Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika i vozača

Mežnarek, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:119:824956

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ana Mežnarek

ARHITEKTURA NAPREDNIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.
Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ARHITEKTURA NAPREDNIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA

Mentor: dr. sc. Miroslav Vujić
Student: Ana Mežnarek, 0135222435

Zagreb, 2015.

Sažetak

Napredni sustavi informiranja putnika i vozača su osmišljeni kako bi pružali pravovremene, točne i pouzdane informacije i time doprinijela lakšem odabiru moda prijevoza, rute, vrijeme putovanja i sl. Sustavi informiranja putnika i vozača značajno su napredovali u proteklom desetljeću. Napredni sustavi informiranja putnika su ključni za razvoj i funkcioniranje prometnog sustava. Informacije mogu biti distribuirane putnicima i vozačima putem različitih medija. Nadalje, informacije mogu biti pružene prije početka puta (predputne informacije) ili za vrijeme putovanja (putne informacije). Implementiran je široki spektar usluga ua pristup stvarnovremenskim podacima. Rad razmatra potrebu za naprednim sustavima informiranja putnika te opisuje postojeće sustave.

Ključne riječi: napredni sustavi informiranja, putnik, vozač, stvarnovremenske informacije

Abstract

Advance traveler information systems are designed to provide timely, accurate and reliable information to help transit riders make a decisions on modes of travel, routes, travel time, etc. Providing improved traveler informations has advanced over the past decade. Advance traveler information systems are key feature of a successful transit system. Informations can be delivered to traveler through a variety of mean. Moreover, informations may be delivered before travelers start trip (pre-trip information) or while en route (travel information). There are many implemented metods for passengers to access a range of services to access real-time informations. The work considers traveler information needs and describes specific advance traveler information systems.

Keywords: advance traveler information systems, traveler, real-time informations

Sadržaj

1. UVOD 1
2. KONCEPT INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA 3
2.1. Potreba za naprednim sustavima informiranjem putnika i vozača 5
2.2. Implementacija naprednih sustava informiranja putnika i vozača 7
3. INTELIGENTNO INFORMIRANJE PUTNIKA I VOZAČA 10
3.1. Predputno informiranje 12
3.2. Putno informiranje 13
3.3. Tehnologija za realizaciju sustava informiranja putnika i vozača 13
3.3.1. Promjenjivi elektronički znakovi 13
3.3.2. RDS-TMC tehnologija 14
3.3.3. GSM i GPRS 15
4. PREGLED POSTOJEĆIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA U GRADSKOM PROMETU 17
4.1 Elektroničke oglasne ploče 17
4.2. Interaktivni elektronički kiosci 19
4.3 Namjenska kratkodomenska komunikacija 20
4.4 Alarmiranje ćelijskim emitiranjem poruka 21
4.5 5-1-1 sustav 22
4.6 Web stranice i web aplikacije 25
4.7 Društvene mreže 26
4.8 Multimodalni rutni vodiči 27
5. USPOREDBA AMERIČKIH I EUROPSKIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA 32
5.1 Okrug regionalnog transporta 32
5.2 SLO Transit 35
5.3 Transport Londona 36
6. ZAKLJUČAK 39
Literatura 41
Popis kratica 43
Popis slika 44
Popis grafova 44

1. UVOD

Svakodnevno raste potreba i potražnja za inteligentnim transportnim sustavima u prometu kako bi se riješili prometni problemi kao što su prometna zagušenja prometnica prouzročeno brojem vozila na njima koji svakim danom sve više raste. Interakcijom između svih komponenti sustava postiže se kvalitetniji prometni sustav s mogućnosti znatnog smanjena prometnih problema. Pored razvijenih zemalja svijeta koje već godinama iskorištavaju sve prednosti koje pružaju inteligentni transportni sustavi (ITS), sve više zemalja odlučuje se na unaprjeđenje svojih prometnih sustava pomoću ITS-a. Jedno od funkcionalnih područja inteligentnih transportnih sustava je informiranje putnika koje se jasno definira kroz arhitekturu ITS-a.

Arhitektura ITS-a pruža predložak prema kojem se sustav dizajnira i implementira integrirajući ga u postojeću prometnu infrastrukturu. Kako bi se realizirale ITS usluge informiranja putnika potreban je za usklađen razvoj ITS aplikacija i sustava za distribuiranje informacija. U ovom završnom radu obradit će se ITS usluge naprednih sustava informiranja putnika bazirajući se na sustavima namijenjenim korisnicima javnog gradskog prijevoza.

Tema završnog rada je *Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika i vozača*. Osnovni cilj rada je objasniti pojam inteligentnog informiranja putnika i vozača te pobliže prikazati tehnologiju i sustave koji se koriste pri naprednom informiranju putnika i vozača. Završni rad koncipiran je u šest poglavlja.

U drugom poglavlju opisani su osnovni pojmovi vezani uz same inteligentne transportne sustave zbog lakšeg razumijevanja tematike. Uz osnovne pojmove istaknute su činjenice koje čine napredne sustave informiranja putnika i vozača izuzetno važnim i traženim sustavom te implementacija sustava.

U trećem poglavlju detaljno će se razraditi inteligentno informiranje putnika i vozača, odnosno osnovne usluge predputnog i putnog informiranja putnika i vozača te tehnologija kojom se realiziraju.

Struktura završnog rada dolazi do izražaja u četvrtom poglavlju gdje su analizirani postojeći sustavi informiranja putnika i vozača. Svaki od sustava pobliže je objašnjen i detaljno prikazan.

