

Utjecaj inteligentnih transportnih sustava na održivu mobilnost: Analiza i primjeri iz Hrvatske i Europe

Šoštarić, Anja

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:776002>

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

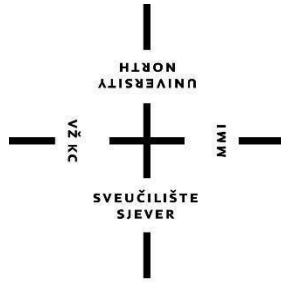
Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

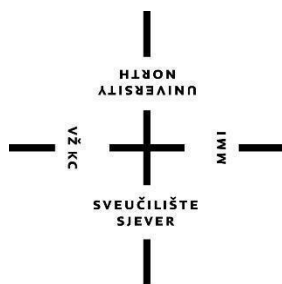
Diplomski rad br. 220/OMIL/2024

**Utjecaj inteligentnih transportnih sustava na održivu
mobilnost: Analiza i primjeri iz Hrvatske i Europe**

Anja Šoštarić

4040 / 336

Koprivnica, rujan 2024.godine



Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku i održivu mobilnost

Studij: Održiva mobilnost i logistički menadžment

Student

Anja Šoštarić

Mentor:

izv. prof. dr.sc. Predrag Brlek

Koprivnica, rujan 2024. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

| | | | |
|-----------------------------|--|--------------|----------------------------------|
| ODJEL | Odjel za logistiku i održivu mobilnost | | |
| STUDIJ | Održiva mobilnost i logistički menadžment | | |
| PRISTUPNIK | Anja Šošarić | MATIČNI BROJ | 0313022987 |
| DATUM | 15.09.2024 | KOLEGIJ | Inteligentni transportni sustavi |
| NASLOV RADA | Utjecaj inteligentnih transportnih sustava na održivu mobilnost: Analiza i primjeri iz Hrvatske i Europe | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | The impact of intelligent transport systems on sustainable mobility: Analysis and examples from Croatia and Europe | | |
| MENTOR | Predrag Brlek | ZVANJE | izv. prof. dr.sc. |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. doc. dr. sc. Miljenko Mustapić, predsjednik | | |
| | 2. izv. prof. dr. sc. Ana Globočnik Žunac, član | | |
| | 3. izv. prof. dr. sc. Predrag Brlek, mentor | | |
| | 4. doc. dr. sc. Ivana Martinčević, zamjena | | |
| | 5. _____ | | |

Zadatak diplomskog rada

| | |
|------|--|
| BROJ | 220/OMIL/2024 |
| OPIS | Transport je jedan od ključnih faktora koji utječe na ekonomsku učinkovitost, održivi razvoj i kvalitetu života ljudi. S obzirom na sve veći broj vozila na cestama, stanja u prometu postaju sve problematičnija, što dovodi do potrebe za inovativnim rješenjima. Inteligentni transportni sustavi obuhvaćaju širok spektar tehnologija i aplikacija koje koriste naprednu informacijsku i komunikacijsku tehnologiju za unapređenje prometa. Od upravljanja prometom do pružanja informacija putnicima u stvarnom vremenu. Ideja ITS-a prikazuje traženje različitih rješenja kako bi se učinkovitije iskoristila postojeća infrastruktura. U Hrvatskoj se ITS razvija kroz projekte koji uključuju modernizaciju prometne infrastrukture, kao i uvođenje pametnih tehnologija u javni prijevoz. U Europi ITS obuhvaća razne aplikacije poput sustava za upravljanje prometom, informacije o prometu u stvarnom vremenu, poboljšanja u sustavu javnog prijevoza i sl. Kroz suradnju između država, implementacija ITS-a postaje sve usklađenija, što doprinosi stvaranju jedinstvenog europskog prometnog prostora. |

ZADATAK URUČEN

23. 9. 2024

POTPIS MENTORA

Predrag Brlek

SVEUČILIŠTE
SJEVERA



SADRŽAJ:

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Problem i predmet istraživanja..... | 2 |
| 1.2. Ciljevi i svrha rada | 2 |
| 1.3. Struktura diplomskog rada | 2 |
| 1.4. Stručni doprinos | 3 |
| 1.5. Radna hipoteza | 3 |
| 2. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI (ITS) | 4 |
| 2.1. Pojmovno određenje inteligentnih transportnih sustava | 4 |
| 2.2. Pregled ključnih tehnologija koje čine ITS | 5 |
| 2.2.1. ITS aplikacije | 5 |
| 2.2.2. Inteligentni automobili | 7 |
| 2.2.3. Inteligentne prometnice..... | 10 |
| 2.3. Prednosti i nedostaci ITS-a | 11 |
| 3. NORMIZACIJA ITS USLUGA | 13 |
| 3.1. Funkcionalna područja | 13 |
| 3.1.1. Informiranje putnika..... | 14 |
| 3.1.2. Upravljanje prometom i operacijama | 15 |
| 3.1.3. Vozila | 15 |
| 3.1.4. Prijevoz tereta..... | 16 |
| 3.1.5. Javni prijevoz..... | 17 |
| 3.1.6. Žurne službe | 18 |
| 3.1.7. Elektronička plaćanja vezana uz transport | 19 |
| 3.1.8. Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu | 19 |
| 3.1.9. Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša | 20 |
| 3.1.10. Upravljanje odazivom na velike nesreće | 21 |
| 3.1.11. Nacionalna sigurnost | 21 |
| 3.2. ISO 14813-1:2015 | 22 |
| 3.3. ISO 14813-1:2024 | 26 |
| 4. PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U HRVATSKOJ | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1. Pregled trenutnog stanja ITS-a u Hrvatskoj | 27 |
| 4.1.1. Inteligentni semafori Zagreb | 28 |
| 4.1.2. ENC uređaj za elektronsku naplatu cestarine | 29 |
| 4.1.3. E-romobili..... | 29 |
| 4.1.4. E- bicikli | 30 |
| 4.1.5. Mobilisis | 31 |
| 4.2. Izazovi i mogućnosti razvoja ITS-a u Hrvatskoj | 32 |
| 4.2.1. Novi elektronički sustav naplate autocesta..... | 32 |
| 4.2.2. Robotaxi..... | 33 |
| 5. PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U EUROPI..... | 34 |
| 5.1. Primjeri uspješnih implementacija ITS-a u europskim zemljama..... | 34 |
| 5.1.1. Digital twin of Moscow | 34 |
| 5.1.2. Barcelona Smart City Initiatives..... | 35 |
| 5.1.3. Hamburg SmartPort..... | 36 |
| 5.2. Budući projekti primjene ITS-a u Europi (Siemens Mobility)..... | 37 |
| 5.3. GEAR 2030 | 38 |
| 6. ANALIZA ITS-A U HRVATSKOJ, EUROPI I SVIJETU | 40 |
| 6.1. Primjena ITS-a u svijetu..... | 40 |
| 6.1.1. Hyperloop sustav | 41 |
| 6.2. Usporedba pristupa i strategija u implementaciji ITS-a..... | 43 |
| 6.3. Lekcije koje Hrvatska može naučiti iz inozemnih primjera..... | 44 |
| 7. ZAKLJUČAK | 46 |
| 8. LITERATURA..... | 48 |
| 9. POPIS TABLICA | 50 |
| 10. POPIS SLIKA | 51 |

Predgovor

Ovim putem željela bih se iskreno zahvaliti najprije svom mentoru prof.dr.sc Predragu Brleku, na pomoći, trudu i vremenu koji je izdvojio prilikom izrade ovog diplomskog rada. Također željela bih se zahvaliti i svim profesorima Sveučilišta Sjever na stečenom znanju i vještinama kroz ove dvije godine studiranja.

Najveću zahvalu posvećujem svojoj obitelji, posebno svojoj sestri Ines koja mi je kroz ove dvije godine studiranja bila najveća potpora i podrška.

Posebno se zahvaljujem i svim kolegama studentima, s kojima sam stekla prijateljske odnose, te koji su mi također pružili pomoć i potporu prilikom studiranja, te zbog kojih sam na kraju uspjela doći do konačnog cilja.

Sažetak

Inteligentni transportni sustavi koriste moderne tehnologije za poboljšanje učinkovitosti, sigurnosti i održivosti prometnih mreža. ITS uključuje razne tehnologije i metode, kao što su pametni semafori, sustavi za automatsko upravljanje prometom, digitalni modeli gradova, sustavi za praćenje vozila itd. U Hrvatskoj, ITS se primjenjuje kroz projekte poput modernizacije semafora, uvođenja električnih romobila i bicikala korištenje ENC-a i sl. U Europi ITS tehnologije koriste se za unapređenje urbanog života i logistike. Razni primjeri iz Europe pokazuju kako se ITS može primijeniti za poboljšanje prometnih sustava i upravljanje resursima, te pružaju vrijedne lekcije za budući razvoj u Hrvatskoj.

Ključne riječi: ITS, tehnologija, mobilnost, održivi razvoj

Abstract

Intelligent transport systems use modern technologies to improve the efficiency, safety and sustainability of transport networks. ITS includes various technologies and methods, such as smart traffic lights, automatic traffic management systems, digital city models, vehicle tracking systems, etc. In Croatia, ITS is applied through projects such as the modernization of traffic lights, the introduction of electric scooters and bicycles, use of ENC etc. In Europe, ITS technologies are used to improve urban life and logistics. Various examples from Europe show how ITS can be applied to improve transport systems and resource management and provide valuable lessons for future development in Croatia.

Keywords: ITS, technology, mobility, sustainable development

Popis kratica

ITS- Inteligentni transportni sustavi

ISO - Međunarodna organizacija za normizaciju (International Organization for Standardization)

ADAS - Napredni sustavi pomoći vozačima (Advanced Driver Assistance Systems)

VMS - prometni znakovi s promjenjivim porukama (Variable Message Signs)

LDWS -Sistem upozorenja izlaska iz svoje trake (Lane Departure Warning System)

ENC - Elektronska naplata cestarine

V2X – Povezanost vozila sa svime (Vehicle-to-Everything)

V2V – Povezanost vozila sa vozilom (Vehicle-to-Vehicle),

V2I – Povezanost vozila sa infrastrukturom (Vehicle-to-Infrastructure),

V2P – Povezanost vozila sa pješacima (Vehicle-to-Pedestrian)

V2N – Povezanost vozila sa mrežom – (Vehicle-to-Network)

1. UVOD

U današnje vrijeme, transport je jedan od ključnih faktora koji utječe na ekonomsku učinkovitost, održivi razvoj i kvalitetu života ljudi. S obzirom na sve veći broj vozila na cestama, stanja u prometu postaju sve problematičnija, što dovodi do potrebe za inovativnim rješenjima koja mogu poboljšati učinkovitost, sigurnost i ekološku održivost prometnih sustava. Upravo zbog toga, inteligentni transportni sustavi (ITS) imaju ključnu ulogu.

Inteligentni transportni sustavi obuhvaćaju širok spektar tehnologija i aplikacija koje koriste naprednu informacijsku i komunikacijsku tehnologiju za unapređenje prometa. Od upravljanja prometom do pružanja informacija putnicima u stvarnom vremenu. Ovi sustavi omogućuju učinkovitije upravljanje prometom, smanjenje zagađenja, smanjenje broja prometnih nesreća te povećanje kvalitete usluga u transportu.

ISO klasifikacija igra ključnu ulogu u standardizaciji inteligentnih transportnih sustava, omogućujući usklađen i učinkovit razvoj tehnologija i usluga. ISO 14813-1:2015 je međunarodni standard koji pruža osnovne smjernice za razvoj inteligentnih transportnih sustava. U okviru norme 14813-1:2015 definirano je 13 domena ITS usluga.

Cilj ovog rada je istražiti razvoj i primjenu inteligentnih transportnih sustava, analizirati njihovu ulogu u modernizaciji prometne infrastrukture te procijeniti njihov utjecaj na sigurnost, učinkovitost i ekološku održivost prometa. Posebna pažnja bit će posvećena analizi prednosti i izazova u implementaciji ITS-a u različitim urbanim sredinama, kao i prikazu najnovijih tehnologija koje oblikuju budućnost transporta.

