Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika

Horvat, Matko

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:556971

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

Matko Horvat

Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Cestovna telematika**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 2343

Pristupnik: **Matko Horvat (0135220815)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Inteligentni transportni sustavi

Zadatak: **Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika**

Opis zadatka:

Opisati arhitekturu ITS-a. Pojasniti i opisati funkcionalno područje informiranja putnika i vozača. Analizirati arhitekturu američkog 511 servisa informiranja putnika i vozača. Prepoznati i opisati napredne ITS aplikacije informiranja putnika u EU i RH.

Zadatak uručen pristupniku: 7. ožujka 2016.

Mentor:

dr. sc. Miroslav Vujić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika

The Analysis of Advanced Traveler Information Systems

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Miroslav Vujić

Student: Matko Horvat

Zagreb, 2016.

SAŽETAK

Napredni sustavi za informiranje putnika su osmišljeni kako bi pravovremeno, točno i pouzdano pružili informacije putnicima i na takav način doprinijeli lakši, sigurniji, efikasniji, efektivniji i ekonomičniji odabir putovanja ili nekakvog puta putnicima koji ih koriste, odnosno korisnicima. Pojavom novih tehnologija kao što su pametni telefoni, njihove aplikacije i slični uređaji se uvelike povećala upotreba naprednih sustava informiranja putnika. Potrebne informacije mogu bit dostupne korisnicima putem različitih medija, no u današnja vremena mediji za prijenos podataka koji se najčešće koriste su GPS signal i Internet mreža. Bitno je napomenuti da se informacije korisnicima mogu pružiti prije početka putovanja što se naziva predputno informiranje i za vrijeme samog putovanja što se naziva putno informiranje. Oba oblika informiranja moraju biti stvarnovremenskiažurni. Ovaj rad razmatra informiranje putnika općenito, načine njihove implementacije te opisuje postojeće sustave.

Ključne riječi: napredni sustavi informiranja putnika; stvarnovremenske informacije; arhitektura ITS-a; aplikacije ITS-a;

ABSTRACT

Advance systems for informing travelers are designed to provide timely, accurate and reliable information to travelers and help them to make a decision about choosing easier, safer, more efficient, more effective and more economical way to travel. New technology like smart phones, their apps and similar devices increased using level of advanced systems for informing travelers. Necessary information can be delivered through a variety of mean, but today information transport which is more used is GPS signal and Internet network. It is important to remark that information can be delivered before trip and it is called pre-trip information and during the trip, it is called travel information. Both forms of information delivery need to be real-time updated. This work considers traveler information in general, ways of their implementation and describes existing systems.

Key words: Advance systems for informing travelers; real-time information; ITS architecture; ITS applications;

Sadržaj:

1. Uvod 1
2. Pojam arhitekture ITS-a 3
2.1. Podjela ITS arhitekture 3
2.2. Tipovi ITS arhitekture 3
2.3. Načela "dobre" arhitekture 4
2.4. Svjetske ITS arhitekture 5
3. Funkcionalno područje informiranja putnika 8
3.1. Predputno informiranje 11
3.2. Putno informiranje 12
4. Tehnološke inačice informiranja putnika 14
4.1. Promjenjivi prometni znakovi 14
4.2. RDS-TMC sustav informiranja vozača 15
4.3. Mobilni podatkovni prijenos podataka 16
4.4. Sustav upravljanja incidentnim situacijama u prometu 17
5. Američki 511 sustav informiranja putnika 20
5.1. Ideja 511 sustava 20
5.2. Funkcija 511 sustava 21
6. Napredne ITS aplikacije informiranja putnika u EU 24
6.1. Alati za mobilnost informacija 25
6.2. Intermodalni alati za mobilnost informacija 26
6.3. Stvarnovremenski sustav informiranja putnika u Londonu 27
6.4. Mobilne internetske aplikacije koje koriste stvarnovremenske podatke 28
6.5. Implementacija stvarnovremenskog sustava informiranja za javni prijevoz u gradu Ploiesti u Rumunjskoj 29
6.6. Automatizirani znakovi stanica i informacijski znakovi u vozilima u gradu Tallinn u Estoniji 30
6.7. Razvoj integriranog multimodalnog sustava informiranja putnika u Toulouseu u Francuskoj 31
7. Napredne ITS aplikacije informiranja putnika u RH 33
7.1. Sustavi upravljanja prometom i incidentima na Hrvatskim autocestama 33
7.2. Promjenjivi prometni znakovi 35
7.3. Sustav za dinamičko informiranje putnika na stajalištu (DPI) 36
7.4. SPECTRA – Sustav informacija o prometu u Rijeci 38
8. Zaključak 39
9. Literatura 40
10. Popis slika 42
11. Popis kratica 43

1. UVOD

U današnjim, suvremenim vremenima, potreba za uvođenjem novih tehnologija je besprijekorna. Isto tako uvođenje novih tehničkih aplikacija u prometnom sustavu je neizbježno. inteligentni transportnisustavi (ITS) predstavljaju skup raznih tehničko-tehnoloških aplikacija koje se sve više implementiraju u prometni sustav. Implementacijom ITS rješenja se poboljšavaju mnoge mogućnosti u upravljanju prometom kao što su povećanja propusne moći prometnica, manja zagušenja prometnog toka, veća sigurnost putnika i vozača, odnosno sudionika u prometu, veći komfor sudionika u prometu, povećanje kvalitete javnog prijevoza, brži odziv na incidentnu situaciju u prometu, bolje informiranje putnika i slično.

Prometni sustav kao infrastruktura i znanstvena disciplina postoji već par stoljeća, stoga je veliki problem integracija novih tehničko-tehnoloških aplikacija ITS-a u postojeći "zastarjeli" sustav. U ovoj problematici dolazi do izražaja arhitektura ITS-a kojoj je glavna funkcija pružanja optimalnih rješenja u dizajniranju i implementaciji novog sustava u postojeći stari sustav. Osim toga ona je vrlo bitna za implementaciju naprednih sustava informiranja putnika o čemu će se najviše govoriti u ovom radu.

Cilj ovog rada je objasniti koncept naprednih sustava informiranja putnika te analizirati i prepoznati postojeće integrirane sustave informiranja putnika u Europskoj Uniji i Republici Hrvatskoj.

U prvom poglavlju ovog rada objasnit će se prije svega pojam arhitekture ITS-a. Objasnit će se njena podjela, tipovi, načela te komponente. U svrhu boljeg razumijevanja njene bitnosti u implementaciji naprednih sustava informiranja putnika te u svrhu pojašnjenja njenih funkcija u prometnom sustavu.

U drugom poglavlju obradit će se funkcionalno područje informiranja putnika kao dio europske ITS arhitekture. Pojasnit će se njihova uloga u cjelokupnom ITS-u, njihove karakteristike i glavne funkcionalne značajke.

U trećem poglavlju objasnit će se tehničke inačice informiranja putnika. Također, pojasnit će se što moguća sučelja informiranja prema korisnicima (promjenjivi prometni znakovi, tehnologija mobilnog prijenosa podataka, itd.) i sustavi upravljanja incidentnim situacijama u prometu.

U četvrtom poglavlju objasnit će se poznati američki sustav informiranja putnika (sustav „511“). Pojasnit će se njegova funkcija, ideja, povijest te njegove ključne karakteristike.

U petom poglavlju sustavi informiranja putnika će se najbolje prikazati kroz postojeće primjere kao i bilo koji drugi sustav. Stoga u ovom radu će se ponajviše pojasniti postojeći sustavi informiranja putnika u Europskim gradovima. Naglasak će biti na Europskom projektu CIVITAS kojem glavna zadaća unapređenje Europskih gradova implementacijom ITS aplikacija te smanjenje onečišćenja okoliša.

U šestom, ujedno i zadnjem poglavlju prezentirat će se napredne ITS aplikacije koje se mogu prepoznati i u gradovima Republike Hrvatske, gdje će naglasak biti na projektu Hrvatskih autocesta, željezničkom prometu na području Zagreba te sustav informiranja putnika u Rijeci.

2. POJAM ARHITEKTURE ITS-A

Arhitektura ITS-a obuhvaća primarne zahtjeve i elemente ITS planiranja i usklađenog razvoja ITS aplikacija, specificira interakciju između različitih komponenti i sustava u cilju rješavanja konkretnih prometnih problema, daje opći predložak (engl. *general framework*) prema kojem se planiraju, dizajniraju i postavljaju integrirani sustavi u stvarni prometni sustav [1]. Dakle, može se reći da je arhitektura ITS-a je konceptualni dizajn koji definira strukturu i/ili ponašanje integriranog inteligentnog transportnog sustava.

2.1. Podjela ITS arhitekture

Na samom početku procesa razvoja ITS arhitekture, potrebno je definirati korisničke zahtjeve na temelju kojih se vodi istraživanje funkcionalnog područja kojim se definiraju funkcije potrebne za zadovoljavanje tih zahtjeva.ITS arhitektura se može temeljno podijeliti na fizičku, logičku i komunikacijsku ITS arhitekturu:

- **Fizička ITS arhitektura** definira i opisuje načine kojima dijelovi funkcionalne arhitekture mogu biti povezani, prikazuje bitna ITS sučelja između glavnih komponenata sustava (upravljački centri, vozilo, prometnica, vozač, i dr.), obuhvaća i definiranje komunikacijske arhitekture.
- **Logička ITS arhitektura** izvodi se iz definiranih i detaljno specificiranih korisničkih zahtjeva služi za izradu fizičke arhitekture/primjera sustava prikazuje funkcijske procese i tokove podataka koji su potrebni da se razrade ITS usluge, ne ovisi o tehničko-tehnološkoj implementaciji.
- **Komunikacijska arhitektura** definira oblik komuniciranja među entitetima unutar sustava.

2.2. Tipovi ITS arhitekture

U razvijenim zemljama u posljednjem desetljeću razvijeno je više različitih ITS arhitektura, odnosno okvira koji usmjeravaju razvoj ITS rješenja i projekata. S obzirom na zahtjeve korisnika, postavljeni su opći okviri i referentni modeli koji razmatraju logičku, fizičku i komunikacijsku arhitekturu unutar određene arhitekture ITS-a. Stuga su definirana tri osnovna tipa ITS arhitekture:

- **Okvirna ITS arhitektura** (engl. *frameworkarchitecture*) koja je usmjerena na iskazivanje potreba korisnika i funkcionalno gledište i primjerena je za regionalnu/nacionalnu razinu.
- **Obvezna ITS arhitektura** (engl. *mandatedarchitecture*) uključuje fizičko, logičko i komunikacijsko gledište i druge izlaze (CBA analize, analize rizika, itd.). Sadržaj fizičke

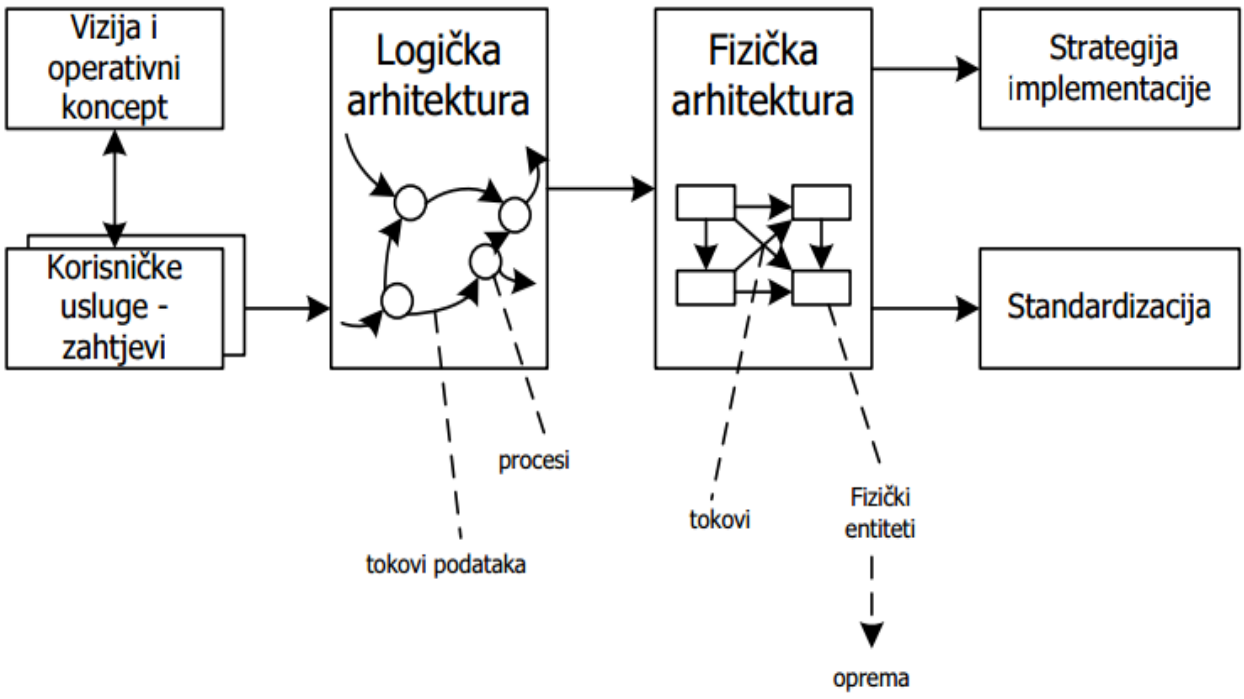
arhitekture je fiksan i točno definira opseg izvedbenih opcija.