U petom poglavlju usporedit će se američki i europski sustavi informiranja putnika i vozača.

2. KONCEPT INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Inteligentni transportni sustavi predstavljaju integraciju informacijsko-komunikacijskih tehnologija s prometnom infrastrukturom kako bi se poboljšale performanse klasičnog prometnog sustava i kvaliteta usluga. Pojam ITS predstavlja znanstvenu disciplinu, skup tehnologija te novi tehnološki pokret što omogućuje napredni koncept rješavanja prometnih problema koji je prije svega transdisciplinaran.

ITS se istaknuo kao domena velikog potencijala koja povezuje i rješava probleme između različitih modova prijevoza ali i objedinjuje te stvara sučelja između različitih grana prometa. Izuzev infrastrukture, ITS se smatra jednim od najvažnijih faktora kojim se može izvršiti suradnja među različitim oblicima prijevoza i stvoriti koherentan transportni sustav.

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 ITSa koja može sadržavati usluge i funkcionalna područja koja nisu navedene u postojećim ISO taksonomijama. S obzirom na to da razvoj ITSa 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 [1].

2.1. Potreba za naprednim sustavima informiranjem putnika i vozača

Napredni sustavi informiranja putnika i vozača obuhvaća usluge informiranja putnika kroz statičke i dinamičke informacije, usluge predputnog i putnog informiranja ali i usluge planiranja putovanja. Rješenja inteligentnih transportnih sustava korisnici percipiraju prije svega kroz usluge i opremu što je potkrijepljeno empirijskim dokazima. Potvrda potražnje dobivena je iz širokog spektra provedenih istraživanja koja pokrivaju područja kvalitativnih i kvantitativnih istraživanja čiji temelj su informacije dobivene anketiranjem korisnika javnog gradskog prijevoza i metodom za otkrivanje preferencija koja pretpostavlja da nakon što će korisnik razmotriti sve opcije dati prednost onom što smatra najboljom opcijom.

Mnogi gradovi posjeduju internetske stranice i telefonski informativni servis koji pružaju točne i stvarnovremenske informacije. Popularniji izvor informacija su radio i televizija, no pružene informacije nisu toliko točne, pouzdane i vremenski ažurne kao informacije na internetskim stranicama.

Putnici žele pravovremena i iskrena objašnjenja zašto sustav ne funkcionira i koliko je odstupanje od voznog reda. Mnogi smatraju da dostupne informacije nisu dovoljno detaljne te sve više korisnika zahtjeva mogućnost planiranja putovanja prema vlastitim kriterijima (vremena polaska/odlaska, selekcije cestovnih ruta i sl.). Putnici očekuju točne, stvarnovremenske informacije o kašnjenju kako bi, ako je moguće, napravili promjenu u svom putovanju u svrhu što bržeg i sigurnijeg dolaska na odredište. Nadalje, čak i kad promjene u putovanju nisu moguće, putnik smatra kako

ima koristi od same informacije odstupanja od voznog reda jer se čekanje tada čini prihvatljivije i mnogo kraće, a prijevoznika okarakterizira kao pouzdanog.

Napredni sustavi informiranja itekako su potrebni jer karte javnog gradskog prijevoza su nepotpune, ne prikazuju sva imena ulica kraj stajališta, ali i ne prikazuju uvijek samo stajalište, kao ni vrijeme dolaska vozila JGP na stajalište. Telefonski informativni servisi su upitne kvalitete zbog nejednakog informiranja pojedinih operatera, pa tako svaki operater ne pruža sve tražene informacije. S druge strane, telefonski informativni servisi s automatskim izbornicima i automatskim porukama sadrže mnogobrojne izbornike koji vode do željene informacije. Niz izbornika rezultira nezadovoljstvom korisnika jer nakon dugog lanca kroz izbornike može se dogoditi da korisnik saznaje da informacija nije dostupna. S rapidnim rastom novih informacijsko komunikacijskih (ICT) tehnologija, raste i broj mnogobrojnih aplikacija koje pružaju iste informacije poput telefonskih informativnih servisa pa ih sve manje ljudi koristi. Putnici imaju jasnu viziju kakav sustav javnog gradskog prijevoza žele te zahtijevaju mnogobrojne informacije o njemu. Uz informiranje ali i objedinjenje statičkih i dinamičkih informacija lakše će naći tražene informacije i planirati svoje putovanje.

Sposobnost prometnih sustava da odgovori na sve zahtjeve i nastale situacije je otežano zbog kontinuiranog rasta prometne potražnje što je rezultat povećanog rasta stanovništva, urbanizacije, broja vozila te promjene u gustoći naseljenosti. Rezultirajući prometnim zagušenjem koje smanjuje učinkovitost sustava i kvalitetu usluge.

Sudionici u prometu promjenu kvalitete usluge koju nudi prometni sustav primjećuju pri promjeni vrijednosti određene skupine prometnih parametara. Pod pokazateljima kvalitete usluge smatramo trenutnu brzinu, srednju brzinu, zauzeće, kašnjenje i zaustavljanja [5]. Istraživanja su pokazala kako su sustavi javnog gradskog prijevoza sa stvarnovremenskim informacijama o kašnjenju bila okarakterizirana kao pouzdanija. Nadalje, iako postoje odstupanja od voznog reda, putnicima je čekanje prihvatljivije i kraće zbog subjektivnog dojma o vremenu. Pružanje informacija putnicima na samom stajalištu vozila JGP rezultira češćim korištenjem javnog prijevoza. Informiranje putnika izravno utječe na putnikov dojam o kvaliteti sustava i njegovoj odluci o korištenju tog načina prijevoza [12].