1.1. Problem i predmet istraživanja

Zbog porasta stanovništva, te sve veće proizvodnje i uporabe vozila, dolazi do problema kod zagušenja prometa od kud proizlazi najveći interes za primjermom ITSa.

Predmet istraživanja je analiza inteligentnih transportnih sustava s fokusom na implementaciju norme ISO 14813-1:2015, te usporedba primjera primjene ITS-a u Hrvatskoj i Europi. Rad istražuje kako standardizacija i implementacija novih tehnologija mogu unaprijediti sigurnost, učinkovitost i održivost prometnih sustava.

1.2. Ciljevi i svrha rada

Svrha ovog rada je pružiti sveobuhvatnu analizu ITS-a te istražiti njihov utjecaj na sigurnost, učinkovitost i održivost prometnih sustava. Rad također ima za cilj razumjeti standardizaciju kroz normu ISO 14813-1:2015. Proučavanjem primjera iz Hrvatske i Europe, prikazat će se različiti pristupi i strategije implementacije ITS-a te identificirati ključne izazove i prilike za daljnji razvoj.

1.3. Struktura diplomskog rada

Kroz ovaj diplomski rad najprije će se dotaknuti osnovnih pojmova ITS-a kroz pojašnjenje važnosti njegove implementacije u prometu. Dotaknut će se njegove prilike i izazovi te opis najčešće tehnologije kojom se koristi.

U drugom poglavlju spominje se važnost standardizacije ITS usluga usmjerenih na cestovni promet izdavanjem dokumenta ISO 14813-1. Opisana su njegova funkcionalna područja te pojašnjen međunarodni standard ISO 14813-1:2015.

Treće poglavlje odnosi se na primjenu ITS tehnologija u Hrvatskoj gdje možemo vidjeti sadašnje projekte koji se uspješno implementiraju u Hrvatskoj te buduće projekte koje su zainteresirale javnost te ih možemo očekivati u skorijoj budućnosti.

U četvrtom poglavlju pojašnjava se primjena ITS sustava u Europi. Također prikazani su sadašnji i budući projekti ITS-a, sa naglaskom na implementaciju pametnih gradova te integriranu mrežu javnog prijevoza.

U petom poglavlju možemo vidjeti 2 primjera iz ostatka svijeta te analizu i usporedbu ITS sustava između Hrvatske i Europe, te lekcije koje Hrvatska može naučiti na temelju Europskih primjera.

1.4. Stručni doprinos

Stručni doprinos diplomskog rada očituje se kroz pregled primjera ITS-a u svrhu modernizacije, sigurnosti i održivosti prometnih sustava. Razumijevanje ITS-a osnova je prilikom planiranja te implementiranja njegovih sustava u promet, a u ovom diplomskom radu opisane su prednosti i izazovi koje nam moderna tehnologija donosi.

1.5. Radna hipoteza

Primjena inteligentnih transportnih sustava značajno poboljšava učinkovitost, sigurnost i ekološku održivost prometa, potiče na korištenje javnog gradskog prijevoza te poboljšava informiranost korisnika.

2. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI (ITS)

Sve većim razvojem prometne znanosti, dolazi do potrebe za uspješnim rješavanjem problema u prometu korištenjem pametne tehnologije. Klasični prometni sustavi imali su ograničeni vremenski uvid u događaje na prometnicama, lukama, skladištima logističkim centrima i slično. Klasično rješenje vezano za probleme u prometu zasniva se na principu „build only“ što znači da se prošire postojeće te izgrade nove prometnice. Ideja ITS-a prikazuje traženje različitih rješenja kako bi se učinkovitije iskoristila postojeća infrastruktura. Opći pristup bazira se na prostornoj i vremenskoj raspodjeli prometa kako bi se uzela u obzir sveobuhvatna prometna mreža a ne samo izdvojene dionice prometa.

2.1. Pojmovno određenje inteligentnih transportnih sustava

Inteligentni transportni sustavi, odnose se na prikupljanje, pohranjivanje i pružanje informacija o prometu u stvarnom vremenu sa ciljem kako bi se omogućio siguran prijevoz primjenom napredne elektronike te informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija. ITS nam pruža širok spektar rješenja za sigurniji promet. Ne samo da se odnosi na sustave vezane za prometnice, nego nudi i uređaje i aplikacije koje su ugrađene u vozila npr.: Prepoznavanje prepreka ispred vozila kao što su pješaci, životinje, ostala vozila, podešavanje preporučene brzine vozila, automatski kočenje, informacije o prometnim nesrećama, gužvama i sl. [1]

Razni prometni stručnjaci ističu važnost primjene ITS-a u današnjici kroz razne prezentacije i konferencije.

"Inteligentni transportni sustavi (ITS) predstavljaju značajan korak naprijed u upravljanju prometom, omogućujući učinkovitije korištenje infrastrukture i poboljšanje sigurnosti na cestama." ("Inteligentni transportni sustavi" - Maja Babić i Ivan Kragić)

"Implementacija pametnih prometnih rješenja u gradovima može značajno smanjiti vrijeme putovanja i poboljšati uslugu javnog prijevoza, čime se doprinosi održivom urbanom razvoju." ("Pametna promet i mobilnost u gradovima" - Krešimir Tomašević)

"Uvođenje pametnih tehnologija u prometne sustave dovodi do značajnih promjena u načinu upravljanja prometom i omogućava razvoj novih poslovnih modela u sektoru prijevoza." ("ITS: Izazovi i prilike" - Nikola Savić)

ITS otvara vrata razumijevanja moderne tehnologije, te kako one mogu utjecati na način upravljanja prometom.

2.2. Pregled ključnih tehnologija koje čine ITS

Inteligentni transportni sustavi (ITS) koriste niz ključnih tehnologija koje omogućuju poboljšanje učinkovitosti, sigurnosti i održivosti transporta. U nastavku opisane su 3 ključne tehnologije:

2.2.1. ITS aplikacije

Kako bi se povećala sigurnost na cestama, smanjilo vrijeme putovanja te smanjio štetan utjecaj na okoliš veliku ulogu igraju ITS aplikacije. Njihova široka primjena u svijetu doprinosi modernizaciji prometne infrastrukture i stvaranju održivih prometnih sustava. [2]

Neke od najvažnijih ITS aplikacija su:

1. Sustavi za upravljanje prometom u stvarnom vremenu (Real-Time Traffic Management Systems)

Ovi sustavi prikupljaju podatke o trenutnom stanju u prometu putem senzora, kamera i drugih izvora, te analiziraju podatke u stvarnom vremenu. Na temelju prikupljenih podataka, sustavi mogu prilagoditi signalizaciju na raskrižjima, optimizirati brzinu vozila, te preusmjeravati vozila kako bi se izbjegle gužve i smanjila zagušenja.

Primjer: U Zagrebu su uvedeni pametni semafori koji se prilagođavaju trenutnom stanju prometa, čime se smanjuje vrijeme čekanja na raskrižjima i povećava protočnost prometa.

2. Elektronička naplata cestarine ENC (Electronic Toll Collection - ETC)

ENC sustavi omogućuju automatsku naplatu cestarina bez potrebe za zaustavljanjem vozila. Sustav prepoznaje vozilo pomoću radio frekvencijske identifikacije kamera ili drugih tehnologija, te automatski naplaćuje vozaču cestarinu.

Primjer: Hrvatski sustav ENC (elektronička naplata cestarine) omogućuje brzi prolaz kroz naplatne postaje na autocestama, čime se smanjuje vrijeme putovanja.

3. Sustavi za nadzor i upravljanje javnim prijevozom (Public Transport Management Systems)

Ovi sustavi omogućuju praćenje vozila javnog prijevoza u stvarnom vremenu, planiranje ruta i optimizaciju voznog reda. Putnici mogu dobiti točne informacije o dolasku autobusa ili tramvaja putem mobilnih aplikacija ili informativnih ekrana na stanicama.

Primjer: U Zagrebu, sustav ZET-a omogućuje praćenje lokacije tramvaja i autobusa u stvarnom vremenu, što olakšava planiranje putovanja za korisnike.

4. Sustavi za automatsko upravljanje incidentima (Automated Incident Management Systems)

Ovi sustavi automatski detektiraju prometne nesreće, kvarove vozila ili druge incidente na cestama, te automatski obavještavaju nadležne službe i usmjeravaju promet kako bi se izbjegle gužve. Također, mogu poslati upozorenja vozačima u blizini.

5. Napredni sustavi pomoći vozačima (Advanced Driver Assistance Systems - ADAS)

ADAS uključuje tehnologije koje pomažu vozačima u vožnji i povećavaju sigurnost na cestama. To uključuje sustave za upozorenje na sudar, održavanje vozila u voznoj traci, automatsko kočenje u nuždi, tempomat, te sustave za prepoznavanje znakova.

Primjer: Mnoga nova vozila u Hrvatskoj dolaze s ugrađenim ADAS sustavima kao što su sustavi za automatsko kočenje u nuždi, koji mogu spriječiti sudar automatskim aktiviranjem kočnica kada prepoznaju opasnost.

6. Sustavi za informiranje vozača (Driver Information Systems)

Ovi sustavi pružaju vozačima informacije o stanju u prometu, vremenskim uvjetima, nesrećama i drugim važnim informacijama putem navigacijskih sustava, pametnih telefona ili prometnih znakova s promjenjivim porukama (Variable Message Signs - VMS).

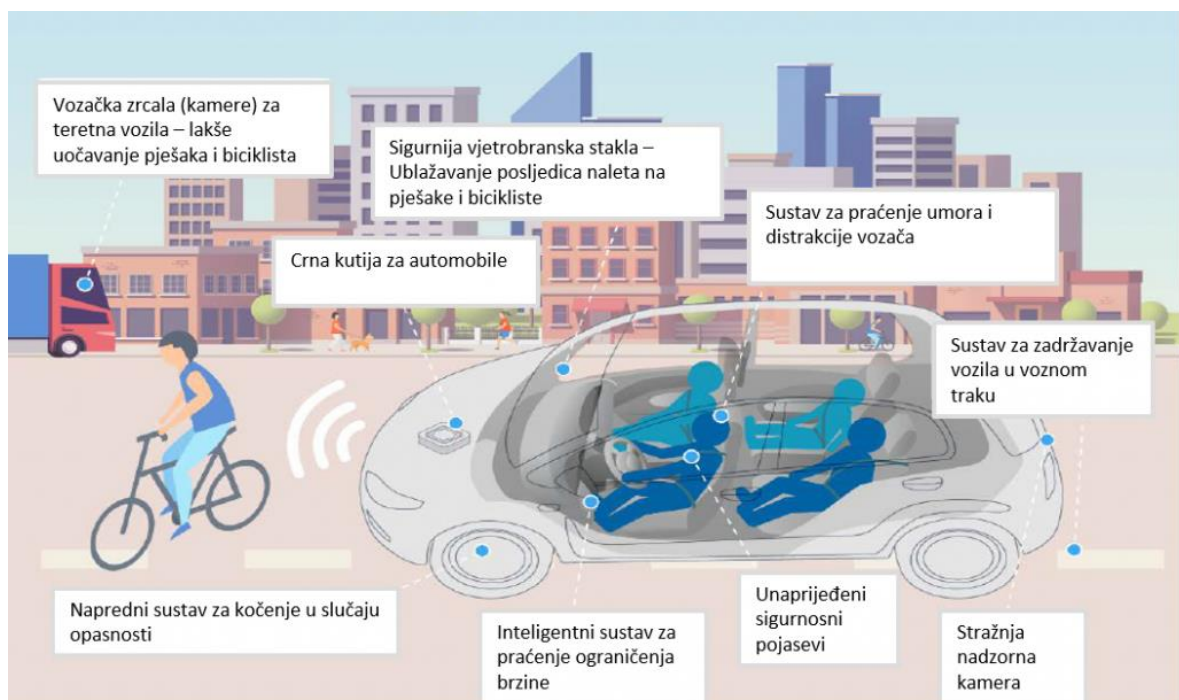
Primjer: Na hrvatskim autocestama često se koriste prometni znakovi s promjenjivim porukama koji upozoravaju vozače na gužve, radove na cesti ili loše vremenske uvjete.