- **Servisna ITS arhitektura** (engl. *servicearchitecture*) slična je obveznim arhitekturama, s razlikom što definira i određene ITS usluge (informiranje putnika, upravljanje incidentnim situacijama, upravljanje javnim gradskim prijevozom, itd.)

2.3. Načela "dobre" arhitekture

Koncept "dobre" arhitekture se uspoređuje sa arhitektonskim dizajnom građevina. Arhitekt vidi rješenje (sustav) na globalnoj razini fokusirajući se na aspekte koji su ključni za potrebe korisnika i okruženje. Detalji sustava nisu razrađeni, ali postoje specifikacije svih svojstava bitnih za korisnika. Da bi ITS arhitektura bila stabilna, odnosno „dobra“ potrebno je sagledati koncept „dobre“ ITS arhitekture i načela „dobre“ ITS arhitekture:

- **Konzistentnost** – uz djelomično znanje sustava moguće je predvidjeti ostatak sustava
- **Ortogonalnost** – međusobno neovisne funkcije su odvojene u specifikaciji
- **Transparentnost** – definirane funkcije moraju biti jasne korisnicima
- **Općenitost** – funkcije se mogu višestruko koristiti
- **Kompletnost** – visoka razina zadovoljenja potreba korisnika uz postojeća ograničenja



Slika 1. Tijek razvoja arhitekture

[Izvor: BOŠNJAK, I.: Inteligentni transportni sustavi I, Sveučilište u Zagrebu, 2006.]

Koncept "dobre" arhitekture uspoređuje se sa arhitektonskim dizajnom građevina. Arhitekt vidi rješenje (sustav) na globalnoj razini fokusirajući se na aspekte koji su ključni za potrebe korisnika i okruženje. Detalji sustava nisu razrađeni, ali postoje specifikacije svih svojstava bitnih za korisnika.

2.4. Svjetske ITS arhitekture

Promatrajući svjetsku ITS arhitekturu najvažnije je istaknuti razliku između Europske i Američke ITS arhitekture. Premda su slične u mnogim stvarima njihova glavna razlika, osim stupnja razvijenosti je područje primjene. Američka ITS arhitektura je više orijentirana na šire geografsko područje što objedinjuje mnogo više podataka, dok je Europska više orijentirana na veće gradove. Osim toga, Američka ITS arhitektura je mnogo razvijenija u tehničko-tehnološkom pogledu iz razloga što se počela ranije razvijati. Svi veći gradovi koriste promjenjive znakove na stajalištima, web i mobilne aplikacije za praćenje vozila. U Europi se ITS arhitektura razvijala na način da su se sustavi implementirali u gradovima sličnih prometnih karakteristika, za razliku od Američke.

Europska ITS arhitektura se najbolje da prikazati kroz FRAME arhitekturu. Težište je na potrebama korisnika i funkcionalnom gledištu.

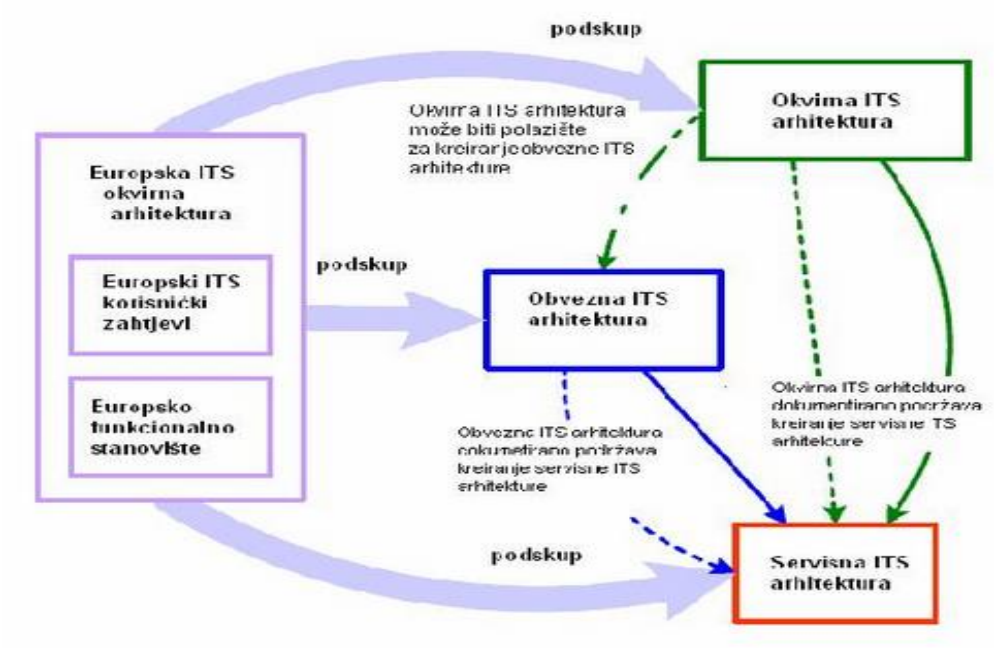
Osnovne komponente europske ITS arhitekture jesu:

- funkcionalna arhitektura
- fizička arhitektura
- komunikacijska arhitektura
- CBA analiza
- studija implementacije
- modeli za ITS implementaciju

E-FRAME (extended FRAME, 2011.) je proširena ITS arhitektura. Uključuje i usluge i aplikacije kooperativnih sustava.

Osim FRAME arhitekture europska ITS arhitektura je poznata i po KAREN projektu. Projekt KAREN je kreirao europsku okvirnu arhitekturu ITS-a koja je dijelom modificirana projektom FRAME. To su polazne točke za razvoj ITS arhitekture u Europi. Okvirna ITS arhitektura se promatra kao mehanizam koji osigurava razvoj kompatibilnih i interoperabilnih ITS servisa koji se

mogu realizirati širom Europe.Civitas projekt je bio ključan u razvoju ITS aplikacija diljem Europe koji ujedno djeluje i dan danas [2].



Slika 2.Prikaz Europske ITS arhitekture

[Izvor: BOŠNJAK, I.: Inteligentni transportni sustavi I, Sveučilište u Zagrebu, 2006.]

Američka ITS arhitektura je ponajviše definirana kroz regionalnu ITS arhitekturu. Regionalna ITS arhitektura je razvijena prema smjernicama nacionalne ITS arhitekture, prilagođena za svaku pojedinu regiju. Svrha joj je povećanje benefita pri implementaciji ITS rješenja na lokalnoj razini. Regionalna ITS arhitektura je poznata po brojnim projektima diljem SAD-a, od kojih je vrlo poznat Okrug regionalnog transporta (eng. *RegionalTransportationDistrict*, skraćeno RTD). Osnovan je 1996. godine u Coloradu kako bi se poboljšao prometni sustav koji koristi oko milijun ljudi. Pomoću web i mobilnih aplikacija, telefonskih sustava informiranja i sličnih sustava, RTD pruža stvarnovremenske informacije svojim korisnicima koristeći informacije za 140 lokalnih i regionalnih autobusnih linija i pet linija lake željeznice. Stvarnovremenske informacije su integrirane u kartu koja prikazuje sve moguće rute RTD vozila te njihovu poziciju. Osim toga, sustav nudi i podatke o dolascima sljedećih tri vozila javnog gradskog prijevoza na svakom stajalištu, bilo da se radi o željeznici ili o autobusu [3].

Osim RTD sustava specifičan je sustav SLO Transit koji je implementiran u državi Kaliforniji u gradu San LuisObispo. Njihova najznačajnija razlika je u tome što je sustav RTD namijenjen za cijeli okrug, dok je SLOTransit sustav namijenjen za jedan grad, odnosno područje manjeg prometnog

sustava.Sustav SLO Transit objedinjuje sedam autobusnih linija, njegova implementacija je zahtijevala ugradnju CAD softvera u prometnom centru, opremanje osamnaest vozila sa sustavima automatskog lociranja te opremanje osam stajališta sa promjenjivim svjetlosnim znakovima. Tehnologija koju koristi sustav je bazirana na AVL sustavu koji koristi GPS. Podaci se analognim putem dostavljaju iz vozila u prometni centar što je moguće u manjim mjestima zbog neiskorištenog prostora u radio kanalima. Glavne karakteristike SLO Transit sustava su stvarnovremensko informiranje putnika o dolascima autobusa, trenutno lociranje autobusa i mogućim kašnjenjima. Osim toga, nudi i distribuiranje podataka na stajalištima autobusa kao što su vrijeme potrebno da autobus stigne na stajalište. Sustav se manifestira na principu web aplikacija koje su dostupne korisnicima te koje omogućavaju planiranje rute, pregled voznih redova i trenutne pozicije na karti[4].

Ključne komponentne američke ITS arhitekture jesu:

- specifikacija korisničkih zahtjeva i usluga
- logička (funkcionalna) arhitektura
- fizička arhitektura
- paketi ITS rješenja
- analize

Na temelju Američke ITS arhitekture postavljena su pravila za razvoj ostalih vrsta ITS arhitekture, a i za sam ITS općenito. Što ujedno znači da je Američka ITS arhitektura bila polazišna točka u izgradnji današnjeg ITS-a.

3. FUNKCIONALNO PODRUČJE INFORMIRANJA PUTNIKA

Cjelokupno funkcionalno područje Inteligentnih Transportnih Sustava je prilično razgranato i veliko. Mnogobrojne usluge moguće je grupirati i sistematizirati po različitim kriterijima no taksonomija teži povezivanju sličnih i komplementarnih ITS korisničkih usluga. Korisničke usluge inteligentnih transportnih sustava definirane su ISO taksonomijom kroz jedanaest funkcionalnih područja:

1. informiranje putnika
2. upravljanje prometom i operacijama
3. vozila
4. prijevoz tereta
5. javni prijevoz
6. žurne službe
7. elektronička plaćanja vezana za transport
8. sigurnost osoba u cestovnom prijevozu
9. nadzor vremenskih uvjeta i okoliša
10. upravljanje odzivom na velike nesreće
11. nacionalna sigurnost i zaštita.

U okviru svakog funkcionalnog područja nalaze se međusobno povezane ITS usluge. Usluge se definirane prema ISO taksonomiji kao skup od 32 temeljne usluge:

1. predputno informiranje
2. putno informiranje
3. puno informiranje u javnom prijevozu
4. osobne informacijske usluge
5. rutni vodič i navigacija
6. podrška planiranju prijevoza
7. vođenje prometnog toka
8. nadzor i otklanjanje incidenata
9. upravljanje potražnjom
10. nadzor nad kršenjem prometne regulative
11. upravljanje održavanjem infrastrukture
12. poboljšanje vidljivosti

13. automatizirane operacije vozila
14. izbjegavanje čelnih sudara
15. izbjegavanje bočnih sudara
16. sigurnosna pripravnost
17. sprječavanje sudara
18. odobrenja za komercijalna vozila
19. administrativni procesi za komercijalna vozila
20. automatski nadzor sigurnosti cesta
21. sigurnosni nadzor komercijalnim voznim parkom
22. upravljanje komercijalnim voznim parkom
23. upravljanje javnim prijevozom
24. javni prijevoz na zahtjev
25. upravljanje zajedničkim prijevozom
26. žurne objave i zaštita osoba
27. upravljanje vozilima žurnih službi
28. obavješćivanje o opasnim teretima
29. elektroničke financijske transakcije
30. zaštita u javnom prijevozu
31. povećanje sigurnosti ″ranjivih″ cestovnih korisnika
32. inteligentna čvorišta i dionice.