2.2. Implementacija naprednih sustava informiranja putnika i vozača

Implementacija inteligentnih transportnih sustava i usluga do sada je uglavnom bila unimodalna te nedovoljno raširena i s mnogim nedostacima stoga mnoge aplikacije inteligentnih transportnih sustava još uvijek teže cilju da postignu značenje kritičnog pojma. Implementacija se razlikuje ovisno o sustavu koji se implementira ali i mjestu gdje se implementacija vrši. Pri implementaciji određenog sustava uobičajeno se radi evaluacija sustava i samog projekta kroz nekoliko koraka. Evaluacija procjene strategije istraživanja, razvoja i tehnologije kroz pet koraka pruža više detalja i informacija, kao što je prikazano na Slika 1.

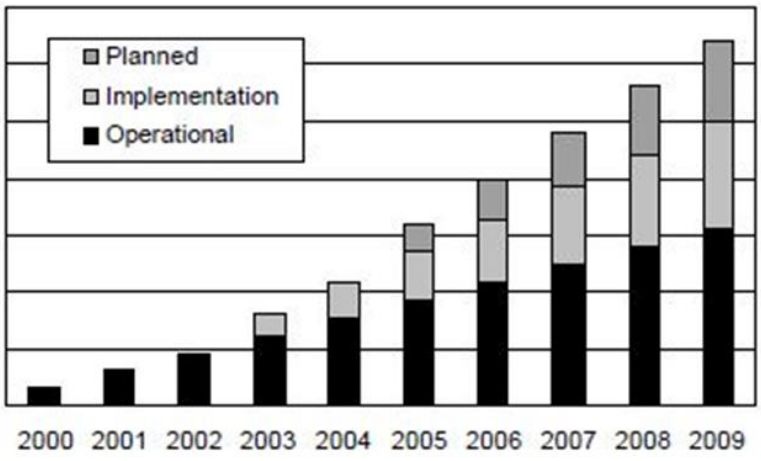


Slika 1: Proces evaluacije sustava [14]

Pri definiranju prioriteta istražuju se administrativni planovi i ograničenja kao i smjernice, također se vrši i interakcija s nacionalnim i međunarodnim dionici kako bi se definirali svi korisnički zahtjevi ovisno o pojedinom dioniku. Od ključne je važnosti najbolje stručno osoblje iz akademske zajednice s potrebnim kvalifikacijama. Sustav

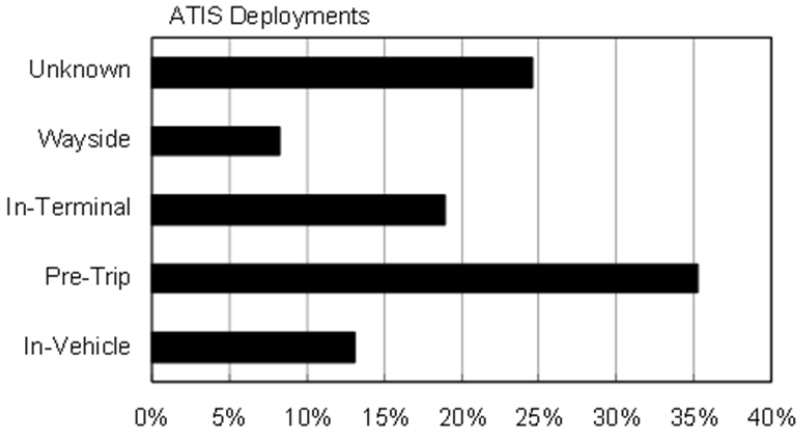
koji će se implementirati mora biti isplativ pa je nužno praćenje razvoja sustava i recenzije istraživačkog napretka uključujući i prezentacije istraživačima. Nakon završenog istraživačkog projekta, rezultati projekta pregledavaju se od strane voditelja projekta ali i kolega stručnjaka kako bi se utvrdila kvaliteta istraživanja i potvrdio integritet svih podataka za sustav te se provodi implementacija . Nakon implementacije potrebno je izmjeriti izlazne podatke sustava na temelju kojih se pojedine komponente mogu prilagoditi. Nakon uključivanja izlaznih podataka i izmjena zatvara se ciklus i počinje novi [14].

S obzirom na same početke primjene naprednih sustava informiranja, s godinama raste odnos aktivnih sustava u odnosu na sustave koji se implementiraju i planirane sustave. Graf 1 prikazuje analizu vremenskog okvira od deset godina koji jasno prikazuje napredak i značajni rast sustava koji se koriste ali i rast samih sustava koji se planiraju i implementiraju što jasno pokazuje povećanje opće svijesti javnosti o važnosti ovih sustava.



Graf 1: Analiza vremensko okvira razvoja ATIS sustava [11]

Raspodjela vrsti implementirane tehnologije (koja se upotrebljava ili je u procesu implementacije ili u procesu samog planiranja) za napredne sustave informiranja putnika prikazana je na Graf 2.



Graf 2: Implementirana ATIS tehnologija [11]

Kao što prikazuje Graf 2, predputno informiranje najzastupljeniji način informiranja putnika, zatim informiranje na samim putničkim terminalima i u vozilima.

