherlands, 2014.,  
<https://newatlas.com/smart-highway-glowing-lines/34363/> (10.04.2024.)
10. Tirnanić Aleksandra, Telematika, 2012.,  
<https://www.scribd.com/doc/113589666/Telematika-Telematski-sistemi> (15.04.2024.)
11. Kralj Mislav, Internet Stvari (IoT): Povezivanje Objekata za Pametniji Svijet, 2023.,  
<https://www.netakademija.hr/internet-stvari-iot-povezivanje-objekata-za-pametniji-svijet/>  
(25.05.2024.)
12. Čurić Ivana, Manji troškovi uz čipirane kante i Smart Waste senzore, 2017.,  
<https://www.vgdanas.hr/grad/manji-troskovi-uz-cipirane-kante-i-smart-waste-senzore/>  
(25.05.2024.)
13. HRT, Telemedicina: Liječenje na daljinu je spas za bolesnike, 2023.,  
<https://magazin.hrt.hr/zdravlje/telemedicina-lijecenje-na-daljinu-je-spas-za-bolesnike-11193024> (25.05.2024.)

14. DANFOSS, HVAC 4.0, 2024., <https://www.danfoss.com/hr-campaigns/dhs/hvac40/#tab-overview> (25.05.2024.)
15. DETAS, Pametni i sigurni pješački prijelazi, <https://pjesackiprijelazi.com/> (25.05.2024.)
16. Mesarić Petra, mag.ing.el.techn.inf, Integracija obnovljivih izvora energije s pametnim sustavima trošila u sklopu pametnih zgrada, 2014., <https://nobilis.hr/wp-content/uploads/2015/02/Brosura-integracija-obnovljivih-izvora-energije-s-pametnim-sustavima-tro%C5%A1ila-u-sklopu-pametnih-zgrada.pdf> (26.05.2024.)
17. PIPE LIFE, Sustavi upravljanja oborinskim vodama sve popularniji u Europi, 2022., <https://www.pipelife.hr/projekti/sustavi-upravljanja-oborinskim-vodama-sve-popularniji-u-europi.html> (25.05.2024.)
18. Zazelenimo Split, 2023.-2024., <https://zazelenimosplit.parkovi-st.hr/zelene-povrsine-poboljsavaju-kvalitetu-zraka-u-gradu/> (25.05.2024.)
19. ZG Smart City, Pametno upravljanje energijom i komunalnim uslugama, 2020., <https://smart.zagreb.hr/pages/strateska-podrucja-pametno-upravljanje-energijom-i-komunalnim-uslugama> (26.05.2024.)
20. Centar kompetencija za pametne gradove, Smart Waste – Pametan sustav gospodarenja otpadom, 2021., <https://smart-ri.hr/smart-waste-pametna-sustav-gospodarenja-otpadom/> (27.05.2024.)
21. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, RH, Okoliš na dlanu I-2021, 2021., [https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06\\_integrirane/dokumenti/ond\\_hrv/2021\\_05%20Infografike\\_FINAL.pdf](https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/ond_hrv/2021_05%20Infografike_FINAL.pdf) (27.05.2024.)
22. Nađ Branko, Umjetna inteligencija za uštede u gradskoj rasvjeti, 2023., <https://www.universitas-portal.hr/umjetna-inteligencija-za-ustede-u-gradskoj-rasvjeti/> (27.05.2024.)
23. <https://www.udruga-gradova.hr/wordpress/wp-content/uploads/2022/01/Planiranje-integriranog-urbanog-razvoja-2021.pdf> (27.05.2024.)
24. Grgasović Petra, Zlonoga Marko, Žuliček Mario, INTEGRIRANO PLANIRANJE
25. ODRŽIVOG URBANOG RAZVOJA, URBACT, Zagreb, prosinac 2021., <https://www.retaildna.hr/novosti/umjetna-inteligencija-i-odrzivost-megatrendovi-koji-transformiraju-maloprodaju/> (03.05.2024.)
26. Rouse M., ICT (Information and communications technology, or technologies), Techtarget Network, 2016 <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/ICT-information-and-communications-technology-or-technologies> (05.05.2024.)
27. Jerčić Josip, Mataija Mirta, Prikaz sustava za upravljanje informacijama na autocestama pomoću dijagrama, 2019., <https://hrcak.srce.hr/219999> (18.05.2024.)
28. CARNet, Upravljanje sigurnosnim incidentima, <https://www.cert.hr/wp-content/uploads/2009/06/CCERT-PUBDOC-2009-06-266.pdf> (20.06.2024.)