2.2.2. Inteligentni automobili

Kako bi se spasilo više od 25.000 ljudskih života i spriječilo 140.000 ozbiljnih ozljeda do 2038. godine, cilj je smanjiti broj poginulih i ozlijeđenih na nulu do 2050. godine, u sklopu inicijative "Vizija nula". EU komisija postigla je dogovor da se sva vozila koja ulaze na europsko tržište od 2022 godine, moraju biti opremljena sa:

- Inteligentnim sustavom za pomoć pri kontroli brzine,
- Sustavom za ugradnju uređaja za blokadu u slučaju vožnje pod utjecajem alkohola,
- Sustavima za upozoravanje o budnosti i pozornosti vozača,
- Naprednim sustavom za upozoravanje o odvratanju pozornosti vozača,
- Signalima za zaustavljanje u nuždi,
- Sustavima za detekciju pri vožnji unatrag,
- Uređajima za snimanje podataka o događaju,

Slika 1. Prikaz inteligentnog automobila



Izvor : ([https:// nove-znacajke-sigurnosti-vozila/](https://nove-znacajke-sigurnosti-vozila/) 15.07.2024)

Sistem za praćenje opreznosti vozača - djeluje tako što prati izgled vozača te se pomoću zvučnog signala oglasi ukoliko utvrdi da je pažnja vozača pala na nivo koji nije prikladan za sigurnu vožnju. Kod određenih modela automobila dostupna je i potpuna kontrola nad vozilom. Način na koji se informacije prikupljaju su praćenje načina upravljanja vozača, praćenje brzine i ubrzanja vozila, pomicanje očiju vozača, izrazi lica, moždani valovi te način na koji vozač drži volan. Kod ovog sistema ključno je da se na vrijeme uoče znakovi nepažnje vozača kako bi se moglo reagirati na vrijeme.

Automatski sistem za kočenje i detekciju pješaka - Zadatak navedenog sistema je da prati situaciju ispred vozila i koči ukoliko vozač ne odgovori na opasnost. Sistem je u svakom trenutku spreman da reagira i sposoban je ne samo da smanji brzinu automobila, već i da ga potpuno zaustavi ukoliko je to potrebno. Prije sedam godina Volvo je predstavio sistem koji može detektirati pješaka i spriječiti nezgodu

Sistem za detekciju mrtvog kuta- Sistem detekcije mrtvog kuta može se već nekoliko godina primijetiti na tržištu. Djeluje na način da prati bok vozila i zadnji dio, te upozorava vozača na vozilo u mrtvom kutu pomoću svjetlosnog i zvučnog signala. Ovaj sistem je vrlo koristan na autocestama prilikom prestrojavanja u slučaju da vozač ne vidi vozilo koje se nalazi pored. Auto kuća koja je prva pokrenula ovaj sistem u svoju proizvodnju 1995 godine je bio FORD.

Sistem upozorenja izlaska iz svoje trake (LDWS – engl. Lane Departure Warning System) - Cilj sistema upozorenja izlaska iz svoje trake je da se održi pravac vozila u istoj traci. Radi na način da ukoliko vozač prijeđe preko crte na cesti bez pokazivača smjera, sistem obavještava vozača vibriranjem sjedišta ili upravljača. Kako bi se detektiralo nepoželjno prelaženje preko crte, sistem koristi šest infracrvenih senzora koji su smješteni na prednjem dijelu vozila. Senzor može kontrolirati bijele, privremene žute crvene i plave oznake, te pune i isprekidane linije.

Automatski sistem za kočenje i detekciju pješaka - Automatski sistem za kočenje i detekciju pješaka prati situaciju ispred vozila te ukoliko vozač ne reagira na opasnost, automatski koči. Sistem je dizajniran da reagira u svakom trenutku te ne samo da ima mogućnost smanjiti brzinu, također je u mogućnosti da u potpunosti zaustavi vozilo.

Ograničenje brzine - Sistem omogućuje praćenje ograničenja brzine te upozorava vozača ukoliko prelazi ograničenje. Na starijim vozilima, vozač je sam morao odrediti limit brzine putem komanda na vozilu, dok sad u novijim vozilima preko navigacijskog sustava, automatski je uneseno ograničenje brzine koji se nalazi na toj dionici. Ukoliko se desi da vozač prekorači limit pali se svjetlosno i zvučno upozorenje.

Sistem praćenja rastojanja razmaka vozila (Adaptive cruise control – ACC)- ACC je uređaj za podešavanje udaljenosti od vozila ispred. Sistem omogućuje konstantno mjerenje udaljenosti vozila ispred te kočenjem ili ubrzavanjem održava vozilo na sigurnoj udaljenosti. Uređaj se ugrađuje na tempomat koji elektroničkim nadzorom održava brzinu. Kada se ispred ne nalazi vozilo, vozač sam može kontrolirati brzinu vožnje sve do kad radar ne detektira vozilo ispred. Sistem sam određuje da li se vozilo može kretati željenom brzinom. Ukoliko dođe do premalog sigurnosnog razmaka, sistem prebacuje kontrole brzine na kontrolu udaljenosti. ACC sistem ima tri mogućnosti: : isključen sistem, ACC na “stand by” (i automatski način rada (ACC uključen cijelo vrijeme aktivnosti tempomata).

Sistem za pomoć pri parkiranju i automatsko parkiranje - Većina današnjih automobila posjeduje stražnju kameru koja olakšava vožnju unazad pomoću prikaza slike vozila te praćenja okretanja volana. Najnoviji modeli srednje i više klase opremljeni su sa četiri kamere na prednjoj i zadnjoj strani vozila, te ispod retrovizora. Automatsko parkiranje se oslanja na klasične parking senzore. Nakon prepoznavanja slobodnog parkirnog mjesta odgovarajuće dužine, dolazi obavijest vozaču da prihvati ponuđeno mjesto te prepusti se automatskom kontroliranju upravljača. Kretanje u naprijed i nazad zavisi o opremi sistema (najčešće je za to zadužen vozač). Ukoliko se vozač iz bilo kojeg razloga odluči prekinuti automatsko parkiranje, potrebno je da uhvati volan te sam započne sa daljnjim kontroliranjem.

Sistem za hitne pozive (E-poziv) - Sistem za hitne pozive je najnovija inovacija koja se javila u siječnju 2018 godine te je obavezno za sve automobile koji su izrađeni nakon 1.4.2018. godine. Sistem je dostupan u cijeloj Europi. U slučaju prometne nesreće, sistem sam zove poziv hitnih službi te daje ključne informacije o nezgodi (mjestu, smjeru, tipu vozila i broju putnika u vozilu) Pomoću ovog sistema skraćuje se reakcija hitne pomoći za nekoliko minuta u svakoj nesreći. [2]

2.2.3. Inteligentne prometnice.

Sa ciljem povećanja sigurnosti u prometu te izbjegavanju prometnih nesreća i gužva, klasične prometnice su se adaptirale u inteligentne prometnice. Osim svojih osnovnih funkcija, razvile su se nove funkcije prometnica kao što su: organizacija prometa, sigurnost, informiranje vozača i putnika itd. Različiti sustavi omogućuju razmjenu podataka i informacija između korisnika prometnica i informacijskog centra. [3] Primjeri inteligentnih prometnica u svijetu:

1. E18 - Pametna cesta, Norveška

Glavna prometnica koja prolazi kroz južnu Norvešku, poznata po korištenju naprednih tehnologija usmjerenih na sigurnost i održivost. Sadrži četiri inteligentnih značajki:

- Sustavi za upozorenje na divlje životinje - Senzori koji detektiraju prisutnost životinja na cesti i upozoravaju vozače kako bi se smanjio broj nesreća.
- Zimski nadzor ceste - Senzori koji prate temperaturu i uvjete na cesti te automatski aktiviraju sustave za posipanje soli ili pijeska.
- Električne stanice za punjenje- Postavljene duž ceste kako bi se potaknula upotreba električnih vozila.
- Ekološki prihvatljivi materijali - Korištenje održivih materijala u izgradnji i održavanju ceste.

2. Smart Highway Project - Nizozemska

Inovativni projekt koji uvodi nove tehnologije kako bi se poboljšala sigurnost i smanjila potrošnja energije. Sastoji se od četiri inteligentnih značajka :

- Svjetleća cestovna oznaka: Korištenje fosforescentnih materijala koji upijaju svjetlost tijekom dana i svijetle noću, poboljšavajući vidljivost i smanjujući potrebu za umjetnom rasvjetom.
- Inteligentna rasvjeta: Rasvjeta koja se aktivira samo kada detektira vozila, smanjujući potrošnju energije.
- Oznake za vrijeme: Cestovne oznake koje mijenjaju prikaz ovisno o vremenskim uvjetima, poput prikaza simbola pahulje tijekom niskih temperatura.
- Električni trakovi za punjenje: U razvoju su trake koje omogućuju bežično punjenje električnih vozila tijekom vožnje. [4]

3. Autocesta A9 – Njemačka

Jedna od najprometnijih njemačkih autocesta koja povezuje Berlin i München, često korištena kao testna ruta za napredne prometne tehnologije. Sastoji se od tri značajki.

- Digitalna testna staza (Digital Autobahn Testbed): Dio autoceste koristi se za testiranje autonomnih vozila i komunikacijskih tehnologija
- Prilagodljiva rasvjeta: LED rasvjeta koja se automatski prilagođava uvjetima na cesti i prometu, smanjujući potrošnju energije.
- Elektronička naplata cestarine: Sustavi koji omogućuju beskontaktno plaćanje i smanjuju zastoje na naplatnim postajama.

2.3. Prednosti i nedostaci ITS-a

ITS uvelike olakšava i nudi sigurnost u prometu te pruža ekološku održivost prometa, no svakako ima i nedostatke koje je potrebno uzeti u obzir. Prednosti i nedostaci ITS-a prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Prednosti i nedostaci ITS-a

| PREDNOSTI | |
|---|--|
| POVEĆANJE SIGURNOSTI NA CESTAMA | ITS sustavi poput sustava za automatsko kočenje, upozorenje na sudar i praćenje mrtvih kutova značajno smanjuju rizik od prometnih nesreća |
| SMANJENJE PROMETNIH GUŽVI | Optimiziraju se prometni tokovi kroz signalizaciju, i automatsko preusmjeravanje prometa u slučaju zastoja. |
| POBOLJŠANJE UČINKOVITOSTI JAVNOG PRIJEVOZA | pružaju se točni podatci o dolasku autobusa tramvaja, vlakova što olakšava planiranje putovanja. |
| SMANJENJE EMISIJA ŠTETNIH PLINOVA | Uvođenje zelenih valova na semaforima smanjuje broj zaustavljanja i kretanja, što direktno utječe na smanjenje emisija CO ₂ . |
| BOLJE UPRAVLJANJE NESREĆAMA | Sustavi za automatsko prepoznavanje nesreća omogućuju brže reagiranje na prometne nesreće, kvarove ili druge probleme na cestama |

| NEDOSTATCI | |
|--|---|
| VISOKI TROŠKOVI | ITS tehnologija zahtjeva značajna ulaganja u infrastrukturu. |
| ODRŽAVANJE | ITS sustavi zahtijevaju redovito održavanje i ažuriranje kako bi ispravno funkcionirali, što može biti skupo. |
| PRIVATNOST | Hakerski napadi na ITS sustave mogu uzrokovati ozbiljne probleme, npr. manipulacije prometnim signalima ili krađe podataka. |
| POTREBA ZA OBUKOM I PRILAGODBOM | ITS tehnologije zahtijevaju da vozači i operateri budu upoznati s novim sustavima i načinima rada. |
| OVISNOST O TEHNOLOGIJI | Velika ovisnost o tehnologiji može dovesti do problema ako sustavi zakažu ili nisu dostupni. |

Izvor: prilagodila autorica prema Bošnjak (2006.)