ISO taksonomija predstavlja standardne specifikacije ITS usluga i domena od kojih se polazi pri definiranju arhitekture ITS-a koja može sadržavati usluge i funkcionalna područja koja nisu navedene u postojećim ISO taksonomijama. S obzirom na to da razvoj ITS-a vrlo dinamičan može se zasigurno ustvrditi kako će se funkcionalna područja i temeljne usluge proširiti uključivanjem novih usluga i funkcionalnih područja koja će uključivati druge vrste prometa.

Od ukupno jedanaest funkcionalnih područja ITS korisničkih usluga, posebno mjesto zauzima informiranje putnika koje se ubraja u ista. Tu se ubraja putno informiranje, podrška planiranja, usluge predputnog informiranja, statičke i dinamičke informacije, te podršku službama. Ta služba ima svoje zadatke koji su prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje prijevoznih usluga. Napredni sustav informiranja zauzima prvo mjesto zbog dinamičkih ažuriranja informacija, dok se u uobičajenom načinu koristi statičko informiranje. Interakcija korisnika usluga informiranja potvrdila je veliku učinkovitost sustava informiranja.

Karakteristike efektivnog sustava informiranja putnika i vozača su:

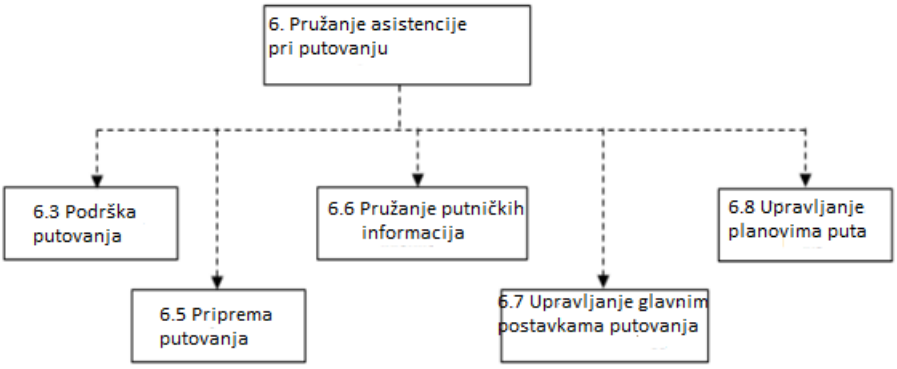
- Pruža točne, stvarnovremenske, pouzdane, relevantne informacije
- Pruža informacije za cijelu regiju što zahtjeva suradnju javnih agencija svih država regije
- Upravljani su od strane dobro obučenog, učinkovitog osoblja
- Lako se integriraju s ostalim ITS sustavima
- Jednostavni su za uporabu i pristup podacima
- Pruža usluge koje su pristupačne svim korisnicima
- Lak za održavanje i ne zahtijeva velike troškove i vrijeme za rad.

Složenost prometnog sustava ovisi o brojnim faktorima. Onim koji ga čine i oni o kojima on ovisi. Prvo mjesto po važnosti zauzima stvarnovremensko informiranje zbog želje da se unaprijedi promet i njegova sigurnost. Sustav automatskog lociranja vozila (engl. AVL - Automatic VehicleLocation) ima vodeću ulogu u pomoći ostalim ITS aplikacijama. Taj sustav se temelji na zemljopisno informacijskom sustavu, točnije računalnom sustavu koji se koristi s prostornim podacima kako bi integrirao, spremio, uređivao, analizirao i prikazao podatke kao što su objekti, točke interesa, mjesta zaustavljanja i dr. Egzaktnost i pouzdanost je u međusobnoj korelaciji sa točnošću i pouzdanošću podataka koji se predstavljaju putnicima.

S ciljem ispunjenja korisničkih zahtjeva te interakciji različitih komponenti sustava nužno je definirati arhitektura inteligentnih transportnih sustava. Arhitektura ITS je primarni element pri planiranju i usklađenom razvoju inteligentnih transportnih sustava. Predstavlja konceptualni dizajn prema kojem se planiraju, dizajniraju i postavljaju integrirani sustavi u stvarni prometni sustav. Od krucijalne važnosti je da arhitektura ima mogućnost obrađivanja i analiziranja različitih vrsta podataka. S obzirom na probleme koji se mogu dogoditi u javnom gradskom prijevozu potrebno je u samu arhitekturu uključiti optimizacijske alate. Optimizacijski alati su iznimno korisni kod planiranja putovanja najbržom ili najkraćom rutom. Kako bi analizirali sam sustav i sve usluge koje pruža, unutar arhitekture nalaze se i simulacijski alati. Kod definiranja arhitekture potrebno je omogućiti njenu nadogradnju u budućnosti jer sustavi informiranja putnika svakim danom napreduju.

Europska ITS arhitektura razvila se u sklopu KAREN projekta 2000. godine te se bazirala na potrebama korisnika i funkcionalnom gledištu. Prvobitno europska arhitektura 2011. godine je proširena te uključuje usluge i aplikacije kooperativnih sustava [5]. Glavni temelj za razvoj sustava upravljanja incidentnim situacijama u prometu čini E-frame arhitektura koja je ujedno i nadograđena

europska arhitektura. E-Frame jasno definira mogućnosti i funkcionalne zahtjeve arhitekture prometnog sustava za informiranje putnika i vozača. Arhitektura inteligentnih transportnih sustava pruža grafički prikaz područja koja pružaju pomoć pri planiranju transportnih aktivnosti kao što je prikazano na slici3.



Slika 3. Prikaz područja za planiranje transportnih aktivnosti

[Izvor: European ITS Framework Architecture (FRAME) Browsing Tool]

Kako bi se što uspješnije realiziralo putovanje potrebne su stvarnovremenske, pouzdane i točne informacije na kojima se može temeljiti plan puta, odabir moda prijevoza, rute, ali i naknadne izmjene tijekom putovanja.

3.1.Predputno informiranje

Usluga sustava predputnog informiranja prva je u funkcionalnom području informiranja putnika. Svrha ovakvog sustava je pružiti korisnicima kvalitetne i ažurne podatke koji će omogućiti bolje odluke (način putovanja, mod, ruta, vrijeme polaska, itd.) prije početka putovanja. Ova usluga preuzima podatke od raznih transportnih modova, oblikuje informaciju i prosljeđuje ju trajnim korisnicima koristeći informacijske tehnologije. Pretputno informiranje, ako je pravovremeno precizno i pouzdano, može pomoći putnicima u izboru moda i vremena prijevoza, rute, te čak odgoditi putovanje u slučaju da su dobili pouzdanu informaciju o lošem vremenu, zatvorenoj prometnici i sl. Cilj ove usluge je da korisnici prilikom izborom vremena i moda putovanja imaju pristup starnovremenskim informacijama na temelju kojih donose navedene odluke. Pretputne informacije mogu biti dostupne korisniku putem različitih medija, tj. telekomunikacijskih terminalnih uređaja kao što su: fiksni telefoni, telefax, radio i televizija, računala sa pristupom

internetu, mobilni uređaji i osobni digitalni pomoćnici (PDA), te javni interaktivni (elektronički) kiosci.

Sustav pretputnog informiranja omogućuje korisnicima pristup multimodalnim, transportnim informacijama kod kuće, na poslu, te drugim lokacijama. Informacije koje pruža ovaj sustav su informacije o:

- tranzitnim rutama
- rasporedima vožnje
- multimodalnim vezama sa ostalim oblicima prometa
- specijalnim događajima
- predviđenim zagušenjima i brzinama vožnje na pojedinim rutama
- vremenskim uvjetima
- stvarnovremenskim informacijama o incidentima (nezgodama, nesrećama, radovima i sl.)
- dostupnim parkirališnim mjestima i cijenama

Predputno informiranje putnika je usluga koja se uobičajeno ostvaruje kao samostalan paket ITS usluga. Osim što sustav pretputnog informiranja putnika djeluje stvarnovremenski, sustav reagira na eventualne različitosti i neplanirane promjene te izdaje prijedlog za alternativnu rutu u najskorijem mogućem trenutku[6].

3.2.Putno informiranje

Usluga sustava za putno informiranje vozača jedna je od skupine usluga putnih informacija koja se realizira kao relativno samostalni sustav ili integrirano s drugim informacijskim uslugama. Svrha usluge putnog informiranja putnika je pružiti kvalitetnu informaciju vozaču (i putnicima) o prometnim uvjetima nakon što je putovanje počelo. Uz pomoć tih informacija, vozač ili putnik u vozilu može donijeti bolje odluke o ruti ili promjeni načina, moda tako da ostavi osobni automobil na parkiralištu i nastavi javnim prijevozom. Osim tih informacija važna uloga putnog informacijskog sustava je informiranje o prometnim nezgodama, jer s informacijom o nesreći vozači mogu izbjeći situacije opasne po život odabirom druge rute ili usporavanjem (osobito na autocesti). Putne informacije vozaču najčešće sadrže podatak o uvjetima na prometnicama, nezgodama i nesrećama na cesti, raspoloživim parkirnim mjestima nakon kojih se može nastaviti putovanje javnim prijevozom,

te se time doprinosi balansiranje prometne potražnje i boljem iskorištenju kapaciteta mreže. U uslugu putnog informiranja vozača uključene su dvije točke:

- **Savjet vozaču**(Driver Advisory) - korisnicima se pružaju real-time informacije o prometu, tranzitu, uvjetima o prometnicama i vremenskim uvjetima. Ova pod usluga se vozaču pruža preko transportnih organizacija koji upravljaju prometnom infrastrukturom (npr. promjenjivim elektroničkim znakovima) i pružaju informacije preko radijskih postaja (RDS).
- Informiranje u vozilima (In vehiclesigning) - korisnicima se u vozila šalju informacije o prometnoj signalizaciji na cestovnoj dionici na kojoj se nalazi, te o specijalnim događajima kao što su opasnosti na cesti radovi u tijeku i sl. Ovakve aplikacije su nešto zahtjevnije za implementiranje, te su zbog tog razloga rijetko integrirane u usluge putnog informiranja vozača. Vrlo zanimljivo rješenje je heads-up display unutar vozila, preko kojeg vozač dobiva informacije o trenutnoj brzini kretanja, te o prisutnosti vozila ispred.

Uglavnom, predputno informiranje, putne informacije korisnicima, javnom prijevozu te osobne info usluge čine putno informiranje. Putno informiranje želi pružiti stvarnovremenske informacije o svim aspektima puta, putovanja, područja gdje se vozi i dr. Uz to, putno informiranje ima za zadatak dati važne informacije kroz putovanje, o nezgodama, uvjetima na cestama i dr. Također pravovremeno daje informacije o značajnim promjenama, promjenjivim znakovima te nejasnim porukama[7].

4. TEHNOLOŠKA RJEŠENJA INFORMIRANJA PUTNIKA

U svakom pogledu ostvarivanja sustava informiranja putnika i vozača, tehnologija je od presudne važnosti. Korištenjem novije tehnologije direktno raste učinkovitost i vjerodostojnost sustava. Razvojem tehnologije i njene primijenjenosti te poboljšanja, informacije su korisnicima dostupnije nego ikad. Neki od elektroničkih znakova koji su ostvareni u sustavima informiranja su RDS, TMC, GSM i GPRS.

4.1.Promjenjivi prometni znakovi

Promjenjivi prometni znakovi (engl. VMS – *VariableMessageSigns*) pružaju korisnicima već određene informacije. No prvobitni cilj VMS-a je sposobnost davanja stvarnovremenskih informacija o događajima posebne važnosti. Neki od njih su prometne nezgode, radovi na cesti i sl.