3. INTELIGENTNO INFORMIRANJE PUTNIKA I VOZAČA

Informiranje putnika jedno je od jedanaest funkcionalnih područja ITS korisničkih usluga koje objedinjuje usluge predputnog informiranja, putnog informiranja, podršku planiranja putovanja, statičke i dinamičke informacije o prometu te podršku službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti. Za razliku od klasičnog informiranja putnika koje se temelji na statičkim informacijama, napredni sustavi informiranja putnika i vozača mnogo su kvalitetniji jer sadrže dinamičke informacije koje se ažuriraju u realnom vremenu što sustav čini efikasnim i efektivnim. Razgovorom s korisnicima i pružateljima usluga informiranja utvrdile su se ključne značajke efektivnih sustava informiranja putnika i vozača. Karakteristike efektivnog sustava informiranja putnika i vozača su:

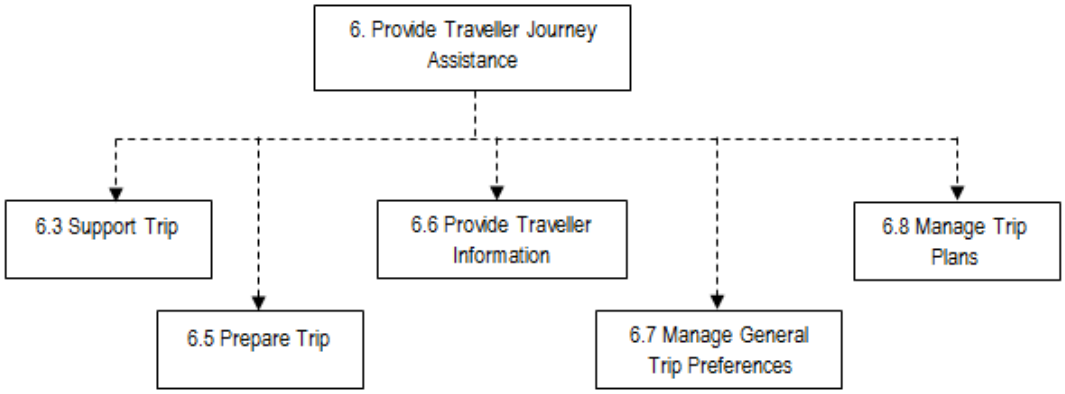
- Pruža točne, stvarnovremenske, pouzdane, relevantne i utržive informacije
- Pruža informacije za cijelu regiju što zahtjeva suradnju javnih agencija svih država regije
- Upravljani su od strane dobro obučenog, učinkovitog osoblja
- Lako se integriraju s ostalim ITS sustavima
- Jednostavni su za uporabu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

Prometni sustav složen je zbog brojnih čimbenika koji ga čine i utječu na njega pa je stvarnovremensko informiranje imperativ kako bi se unaprijedio promet i povećala sigurnost sudionika prometnog sustava. Ključnu ulogu kao podrška mnogim ITS aplikacijama za informiranje putnika i vozača ima sustav automatskog lociranja vozila (engl. *Automatic vehicle location*, skraćeno AVL). AVL se bazira na geografsko informacijskom sustavu, odnosno računalnom sustavu koji upravlja prostornim podacima s mogućnošću za integriranje, spremanje, uređivanje, analiziranje i

prikazivanje podataka kao što su rute, mjesta zaustavljanja, objekte i točke interesa. Točnost i pouzdanost određenog AVL sustava izravno utječe na točnost i pouzdanost podataka na kojima se temelje informacije namijenjene 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 [12].

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 [8]. E-FRAME arhitektura, odnosno nadograđena europska arhitektura sadrži temelje za razvoj sustava za upravljanje incidentnim situacijama. 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 Slika 2.



Slika 2: Prikaz područja za planiranje transportnih aktivnosti [6]

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

Predputno informiranje je ITS usluga koja se uglavnom realizira kao samostalan paket ili češće integrira s drugim uslugama. Temeljna zadaća sustava predputnog informiranja je pružiti kvalitetne stvarnovremenske informacije prije početka putovanja. Usluga predputnog informiranja prije svega mora pružati točne, pouzdane, stvarnovremenske ali i razumljive informacije o prometu te opasnostima. Usluga omogućuje korisnicima da planiraju putovanje prema vlastitim kriterijima kao što su mob prijevoza, vrijeme polaske/dolaska, cestovne rute i sl. S obzirom na informacije kojim raspolaže sustav uslijed ne mogućnosti korištenja određene rute, dijela rute ili moda prijevoza predložit će alternativnu zamjenu.

Korisnicima se predputne informacije distribuiraju putem interaktivnog govornog ili tekstualnog upita, internetskim pretraživanjem ili putem medija kao što su radio i televizija. Kako tehnologija napreduje integracija telefona i računala na visokoj je razini stoga je distribucija predputnih informacija mnogo brža i lakša [1].

3.2. Putno informiranje

Putno informiranje sastoji se od usluga poput predputnog informiranja, putne informacije vozaču i putniku, putne informacije u javnom prijevozu, osobne informacijske usluge, izbor rute i navigacija. Cilj putnog informiranja je pružiti stvarnovremenske informacije o putovanju, procjenu vremena putovanja ovisno o postojećim uvjetima, raspoloživim parkirnim mjestima, prometnim nezgodama itd.

Putne informacije vozaču kroz sustav mora obavijestiti o opasnostima i informacije žurnih službi, pružati relevantne informacije tijekom putovanja o uvjetima na prometnici i vremenskim neprilikama ali i sigurnosne savjete u uvjetima vremenskih nepogoda ili prometnih problema. Nadalje, obavijestiti vozača ako nastupi značajna promjena s obzirom na dobivene predputne informacije te prikazati alternativne rute ili način prijevoza ako je zabilježen problem. Informacije se mogu distribuirati pomoću promjenjivih znakova uz cestu s jasnim i nedvosmislenim porukama [1].