ITS iznimno je važan za sigurnost u prometu, smanjenje prometnih gužvi te smanjenju emisija štetnih plinova, s toga se treba posvetiti na uklanjanju njegovih nedostataka. Iako je implementacija i održavanje ITS sustava skupa, uz pravilno planiranje i kontinuiran razvoj, prednosti ITS-a mogu značajno nadmašiti njihove nedostatke.

3. NORMIZACIJA ITS USLUGA

ITS usluge standardizirane su na globalnoj razini. Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) započela je proces standardizacije ITS usluga usmjerenih na cestovni promet još 1990. godine, izdavanjem dokumenta ISO TR 14813-1 - Transport information and control systems - Reference model architecture for the TICS sector. Ovim dokumentom definirano je osam funkcionalnih područja te trideset i dvije usluge. [5]

3.1. Funkcionalna područja

Nova klasifikacija dolazi 1999. godine kada su na osam usluga dodane još tri usluge. ITS temeljne usluge su:

Tablica 2: Prikaz funkcionalnih područja

| | |
|-----|--|
| 1. | Informiranje putnika (Traveler Information) |
| 2. | upravljanje prometom i operacijama (Traffic Management and Operaciona) |
| 3. | Vozila (vehicles) |
| 4. | prijevoz tereta (freight transport) |
| 5. | javni prijevoz (public transport) |
| 6. | žurne službe(emergency) |
| 7. | elektronička plaćanja vezana za transport (Transport Related Electronic Payment) |
| 8. | sigurnost osoba u cestovnom prijevozu (Road Transport Related Personal Safety) |
| 9. | nadzor vremenskih uvjeta i okoliša (Weather and Environmental Monitoring), |
| 10. | upravljanje odzivom na velike nesreće (Disaster Response Management and Coordination) |
| 11. | nacionalna sigurnost i zaštita (National Security) |

Izvor: autor prema Bošnjak (2006.)

3.1.1. Informiranje putnika

Prva usluga obuhvaća informiranje putnika, uključujući pružanje podataka o prometnoj mreži, navođenje ruta te navigaciju tijekom putovanja. Također, podržava službe odgovorne za prikupljanje i upravljanje informacijama koje su ključne za planiranje svih transportnih aktivnosti. Putnici trebaju biti informirani o svom odredištu, cijeni putovanja, planiranim vremenima odlaska i dolaska, mogućnostima putovanja, dostupnosti karata te o svim promjenama vezanim uz putovanje. Ove informacije omogućuju putnicima donošenje odluka, optimizaciju ruta, smanjenje vremena putovanja i troškova.

Prije nekoliko godina, glavni izvori putnih informacija bili su atlas i tiskani vozni redovi, uz dodatne informacije dostupne putem telefona. Danas su ti izvori zamijenjeni internetom, društvenim mrežama i medijima. Razvoj mobilnog interneta dodatno je olakšao pristup informacijama prije putovanja. Informacije dostupne putem interneta nude brojne prednosti, uključujući pravovremenu dostavu podataka putnicima, kako kod kuće tako i na radnom mjestu uz niske troškove.

Glavni sudionici u pružanju informacija prije putovanja su:

- Operateri javnog prijevoza,
- Upravitelji mreža javnog prijevoza/lokalne vlasti,
- Operatori cestovne mreže,
- Mediji,
- Mobilne mreže,
- Programeri za mobilni internet i aplikacije,
- Putnici.

Informacije se prenose putem uređaja ugrađenih u vozila, prometnih znakova s promjenjivim porukama, radijskih prometnih sustava ili mobilnog interneta. [6]

3.1.2. Upravljanje prometom i operacijama

Drugo područje obuhvaća upravljanje prometom i operacijama. Ovo uključuje usluge kao što su vođenje, kontrola i regulacija prometa, upravljanje incidentima, održavanje prometne infrastrukture, provođenje prometnih propisa te identifikacija prekršitelja.

Prema ISO međunarodnom standardu 14813-1, ova domena je opisana kao upravljanje kretanjem vozila, putnika i pješaka unutar cestovne prometne mreže. Upravljanje prometom podrazumijeva skup mjera usmjerenih na očuvanje kapaciteta prometne mreže i povećanje sigurnosti i pouzdanosti cijelog sustava cestovnog prometa. Primjeri uključuju nadzor nad prioritetnim vozilima kao što su autobusi i tramvaji, kao i kontrolu zagađenja.

Kada postojeći sustavi upravljanja prometom dosegnu svoje granice, a proširenje kapaciteta ili izgradnja nove infrastrukture nije izvediva, mogu se primijeniti dodatne mjere. [7]

3.1.3. Vozila

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti u radu vozila, upravljanje radom vozila, ili upozorenja korisnicima. Usluge unutar ove domene fokusirane su na različite aspekte koji unapređuju sigurnost vozila. Postoje usluge koje koriste vanjske informacije, kao i usluge koje koriste samo podatke u vozilu. [8]

Domena usluga u vozilu obuhvaća sljedeće glavne grupe usluga:

- Poboljšanje vida povezanog s prometom - Usluge koje pomažu vozačima da bolje vide okolinu, primjerice putem sustava za noćno gledanje ili kamera.
- Automatizirani rad vozila - Usluge koje omogućuju automatsku kontrolu nad određenim funkcijama vozila.
- Izbjegavanje sudara - Sustavi koji pomažu u prevenciji sudara pomoću raznih senzora i tehnologija za upozoravanje.
- Sigurnost i spremnost - Usluge koje osiguravaju da vozilo i vozač budu spremni za vožnju i reakciju u svim situacijama.

- Zaustavljanje- Usluge koje omogućuju automatsko zaustavljanje vozila u nuždi ili u specifičnim situacijama.

Kooperativna vožnja predstavlja skup usluga koje omogućuju potpuno automatiziranje procesa vožnje, stvaranje okruženja u kojem vozač može voziti bez ruku, ili pružanje djelomične automatizacije.

3.1.4. Prijevoz tereta

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao upravljanje komercijalnim vozilima, upravljanje teretnim i voznim parkom, aktivnosti koje ubrzavaju postupak autorizacije za teret na granicama i ubrzavaju transmodalni prijenos za odobreni teret. Grupe usluga za prijevoz tereta fokusiraju se na aktivnosti koje poboljšavaju rad komercijalnih vozila i upravljanje multimodalnom logistikom uključujući koordinaciju između različitih zemalja. Domena koja se odnosi na teretni promet i logistiku obuhvaća sljedeće skupine usluga. [9]

Tablica 3. Skupine usluga

| Administrativne funkcije | Komercijalne funkcije: |
|---|---|
| pročišćavanje komercijalnih vozila | upravljanje voznim parkom, |
| administrativni postupci za komercijalna vozila | Inter modalno upravljanje informacijama |
| automatizirana inspekcija sigurnosti na cesti | upravljanje i kontrola Inter modalnih centara |
| praćenje sigurnosti na vozilu | upravljanje opasnim teretom |

Izvor: Izradila autorica prema <https://transport.ec.europa.eu>

3.1.5. Javni prijevoz

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao upravljanje uslugama javnog prijevoza i pružanje operativnih informacija korisnicima. Grupe usluga unutar ove domene fokusirane su na poboljšanje pravovremenosti i učinkovitosti usluga javnog prijevoza, kao i na pružanje ključnih informacija prijevoznicima i putnicima. [10]

Domena javnog prijevoza uključuje sljedeće skupine usluga:

Upravljanje javnim prijevozom

Ova skupina usluga obuhvaća planiranje i upravljanje operacijama javnog prijevoza. To uključuje pružanje informacija u stvarnom vremenu o lokaciji i statusu vozila, što znatno pomaže pri procjeni odstupanja i prilagodbu plana. Također obuhvaća praćenje stanja vozila, poput broja putnika, funkcionalnosti motora i tlaka u gumama, te usklađenost rasporeda javnog prijevoza s ciljem minimalizacije vremena između različitih načina prijevoza (npr. autobusne i željezničke usluge).

Primjeri usluga u okviru upravljanja javnim prijevozom uključuju:

- Praćenje unutarnjih sustava vozila javnog prijevoza,
- Praćenje voznog parka,
- Planiranje javnog prijevoza,
- Otprema usluga javnog prijevoza,
- Planiranje javnog gradskog prijevoza.

Potraživanje i zajednički prijevoz

Ova skupina usluga pruža prijevoz na zahtjev. Korisnicima omogućava traženje prijevoznih usluga prema njihovim potrebama, a prijevoznicima optimizaciju rasporeda vozila. Ova usluga pruža alternativu za osobne automobile i prilagođava se potrebama posebnih grupa, uključujući starije osobe i osobe s invaliditetom.

Primjeri usluga u okviru potraživanja i zajedničkog prijevoza uključuju:

- Otprema tranzitnih flota,
- Dinamično dijeljenje vožnje.

3.1.6. Žurne službe

ISO međunarodni standard 14813-1 definira ovu domenu kao usluge koje pružaj odgovor na hitne situacije. Domena hitnih slučajeva uključuje sljedeće skupine usluga:

- Obavijesti o prometu i osobnoj sigurnosti
- Povrat vozila nakon krađe
- Upravljanje vozilima u nuždi
- Pretplata za hitna vozila
- Hitni podaci o vozilu
- Obavijesti o opasnim materijalima i incidentima

Ove usluge omogućuju brzo reagiranje i učinkovito djelovanje hitnih službi širom prometne mreže. Hitni slučajevi često uključuju nepredvidive incidente, poput velikih oluja, nesreća zrakoplova ili vlaka, zemljotresa, poplava ili terorističkih prijetnji. Upravljanje predstavlja niz aktivnosti usmjerenih na uklanjanje vozila, pomoć unesrećenima i normalizaciju prometa nakon nesreće. Ovaj proces uključuje spašavanje povrijeđenih nakon nesreće, gdje se aktivacijom signala (kroz zračni jastuk ili ručno) šalje obavijest u centar za upravljanje hitnim slučajevima. Pozicija vozila precizno se utvrđuje putem globalnih satelitskih navigacijskih sustava, dok automatski sustavi praćenja i davanja prioriteta omogućuju najbližim vozilima hitnih službi da najbrže stignu na mjesto incidenta. [11]

3.1.7. Elektronička plaćanja vezana uz transport

Ova skupina usluga obuhvaća korištenje elektroničkih i bezgotovinskih sustava za naplatu u području prijevoza.

Primjeri usluga u ovoj grupi uključuju:

- Elektroničko plaćanje za tranzitne karte,
- Elektronička naplata cestarine,
- Elektroničko plaćanje za parkiranje,
- Elektroničko plaćanje za usluge kao što su informacije za putnike i rezervacije,
- Elektroničko plaćanje naknada za cestovne usluge temeljen na udaljenosti. [12]

3.1.8. Sigurnost osoba u cestovnom prijevozu

ISO međunarodni standard 14813-1 usmjeren je na zaštitu korisnika prijevoza, uključujući pješake i ostale korisnike. Područje osobne sigurnosti u cestovnom prometu obuhvaća sljedeće usluge:

- Sigurnost u javnom prijevozu,
- Poboljšanje sigurnosti za ugrožene sudionike u prometu,
- Poboljšanje sigurnosti za osobe s invaliditetom na cestama,
- Sigurnosne mjere za pješake koji koriste inteligentne čvorove i poveznice.

Ove usluge usmjerene su na zaštitu osobne sigurnosti pješaka i korisnika cestovnog prijevoza, s ciljem poboljšanja sigurnosti i zaštite svih skupina u prometu.

3.1.9. Nadzor vremenskih uvjeta i okoliša

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao aktivnost usmjerenu na praćenje i obavještanje o vremenskim i okolišnim uvjetima. Grupe usluga u ovoj domeni obuhvaćaju aktivnosti koje prate uvjete koji utječu na prometnu mrežu i njene korisnike. Područje praćenja vremenskih i okolišnih uvjeta uključuje:

Praćenje vremenskih uvjeta

Ova skupina uključuje aktivnosti koje se odnose na praćenje vremenskih uvjeta poput magle, leda, snijega, vjetra, kiše i vrućine. Također obuhvaća predviđanje specifičnih vremenskih uvjeta koji mogu utjecati na stanje kolnika i cjelokupni put, uključujući zaleđivanje i vidljivost.