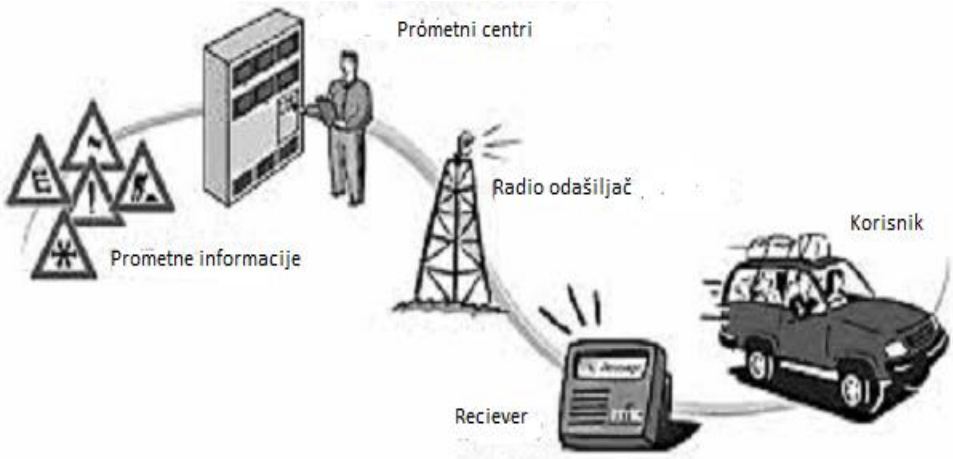
Slika4. Primjer VMS-a

[Izvor:http://www.vmslimited.co.uk/pages/company.htm]

Ovakvi sustavi signalizacije se najviše koriste na autocestama kako prikazuje slika 4. S obzirom na velike brzine vozila na autocestama nagle promjene (npr. nezgode, bile prirodne ili ljudske) se jedino na ovakav način mogu stvarnovremenski prikazati putnicima. Bez VMS-ova incidentne situacije koje se dešavaju te koje uzrokuju dodatne incidentne situacije ne bi bilo moguće reducirati. Kroz ovakav sustav je moguće donekle upozoriti nadolazeće vozače na incidentnu situaciju u njihovoj blizini[8].

4.2.RDS-TMC sustav informiranja vozača

Koristeći radio signal, utemeljena na FM-RDS sustavu, RDS-TMC tehnologija se koristi za dostavu prometnih i putničkih informacija korisnicima. Dobivene informacije adaptiraju se za emitiranje i šalju dalje prvo do radio odašiljača pa zatim do korisnika. Preporučljiv je u situacijama gdje je potrebna reprodukcija ili prikaz dinamičkih informacija na materinjem jeziku. Kada su podaci uneseni u navigacijski sustav, korisnik ima mogućnost korištenja drugih puteva odnosno pravaca kako bi sebi i/ili putnicima olakšao put[9].



Slika 5. Slikoviti prikaz korištenja RDS-TMC tehnologije

[Izvor: http://www.fce.vutbr.cz/PKO/holcner.p/5M3/12_Takacs_VUS.cz.pdf]

Slika 5 dobro grafički prikazuje princip rada RDS-TMC tehnologije gdje se vidi da se informacije prvo prikupljaju u prometnim centrima, gdje se analiziraju i ažuriraju. Nakon što se informacije prilagode za emitiranje prenose se do radio odašiljača koji nakon toga pojačava signal i šalje ga do korisnika. Korisnik u svojem vozilu preko radio prijemnika i potrebnog dekodera može primiti informaciju i pripremiti se na njen sadržaj.

4.3.Mobilni podatkovni prijenos podataka

Nova generacija digitalnih mobilnih mreža koja se koristi za informiranje korisnika zove se GSM (engl. *Global System for Mobile communications*). Korisnici tj. vlasnici mobilnih uređaja mogu primiti informacije preko SMS poruke. Gledano sa tehničko - tehnološkog aspekta GSM je ćelijska mreža, što znači da se mobilni uređaji priključuju na mrežu tražeći ćelije koje se nalaze u blizini. GSM mreže rade u četiri različita frekvencijska opsega. Većina GSM operatera radi na 900 MHz ili 1800 MHz. Neke države na američkom kontinentu, uključujući SAD i Kanadu, koriste 850 MHz i 1900 MHz frekvencijski opseg.

Nešto stariji sustav od GSM-a, zbog primjene 3G i 4G prijenosa podataka, je GPRS (engl. *General PacketRadio Service*) koji omogućuje veći protok informacija i primjenu aplikacija. Nova i naprednija mreža znači brži prijenos podataka pa iz tog razloga možemo vidjeti sve razlike u 3G i 4G prijenosa podataka kao što su nove usluge, brzina prijenosa, video pozivi, mobilna televizija i dr. S obzirom na brzinu dobro je napomenuti da 3G omogućava brzine do oko 14 MBit/s, dok 4G mreža omogućava oko 100 Mbit/s za komunikaciju u stanju visoke mobilnosti (na primjer iz vlaka ili automobila) i 1 Gbit/s za stanja niske mobilnosti (na primjer u toku šetnje ili mirovanja). Ovo omogućava prijenos ne samo teksta i zvuka nego i pokretnih slika, televizije i ostalih usluga u mnogo boljoj kvaliteti (na primjer 4K video). 4G krasi veći kapacitet i *multitasking* sposobnost koja je u današnje vrijeme zbog razvoja i potreba društva sve potrebnija, zatim su tu brža reakcija na naredbe, veći prijenos podataka i dr. Paralelno sa razvojem mobilnog podatkovnog prijenosa podataka razvijaju se i razni uređaji za njihovo korištenje[10].

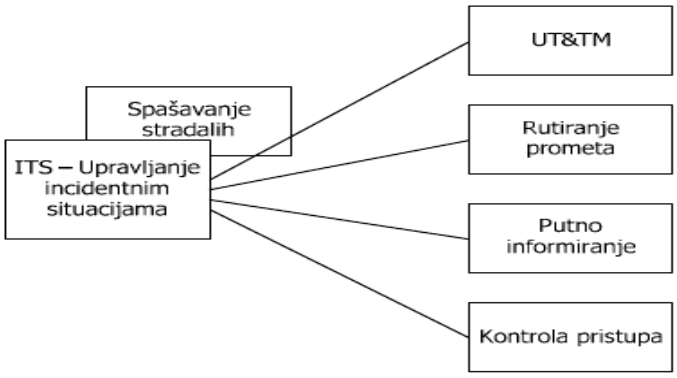
Osobni uređaji koji se koriste u svakodnevnici sve više implementiraju i prometne usluge što proizlazi iz pretpostavke da je prometni sustav dio svakodnevnog života. Pojavom "pametnih telefona" korištenje raznih navigacijskih i općenito prometnih aplikacija je sve češće. Prisutnost ovakvog tipa tehnologije je uvelike doprinijela sigurnosti u prometu, a i većom motivacijom za stručnom edukacijom u prometu. Skoro pa je ne moguće predvidjeti rast takvih tehnologija u bliskoj budućnosti, no definitivno se može pretpostaviti da će doprinijeti sve više pozitivnih učinaka na cjelokupni prometni sustav.

4.4.Sustav upravljanja incidentnim situacijama u prometu

Informiranje putnika je relevantno radi dobre organizacije puta. Pruža usluge statističke i dinamičke informacije o prometnoj mreži, predputno informiranje, te podrška službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti. ITS usluga predputnog informiranja je napredni sustav informiranja putnika. Često se integrira s drugim uslugama, ali se i realizira kao relativno samostalna. Svrha usluge je pružiti korisnicima kvalitetne informacije prije početka putovanja radi donošenja boljih odluka vezanih o načinu putovanja, modu, ruti, vremenu polaska i slično. Podatke koje korisnik dobiva odnose se na planiranje putovanja, stanju na cestama, vremenskim prilikama, parkirnim mjestima, i dr.

Kako bi korisnik došao do određenih informacija mora imati neke od telekomunikacijskih terminala, tj. medija koji su danas u širokoj upotrebi. Neki od njih su fiksni i mobilni telefoni, radio, televizija, telefaks, računalo s internetom, i dr. Informatičke i telekomunikacijske tehnologije omogućuju realizaciju predputnih informacija. Baze podataka, osobna računala, fiksna i mobilna telefonija, internet i dr. sredstva su tih tehnologija kojima „putuju“ informacije.

Zbog specifičnog karaktera prometnih nesreća sa najtežim posljedicama od posebnog je interesa sustav upravljanja incidentnim situacijama u prometu. Upravljanje incidentnim situacijama je koordiniran skup aktivnosti kojima se pomaže unesrećenima, uklanjanju vozila i normalizira prometni tok nakon nastanka prometne nezgode ili druge incidentne situacije kao što je npr. kvar vozila. Brzi koordinirani odaziv policije i drugih žurnih službi ključni su zahtjevi pri nastanku prometnih nezgoda ili drugih incidentnih situacija na prometnicama. Sustav upravljanja incidentnim situacijama usko je vezan s drugim podsustavima upravljanja prometom u gradu, tj. drugim podsustavima. Na slici 3. je prikazano prethodno opisano stanje.

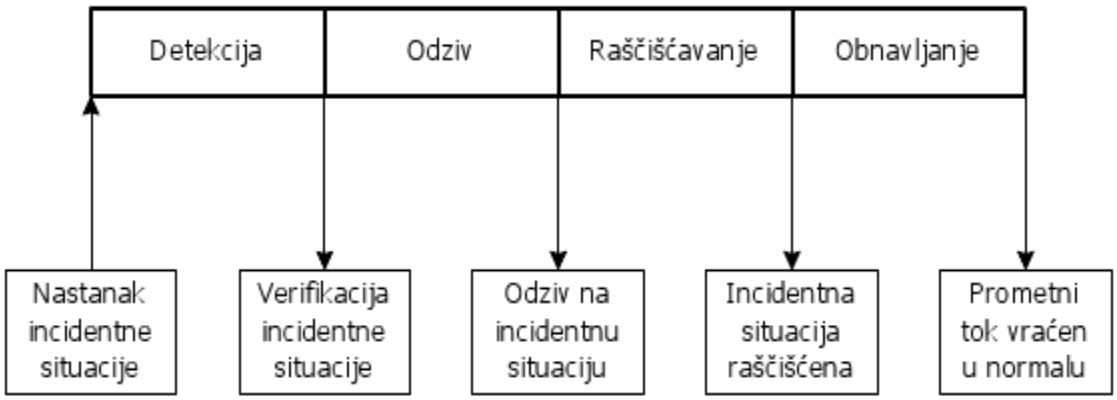


Slika 6. Integracija sustava incidentne situacije

[Izvor: http://www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task]

Spašavanje stradalih u prometnih nezgodama RSIM (eng. *Rescue Service Incident Menagement*) predstavlja jednu od najtraženijih implementacija ITS-a u razvijenim zemljama. Nakon nastanka prometne nezgode iz vozila se aktivira signal – aktiviranjem zračnog jastuka ili slično, i šalje do RSIM centra. Policija vozila se precizno utvrđuje preko globalnih satelitskih pozicijskih navigacijskih sustava. sustavi automatskog praćenja i davanja prioriteta omogućuje najbližem vozilu da najkraćom rutom dođe do mjesta nezgode[11].

IM proces ima četiri sekvencijalne faze. Detekcija je prostorno vremensko određivanje incidentne situacije, verifikacija je određivanje tipa i lokacije. Redovite policijske ophodnje su bile dominantan način detekcije sve do pojave naprednih ITS rješenja. Prometna policija u pravilu koordinira aktivnosti i komunikacije do „raščišćavanja“ situacije. Slika 4. Prikazuje četiri faze IM procesa.



Slika 7. Četiri faze IM procesa

[Izvor: http://www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task]

Brze i precizne aktivnosti IM-a umanjuju negativne posljedice kao što su čekanje, prometno zagušenje i sekundarno izazvane prometne nezgode. Brzi dolazak medicinske pomoći je odlučujući za spašavanje života teško stradalih. GIS tehnologija i ekspertni sustavi za donošenje odluka uključeni u ITS omogućuju točnu detekciju, brz odaziv i bolju koordinaciju različitih organizacija uključenih u IM.

U pronalaženju rješenja i strategija kreće se od prikupljenih podataka o nezgodama te se razmatraju različiti načini poboljšanja sigurnosti. Poželjni output iz ove faze je skup učinkovitih i provedenih rješenja koja su generalno prihvatljiva. Implementacijski plan razrađuje specifične ciljeve, mjere i postupke te definira odgovornosti i rokove provedbe. U izradi plana koriste se prometni podaci, procjene sigurnosnog rizika, financijski zahtjevi, ljudski resursi, i sl. Praćenje

implementacije plana se vrši preko uspostavljenog sustava nadzora iz izvješćivanje i definiranim vremenskim intervalima.