3.3. Tehnologija za realizaciju sustava informiranja putnika i vozača

Tehnologija ima važnu ulogu u svakom aspektu realizacije sustava informiranja putnika i vozača. Korištenjem određene tehnologije izravno se povećava učinkovitost i vjerodostojnost samog sustava. S obzirom na rasprostranjenost tehnologije te mogućnost njene nadogradnje, pristup informacijama je znatno olakšan za sve korisnike. Tehnologije kojima su realizirani sustavi informiranja putnika i vozača su promjenjivi elektronički znakovi, RDS, TMC, GSM i GPRS [1].

3.3.1. Promjenjivi elektronički znakovi

Promjenjivi elektronički znakovi (engl. *Variable Message Signs*, skraćeno VMS) mogu pružati korisnicima unaprijed određene informacije ali prije svega cilj korištenja VMSa je mogućnost pružanja stvarnovremenski informacija o posebnim događajima

kao što su informacije o zagušenjima prometa, prometnim nezgodama/nesrećama, neplaniranim radovima na cesti, itd [16].

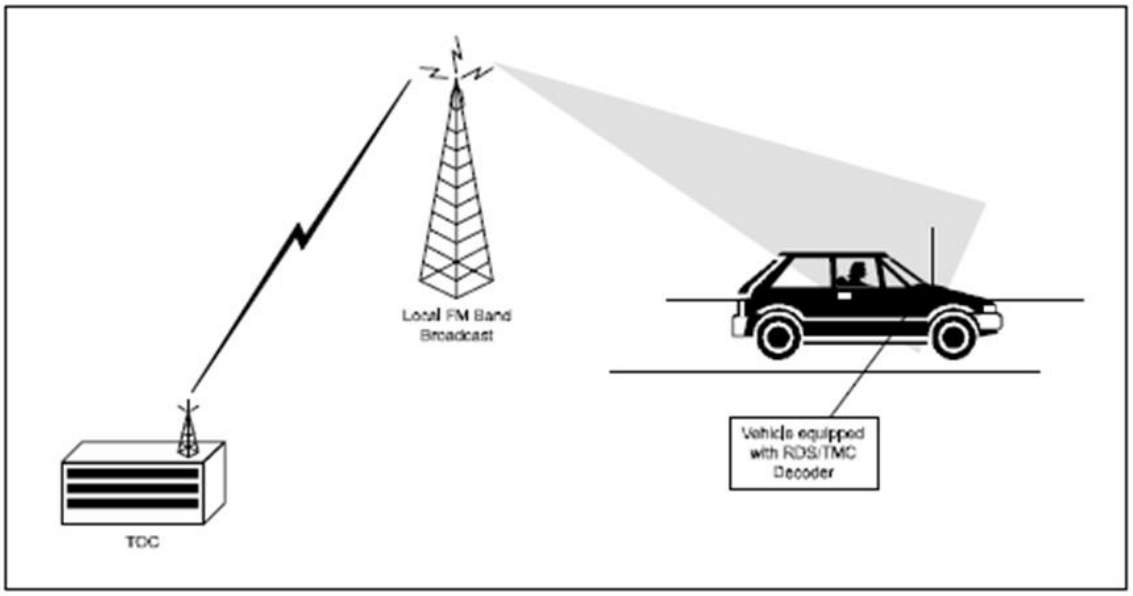


Slika 3: Promjenjivi elektronički znakovi [35]

Slika 3 prikazuje primjenu promjenjivih elektroničkih znakova koji upozoravaju vozače na vremenske uvjete na cesti, odnosno maglu te ograničenje brzine vozila.

3.3.2. RDS-TMC tehnologija

RDS-TMC je tehnologija za isporuku prometnih i putničkih informacija vozačima i putnicima putem radio signala koji se bazira na FM-RDS sustavu. Prikupljene informacije prilagođavaju se za emitiranje i šalju do radio odašiljača do korisnika. Pogodan je za reprodukciju ili prikaz dinamičkih informacija na jeziku koji je izabrao korisnik. Kada se podaci integriraju izravno u navigacijski sustav vozač ima mogućnost biranja alternativnih pravaca kako bi izbjegao prometne incidente ili prometna zagušenja [20].



Slika 4: Slikoviti prikaz korištenja RDS-TMC tehnologije [21]

Slika 4 prikazuje RDS-TMC tehnologiju čini tok informacija se sastoji od prometnih centara koji prikupljaju informacije te ih prilagođavaju za emitiranje do radio odašiljača koji ih emitiraju do krajnjih korisnika, odnosno prijamnika u vozilima.

3.3.3. GSM i GPRS

GSM (engl. *Global system for mobile communications*) standard je za drugu generaciju digitalnih mobilnih mreža koji se može iskoristiti za informiranje putnika i vozača tako da vlasnici mobilnih uređaja mogu primiti informacije o stanju u prometu preko SMS poruke.