Praćenje stanja okoliša

Ova skupina usluga fokusira se na nadgledanje stanja okoliša kao što su poplave (zbog visokih plima), kretanje tla (zemljotresi, klizišta) i razine zagađenja. Također može uključivati usluge koje predviđaju specifične uvjete na temelju trenutnih ili povijesnih podataka. Primjeri usluga uključuju:

- Nadzor i prognoza razine vode i plime,
- Praćenje potresa,
- Praćenje zagađenja,
- Praćenje lavina, klizišta i padavina.

3.1.10. Upravljanje odazivom na velike nesreće

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao aktivnost usmjerenu na cestovni prijevoz kao odgovor na prirodne katastrofe, građanske poremećaje ili terorističke napade. Domena koja se bavi upravljanjem i koordiniranjem reakcije na katastrofe obuhvaća sljedeće grupe usluga:

- Upravljanje podacima o katastrofama,
- Upravljanje odgovorom na katastrofe,
- Koordinacija s hitnim službama.

3.1.11. Nacionalna sigurnost

ISO međunarodni standard 14813-1 opisuje ovu domenu kao aktivnost usmjerenu na zaštitu i ublažavanje fizičkih ili operativnih šteta na ljudima i objektima koje mogu nastati uslijed prirodnih katastrofa, građanskih poremećaja ili terorističkih napada.

Ova domena obuhvaća sljedeće grupe usluga:

- Nadzor i kontrola sumnjivih vozila,
- Praćenje komunalnih infrastruktura ili cjevovoda.

Aktivnosti unutar ove domene usmjerene su na izravnu zaštitu i smanjenje šteta koje mogu nastati kao rezultat kriznih situacija.

3.2. ISO 14813-1:2015

ISO 14813-1:2015 je međunarodni standard koji pruža osnovne smjernice za razvoj inteligentnih transportnih sustava.

Ova međunarodna norma predstavlja srž načina na koji razmatramo i klasificiramo ITS, uključujući sve standarde i skupine standarda koji ga čine upravo onakvim kakvim ga poznajemo danas i kako će se razvijati u budućnosti. Dizajniran je za pružanje informacija i objašnjenja onima koji razvijaju međunarodne standarde ITS-a.

U uvodu se navodi da se od ITS-a sada također očekuje rješavanje:

- Djelatnosti rada i održavanja prometne mreže
- Mobilnost i Intermodalna povezanost
- Multimodalno putovanje uključujući informacije prije i tijekom putovanja te planiranje putovanja
- Varijabilne strategije cijena za teretna i osobna putovanja
- Aktivnosti i koordinacija odgovora na hitne situacije i prirodne katastrofe
- Potrebe nacionalne sigurnosti povezane s prometnom infrastrukturom.

U okviru norme 14813-1:2015 definirano je 13 domena ITS usluga. Norma je namijenjena za upotrebu dvije skupine korisnika. Prvi korisnici su oni koji razvijaju ideju u uslugama, dok drugi koji razvijaju standarde ITS usluga. [13]

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

1. Domena usluga informiranja putnika

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

2. Domena usluga upravljanja prometom i operacijama

- 2.1. Upravljanje i kontrola prometa

- 2.2. Upravljanje incidentima vezanim uz prijevoz
- 2.3. Upravljanje potražnjom
- 2.4. Upravljanje održavanjem infrastrukture cestovnog prometa
- 2.5. Nadzor provođenja prometnih propisa 32

3. Domena usluga vozila

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

4. Domena usluga prijevoza tereta

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

5. Domena usluga javnog prijevoza

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

6. Domena usluga žurnih službi

- 6.1. Obavijest o hitnim slučajevima i osobna sigurnost u prometu
- 6.2. Pronalazak ukradenog vozila

- 6.3. Upravljanje vozilima žurnih službi
- 6.4. Opasne tvari i obavijesti o incidentima 33

7. Domena platnih usluga povezanih s prijevozom

- 7.1. Elektroničke financijske transakcije u cestovnom prometu
- 7.2. Elektroničke usluge upravljanja cijenama
- 7.3. Elektroničke financijske transakcije povezane s prijevozom
- 7.4. Ostali mehanizmi za naplatu u cestovnom prometu

8. Domena usluga osobne sigurnosti u cestovnom prometu

- 8.1. Javna sigurnost putovanja
- 8.2. Poboljšana sigurnost za ranjive sudionike u prometu
- 8.3. Poboljšana sigurnost za sudionike u prometu s invaliditetom
- 8.4. Sigurnosne odredbe za pješake koji koriste inteligentna čvorišta i veze

9. Domena praćenja vremenskih prilika i stanja okoliša

- 9.1. Praćenje vremenskih uvjeta
- 9.2. Praćenje stanja okoliša

10. Domena upravljanja odzivom na velike nesreće i koordinacijskih usluga

- 10.1. Upravljanje podacima o velikim nesrećama
- 10.2. Upravljanje velikim nesrećama
- 10.3. Koordinacija žurnih službi

11. Domena usluga nacionalne sigurnosti

- 11.1. Nadzor i kontrola sumnjivih vozila
- 11.2. Nadzor cjevovoda ili komunalnih usluga

12. Domena ITS usluga upravljanja podacima

- 12.1. Registri podataka
- 12.2. Rječnici podataka

13. Domena usluga upravljanja učinkom

13.1. Pohrana podataka

13.2. Simulacije

Usluge unutar ITS-a često su međusobno povezane ili ovise jedna o drugoj unutar skupine usluga stoga je važno identificirati tko je odgovoran za pružanje svake usluge

Za prvu skupinu korisnika, ovaj dio norme ISO 14813 nudi opise usluga koji mogu poslužiti kao poticaj za izradu detaljnijih opisa. Razina detalja može varirati ovisno o specifičnoj implementaciji ITS-a, pri čemu će utjecaj imati i to uključuje li implementacija nacionalnu ITS arhitekturu te je li ta arhitektura temeljena izravno na uslugama ili na skupinama funkcija

Za drugu skupinu korisnika ovaj dio norme ISO 14813 namijenjen je razvojnim timovima standarda koji rade na standardima za ITS i povezane sektore koji se preklapaju s ITS-om, poput određenih aspekata javnog prijevoza, Intermodalnog prijevoza tereta i sl. Njegova svrha je pružiti informacije i pojašnjenja o uslugama koje mogu poslužiti kao temelj i motivacija za izradu novih standarda. [14]

3.3. ISO 14813-1:2024

ISO 14813-1:2024 je najnovija verzija međunarodnog standarda koji se odnosi na ITS. Ovaj standard pruža okvir za definiranje i opisivanje osnovnih usluga ITS-a, omogućuje pristup daljnjem razvoju i primjenu tih usluga. Usluge su kategorizirane u različite domene, unutar kojih su definirane grupe usluga i njihove specifične funkcije. Ova norma je također važna za dvije glavne skupine korisnika: one koji razvijaju nove ideje i koncepte, te one koji rade na standardizaciji tih usluga. Ova verzija standarda proširuje prethodne norme, pružajući sveobuhvatan pregled trenutnih potreba i tehnoloških napredaka u području inteligentnih transportnih sustava. Kroz jasno definirane domene i grupe usluga.

Podatci ovog najnovijeg standarda još nisu potpuno dostupni, no struktura obuhvaća raznovrsne aspekte transporta, sigurnosti, upravljanja i usluga podrške, koje su grupirane u nekoliko ključnih domena.

4. PRIMJENA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U HRVATSKOJ

Tijekom 1980-ih i 1990-ih godina, područje cestovne tematike počeo se razvijati zahvaljujući radu znanstvenika i stručnjaka iz različitih institucija, uključujući Zavod za telekomunikacije i Zavod za automatiku zagrebačkog Elektrotehničkog fakulteta (danas Fakultet elektrotehnike i računarstva), Fakultet prometnih znanosti, kao i poduzeća poput Nikole Tesle i drugih.

Početak 2000-ih, izgradnja mreže autocesta dodatno je potaknula razvoj i primjenu ITS-a. Uvođenjem ITS-a u Zakon o cestama 2014. godine, uspostavljena je pravno-organizacijska osnovica koja je omogućila učinkovitiji razvoj ovih tehnologija. [15]

4.1. Pregled trenutnog stanja ITS-a u Hrvatskoj

Inteligentni transportni sustavi u Hrvatskoj predstavljaju značajan korak prema modernizaciji i unaprjeđenju prometne infrastrukture. Uvođenjem ITS tehnologija omogućuje se bolja organizacija prometa, povećava se sigurnost na cestama te smanjuju se zagušenja i negativan utjecaj na okoliš. Hrvatska je kao članica Europske unije obvezna uskladiti svoje prometne strategije s europskim standardima i inicijativama što uključuje razvoj ITS-a.

U urbanim sredinama, poput Zagreba, Pule, Varaždina i Rijeke, sve više se implementiraju pametni sustavi upravljanja prometom, koji uključuju pametne semafore, sustave za nadzor i upravljanje parkiranjem te integraciju javnog prijevoza s Real-time informacijama za putnike. Ovi sustavi omogućuju brže i učinkovitije kretanje, smanjuju vrijeme putovanja i povećavaju sigurnost.

4.1.1. Inteligentni semafori Zagreb

Inteligentni semafori i prometni znakovi predstavljaju napredni sustav upravljanja prometom koji spaja tradicionalne semafore s raznim sensorima i umjetnom inteligencijom. Ova tehnologija omogućuje dinamičko usmjeravanje prometa vozila i pješaka. Signali međusobno komuniciraju i prilagođavaju se promjenjivim uvjetima na cesti kako bi se smanjilo vrijeme koje vozilo provodi u stanju mirovanja. Korištenjem optičkih video kamera, sličnih onima u dinamičkim upravljačkim sustavima, nova tehnologija prati broj vozila i u stvarnom vremenu prilagođava signal [24]

Grad Zagreb je u veljači i ožujku 2024. godine započeo sa unaprjeđenjem semaforiskog sustava, zamijenivši ukupno 18 semafora u Donjem gradu kojima se iz jednog centralnog mjesta upravlja na daljinu. U Drugoj fazi od 15. srpnja do 9. kolovoza bit će zamijenjen još 21. uređaj. Ukupno 39 semafora za automatsko upravljanje prometom

"Automatskim upravljanjem prometom na svim obnovljenim raskrižjima uspostavlja se učinkovitiji sustav upravljanja prometom jer se rad semafora prilagođava uvjetima na cesti, znatno se povećava protočnost raskrižja, skraćuje vrijeme putovanja i povećava sigurnost. Pritom, prednost u prometu se daje tramvajima te se na taj način dobiva efikasniji i brži javni prijevoz", rekao je Tomislav Tomašević, gradonačelnik Grada Zagreba.

Gradonačelnik je pojasnio i da se, uz smanjenje čekanja i vremena putovanja, na ovaj način smanjuje i onečišćenja zraka, negativni utjecaj buke, te broj prometnih nesreća.

4.1.2. ENC uređaj za elektronsku naplatu cestarine

ENC (elektronska naplata cestarine) je sustav koji omogućuje plaćanje cestarine bez fizičkog kontakta. Ovaj sustav se temelji na malom uređaju koji se postavlja na vjetrobransko staklo vozila prilikom prolaska kroz naplatnu postaju. Uređaj omogućuje brži prolazak kroz naplatne postaje, jer nije potrebno potpuno zaustavljanje vozila, dovoljno je usporiti i usmjeriti uređaj prema anteni, čime se automatski prepoznaje ENC uređaj zatim obavlja naplata i diže rampa.

Za razliku od traka za kontaktno plaćanje, trake za beskontaktno plaćanje putem ENC-a su odvojene. Svaka fizička i pravna osoba može nabaviti ENC uređaj, a jedan uređaj može se koristiti za više vozila, pod uvjetom da su vozila svrstana u istu kategoriju navedenu na računu. Nadoplata za ENC može se izvršiti na različite načine, uključujući kreditne kartice, ponude ili ENC bone. [16]

4.1.3. E-romobili

Pilot projekt najma Bolt električnih romobila započeo je početkom 2021. godine, a Rijeka je bila prvi hrvatski grad u kojem je ova usluga uvedena. Usluga je potom proširena na još tri grada u Hrvatskoj: Osijek, Varaždin i Vinkovci.