Prometne nezgode na cestama i drugim prometnicama neophodno je sustavno proučavati tako da se različitim načinima, mjerama i postupcima može djelovati na smanjenje njihova broja i njihovih posljedica. U razvijenim zemljama učestalost i posljedice prometnih nezgoda su takve da je to bio jedan od najjačih pokretača za uvođenje ITS-a. Postignuti rezultati u zemljama koje duže vrijeme razvijaju ITS, a to su SAD, Japan, zemlje Europske unije, Australija. One ukazuju da danas već postoje vrlo zrele tehnologije. U pojedinim studijama se ukazuje da je upravo sustavna primjena ITS-a mogućnost za značajno poboljšanje sigurnosti u prometu.

5. AMERIČKI 511 SUSTAV INFORMIRANJA PUTNIKA

511 sustav je telefonski sustav informiranja putnika koji se koristi u Americi i Kanadi. Taj tel. broj vrlo je sličan broju koji je namijenjen isključivo hitnim slučajevima (911). Putnici biranjem broja 511 mogu pristupiti nekim prometnim informacijama za određene rute i prometnice uključujući informacije o odredenim incidentima,vremenskim nepogodama i sl. Na državnoj razini, ovakvim sustavom mogu upravljati državne agencije za sigurnost i upravljanje prometom, regionalni ili gradski uredi upravljanja prometom.

Ovaj sustav je osmišljen kao telefonski sustav informiranja putnika koji danas pruža informacije za četrdeset i pet država. O daljnjem napretku 511 sustava ključna je interoperabilnost sustava u kojem će korisnik uz pristup nekim lokalnim informacijama moći pristupiti cijelom spektru informacija o susjednim zemljama iz svoje i okolnih regija.
Sustav se može iskoristiti za distribuciju različitih informacija poput informacija koje su vezane uz promet, specifična događanja,vremenske uvjete i prekide tranzitnog prometa. Sustav to postiže primjenom takozvane brane koja kontrolira tijek informacija tako da nakon samog pristupa sustavu sam sustav obavještava na velike opasnosti ili događanja koja utječu na promet cijele regije.

Prvi plasirani 511 sustav informiranja putnika u S.A.D-u je bio na Cincinnati – Sjeverni Kentucky regionalnom području u lipnju 2001. godine. Prvi plasirani 511 sustav informiranja putnika diljem svih Federalnih zemalja je bio u Nebraski u listopadu 2001. godine[12].

5.1.Ideja 511 sustava

Osam država, od Aljaske do Mainea, skupili su sredstva i stručnjake kako bi napravili 511 glasovni sustav informiranja putnika. U vodstvu s državom Iowa, multidržavni konzorcij je zaprimio 700,000 $ od Federalne Administracije za Autoceste za razvoj programskog sučelja i dizajna. Svaka država je dodala još 20 posto od primanja, tako da se sakupljena suma približno podigla na 900,000 $. Uz Iowu države koje su sudjelovale u konzorciju su Idaho, Indiana, Kentucky, Louisiana, Maine, Minnesota, New Hampshire, Rhode Island, SacramentoAreaCouncilofGovernments, iVermont.

Individualne države su imale vodeću ulogu u koordinaciji razvoja sustava. Nacionalno vodstvo dodijeljeno je 511 Razvojnoj Koaliciji. U vodstvu Američke skupine za državne autoceste i prijevozničke dužnosnike, uključujući stručnjake za putničke informacije iz više od 30 organizacija,

Koalicija je stvorila dobrovoljne smjernice za državne prijevozne agencije koje treba pratiti pri razvoju 511 sustava u njihovim federalnim državama ili pokrajinama. Ostali organizacijski članovi Koalicije uključuju Američka Javna Prijevozna Organizacija, Inteligentno Transportno Društvo Amerike(ITS Amerika) i Ministarstvo prometa Sjedinjenih Američkih Država.

Sustav je osmišljen kao telefonski sustav informiranja putnika danas pruža informacije za četrdeset pet država od kojih su dvije trećine svoj telefonski sustav povezalo s web stranicama koje pružaju detaljnije informacije popraćene grafičkim prikazima ruta, gradova, planiranjem putovanja i sl. Daljnji napredak 5-1-1 sustava usmjeren je na interoperabilnost sustava u kojem će korisnik uz pristup lokalnim informacijama pristupati cijelom spektru informacija o susjednim zemljama. Slika 8 prikazuje prometni znak koji obavještava vozače o broju prometnog informativnog centra.

5.2.Funkcija 511 sustava

Glavna funkcija 511 sustava je informiranje putnika telefonskim putem.Korisnici mogu birati troznamenkasti broj 511 sa tradicionalnih javnih telefona ili sa mobilnih. To je N11 kod za tzv. Sjeverni američki brojevni i koristi se u specijalne svrhe. Kod ispred broja predstavlja dio regije za koju korisnik želi provjeriti, tako da svaka regija ima drukčiji kod.

Do ožujka 2001. godine postojalo je bar 300 telefonskih brojeva za informiranje putnika u prometu. Zbog tolikog broja mogućih telefonskih linija Ministarstvo prometa S.AD.-a je napravilo peticiju za Federalnu Komunikacijsku Komisiju da se napravi nacionalni troznamenkasti N11 broj. 21. Lipnja 2000.godine Federalna Komunikacijska Komisija je uvela 511 broj za korištenje diljem nacije kao inteligentno informiranje putnika u svako doba (0-24h).

Istraživanje koje se provelo na ciljanim skupinama korisnika 511 sustava pokazalo je kako su ispitanici u prvu ruku imali vrlo negativan stav prema tom sustavu. Ali nakon sto se demonstrirao sustav, njegove karakteristike i način rada ispitanici su sustav ocijenili kao kvalitetan, jednostavan i prihvatljiv za korištenje.

Ključne karakteristike 511 sustava su:

- Pružati stvarnovremenske, točne i pouzdane informacije
- Orijentiran ispuniti korisničke zahtjeve
- Informirati različite skupine korisnika
- Sadržavati skup javnih i korisnički unijeti informacija
- Dosljednost sadržaja, sučelja i kvalitete usluga
- Posjedovati značenje kritičnog pojma prema putnicimakorisnicima, operaterima transportnih sustava, pružateljima domovinske sigurnosti i sigurnosti u hitnim slučajevima, te informacijskoj industriji
- Biti trajan i održiv
- Podložan stalnom unapređenju
- Biti nacionalno interoperabilan



Slika 8. Primjer oznake 511 sustava

[Izvor:http://www.wsaz.com/home/headlines/WVa-PSC-OKs-511-Travel-Information-System-175837231.html]

Koristeći sustav moguće je kontroliranje protoka informacija i za određene građevinske objekte (mostove, tunele,pruge i nadvožnjake...) gdje će se pri korisničkom zahtjevu za detaljnije podatke prije svega davati krajnjim korisnicima vrlo važne informacije koje su bitne i vrlo značajne za šira i veća geografska područja.

Sustav sadrži prečace koji omogućavaju izravan pristup određenoj razini sustava i naravno određenom tipu podataka pri unosu točnoga koda. Korisnik sustava posjeduje i mogućnost prekida sustava u trenutnoj radnji i nastavak prema željenoj razini sustava bez bespotrebnog čekanja da sustav završi govor.

Postoje mnoge i različite razine sustava koje mogu sadržavati različite informacije. Informacije su unutar sustava pohranjene i prikazane korisnicima kroz sažeta i relativno kratka izvješća koja sadržavaju informacije o zagušenjima i incidentima, ali sadrže i podatke o planiranim građevinskim radovima. Informacije o najavljenim i novim građevinskim radovima dostupne su krajnjim korisnicima na dan kada se i izvode, ali i oko 20 sati prije njihovog izvođenja. Glavni cilj informiranja korisnika o radovima koji se najavljuju je mogućnost prilagodbe vremena polaska ako je u ovom slučaju nužno potrebno.

Gotovo svi lokalni 511 sustavi imaju neku vrstu informacija o vremenu i vremenskim uvjetima u prometu(cestovnom, zračnom). Sustav omogućava pozivateljima biranje određene prometnice kako bi pozivatelj bio informiran o vremenskim uvjetima na izabranom dijelu ceste. Sustav krajnjim korisnicima omogućava lakši i jednostavniji odabir određene trase i zatim odrediti točno trajanje puta. Trasa se definira polaznim i odredišnim točkama koje su mostovi, pruge, gradovi ili javna mjesta, nakon njihovog unosa sustav će odrediti moguće trase koje povezuju te točke i na kraju odabrati najpovoljniju te točno i adekvatno odrediti očekivano i zadano trajanje puta tom trasom.

6. NAPREDNE ITS APLIKACIJE INFORMIRANJA PUTNIKA U EU

Najznačajniji projekt inteligentnih transportnih sustava na području Europe je projekt CIVITAS. Projekt CIVITAS je utjecao na integraciju ITS arhitekture u većim Europskim gradovima te je uvelike utjecao na unapređenje sustava informiranja putnika.

Dobra strategija informiranja putnika znatno pomaže putnicima u korištenju javnog prijevoza, međutim pomaže i onima koji se ne koriste javnim prijevozom na način da koriste iste informacije. Točne i pouzdane stvarnovremenske informacije omogućuju putnicima planiranje tzv. "door to door" putovanja. One bi trebale biti dostupne svim putnicima u svakom trenutku i na bilo kojoj lokaciji.Najznačajnije informacije koje bi trebale biti dostupne putnicima su:

- Vozni redovi i karte, koje moraju biti dobro dizajnirane i vremenski raspoređeni.
- Vremenski promjenjive izmjene stanja prometa i alternativnih ruta.
- Informacije unutar vozila javnog prijevoza, kao što su npr. informacije o rutama, sljedećim postajama, te mogućim promjenama trenutne rute.
- Informacije o raznim mogućnostima prometa, kao što su npr. "car pooling" , "park andride" , informacije o mogućim parking mjestima.
- Dodatne informacije o najboljem mogućem izboru putovanja.

Tehnička sredstva kojima se pružaju informacije putnicima su:

- VMS-ovi(vremenski promjenjivi znakovi)
- Internet aplikacije
- Službe za korisnike
- Printane brošure
- Elektroničke oglasne ploče
- Telefonske usluge, preko raznih telefonskih službi
- SMS usluge(dobivanje informacija slanjem SMS poruka)

Sve informacije koje su upućene putnicima moraju biti u lako razumljivom formatu, kako bi bile što jednostavnije za razumjeti. Osim toga vrlo bitno je da informacije budu dostupne slijepim, gluhim osobama te osobama sa invaliditetom bilo kakve vrste[13].

6.1. Alati za mobilnost informacija

Pružanje prometnih podataka i javnosti, promovira korištenje održivog transporta. Elektronički zasloni koji funkcioniraju na način da izmjenjuju informacije u realnom vremenu će imati velik utjecaj na prometne tokove i uvelike poboljšati njegovu učinkovitost.

Ciljevi:

- Promoviranje održivog prometnog sustava korištenjem kompjuteriziranih aplikacija koje služe informiranju putnika.
- Poboljšanja u kvaliteti gradskog prijevoza kroz redovito pružanje pouzdanih informacija.
- Promoviranje intermodalnosti u gradskom prijevozu pružanjem integriranih informacija.
- Informacije o gradskom prijevozu uvođenjem raznih informacijskih panoa i zaslona osjetljivih na dodir.
- Objavljivanje informacija o gradskom prijevozu na relevantnim web stranicama.

Potencijalne mjere. Tiskani podaci (ne-elektronski) o gradskom prijevozu mogu se naći na znakovima prikazanih na autobusnim stanicama i dostupni su u letcima koje je objavila autobusna kompanija i objavljeni su na web stranicama lokalne samouprave.Čest prigovor od strane korisnika gradskog prijevoza je nedostatak jasne i lako razumljive informacije o autobusnim rutama, rasporeda i biciklističkim stazama. Postoji samo nekoliko elektroničkih informacijskih panela u gradu na kojima se prikazuju osnovne informacije.Ovi paneli se stoga vrlo rijetko koriste za pružanje informacija posebno u vezi s prijevozom.Međutim, u nastojanju da se poboljšaju javne informacije, u 2006. godini javni servisni autobusni centar je pokrenuo informacijski sustav koji omogućuje detaljnije informacije o ovoj usluzi, instaliranjem prvog elektroničkog informacijskog centra.Ovaj rad usmjeren je na razvoj sustava za potporu provedbi operativnih planova da se javnost u potpunosti informira o najnovijim događanjima u vezi s transportom i stanjem u prometu. To će biti moguće implementacijom sljedećih aplikacija:

- Elektroničke ploče će biti instalirane na autobusnim stanicama
- Informativne ploče će biti instalirane po cijelom gradu na što većoj mogućoj razini
- Gradnja parkinga
- Pomoć turistima
- Ekrani osjetljivi na dodir će biti instalirani na željezničkim postajama, povijesnim centrima, parkinzima, raznim ulazima i sl.