GPRS (engl. *General packet radio service*) je standard namijenjen drugoj i trećoj generaciji digitalnih mobilnih mreža koji je sličan GSM načinu rada no GPRS omogućuje prijenos veće količine podataka ali i primjenu različitih mobilnih aplikacija što olakšava pružanje stvarnovremenskih informacija putnicima i vozačima. S obzirom na činjenicu da je GPRS tehnologija zastarjela, u svakodnevnom životu u potpunosti ju je zamijenila GSM tehnologija, odnosno 3G/4G prijenos podataka. Svaka nova generacija mreže donosi značajna povećanja u brzina prijenosa podataka. Sustav treće generacije (3G) omogućio je veće brzine prijenosa podataka što je rezultiralo mnogobrojnim novim uslugama. Najvažnije mogućnosti koje ova

tehnologija nudi su širokopojasne brzine prijenosa podataka, video pozivi, mobilna televizija i slično. Četvrta generacija telekomunikacijskih tehnologija (4G) pruža širokopojasni prijenos podataka. Temeljna razlika između u 3G i 4G mreže su brzina prijenosa podataka, metode prijenosa, pristupna tehnologija za internet, kompatibilnost sučelja s okosnicom mreže, kvaliteta usluge i zaštita. 4G mrežu karakterizira veći kapacitet i veću mogućnost prijenosa podataka, podrška više paralelnih usluga. Uspoređujući 3G i 4G mrežu, 4G mreža ima veću brzinu što izravno omogućuje veći prijenos podataka mrežom, a uz to 4G mreže brže reagira na naredbe [19].

4. PREGLED POSTOJEĆIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA U GRADSKOM PROMETU

U svijetu gdje je pristup internetu sveprisutan i na dohvat ruke korisnici naprednih sustava informiranja izražavaju sklonost korištenja digitalnih verzija publikacija poput voznih redova, ruta i sl. Prvobitno su se informacije putnicima distribuirale na stajalištima javnog gradskog prijevoza ili samim terminalima pomoću elektroničkih oglasnih ploča. Interaktivni elektronički kiosci, za razliku od oglasnih ploča, sadrže mogućnost unapređenja i nadogradnje kako bi bili ukorak s tehnološkim postignućima ali i zahtjevima korisnika. Posljednjih godina informacije dostupne na internetskim stranicama i mobilnim uređajima nadvladale su sve dosadašnje sustave informiranja putnika i vozača. Stvarnovremenske informacije prikupljene automatskim lociranjem vozila od posebnog su značaja kako bi sustavi funkcionirali [15]..

Neki od istaknutih sustava informiranja putnika i vozača su:

- elektroničke oglasne ploče
- interaktivni kiosci
- namjenska kratkodomenska komunikacija
- web stranice i aplikacije
- emergency cell broadcast poruke
- 5-1-1 sustav
- informacije dostupne na mobilnim uređajima
- društvene mreže i dr.

4.1 Elektroničke oglasne ploče

Usluga elektroničke oglasne ploče (engl. *Electronic bulletin board services*) je dvosmjerni informacijski sustav koji koristi terminalni uređaj u uredu ili domu te zahtjeva i prikazuje informacije putniku. Terminalni uređaj najčešće je osobno računalo. Informacije se mogu pružiti putem komercijalnih telekomunikacijskih

pružatelja usluga ili izravnom prijavom pomoću telefonskog broja. Također, sadrži opciju objavljivanja informacija putnika ili tvrtki o stanju u prometu s obzirom na to da su korisnici upravo oni koji prvi uočavaju prometne probleme. Sustavi javne objave se koriste kako bi putnike informirali o značajnim promjenama u voznom redu, odredištima, kašnjenjima, otkazivanju linije JGP i sl. Informacije se emitiraju na terminalima javnog gradskog prijevoza. [15]

Stvarnovremenske informacije u sustavu javnog gradskog prijevoza mogu biti distribuirane putnicima na mnogobrojne načine. Na samim stajalištima javnog prijevoza to je moguće s oglasnim pločama, interaktivnim elektroničkim kioscima, promjenjivim svjetlosnim znakovima (DMS) kao što prikazuje Slika 5.



Slika 5: Stajalište tramvaja s DMSom [22]

Informacije mogu biti pružene putem internetskih stranicama prijevoznika, putem automatskih telefonskog informativnog sustava, radija i televizije ali i kao direktna poruka putniku e-mailom, sms porukom i sl. [10].

4.2. Interaktivni elektronički kiosci

Interaktivni kiosci su računala s odgovarajućim softwareom, postavljeni na javnim mjestima te korisnicima pružaju izravnu interakciju sa sustavom. Omogućuje uvid u vozne redove, moguća kašnjenja, trenutni položaj vozila JGP, kartu grada sa stajalištima javnog gradskog prijevoza ali i opće informacije o prijevozniku, cijenama karata, podatke o vremenu, smještaju u blizini, informacije namijenjene turistima kao i informacije o događajima u gradu. Interaktivni kiosci mogu biti postavljeni na samim terminalima, u sklopu infrastrukture na stajalištima javnog prijevoza ali i kao samostalni objekti. Glavna prednost ovog načina informiranja putnika je sposobnost računala da pohrani sve potrebne informacije te ih ažurira. Nadalje, sadrži sposobnost spremanja korisničkih zahtjeva i kritika kako bi se sustav unaprijedio i poboljšao [15].



Slika 6: Interaktivni kiosk [23]

Interaktivni kiosk prikazan na slici 6 namijenjen je korisnicima javnog gradskog prijevoza, pješacima, biciklistima te prikazuje dvije karte, jedna karta prikazuje cjelokupan grad, dok druga segmenat grada sa svim detaljima kao što su stajališta javnog gradskog prijevoza, biciklističke i pješačke rute i sl. [23].