S ciljem usklađivanja s politikom zaštite okoliša, Bolt se posvećuje smanjenju emisije štetnih plinova i stalno se prilagođava važećim regulatornim okviru koji se odnosi na ekološke ciljeve i obveze. Električni romobili su raspoređeni na ključnim lokacijama unutar gradova, a njihova dostupnost može se pratiti putem Bolt aplikacije. Tvrtka kontinuirano unapređuje svoju uslugu, uključujući razvoj romobila, prilagodbu budućim potrebama sustava i korisnika te ulaganje u sigurnost. [25]

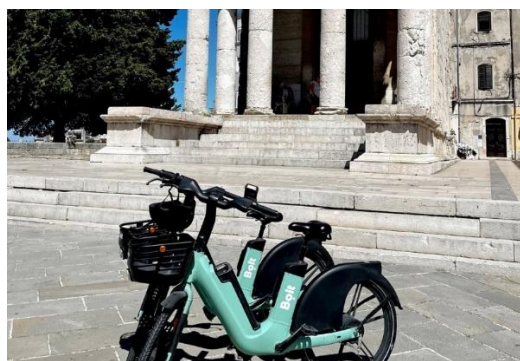
S vremenom, Bolt je proširio svoje tržište električnih romobila na druge hrvatske gradove, dok je u Varaždinu usluga obustavljena. Naime, 21.11.2022. Bolt je obavijestio Grad Varaždin o povlačenju e-romobila. Zakon o sigurnosti prometa na cestama, koji sada zahtijeva obavezno nošenje kaciga za sve vozače romobila, značajno mijenja način na koji se usluga najma romobila koristi u prometu

4.1.4. E- bicikli

Vožnja biciklom nudi brojne prednosti. Potiče zdrav način, povoljni zahtjevi za infrastrukturu, biciklističke staze zauzimaju manje prostora u usporedbi s automobilima. U urbanim sredinama, biciklizam često može biti brži od drugih oblika prijevoza jer omogućuje izbjegavanje prometnih gužvi. Kako bi se osigurala održiva mobilnost u pametnim gradovima, može se kombinirati upotreba bicikala s javnim gradskim prijevozom. E-bicikl, koji je osnovna pretpostavka održivog prijevoza, korisnicima omogućuje ekološki prihvatljiv način zadovoljavanja njihovih prijevoznih potreba. Najpopularniji oblik urbane povezanosti s biciklima je sustav dijeljenja bicikla, koji se nalazi na specijaliziranim postajama. Pristup pametnim biciklima omogućuje se putem pametne kartice, kartice s magnetskom trakom ili jedinstven numerički kod.

Nakon uvođenja usluge najma e-romobila u Puli, Bolt je proširio je svoju ponudu uvođenjem 60 e-bicikala. Planira se daljnje povećanje broja e-bicikala. Boltova usluga e-bicikala je prvi takav servis u Hrvatskoj, čime Bolt nastavlja postavljati visoke standarde u inovacijama. Ova nova usluga ima za cilj promicanje održivog načina prijevoza, nudeći alternativu skupljem i često sporijem korištenju osobnih automobila, osobito tijekom turističke sezone. E-bicikli su također pogodna opcija za one koji preferiraju bicikl kao prijevozno sredstvo i ne koriste romobile. Svaki e-bicikl opremljen je ekranom koji pruža ključne informacije poput brzine, razine baterije i specijalnih zona, što omogućuje korisnicima ugodniju vožnju. Osim toga, bicikli imaju bežični punjač za mobilne telefone smješten na upravljaču, a GPS visoke preciznosti pomaže korisnicima da lakše pronađu bicikle putem aplikacije. Bolt također koristi kognitivni test unutar aplikacije kako bi spriječio vožnju e-bicikla ili e-romobila pod utjecajem alkohola, s ciljem dodatne zaštite vozača i pješaka.

Slika 2. Bolt E-Bicikli



Izvor: <https://www.pula-kao-predvodnik-odrzive-urbane-mobilnosti>

4.1.5. Mobilisis

Mobilisis Fleet Management je napredni sustav za upravljanje voznim parkom, koji omogućuje praćenje vozila, optimizaciju njihovog korištenja, nadzor i administraciju. Ovaj sustav je u potpunosti razvijen u Hrvatskoj i prepoznat je kao značajan brend u području IT tehnologije i prijenosa podataka na međunarodnoj razini. Mobilisis platforma namijenjena je za daljinsku kontrolu, nadzor, praćenje vozila, kontrolu radnog vremena, kontrolu pristupa, nadzor objekata i daljinsko mjerenje.

Stotine tvrtki u Hrvatskoj, Srbiji, Sloveniji i Bosni i Hercegovini koriste Mobilisis Fleet Management sustav kako bi unaprijedile upravljanje svojim voznim parkom i poboljšale učinkovitost svojih operacija.[22]

4.2. Izazovi i mogućnosti razvoja ITS-a u Hrvatskoj

U Hrvatskoj, s razvojem ITS-a, otvaraju se brojne mogućnosti za unapređenje prometne učinkovitosti, sigurnosti i održivosti. Međutim, ovaj proces također donosi niz izazova koji zahtijevaju pažljivo planiranje i inovativna rješenja.

Korištenjem naprednih sustava za upravljanje prometom, praćenje vozila, e-naplata cestarine, te integraciju s mobilnim aplikacijama, Hrvatska može značajno unaprijediti svoje prometne usluge.

4.2.1. Novi elektronički sustav naplate autocesta

Iako je na početku bilo planirano da novi sustav započne 2024. godine, s potpunom implementacijom tijekom 2025. godine, HAC je najavio da će konačni rok za završetak projekta biti 24 mjeseca od potpisa ugovora. To znači da će novi sustav, koji omogućava vožnju autocestom bez zaustavljanja na naplatnim postajama, biti dostupan tek 2026. godine.

Ovaj modernizirani, digitalizirani sustav naplate cestarine donijet će brojne prednosti. Omogućit će vozačima nesmetan prolaz kroz naplatne postaje, čime će se značajno povećati protočnost i smanjiti štetne emisije koje nastaju zbog zastoja. Dok trenutni sustav sa ručnom naplatom može obraditi oko 300 vozila po satu, novi sustav će moći obraditi do 3000 vozila.

Sustav će se oslanjati na kombinaciju dviju naprednih i već provjerenih tehnologija. unaprijeđeni ENC uređaj ugrađen u vozilo i automatski sustav za očitavanje registarskih oznaka. Ove tehnologije već se primjenjuju u zemljama Europske unije i pružaju pouzdana rješenja za efikasnu naplatu cestarine. [16]

4.2.2. Robotaxi

Rimac Automobili, tehnološka kompanija poznata po proizvodnji električnih hiperautomobila i pružanju naprednih tehnoloških rješenja za globalne proizvođače automobila, nedavno je predstavila svoj najnoviji projekt – autonomni robotaksi nazvan Verne, u čast poznatom piscu Julesu Verneu. Prema planu, Verne bi trebao započeti vožnju po zagrebačkim ulicama 2026. godine. Iako je predstavljanje vozila proteklo uz tehničke poteškoće, jer robotaksi nije reagirao na zapovijedi Mate Rimca, projekt je već privukao međunarodnu pozornost.

Verne je zamišljen kao potpuno autonomno dvosjed vozilo, bez vozača, upravljača i papučice za vožnju. Do sada je potpisano 11 ugovora s različitim gradovima, a planira se proširenje na tržišta Velike Britanije, Njemačke, Austrije i Bliskog Istoka. U tijeku su pregovori s još 30 gradova.

Slika 3. Rimac Robotaxi



Izvor:<https://www.zagreb.info/vijesti/rimac-vozlo-sve-je-ostavilo-bez-daha/>

Gradovi koji odluče implementirati Verne robotaksije imat će specijaliziranu infrastrukturu za održavanje vozila, koja će uključivati svakodnevne preglede, čišćenje i punjenje. Cijeli sustav funkcionirat će putem aplikacije koja korisnicima omogućuje jednostavno naručivanje vožnje i personalizaciju vozila prema vlastitim preferencijama, uključujući postavke osvjetljenja, temperature i mirisa unutrašnjosti. [23]

5. PRIMJENA INTELIGNETNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U EUROPI

Inteligentni transportni sustavi igraju ključnu ulogu u prometu u EU, donose napredna tehnološka rješenja koja poboljšavaju učinkovitost, sigurnost i održivost prometa. Kroz primjenu ITS-a, nastoji se odgovoriti na izazove modernog transporta, kao što su rastuća zagušenja na cestama, povećanje emisija štetnih plinova, te potreba za integracijom različitih oblika prijevoza.

5.1. Primjeri uspješnih implementacija ITS-a u europskim zemljama

Europske zemlje aktivno sudjeluju u različitim projektima i inicijativama koje potiču primjenu ITS-a na nacionalnoj i regionalnoj razini, što uključuje suradnju između javnog i privatnog sektora, te između različitih država članica.

5.1.1. Digital twin of Moscow

Moskva od 2011 godine kontinuirano ulaže u razvoj ITS-a što je rezultiralo ne samo promatranjem prometnih tokova u stvarnom vremenu, već i prognoza prometna situacije, reguliranje prometnih tokova te praćenje važne prometne infrastrukture. Tehnološkim napretkom postalo je moguće stvoriti digitalni model bilo kojeg fizičkog objekta, tako je razvijen Digital twin of Moscow koji je prototip stvarnog grada na temelju kojeg je moguće analizirati stvarno stanje na cestama te odgovor na moguće promjene. Informacije dolaze od različitih senzora, nadzornih sustava i brojača resursa. Model pruža procjenu situacije u cestovnom prometu u stvarnom vremenu, izradu kratkoročnih prognoza i informiranje stanovnika 24 sata dnevno. Građani Moskve primaju ciljane SMS-ove i push obavijesti na svoje pametne telefone o promjenama u radu javnog prijevoza te ostalim situacijama u prometu. Danas više od 4,5 milijuna stanovnika prima informacije.

5.1.2. Barcelona Smart City Initiatives

Barcelona je 2011. godine pokrenula projekt usmjeren na povećanje održivosti u korištenju energije i mobilnosti. Zajedno s besplatnim WiFi-jem u cijelom gradu, ova nova razina povezanosti i prikupljanja podataka omogućila je Barceloni da postane lokacija za brojne pametne projekte. Jedan od manje uspješnih pokušaja uključivao je uporabu elektromagnetskih senzora za ulična parkirališta, koji su trebali signalizirati dostupnost parkirnih mjesta, ali su često davali netočne informacije zbog blizine podzemnih vlakova, lažno označavajući prazna mjesta kao zauzeta.

Poboljšanja u sustavu javnog prijevoza u Barceloni obuhvaćaju povećanje korištenja autobusa uvodeći autobusne stanice na solarni pogon s USB priključcima za punjenje uređaja. Još 2007. godine, Barcelona je uvela program dijeljenja bicikala pod nazivom "Bicing," koji danas broji više od 120.000 korisnika. Svaki pretplatnik dobiva karticu kojom može otključati bilo koji gradski bicikl i besplatno ga koristiti za kratka putovanja do 30 minuta, dok se za duže vožnje naplaćuje mala naknada.

Grad sada snažno potiče upotrebu električnih automobila kako bi smanjio ovisnost o ekološki štetnijim vozilima te je uveo politiku prioriteta pješaka u određenim područjima poznatim kao "superblock," mreže od devet gradskih blokova u kojima pješačke i biciklističke staze imaju prednost pred privatnim vozilima.