Rezultati. Više od 14,000 vozila je dobilo pomoć od ovih informacija. Do sad, trenutni sustav nije mogao pružiti informacije o parkingu za više od 2,000 vozila.Manja stopa onečišćenja i to za 10%[14].

Ovakva implementacija sustava je jedna od uspješnih u Europi, značajna je za grad Burgos u Španjolskoj.

6.2.Intermodalni alati za mobilnost informacija

Glavna baza ovakve platforme se bazira na integracijom aplikacija ITS. Veća i bolja integracija raznih aplikacija uvelike povećava razinu informiranosti putnika u Europskim gradovima.

Ciljevi i temelji:

- Pružanje intermodalnih informacija o prometu koje su bazirane na Inteligentnim Transportnih Sustavima koje nude stvarnovremenske i opcijski moguće informacije na raznim mogućim medijima.
- Implementacija specijalnih servisa osobama sa manjom mogućnosti kretanja
- Procjenjivanje implementacije novih sustava baziranih na satelitima EGNOS/GALILEO.

Ciljevi kod planiranja ovakvog sustava moraju biti dobro definirani i utemeljeni podacima prethodnih znanstvenih istraživanja i spoznaja. Ovakav sustav zahtijeva široko znanje prometnih znanosti, odnosno u ovom slučaju Inteligentnih Transportnih Sustava. Osim, toga kao što je navedeno i znanje iz područja Lokacijskih i Navigacijskih Sustava. Bez potrebnog znanja o takvim stvarima ne moguće je primijeniti implementaciju kako je zamišljena:

- Dizajn prometnih podataka i njihovih okvira , uključujući podizanje svijesti i izgradnju konsenzusa među zainteresiranim stranama.
- Dizajn cjelokupne arhitekture sustava , uključujući analizu stvarnog stanja dostupnih podataka i potencijalnih podataka , razvoj modela pružanja usluga i održivog sustava financiranja za početne radove i održavanja.
- Definiranje specifikacije ITS platforme za sakupljanje različitih podataka koji dolaze iz različitih izvora i isporuka razne usluge koristeći različite medije ; Analiza sučelja s Galileo i EGNOS .
- Analiza specifičnih potreba korisnika i određenih sadržaja dostupnih za osobe sa smanjenom pokretljivošću.

- Razvoj ITS platforme
- Definicija podataka koji se stječu , ugovorni i poslovni model koji će se koristiti , komunikacijske i marketinške kampanje , operativna shema , praćenje i evaluacija.

Rezultati:

- Dinamičke informacije o prometnim rutama (koja dolazi od prosječne brzine autobusa lokaliziranih GPS sustava)
- Slike dolaze od 20 različitih kamera
- Broj slobodnih parking mjesta sa 11 različitih parkinga
- Prilagođene poveznica za razne izvore informacija

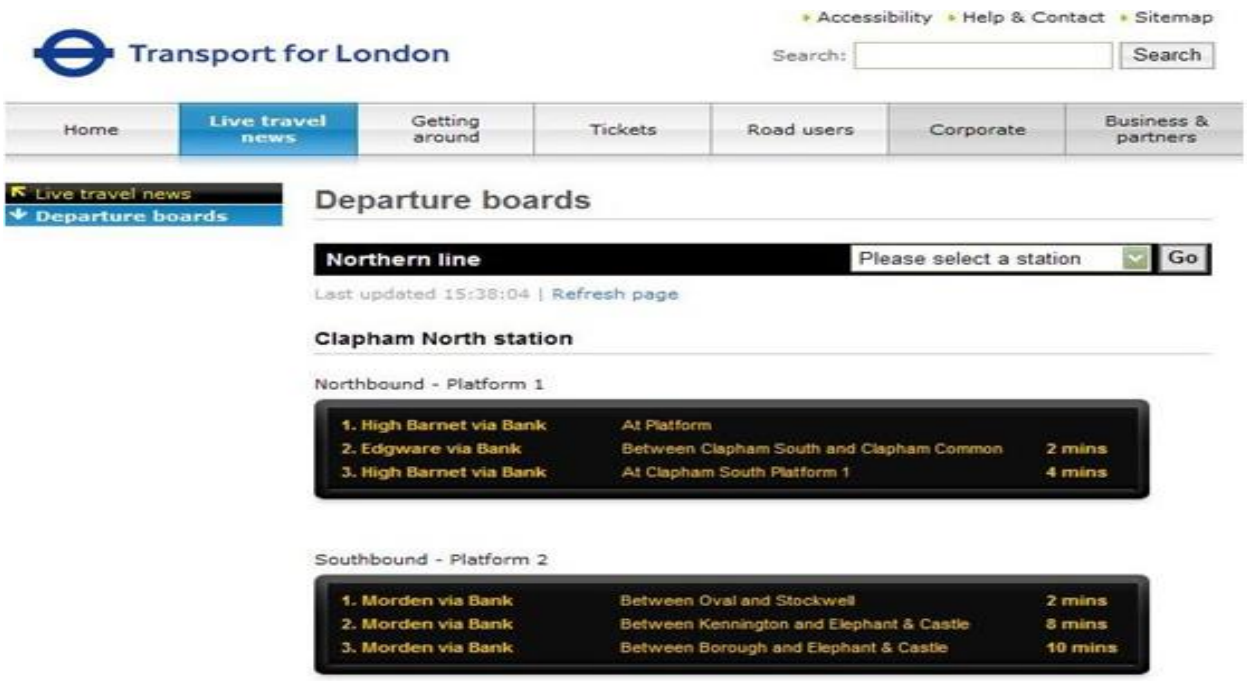
Budući planovi:

- Novi web portal će biti pušten za javnost.
- Novi sadržaj će biti dodan postojećem
- Nove multimedijske usluge će biti pružene
- 2,500 korisnika platforme dnevno
- 200 registriranih korisnika za posebne usluge

Ovakav sustav je implementiran u Europskim gradovima Genova(Italija) i Krakow(Poljska)[15].

6.3.Stvarnovremenski sustav informiranja putnika u Londonu

Od brojnih usluga kao što su planiranje putovanja, pravovremene informacije na stajalištima i dr. Transport Londona prepoznatljiv je ne samo u Londonu nego i u svijetu. London je bio među prvim gradovima koji je u svojem javnom gradskom prijevozu uveo svjetleće znakove te time olakšao percepciju o kretanju vozila tj njegovom dolasku na stanicu ali i osigurao ugodniju noćnu atmosferu među putnicima na stajalištima. Takav sustav zvao se Countdown i predstavljen je javnosti 1992. godine.



Slika 9. Sučelje sustava u Londonu

[Izvor: https://tfl.gov.uk/]

Uz pravovremeno davanje informacija putnicima, karti linija prijevoza nudi još i brojne usluge a to su smjer putovanja, trenutni položaj odnosno lokacija vozila, linije noćnog voznog reda i sl. Sve ove prednosti i mogućnosti koje se nude, također pruža i interaktivni glasovni sustavi (engl. InteractiveVoiceResponse, skraćeno IVR). Transport Londona također ima svoju web stranicu na kojoj korisnici mogu planirati svoj put, vrijeme polaska, stajalište koje im je najbliže i sl. Transport Londona je svoje mjesto našao i na društvenim mrežama, točnije na Twitteru te tako pokazao da prati korak sa suvremenim društvom i pokazuje svoju inovativnost [16].

6.4.Mobilne internetske aplikacije koje koriste stvarnovremenske podatke

Današnje mobilne aplikacije nude pregršt opcija. To ujedno znači i pregršt opcija na području prometa u svrhu informiranja putnika. Jedna od poznatih aplikacija planiranja putovanja je MVV aplikacija napravljena od Munchenskog transportnog tijela. Njena struktura se sastoji od informacija vezanih za putovanje, nadgledanje stajališta, raznih planova i karti i plaćanje karata.

Informacije o putovanju. Informacije o putovanju pomažu da pronađete najbržu rutu od točke A do točke B. Samo upišete naziv stajališta , adresu ili točke interesa kao svoj početak ili odredište ili koristite svoj trenutni položaj kao početnu točku. Rezultat je putanja sa uputama prema početnoj ili

odredišnoj točki. Možete čak i označiti željenu rutu kao svoj favorit. Osim toga. pokazat će vam i karte koje trebate kupovati na putovanju i gdje. Također, ima i mogućnost odabira rute bez stubišta na putu.

Nadgledanje stajališta. Nadgledanje stajališta pokazuje sljedeća odstupanja za svako zaustavljanje, uključujući čak i informacijama u stvarnom vremenu za podzemne željeznice. Unos stanica je vrlo jednostavan jer je MVV - App zna sva stajališta i daje sugestije temeljene na početnom slovom.

Planovi i karte. MVV - aplikacija vam pruža različite planove i karte, npr. interaktivna karta grada, urbano željeznička karta. Karta mreži tramvajskih linija, karta mreži autobusnih linija.

Plaćanje karata. Možete kupiti odabrane karte pomoću MVV -app na vaš mobilni uređaj. Registrirate se jednom i izaberete svoju kartu u aplikaciji prije početka putovanja . Možete platiti povoljno kreditnom karticom ili izravnim zaduženjem. Karte se tada automatski spremaju na vašem računu i mogu se prikazati u bilo kojem trenutku - čak i ako nemate internetsku vezu više. Kao što su e-karte osobne, morate donijeti svoj službeni identifikacijski dokument s fotografijom [17].

6.5. Implementacija stvarnovremenskog sustava informiranja za javni prijevoz u gradu Ploiesti u Rumunjskoj

Grad Ploesti je smješten na jugu Rumunjske, 50 km sjeverno od Bukurešta, glavnog grada Rumunjske. Glavni je grad županije Prahova, geografski je smješten južno od Karpatskih brda te sjeverozapadnood ušća glavnih dviju rijeka Prahova i Teleajen.

Ciljevi:

- Bolje performanse u radu općenito i u održavanju visoke razine pokroviteljstava.
- Bolja kvaliteta javnog prijevoza
- Poticanje korištenja javnog prijevoza
- Poboljšanje kvalitete informacija za putnike
- Smanjenje operativnih troškova

Poduzete mjere u stvaranju ovakvog sustava se mogu manifestirati kroz instalacijustvarnovremenskog sustava na LED panelima na glavnim stajalištima i krozintegraciju informacijskog sustava u realnom vremenu sa sustavom za upravljanje informacijama (SAP) , novi sustav naplaćivanja i novi GPS sustav.

Rezultati:

- Povećanje u pokroviteljstvu
- Bolji financijski rezultati
- Poboljšanje upravljanja prometom u gradskim jezgrama

Najvažnija funkcija uličnih informacijskih sustava je da bi se što prije reagiralo na bilo koju promjenu i da prenesu pravu informaciju korisnicima.

6.6.Automatizirani znakovi stanica i informacijski znakovi u vozilima u gradu Tallinn u Estoniji

Projekt je namijenjen za poboljšanje atraktivnosti sustava javnog prijevoza boljim informiranjem putnika (putem elektroničkih zaslona i opreme za automatizirane znakove stanica) u najmanje 384 vozila voznog parka grada Tallinna.

Ciljevi i inovacije. Rješenje za provedbu ove mjere mora biti komplementarno npr. nuditi mogućnost dodavanja stvarnovremenskog sustava informiranja putnika u bliskoj budućnosti.

Inovativni aspekti. Kompleksno rješenje za informiranje putnika će biti instalirano unutar vozila.

Mjere. Elektronički zasloni i oprema za označavanje stanica bi trebala povećati kvalitetu javnog prijevoza, osim toga ova aktivnost se može lako iznijeti u javnost. Ovakvo rješenje uključuje:

- Unutarnje zaslone koji sadržavaju broj rute, destinaciju, ime stanice i moguće povezivanje sa drugom voznom linijom.
- Vanjski zasloni koji sadrže broj linije i opis rute. Biti će jedan zaslon sa brojem linije i opisom rute, te dva koja sadrže samo broj linije.
- Zvučna oprema za najavljivanje stanica unutar vozila.