4.3 Namjenska kratkodomenska komunikacija

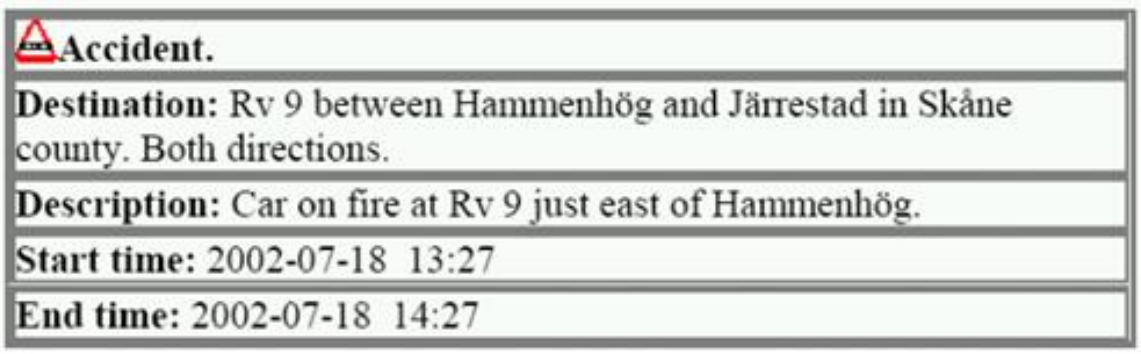
Namjenska kratkodomenska komunikacija (DSRC) sastoji se od komunikacijskog uređaja kratkog dometa koji je sposoban prenijeti velik kapacitet podataka zrakom između vozila u kretanju ili vozila u stanju mirovanja te baznog uređaja koji se nalazi uz prometnu infrastrukturu. Jedan od načina ostvarivanja komunikacije je putem radiofrekvencijskog modulatora (RF). Namjenska kratkodomenska komunikacija

koristi se za komunikaciju između vozila i prometne infrastrukture kako bi se odredio raspored stajanje i predvidjelo vrijeme dolaska na sljedeću stanicu javnog prijevoza [15].

4.4 Alarmiranje ćelijskim emitiranjem poruka

Alarmiranje ćelijskim emitiranjem poruka (engl. *Emergency cell broadcast messages,* skraćeno E-CB) je upozoravanje na opasnost putem sustava ćelijskog emitiranja. Ovaj sustav omogućava slanje kratkih tekstualnih poruka koja sadrže do 93 znaka ili 82 znaka ovisno od koliko bita se radi samo kodiranje. Tekstualne poruke dostavljaju se svim mobilnim stanicama na definiranom geografskom području. E-CB je slanje alfanumeričkih poruka sa svrhom upozoravanja i informiranja građana uslijed prirodnih katastrofa, terorističkih napada ili incidentnih situacija. Prednost ovog sustava je što E-CB tekstualne poruke ne zauzimaju kapacitet govornog prometa već se odašilju posebnim radio kanalima na koje ne utječu smetnje i preopterećenje mreže kada se poveća telefonski promet.

Karakteristike ćelijsko GSM emitiranih tekstualnih poruka su prije svega stvarnovremensko informiranje i neposredna isporuka. Poruka se odmah prikaže na zaslonu mobilnoj uređaja s pripadnim zvučnim tonom alarmiranja. Bitna karakteristika je mogućnost izbora jezika na kojem će se poruka prikazati kao i mogućnost više stranica poruke (maksimalno 15). Sama tekstualna poruka, nakon prikaza na zaslonu mobilnog uređaja ima mogućnost i pohrane u memoriju mobilnog uređaja [6]. Slika 7 prikazuje emergency cell broadcast poruku o incidentu na cesti gdje je zapaljeno vozilo.



Slika 7: Prikaz E-CB o incidentu na cesti [9]

Vlade diljem svijeta zaključile su kako su dosadašnji sustavi javnih upozorenja (sirene, radio, TV) nedovoljna i s različitim nedostacima što je rezultiralo razvijanjem posebnih radio kanala E-CB sustava namijenjenih pojedinim državama. Primjer takvih sustava su EU-Alert razvijen za Europu, CMAS/WEA za Sjedinjene Američke Države. LAt-Alert razvijen je za primjenu u Čileu dok je National Message razvijen za državu Izrael [24].

4.5 5-1-1 sustav

5-1-1 sustav je telefonski sustav informiranja putnika koji se koristi u Americi i Kanadi. Ovaj telefonski broj sličan je broju koji je namijenjen hitnim slučajevima (9-1-1). Putnici biranjem broja 5-1-1 pristupaju aktualnim prometnim informacijama za određene rute i prometnice uključujući informacije o incidentnim situacijama, prometnim gužvama, vremenskim nepogodama i sl. Na državnoj razini, ovakvim sustavom mogu upravljati državne agencije za sigurnost i upravljanje prometom, regionalni ili gradski uredi upravljanja prometom.

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.



Slika 8: Prometni znak s brojem prometnog informativnog centra [25]

Provedeno istraživanje ciljanih skupina korisnika 5-1-1 sustava pokazalo je kako su prvobitno imali negativan stav prema sustavu. Međutim, nakon demonstracije sustava, njegovih karakteristika i načina rada ispitanici su sustav ocijenili kao kvalitetan, jednostavan i prihvatljiv za korištenje [13].

Ključne karakteristike 5-1-1 sustavu su:

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

Sustav se koristi za distribuciju različitih informacija poput informacija vezanih uz promet, vremenske uvjete, specifična događanja i prekide tranzitnog prometa. Za podatke koji se smatraju izuzetno važnim, potrebno im je osigurati mjesto u sustavu kako bi se oglasili na pravim razinama te kako bi se izmIjenile bez restrikcija. 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. Takav način kontroliranja protoka informacija može se primijeniti i za određene građevinske objekte (tunele, mostove, nadvožnjake i sl.) gdje će se pri korisničkom zahtjevu za detaljnije podatke prije svega distribuirati korisnicima vrlo važne informacije značajne za velika geografska područja.