Barcelona se sve više oslanja na vrhunsku tehnologiju te koristi podatke u stvarnom vremenu kako bi poboljšali učinkovitost i sigurnost gradskih prometnih mreža. Na primjer, semafori su unaprijeđeni kako bi prilagodili trajanje zelenog svjetla u skladu sa stvarnim prometnim uvjetima, čime se skraćuje vrijeme čekanja i smanjuje rizik od prometnih zagušenja. Osim toga, putnici u javnom prijevozu sada mogu koristiti aplikaciju T-mobilitat, integrirani sustav plaćanja koji omogućuje jednostavno korištenje različitih vrsta prijevoza, što čini kretanje gradom jednostavnijim nego ikad. [17]

5.1.3. Hamburg SmartPort

U luci Hamburg, napredna digitalna tehnologija osigurava besprijekoran i učinkovit rad. Oslanjajući se na filozofiju SmartPort, luka postiže održiv ekonomski rast i maksimalnu korist za svoje korisnike i građane, dok istovremeno minimalizira utjecaj na okoliš. Pomoću prikupljanja podataka i brze razmjene informacija, logistički menadžeri, prijevoznici i agenti mogu odabrati najefikasniji način transporta za svoje terete.

SmartPort Hamburg nudi:

- **Navigacija u stvarnom vremenu** - Kako bi se osigurao učinkovit promet, luka koristi različite usluge i funkcije. Korisnici unutar luke uživaju u vlastitoj navigaciji koja uključuje informacije o prometnoj situaciji, parkingu, infrastrukturnim promjenama i važnim operacijama, uključujući zatvaranje pokretnih mostova.
- **Inteligentna luka** - Napredne luke koriste senzore koji u stvarnom vremenu šalju podatke u centralni IT sustav. Ova tehnologija omogućuje rano prepoznavanje potreba za održavanjem ili popravcima, čime se smanjuje mogućnost zastoja.
- **Obnovljivi izvori energije**- Koristeći obnovljive izvore energije za napajanje brodova za krstarenje, Hamburg značajno smanjuje svoj ekološko zagađenje.
- **Mobilni višenamjenski senzor** - Za potrebe praćenja, razvija se mobilni GPS senzor koji bežično prenosi podatke u sustav. Ovaj senzor omogućava inteligentno upravljanje voznim parkom i prikupljanje podataka o temperaturi, brzini, smjeru vjetrova, onečišćenju zraka i protoku rijeke Elbe.
- **Pametno održavanje** - Ceste, mostovi i luke nadziru se pomoću mobilnih uređaja, poput tableta i pametnih telefona. Ovi uređaji automatski šalju podatke u IT sustave, gdje se obrađuju i pohranjuju kako bi se unaprijedila učinkovitost i kvaliteta održavanja.
- **Virtualno skladište** - S ciljem smanjenja nepotrebnih putovanja s praznim kontejnerima, uveden je sustav virtualnog skladišta. Ovaj cloud-based sustav informira operatere o potrebama za vraćanjem kontejnera u skladište, čime se eliminiraju nepotrebni prazni transporti.
- **Port Monitor** - Softver Port Monitor omogućava centralno prikupljanje i daljinski pristup raznovrsnim informacijama, uključujući elektroničke karte, položaje plovila, podatke o vodostaju, vezove i gradilišta. Tako su ključne informacije uvijek dostupne svim dionicima na kopnu i na vodi.

- **E-mobilnost u luci** - Povećanje broja električnih vozila u cestovnom prometu također se planira proširiti na lučki sektor. U suradnji s operaterima javnih naplatnih stupova, razvija se infrastruktura za e-mobilnost, uključujući e-taksije na terminalima za kruzere i analize održivosti e-mobilnosti za zaposlenike.
- **Parking za profesionalce** - Upravljanje parkiralištima osigurava optimalnu iskorištenost postojećih i budućih parkirnih mjesta za kamione unutar luke, uključujući detekciju i upravljanje parkirnim mjestima kako bi se smanjilo opterećenje gradskih četvrti.
- **Obnovljivi izvori energije** ova njemačka luka vodeća je u korištenju inovativnih tehnologija za obnovljive izvore energije. Fokusu se je na proširenju mreža za proizvodnju energije iz vjetera i sunca, s ciljem smanjenja energetske ovisnosti. [18]

5.2. Budući projekti primjene ITS-a u Europi (Siemens Mobility)

Siemens Mobility organizacija planira modernizirati cijelu S-bane mrežu u Kopenhagenu, proširiti ju 170 kilometara, te ju opremiti najvišim stupnjem tehnologije (tehnologija GoA4). Time će se omogućiti vožnja vlakova bez nadzora.

Početna faza primijeniti će se 2030. godine.

Uvođenje GoA4 tehnologije omogućit će operaterima da povećaju broj vlakova u sustavu, poboljšaju korisničko iskustvo i osiguraju točnost vožnje. Do 2033. godine, primjenom najmodernije tehnologije, vlakovi će moći potpuno automatski i bez vozača obavljati svoje funkcije, što će činiti novu S-bane liniju najvećom automatiziranom gradskom željeznicom na svijetu.

Nadogradnja GoA4 tehnologije bit će provedena u pet faza. Prva faza uključuje F-liniju koja se proteže između postaja København Syd i Hellerup, s probnim vožnjama predviđenim za sredinu 2030., a redoviti putnički promet planira se do kraja te godine.

Kroz ovu fazu, do 2038. će zajedno prometovati postojeći GoA2 vlakovi i novi GoA4 vlakovi bez vozača. Do tada će posljednji novi GoA4 vlak biti isporučen i podržan hibridnom tehnologijom koja omogućuje rad i GoA2 i GoA4 vlakova. [26]

5.3. GEAR 2030

Dana 26. siječnja 2016. Europska komisija pokrenula je GEAR 2030 . Ova grupa na visokoj razini stvorena je kako bi osigurala koordinirani pristup i odgovorila na izazove s kojima se suočava automobilska industrija. GEAR 2030 sastavljen je od 25 članova koji se sastoje od nacionalnih tijela i organizacija. [19]

Dugoročni je plan koji se fokusira na unapređenje mobilnosti i transporta u EU do 2030. godine. Ova strategija ima za cilj postizanje održivog, efikasnog i digitaliziranog transportnog sistema koji će doprinijeti smanjenju emisije štetnih plinova.

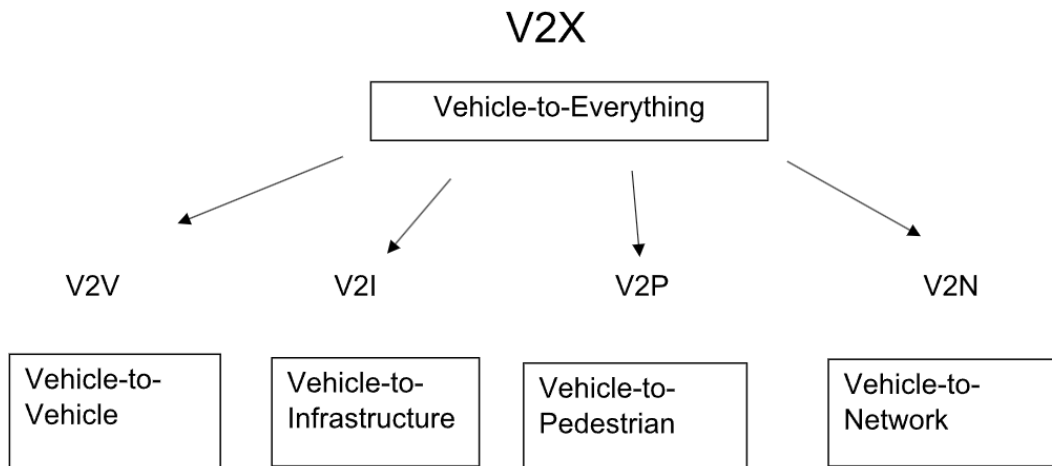
Glavne točke GEAR 2030 uključuju:

- **Održivost:** Promocija ekološki prihvatljivijih načina transporta, kao što su električna vozila, javni prijevoz i biciklizam.
- **Digitalizacija:** Uvođenje naprednih tehnologija i digitalnih rješenja za poboljšanje i efikasnost prometa, kao što su autonomna vozila, inteligentni transportni sistemi i razmjena podataka .
- **Intermodalnost:** Osnaživanje međusobnog povezivanja različitih vrsta transporta kako bi se omogućio lakši i brži prelazak sa jednog na drugi način prijevoza.
- **Infrastruktura:** Investicije za obnovu i razvoj transportne infrastrukture kako bi se zadovoljili zahtjevi suvremene mobilnosti.
- **Sigurnost:** Povećanje sigurnosti prometa kroz unapređenje propisa i primjenu novih tehnologija koje će smanjiti broj prometnih nesreća

GEAR 2030 teži stvaranju prilagodljivog i inteligentnog transportnog sustava koji ne samo da zadovoljava trenutne potrebe društva, već i potiče buduće izazove i prilike u korist mobilnosti. U izvješću GEAR 2030 naglašava se značaj povezanosti vozila sa svim aspektima urbane mobilnosti - koncept poznat kao V2X (Vehicle-to-Everything). V2X je napredna tehnologija koja omogućuje vozilima da komuniciraju sa svim elementima u prometnom sustavu putem bežičnih komunikacijskih mreža. Ova tehnologija uključuje razmjenu informacija između vozila (V2V - Vehicle-to-Vehicle), vozila i infrastrukture (V2I - Vehicle-to-Infrastructure), vozila i pješaka (V2P - Vehicle-to-Pedestrian) te vozila i mreže (V2N -

Vehicle-to-Network). V2X tehnologija ključna je za razvoj autonomnih vozila i pametnih gradova, jer poboljšava sigurnost, smanjuje zagušenja i povećava efikasnost prometa. [27]

Slika 4. V2X



Kroz V2X, vozila mogu slati i primati podatke o stanju na cestama, prometnim signalima, uvjetima vožnje te o blizini drugih sudionika u prometu. Na primjer, vozilo može dobiti upozorenje o nadolazećem crvenom svjetlu na semaforu ili o pješaku koji se približava prijelazu, što značajno povećava sigurnost vožnje i smanjuje rizik od nesreća.

6. ANALIZA ITS-A U HRAVTSKOJ, EUROPI I SVIJETU

Primjena inteligentnih transportnih sustava širom svijeta značajno se razlikuje ovisno o prioritetima različitih zemalja. U Europi, ITS se najčešće primjenjuje u kontekstu održivosti, ekološke svijesti i integracije različitih oblika prijevoza, poboljšanje javnog prijevoza, kao i na poticanje korištenja alternativnih izvora energije i električnih vozila. Primjeri uključuju projekte poput pametnih cesta, pametnog parkiranja te mreža za biciklistički promet.

6.1. Primjena ITS-a u svijetu

U drugim dijelovima svijeta, poput SAD-a, naglasak je više na smanjenju prometnih zastoja i povećanju sigurnosti kroz tehnologije poput autonomnih vozila i V2X konceptu komunikacijskih sustava. Američki ITS projekti često uključuju razvoj "pametnih" autocesta koje koriste Real-time podatke i algoritme za kontrolu protoka prometa, s ciljem smanjenja nesreća i zastoja. Azijske zemlje, poput Japana i Južne Koreje najviše se fokusiraju na primjenu ITS-a na području naprednih senzorskih sustava i automatizacije, s fokusom na visokotehnološka rješenja za urbani promet i logistiku. U svakom od ovih regija, ITS se prilagođava lokalnim uvjetima i ciljevima, što rezultira različitim pristupima u njihovoj primjeni.

6.1.1. Hyperloop sustav

Jedan od najvećih projekata koji još nije „zaživio“ je Hyperloop sustav. Hyperloop je sustav prijevoza koji je trebao omogućiti da se duge relacije prijeđu velikim brzinama u kratkom roku. Hyperloop je inovativni koncept prijevoza koji je izvorno predložio Elon Musk 2013. godine. Riječ je o sustavu brzog prijevoza koji koristi vakuumske cijevi u kojima se kreću kapsule (vozila) uz minimalan otpor zraka i trenje. Kapsule se kreću uz pomoć elektromagnetskih polja, što omogućuje postizanje vrlo visokih brzina, čak i do 1.200 km/h.