Slika 10. Automatizirani zaslon na autobusu u Tallinnu

[Izvor:http://www.eltis.org/discover/case-studies/automatic-stop-calls-and-information-signs-vehicles-tallinnestonia]

Rezultati. Povećanje razine zadovoljstva s podacima za korisnike javnog prijevoza od 35% do 60%. Poboljšanje atraktivnosti javnog prometnog sustava kroz poboljšano informiranje putnika je ispunjeno. Rezultati dobiveni anketama su pokazali da su korisnici javnog prijevoza zadovoljni i da ovu aktivnost smatraju efektivnom. Povećanje za 100% broj osoba s invaliditetom u javnom prijevozu : anketirani ljudi iz različitih organizacija procjenjuju da je dostupnost putničkog informiranja javnog prijevoza dobro i javnost osjeća da ova mjera trebala treba povećati korištenje javnog prijevoza osobe s invaliditetom[18].

6.7.Razvoj integriranog multimodalnog sustava informiranja putnika u Toulouseu u Francuskoj

Razvoj informacijskog sustava putnika, ponuda integriranih informacija koje su pružene između "putnika i ceste" i cijelog prstena informacija o cestovnom prometu i multimodalnom pružanju informacija na strateškoj razini između različitih sudionika mobilnosti trebaju uvelike pomoći u poboljšanju razine i kvalitete multimodalne informacije za putnike i korisnike javnog prijevoza.

Ciljevi:

- Razviti integrirane informacije za putnike na tri različita načina:
- Razvoj informacijskih sustava o javnom gradskom prijevozu
- Razvoj integralnih informacijskih shema između putnika i ceste i Autoceste - pomoću

VMS-ova i mogućnost isporuke stanja o popunjenosti"putnika i ceste"

- Razvoj multimodalnih informacija unutar SGGD suradnje - korištenjem web stranica i raznolikog izbora multimedije - uključujući i uključujući i pružanje privatnih operatera



Slika 11.Primjer integriranog multimodalnog sustava u Toulouseu

[Izvor:http://www.eltis.org/discover/case-studies/development-integrated-multimodal-traveller-information-system-toulousefrance]

Mjere. Razvoj informacijskih sustava javnog prijevoza kako bi se usluga gradskim putnicima u okviru informacijama u stvarnom vremenu povećala do visokog kvantitativnog i kvalitativnog nivoa, uglavnom u koridorima visoke kvalitete te u intermodalnim postajama;moguće strategije i tehnička rješenja su već dobro poznata i raširena , ali inovacija je težište staviti na integracijama u upravljanju širokoj mreži javnog prijevoza.

Razvoj integralne informacijske sheme između "putnika i ceste" i autoceste te razviti suradnju između dijelova vladinih operatera u vlasništvu autoceste u cilju promicanja "putnik i cesta" objekata i obavijestiti krajnje korisnike o njihovoj stopi popunjenosti.

Razvoj multimodalnih informacija unutar SGGD suradnje kako bi se razvile multimodalne informacije unutar lokalnih inicijativa.

Rezultati. Jačanje SGGD suradnje i početak multimodalnog informativnog centra u prvoj polovici 2009. godine. Ovaj multimodalni informacijski centar će se smatrati kao središnji stup informacijskog sustava za putnike za mrežu javnog prijevoza Toulousea. Procjena provedenog informacijskog sustava javnog prijevoza je razmatranje mogućih poboljšanja i očekivanja kupaca za eventualno širenje u cijeloj mreži javnog prijevoza i poboljšanje njegova rada[19].

7. NAPREDNE ITS APLIKACIJE INFORMIRANJA PUTNIKA U RH

Projekt uspostaveInteligentnih Transportnih Sustava u Hrvatskoj je osnovan 12. studenog 2005. godine sa ciljem uspostavljanja harmoniziranog razvoja Inteligentnih Transportnih Sustava i implementacije njihovih aplikacija. Uključenjem u projekt ITS Hrvatska, pojedinci, kompanije, institucije i druge zainteresirane stranke bile bi u mogućnosti uključivati se više u promociju ITS rješenja kroz realizaciju sinergije na nacionalnoj i internacionalnoj razini. Sve do danas uspostavilo se mnogo ITS aplikacija diljem Hrvatske i taj razvoj je predviđen za eksponencijalni rast.

7.1.Sustavi upravljanja prometom i incidentima na Hrvatskim autocestama

Za razvoj i uvođenje ITS-a u Republici Hrvatskoj u proteklom periodu od posebnog je značenja bio program izgradnje autocesta. Hrvatske autoceste su među najmodernijim i najsigurnijim u Europi, što je posljedica i primijenjenih ITS tehnologija, posebno u dijelu upravljanja prometom te sustavima upravljanja incidentima u tunelima. Za ove sustave dobiveno je više priznanja, kao npr. od EUROTAP-a. EuroTAP (*European TunnelAssessmentProgramme*) je jedan od ukupno osam istraživačkih projekata o sigurnosti prometa u tunelima. Ovo istraživanje izravno je povezano uz podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa, a pokrenuto je na temelju Europska direktive 2004/54/EC o sigurnosti u tunelima. Autoceste su opremljene suvremenim informacijsko-komunikacijskim sustavima za razmjenu informacija koje mogu biti podatkovne, govorne i slikovne. U Centrima za održavanje i kontrolu prometa ugrađeni su sustavi za središnje upravljanje prometom koji se sastoje od nekoliko podsustava: prometne centrale, prometne radne stanice, informacijskog sustava vremenskih uvjeta na prometnicama, podsustava za video nadzor i sl.

U slučaju da postoje i tuneli na nadziranoj dionici, dodaju se i slijedeći podsustavi:

- podsustav za daljinsko upravljanje i kontrolu energetskih postrojenja
- podsustava upravljanja ventilacijom
- nadzor upravljanje ostalih sustava koji se ugrađuju u tunel.

Nažalost, na državnim i ostalim cestama je puno lošija situacija te se u skoroj budućnosti očekuje značajnije ulaganje u ovaj dio cestovne mreže.



Slika 12. Signalizacija u tunelu

[Izvor:http://www.prometna-signalizacija.com/oprema-ceste/oprema-tunela]

Promjenjiva signalizacija i mjerni uređaji instalirani su na svim mjestima mogućih izmjena uvjeta vožnje; na čvorovima, ispred tunela, u zonama vijadukata i mostova, u zonama česte pojave magle, ili pojačanog vjetra itd. Instalirane su mjerne stanice koje mjere meteorološke karakteristike okoline i stanje kolnika, čime omogućavaju trenutnu reakciju službe održavanja te automatsko prosljeđivanje informacije u vidu upozorenja ili ograničenja vozačima kroz sustav svjetlosne promjenjive signalizacije. U tunelima je sustavom radiodifuzije osigurano ostvarivanje radioveza između dvije ili više radiostanica unutar tunela i vanjskih radiostanica kao i za prijenos jednog ili više javnih radio programa, te davanje eventualnih obavijesti korisnicima, koji slušaju taj program unutar tunela. Sustav radiofuzije u tunelima ugrađuje se u tunele dulje od 1000 m. Omogućeno je korištenje mobilnih uređaja, a putnici se izvještavaju putem radio-prijemnika, i to na frekvenciji HR 2 – 98,2 MHz. Za davanje potrebnih informacija ili uputa korisnicima tunela, koji su zaustavljeni u tunelu radi nekog prometnog incidenta postavljen je sustav ozvučenja. Tehnologija prijenosa informacija i izrada korisničkih aplikacija omogućuje objedinjavanje informacijsko – komunikacijskih sustava, te središnju kontrolu Uprave poduzeća[20].

7.2. Promjenjivi prometni znakovi

Radi upravljanja prometnim tokovima potrebno je posjedovati opremljenu infrastrukturu znakovima koji mogu mijenjati sadržaj, radi preusmjerivanja prometnih tokova. Praćenjem stanja na cesti (smjerova i intenziteta prometnih tokova), moguće je pomoću promjenjivih prometnih znakova (PPZ-ova) primjenjivati različite strategije (scenarije) preusmjerenja odabranih tokova. Upravo u tu svrhu potrebno je instalirati promjenjive prometne znakove za dinamičko upravljanje prometnim tokovima.



Slika 13. Izgled promjenjivih prometnih znakova (PPZ)

[Izvor: http://www.vecernji.hr/automobili]

U sustavu cestovnog prometa, u posljednjih petnaest godina, uvode se promjenjivi prometni znakovi, odnosno inteligentni prometni sustavi u kojima postoji interakcija između korisnika ceste i nadležnih koji upravljaju odvijanjem prometa na infrastrukturi.

Prema području djelovanja, PPZ-ovi mogu utjecati na prometnu mrežu određene zone obuhvata, interregionalne čvorove, dionice i mjesta:

- pri utjecaju na prometnu mrežu, PPZ-ovi preusmjeruju promet s glavnih cestovnihpravaca na alternativne, tako da se, u slučaju prekida prometa na dionici (zbog zastoja, nezgode ili radova), promet i dalje odvija. Može se uvesti i dodatni utjecaj na pojedinim čvorovima, kako bi se, uz utjecaj na dionicu, promet harmonizirao;
- utjecaj PPZ-a na interregionalni čvor, obavlja se s ciljem održavanja kontinuiteta glavnoga prometnog toka te za poboljšanje povezivanja priključnih tokova;

- utjecaj PPZ-ova na dionice (odnosno jedan ili više odsječaka na dionici) očituje se u slučaju kada se prometni tokovi mogu odvijati glavnom prometnom mrežom, ali uz određena ograničenja, koja su redovito popraćena smanjenjem brzine zbog prometnih i meteoroloških razloga;
- pri utjecaju na mjesto na autocestama, na odsječcima do 250 metara i na cestama¬ nižeg ranga.

Ciljevi postavljanja PPZ-ova su dvojaki. Želi se pružiti kvalitetna i pravodobna informacija o stanju prometnog toka, odnosno o potrebnim radnjama koje vozači trebaju poduzeti s ciljem lakšeg odabira željenih ciljeva, a također se želi upozoriti vozače na stanje ceste i okoline, odnosno na prometne i meteorološke uvjete na cesti i djelovati u smjeru povećanja razine prometne sigurnosti. Osim toga bitno je smanjenje potrošnje goriva, smanjenje negativnog utjecaja prometa na okoliš (smanjenjem ispušnih plinova, smanjenjem razine buke u urbanim dijelovima). Pravodobna obavijest o značajnim prometnim događajima ima važnu ulogu u povećanju prometne sigurnosti i vođenju prometnih tokova, posebice onih na izvangradskim i gradskim autocestama, gdje se prometni tokovi kreću velikim brzinama [21].

7.3. Sustav zadinamičko informiranje putnika na stajalištu (DPI)

Sa ciljem postizanja automatizirane kontrole javnog gradskog prometa, koja bi ga modernizirala i omogućila povećanje njegove kvalitete, Podružnica ZET koristi tzv. Sustav za nadzor i upravljanje javnog gradskog prijevoza, a on omogućuje: nadzor nad vozilima (tramvajski i autobusni podsustav), zahvate i korekcije iz Prometnog centra putem glasovne i tekstualne komunikacije s vozačima u vozilima, audio/vizualno informiranje putnika o trenutnoj poziciji vozila na trasi ili o njegovim dolascima u vidu tekstualnih prikaza i/ili glasovnih poruka na informativnim displejima u vozilu i/ili na stajalištima. Na stajalištima i terminalima 2009. je u tramvajskom podsustavu bilo 76 informativnih displeja, dok u autobusnom podsustavu 50[22].



Slika 14. Displej za dinamičko informiranje putnika u gradu Zagrebu

[Izvor:Damir Kočet, dipl. ing. prom, Dinko Butković, dipl. ing. prom, SUSTAV ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM, Zagreb 2008.]