29. Umjetna inteligencija: Kako radi, prednosti, nedostaci i primjena, 2022., <https://unidigital.hr/umjetna-inteligencija/> (26.06.2024.)
30. Ubrzana digitalizacija donosi sve veće kibernetičke opasnosti, Hrvatska gospodarska komora, 11.12.2020., <https://www.hgk.hr/ubrzana-digitalizacija-donosi-sve-vece-kiberneticke-opasnosti-najava> (26.06.2024.)
31. Kralj Mislav, E-Trgovina na Globalnom Nivou: Kako Tehnologija Mijenja Način Kupovine, 2023., <https://www.netakademija.hr/e-trgovina-na-globalnom-nivou-kako-tehnologija-mijenja-nacin-kupovine/> (26.06.2024.)

#### KNJIGE:

1. Štefančić G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Zagreb, 2008., str.225
2. Ibidem, str. 230
3. Krpan Lj., Modeliranje upravljačkog susraca u cestovnom prometu grada Rijeke, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2006. str. 5
4. Bošnjak I., Inteligentni transportni sustavi- ITS 1, Zagreb 2006., str. 2
5. Ibidem, str. 3
6. S. Mandžuka, „Intelligent transport system: Selected Lectures“ , Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015. str.14
7. Bošnjak Ivan, Inteligentni transportni sustavi- ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006, str. 15, 16
8. Štefančić G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Zagreb, 2008., str 255.
9. Baričević H., Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet u Rijeci, 2001.
10. Fantela N.: ”Telematički sustavi u vozilu”, Rijeka 2009.,str 16.
11. Dražen Kovačević et al.:Razvoj telematike i njezina primjena u prometu,str.189.
12. Fantela N.:“Telematički sustavi u vozil“, Rijeka 2009.,str.78
13. Kovačić Kristian, Stvarno vremenska detekcija i praćenje vozila na više traka primjenom jedne kamere, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Prometnih Znanosti, Zagreb, 2014., str134.
14. Anđelinović M., & Validžić A., Perspektive razvoja tehnoloških inovacija kroz optimizaciju funkcije prodaje, Hrvatski časopis za osiguranje, 2019., str. 21-35.
15. Štefančić G.: Tehnologija gradskog prometa 2, Zagreb, 2008., str. 244.
16. Pešid I., Kojid R., The role of ICT in monitoring and solving traffic issues, 2012., Innovative Issues and Approaches in Social Sciences, Volume 5., No. 2, str. 186
17. Mandžuka Sadko, Inteligentni transportni sustavi (ITS) // Hrvatska tehnička enciklopedija, 2018.
18. Keresteny Dražen, mag. ing. el. – Alarm automatika, Detekcija incidenata i anomalija u prometu na primjeru CEKOM projekta (26.06.2024.)

## **POPIS TABLICA**

<b>Tablica 1 SWOT analiza Tedencije razvoja inovativnih tehnologija .....</b>	<b>47</b>
---	-----------

## **POPIS GRAFIKONA**

<b>Graf 1 Udio komunalnog otpada odloženog na odlagališta .....</b>	<b>32</b>
---	-----------

## **POPIS SHEMA**

<b>Shema 1 Prikaz CEKOM traffic projekta.....</b>	<b>43</b>
---	-----------

## **POPIS SLIKA**

<b>Slika 1 Prikaz funkcioniranja ITS sustava.....</b>	<b>7</b>
<b>Slika 2 Traka za vaganje teretnih vozila .....</b>	<b>12</b>
<b>Slika 3 Traka za punjenje vozila.....</b>	<b>12</b>
<b>Slika 4 Telematika u automobilu .....</b>	<b>18</b>
<b>Slika 5 Pametni pješački prijelaz.....</b>	<b>26</b>
<b>Slika 6 Način rada 5G mreže .....</b>	<b>38</b>
<b>Slika 7 Automatska detekcija incidenata (AID) na kamerama .....</b>	<b>45</b>
<b>Slika 8 Analitika - Delta .....</b>	<b>46</b>
<b>Slika 9 Analitika - Jelačićev trg .....</b>	<b>46</b>