Slika 5. Hyperloop



Izvor:<https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/74281/hyperloop-systems-society-transport/>

Hyperloop je zamišljen kao ekološki prihvatljiva, energetska učinkovita i brza alternativa klasičnim oblicima prijevoza, poput vlakova, automobila ili aviona. Ideja je da se smanji vrijeme putovanja između gradova na udaljenostima koje obično pokrivaju brzi vlakovi ili zračni promet. Na primjer, putovanje između Los Angelesa i San Francisca, koje inače traje oko šest sati automobilom, moglo bi se smanjiti na manje od 30 minuta hyperloopom.

Glavni izazovi uključuju izgradnju odgovarajuće infrastrukture, održavanje vakuuma u cijevima te osiguranje sigurnosti putnika pri ovako visokim brzinama. Trenutno se nekoliko tvrtki bavi razvojem hyperloop tehnologije, uključujući Virgin Hyperloop i Hyperloop Transportation Technologies u raznim dijelovima svijeta, uključujući SAD, Nizozemsku i

Ujedinjene Arapske Emirate. Hyperloop se smatra budućnošću međugradskog prijevoza jer može drastično smanjiti vrijeme putovanja i utjecaj na okoliš, no još uvijek je u fazi razvoja i testiranja prije masovne primjene.

Hyperloop je još uvijek u fazi eksperimentalnog razvoja, ali se smatra jednim od najvećih inovacija u sektoru prijevoza. Osim brze i ekološke vožnje, prednosti Hyperloopa uključuju smanjenje prometnih gužvi u urbanim područjima i manju potrošnju energije u usporedbi s klasičnim oblicima prijevoza. Očekuje se da bi Hyperloop mogao koristiti obnovljive izvore energije, poput solarnih panela smještenih duž cijevi, čime bi mogao postati energetski sustav.

[20]

6.2. Usporedba pristupa i strategija u implementaciji ITS-a

Inteligentni transportni sustavi igraju ključnu ulogu u unapređenju učinkovitosti i sigurnosti prometnih mreža diljem svijeta. Iako se tehnologije koriste u cijeloj Europi, pristupi i strategije implementacije ITS-a značajno variraju među zemljama, ovisno o infrastrukturnim potrebama, razvoju tehnologije i političkim prioritetima.

Hrvatska se fokusira na lokalne projekte koji imaju izravni utjecaj na svakodnevni život građana, poput elektronske naplate cestarine, unaprjeđenja semaforских sustava i uvođenja električnih vozila. Projekti su uglavnom usmjereni na rješavanje specifičnih prometnih problema, uz snažan naglasak na integraciju održivih rješenja u postojeću infrastrukturu.

Na europskoj razini, ITS projekti su daleko razvijeniji i često obuhvaćaju širu implementaciju pametnih gradova te integriranu mrežu javnog prijevoza. Uspješne inicijative poput Barceloninog pametnog grada i Hamburškog SmartPort-a naglašavaju korištenje velikih podataka, obnovljivih izvora energije i umjetne inteligencije za poboljšanje prometne infrastrukture.

Dok Hrvatska implementira ITS tehnologije kako bi riješila konkretne prometne izazove, europske zemlje fokusiraju se na primjenu sveobuhvatnih, visokotehnoloških sustava usmjerenih na dugoročnu održivost i digitalizaciju cijelih gradova i regija.

6.3. Lekcije koje Hrvatska može naučiti iz inozemnih primjera

Hrvatska se u razvoju Inteligentnih transportnih sustava suočava s izazovima specifičnim za svoje tržište i infrastrukturu, no postoji značajan potencijal za učenje iz naprednih europskih primjera. Iz tih primjera Hrvatska može izvući ključne lekcije koje će unaprijediti njezin pristup u implementaciji ITS-a.

Na temelju sustava u Moskvi, koji prikuplja podatke putem senzora, omogućuje produktivno reguliranje prometnih tokova i obavještanje stanovnika o promjenama u sustavu javnog prijevoza, Hrvatska bi mogla također uspostaviti slične sustave prikupljanja podataka o prometnim tokovima u većim gradovima poput Zagreba i Splita. Uvođenje tehnologija koje omogućuju predviđanje prometnih gužvi i proaktivno upravljanje prometom moglo bi značajno poboljšati učinkovitost i smanjiti zastoje u urbanim sredinama. Implementacija ovakvih sustava također bi mogla pomoći boljem korištenju javnog prijevoza, što bi smanjilo gužve i potaknulo korištenje prijevoza poput tramvaja i autobusa.

Kod primjera iz Barcelone gdje možemo vidjeti da je grad unaprijedio svoje prometne mreže koristeći pametne semafore, solarne autobusne stanice te sustave za dijeljenje bicikala te poticaj smanjenja ovisnosti o privatnim automobilima kroz "super blokove", gdje pješaci i biciklisti imaju prednost. Možemo zaključiti da Hrvatska već ulaže u slične projekte za poboljšanje urbane mobilnosti, poput širenja mreže biciklističkih staza i programa dijeljenja bicikala u gradovima, te implementacija pametnih semafora. No lekcija koju Hrvatska može naučiti svakako je povećanje upotrebe obnovljivih izvora energije u prometnoj infrastrukturi, poput solarnih stanica za punjenje električnih automobila i autobusa te tako može doprinijeti smanjenju emisije štetnih plinova i poboljšanju kvalitete zraka. Također uvođenjem koncepta "super blokova" u hrvatskim gradovima može pomoći u smanjenju prometnih gužvi i potaknuti pješake i bicikliste na sigurniju i ugodniju vožnju gradskim ulicama, uz manje korištenje automobila u strogim središtima gradova.

Hamburg je implementirao napredne tehnologije kako bi unaprijedio efikasnost svoje luke kroz SmartPort inicijativu. Korištenje senzora u stvarnom vremenu za praćenje infrastrukture te vozila, omogućuje se rano prepoznavanje potrebe za održavanjem, smanjuje zastoje i povećava operativnu učinkovitost.

Hrvatska bi za ovaj primjer mogla uzeti Luku Rijeka, kao jedna od ključnih hrvatskih luka te integrirati sustave za praćenje i optimizaciju lučkog prometa i koristiti slične tehnologije za praćenje vozila i infrastrukture. Ovakvi sustavi mogu pomoći u smanjenju zastoja i povećanju produktivnosti, dok se istovremeno smanjuje negativan utjecaj na okoliš.

Također Hrvatska bi uvođenjem integriranih sustava plaćanja u javnom prijevozu mogla značajno olakšati kretanje putnicima u većim gradovima, omogućujući im jednostavniji pristup tramvajima, autobusima, vlakovima i biciklima. To bi moglo potaknuti veće korištenje javnog prijevoza, smanjujući prometne gužve i poboljšavajući kvalitetu života.

Ulaganjem u razvoj mobilnih aplikacija koje pružaju informacije o prometu, rasporedu prijevoza i mogućnostima plaćanja moglo bi se unaprijediti i povećati povjerenje građana u sustav javnog prijevoza.

7. ZAKLJUČAK

S razvojem prometnih znanosti i tehnologije dolazi do potrebe za rješavanjem prometnih problema kroz pametne tehnologije. Klasični prometni sustavi, koji su se fokusirali na proširenje infrastrukture i izgradnju novih prometnica, ne mogu u potpunosti zadovoljiti moderne zahtjeve za učinkovitost i sigurnost.

Inteligentni transportni sustavi (ITS) predstavljaju napredan pristup koji se usmjerava na maksimalno korištenje postojeće infrastrukture kroz prikupljanje i analizu informacija u stvarnom vremenu, čime se omogućava poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti prometa.

ITS donosi brojne prednosti, uključujući povećanje sigurnosti na cestama, smanjenje prometnih gužvi, poboljšanje učinkovitosti javnog prijevoza te smanjenje emisija štetnih plinova. Ujedno, ITS sustavi doprinose boljem upravljanju nesrećama i optimizaciji prometnih tokova. Iako su troškovi implementacije i održavanja visoki, te postoje izazovi u pogledu privatnosti i potrebe za obukom korisnika, prednosti ITS-a često nadmašuju njegove nedostatke.

Globalna standardizacija ITS usluga, kroz norme poput ISO 14813-1:2024, pruža okvir za razvoj i primjenu ovih sustava. Kroz pravilno planiranje, razvoj i standardizaciju, ITS može značajno unaprijediti prometne sustave, povećati sigurnost, smanjiti zagušenja i utjecaj na okoliš, te doprinijeti održivom razvoju urbanih sredina. Upravo zbog toga važno je nastaviti ulagati u ITS tehnologije i rješavati njihove izazove.

Hrvatska, iako ulaže u implementaciju ITS sustava kroz pametne semafore, sustave dijeljenja gradskih bicikala i romobila, poticanje javnih gradskih prijevoza i sl. također može značajno unaprijediti svoj pristup implementaciji ITS-a učeći iz europskih primjera.

Uz adekvatnu primjenu ITS-a, Hrvatska može stvoriti moderne, pametne i održive prometne sustave koji će zadovoljiti potrebe građana, smanjiti prometne zagušenja i doprinijeti očuvanju okoliša. Implementacija ITS-a u Hrvatskoj ne samo da će unaprijediti prometnu infrastrukturu, već će i poslužiti kao primjer uspješne integracije tehnologije u svakodnevni život.



IZJAVA O AUTORSTVU

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

Ja, Anya Sostanić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Ujicaj IS-a na odzivnu mobilnost (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)


(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

8. LITERATURA

1. Inteligentni transportni sustavi (ITS) // Hrvatska tehnička enciklopedija 2018.)
2. Sršen, M.: „Inteligentni transportni sustavi u upravljanju cestovnom mrežom“, Suvremeni promet, vol: 28, 2008.
3. [https:// nove-znacajke-sigurnosti-vozila](https://nove-znacajke-sigurnosti-vozila)
4. <https://www.smart-circle.org/portfolios/smart-highway/>
5. <https://traffic.fpz.hr/index.php/PROMTT/article/view/1323>
6. Cerovac, V., TEHNIKA I SIGURNOST PROMETA, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2001.
7. <https://mycoordinates.org/intelligent-transport-system/all/1/>
8. <https://emergency-live.com/hr/of-interest/continental-showcases-innovations-for-smarter-and-safer-cities-at-ces-2019/>
9. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en,
10. <https://www.intelligenttransport.com/topic/intelligent-transport-systems-its>)
11. <https://sumitomoelectric.com/intelligent-transport-systems-its>)
12. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/intelligent-transportation-system>,
13. <https://www.iso.org/standard>
14. Bošnjak, I., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI - ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
15. Ž S. Mandžuka, M. Žura, B. Horvat, D. Bićanić, E. Mitsakis: *Directives of the European Union on Intelligent Transport Systems and their Impact on the Republic of Croatia*
16. <https://hrturizam.hr/novi-elektronicki-sustav-naplate-autocesta-uvodi-se-ipak-od-2026-godine>
17. <https://blog.bismart.com/en/why-barcelona-is-a-smart-city>
18. <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport>
19. <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/141562/GEAR%202030%20Final%20Report.pdf>
20. <https://www.hyperconnected.eu/>
21. Županović, I. TEHNOLOGIJA CESTOVNOG PROMETA, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2005

22. <https://www.mobilisis.hr/>
23. <https://www.rimac-automobili.com/>
24. <https://www.bbc.com/future/article/20181212-can-artificial-intelligence-end-traffic-jams>
25. <https://bolt.eu/hr-hr/scooters/>
26. <https://www.mobility.siemens.com/global/en.html>
27. GEAR 2030 - High Level Group on the Competitiveness and Sustainable Growth of the Automotive Industry in the European Union 2017

9. POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Prednosti i nedostatci ITS-a..... | 16 |
| Tablica 2. Prikaz funkcionalnih područja..... | 17 |
| Tablica 3. Skupine usluga | 21 |

10. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Prikaz inteligentnog automobila..... | 11 |
| Slika 2. Bolt E-Bicikli..... | 34 |
| Slika 3. Rimac Robotaxi..... | 37 |
| Slika 4. V2X..... | 43 |
| Slika 5. Hyperloop..... | 45 |