Temeljnu postavku Sustava čine poslužitelji smješteni u Prometnom centru, koji neprestanom dvosmjernom podatkovnom komunikacijom (putem TETRA digitalnog radijskog sustava) s mobilnim jedinicama (putnim računalima) u vozilima, utvrđuju pozicije vozila i eventualna odstupanja od reda vožnje, te tako obrađene informacije prosljeđuju krajnjim korisnicima: RBL softveru za nadzor i upravljanje prometom u Prometnom centru na radna mjesta prometnika i 23 tzv. DPI podsustavu za dinamičko informiranje putnika o odlascima vozila sa stajališta i stanju u prometu. Na taj način Prometni centar ima neprekidnu spoznaju o pozicijama pojedinih vozila na trasi linije na kojoj prometuju, te shodno tome mogućnost za korekcijama u smislu:usporavanja ili ubrzavanja, preusmjeravanja ili skraćivanja, povlačenja vozila iz prometa, brisanja pojedinih vožnji iz dnevnog rasporeda, uvrštavanja dodatnih korekcija prema unificiranim postupcima u svim mogućim situacijama poremećaja u tramvajskom ili autobusnom podsustavu, odnosno načinu interveniranja na osnovi pohranjenih rješenja za tipične situacije ili na osnovu rješenja dobivenih optimizacijom za svaku konkretnu situaciju poremećaja. Ujedno, sustav omogućuje neovisnu dvosmjernu glasovnu komunikaciju Prometnog centra i vozača u vozilima, te glasovne obavijesti putnicima u vozilima i na stajalištima i terminalima. Sustav također predstavlja neophodnu okosnicu podsustavu za automatsku naplatu prijevoza, kojem se putem IBIS sučelja isporučuju svi potrebni podaci. Broj informativnih displeja na stajalištima i terminalima u tramvajskom podsustavu je u 2010. povećan u odnosu na 2009. godinu za pet novopostavljenih displeja, te ih je na kraju izvještajnog razdoblja u tramvajskom podsustavu 77, dok ih je u autobusnom podsustavu 54. Ovim zahvatom je dodatno povećana kvaliteta prijevozne usluge[23].

7.4.SPECTRA – Sustav informacija o prometu u Rijeci

Rijeka promet radi na projektima širenja sustava informacija dostupnih vozačima i građanima putem Interneta. U travnju 2008.g. je na web stranicama Grada Rijeke i Rijeka prometa u funkciju i probni rad pušten softverski paket Spectra koji na digitaliziranoj karti središta grada prikazuje podatke o prometnim opterećenjima. Iste su godine i prometne kamere na 13 pozicija uključene preko stranica Grada Rijeke na Internet. Ovismo o opterećenju, glavni prometni pravci kroz grad mijenjaju boje, što omogućava da se na brz i pregledan način dobije slika o trenutnom stanju prometa u gradu. Grafička karta je interaktivna i pogodna je za prikaz i drugih korisnih informacija kao što je stanje popunjenosti pojedinih parkirališta i garaža, izravan prijenos slike sa web kamera i sl[24].

Sredinom 2010.g. u probni rad pušten je paket informiranja vozača o trenutnom stanju popunjenosti parkirališta. S obzirom na postojanje bežičnog interneta u središtu grada, pristup ovim podacima moguć je i izravno iz vozila, a ispituje se i mogućnost informiranja vozača preko računala.

Gledajući iz šire perspektive ITS aplikacije u Hrvatskoj, kao i sustavi informiranja putnika su vrlo slabo razvijeni u odnosu na Europske gradove. Iz spomenutih primjera ostvarenih aplikacija u Europi u odnosu na Hrvatsku se može lako uočiti kako je Hrvatska tek na početku razvoja ITS-a i njihove implementacije. Naime, taj problem će se riješiti u sljedećih pet do deset godina. Hrvatska ima dobro razvijen informatički kadar pogotovo u smislu razvoja mobilnih aplikacija koje prate razvoj sustava informiranja putnika. Stoga, bi se dalo bez ikakvih problema i uz male napore kreirati mnoštvo web ili mobilnih aplikacija koje bi uvelike dale značaja sustavima informiranja putnika što bi prije svega doprinijelo manjim prometnim zagušenjima, bolja i točnija planirana putovanja te ekonomičnije raspolaganje sa resursima. Iz svega toga se može zaključiti da bi se implementacijom takvih naprednih sustava uz vrlo mala ulaganja kroz relativno kratki period mogla očekivati velika ušteda u pogledu financijskih resursa što je i u interesu Hrvatske zbog ekonomske situacije koja prati današnjicu.

8. ZAKLJUČAK

Napredni sustavi informiranja putnika su sve više zastupljeniji u većim svjetskim gradovima. Njihova primjena jednostavno iskazuje potrebu za implementacijom u sve većem broju. Razlika u klasičnom informiranju putnika i naprednom informiranju putnika je u tome što klasično sadrži samo statičke podatke koji su utemeljeni raznim analizama i statistikama. Napredni sustavi informiranja putnika sadrže statične i dinamičke podatke, koji se stvarnovremenskiažuriraju. Osim toga pružaju usluge predputnog informiranja, putnog informiranja i planiranja putovanja.

Sustavi informiranja putnika, kao i ostale aplikacije ITS-a su ovisne o novim tehnologijama te je njihovo postojane zaslužno praćenjem razvoja novih tehnologija. Pojava interneta i mobilnih aplikacija su uvelike doprinijele razvoju sustava informiranja putnika ponajviše zbog toga što se informacije mogu lako i istovremeno integrirati i ažurirati. Osim same funkcionalnosti što se tiče ažuriranja informacija pomaže na način da korisnici mogu u svakom trenutku pogledati željenu informaciju.

Aplikacije ITS-a u gradovima Republike Hrvatske su malo zastarjelešto se može vidjeti u odnosu na veće Europske gradove. Projekt Europske Unije CIVITAS je najviše zaslužan za razvoj i implementaciju aplikacija ITS-a u gradovima Europske Unije pa tako i u Hrvatskim gradovima. Rast u Hrvatskim gradovima je blaži nego u Europskim, ali istraživanja pokazuju velik potencijal.

Budućnost sustava informiranja putnika i općenitih aplikacija unutar ITS-a ovise isključivo o napretku informacijskih tehnologija. Unaprijedit će se korisničko primanje informacija na mobilne uređaje putem SMS-a i putem Interneta. Što se tiče vozila, bolja opremljenost elektroničkim uređajima će uvelike doprinijeti informiranju putnika na način da će vozila biti opremljena stvarnovremenskim informacijama uz postojeće GPS uređaje.

Napredni sustavi informiranja putnika imaju mnoge pozitivne učinke na okolinu. Osim što svojim postojanjem uvelike smanjuju vrijeme putovanja jer putnicima daju predputne i putne informacije što uzrokuje bolju pripremu na put, izbjegavajući mjesta zagušenja i sl. Sustavi informiranja putnika utječu na potrošnju goriva, emisije CO2, povećani stres putnika, mogućnosti incidentnih situacija i sl. Negativnih učinaka ja vrlo malo, a to su npr. krađa informacija, sabotaža prometa, terorizam i sl.

9. LITERATURA

[1] BOŠNJAK, I.: Inteligentni transportni sustavi I, Sveučilište u Zagrebu, 2006.

[2] European ITS Framework Architecture (FRAME) Browsing Tool

[3] TRANSPORTATION RESEARCH BOARD: Transitcooperativeresearch program, report 92, "Strategies for ImprovedTravelerInformation", Washington, D.C., 2003.

[4] U.S. Department ofTransportation: IntelligentTransportation Systems for TravelerInformation: DeploymentBenefitsandLessonsLearned, January 2007.

[5] KLJAIĆ, Z., DUJAK, M. Mobilne komunikacijske tehnologije za upravljanje u kriznim situacijama, Ericsson Nikola Tesla d.d, 2009.

[6] VUJIĆ, M., ĆAVAR, I. BOŠNJAK, I.: DESCRIPTION OF TRAVEL INFORMATION AND DRIVERS PERCEPTION, FacultiofTrafficand Transport Science Zagreb, 2006.

[7] VUJIĆ, M., PERIŠA, M.: ONLINE DISTRIBUTION OF PRE-TRIP TRAFFIC INFORMATION,FacultiofTrafficand Transport Science Zagreb, 2006.

[8] VUJIĆ, M: Nastavni materijali kolegija: Arhitektura inteligentnih transportnih sustava

[9] VariousAuthors: "DevelopingTravelerInformation Systems Usingthe National ITS Architecture", U. S. Department ofTransportation; IntelligentTransportation Systems Joint Program Office, 1998.

[10] Županić,B., Gadže,M., Janković, A.: Od analognih do digitalnih sustava pokretne telefonije , Ericsson Nikola Tesla, REVIJA 17, 2004.

[11] Bošnjak, I., Mandžuka, S., Šimunović, Lj.: Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Zbornik radova: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2007.

[12]Wright, J.: 511 – A National TravelInformation System, 14th ITS World CongressBeijing, China, January, 2007

[13]CambridgeSystematics, Inc.: Strategies for ImprovingTravelerInformation, FinalReport,prepared for Michigan Department ofTransportation – Office of Research and Best Practices, January 2011.

[14]http://www.eltis.org/discover/case-studies/info-mobility-tools-burgosspain

[15]http://www.eltis.org/discover/case-studies/intermodal-infomobility-platform-genoa-genova-itay

[16] Stuckey, M.: Development of a Public Transport PriorityCorridorin Central London, Proceedingsof European Transport Conference, 1998.

[17] http://www.mvv-muenchen.de/en/journey-planner/mobile-services/mvv-app/index.html

[18]http://www.eltis.org/discover/case-studies/automatic-stop-calls-and-information-signs-vehicles-tallinnestonia

[19]http://www.eltis.org/discover/case-studies/development-integrated-multimodal-traveller-information-system-toulousefrance

[20] Anžek, M., Divić, A., Lanović, Z.: Smjernice za prometnu svjetlosnu signalizaciju na cestama, Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, Zagreb, 2001.

[21] Dadić, I., Kos, G., Ševrović, M.: Teorija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.

[22] Damir Kočet, dipl. ing. prom, Dinko Butković, dipl. ing. prom, SUSTAV ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM, Zagreb 2008.

[23]Grad Zagreb, IZVJEŠĆE ZA 2009. i 2010. O PROVEDBI PROGRAMA ZAŠTITE I POBOLJŠANJA KAKVOĆE ZRAKA U GRADU ZAGREBU 2009. - 2012.godine, Zagreb 2011.

[24] http://www.rijekapromet.hr/hr/automatsko_upravljanje_prometom/5/16

10.POPIS SLIKA

Slika 1. Tijek razvoja arhitekture

Slika 2. Prikaz Europske ITS arhitekture

Slika 3. Prikaz područja za planiranje transportnih aktivnosti

Slika 4. Primjer vms-a

Slika 5. Slikoviti prikaz korištenja RDS-TMC tehnologije

Slika 6. Integracija sustava incidentne situacije

Slika 7. Četiri faze IM procesa

Slika 8. primjer oznake 511 sustava

Slika 9. Sučelje sustava u Londonu

Slika 10. Automatizirani zaslon na autobusu u Tallinnu

Slika 11.Primjer integriranog multimodalnog sustava u Toulouseu

Slika 12. Signalizacija u tunelu

Slika 13. Primjer ppz-ova (prometnih promjenjivih znakova)

Slika 14. DPI - dinamičko informiranje putnika na stajalištima

11.POPIS KRATICA

AVL	engl. Automatic VehicleLocation	automatsko lociranje vozila
ITS	engl. Intelligent Transport Systems	inteligentni transportni sustavi
VMS	engl. Variablemessagesigns	promjenjivi svjetlosni znak
RDS	engl. Radio Data System	radiopodatkovni sustav
TMC	engl. Trafficmessagechannel	radiopodatkovni sustav
GSM	engl. Global System of Mobile	globalni sustav pokretnih komunikacija
GPRS	engl. General packet radio service	sustav pokretnih komunikacija
RTD	engl. RegionalTransportationDistrict	Okrug regionalnog transporta

DPI	dinamičko informiranje putnika na stajalištima
PPZ	prometni promjenjivi znakovi

METAPODACI

Naslov rada: Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika

Student: Matko Horvat

Mentor: dr.sc. Miroslav Vujić

Naslov na drugom jeziku (engleski): The Analysis of Advanced Traveler Information Systems

Povjerenstvo za obranu:

- **dr.sc. Tonči Carić** (predsjednik)
- **dr.sc. Miroslav Vujić** (mentor)
- **dr.sc. Pero Škorput** (član)
- **doc.dr.sc. Edouard Ivanjko**(zamjena)

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za inteligentne transportne sustave

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Inteligentni Transportni Sustavi

Datum obrane završnog rada: 13.9.2016.

Napomena: pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 6.9.2016

(potpis)