Uz glavni izbornik koji vodi pozivatelje do krajnjih informacija, sustav sadrži prečace koji omogućuju izravan pristup određenoj razini sustava i samim time određenom tipu podataka pri unosu određenog koda. Korisnik sustava posjeduje i mogućnost prekida sustava u trenutnoj radnji i nastavak prema željenoj razini sustava bez bespotrebnog čekanja da sustav završi govor.

Različite razine sustava sadrže različite informacije. Informacije su unutar sustava pohranjene i prikazane korisnicima kroz sažeta, kratka izvješća koja sadrže informacije o zagušenjima i incidentima, ali i podatke o planiranim građevinskim radovima. Informacije o najavljenim građevinskim radovima dostupne su korisnicima na dan njihovog izvođenja ali i dvadeset pet sati prije njihovog izvođenja. Cilj informiranja korisnika o radovima koji predstoje je mogućnost prilagodbe vremena polaska ako je potrebno.

Gotovo svi lokalni 5-1-1 sustavi posjeduju neku vrstu informacija o vremenu i vremenskim uvjetima u prometu. Sustav omogućuje pozivateljima biranje određene prometnice kako bi saznao vremenske uvjete na izabranom dijelu ceste. Nadalje, sustav korisnicima omogućava odabir određene rute i zatim odrediti trajanje puta. Ruta se definira polaznim i odredišnim točkama koje su gradovi, mostovi ili javna mjesta, nakon njihovog unosa sustav će odrediti moguće ruta koje povezuju te točke i naposljetku odabrati najpovoljniju te odrediti očekivano trajanje puta tom rutom [17].

Na području Europe i europske unije ne postoji specijalizirani broj koji je namijenjen isključivo za pružanje informacija o prometu već postoji jedinstven broj 1-1-2 koji se može poistovjetiti s američkim 9-1-1. Broj mjesečnih poziva razlikuje se ovisno o

vremenskim uvjetima koji utječu na stanje na cestama no u prosjeku pozivni centri mjesečno primaju oko pola milijuna poziva [5].

4.6 Web stranice i web aplikacije

Web stranice postale su temeljno sredstvo za obavještavanje putnika. Svaka prijevozna agencija ili tvrtka posjeduje vlastitu web stranicu koja je sofisticirana s velikom razinom uslužnosti. Web stranice pružaju osnovne podatke o agenciji, informacije vezane uz usluge koje ta agencije pruža te informacije o rutama kojima prometuju, vozne redove, cijene prijevoznih usluga.

Web aplikacije odnose se na softver kojim se pristupa pomoću Interneta za generiranje dinamičkog web sadržaja u stvarnom vremenu. Web aplikacije mogu komunicirati s drugim sustavima za razmjenu podataka i olakšati komunikaciju. Aplikacija prima direktan upit s korisničkog računala te u svojoj bazi pronalazi odgovor te ga proslijedi do korisnika [11].

Uobičajena web aplikacija zahtjeva od korisnika ispunjavanje forme koja se šalje poslužitelju na obradu te nakon obrade vraća pregledniku potpuno novu stranicu. Proces obrade poslane forme traje te su korisnici primorani čekati. Spor odgovor na zahtjev korisnika je jedan od nedostataka web aplikacija jer korisnici nisu informirani o statusu poslanih podataka i nemaju informaciju što je rezultat čekanja, zakrčenosti poslužitelja, spore veze ili je li posrijedi nešto treće. Za razliku od uobičajenih web aplikacija, aplikacije koje koriste JavaScript tehnologiju i XMLHttpRequest objekt 'između' web forme i poslužitelja iznimno su brze, dinamične sa visokim stupnjem interakcije. Razlika između uobičajenih web aplikacija i aplikacija koje koriste JavaScript tehnologiju je u tome što kad korisnik završi s unosom podataka u formu ne šalju se direktno na poslužitelj već JavaScript skripti. Na taj način podaci se šalju asikrono u pozadini, a korisnik ne mora čekati odgovor poslužitelja da bi mogao nastaviti s radom [34].

Ovu tehnologiju može se uočiti pri korištenju Google Maps stranice s besplatnim digitalnim kartama. Google Maps čini skup podataka koji je prikazan kao poseban

sloj digitalne karte koji uz satelitsku kartu pruža detaljan prikaz zemljine površine. Skup podataka koji sadrži su podaci o cestama i prometnicama sa pripadajućim svojstvima i oznakama, prirodnim i umjetničkim znamenitostima, društvenim lokacijama, itd. S obzirom na velik skup pruženih informacija korisnicima se pružaju mnogobrojne mogućnost pri planiranju puta, traženja smještaja, određivanja mjesta koja će se posjetiti ili najpovoljnijih ruta. Korisničko sučelje izuzetno je jednostavno za korištenje jer povlačenje mišem premješta se pogled na druge lokacije, podržano je povećanje do različitih nivoa virtualnog pogleda na Zemlju putem stvarnih satelitskih snimaka i stvorenih digitalnih karata različite kvalitete, ovisno o važnosti promatranog područjai razne načine prikaza karata. Google Maps sadrži i sučelje koje omogućava integraciju u web stranice i prilagodbi vlastitim potrebama.

4.7 Društvene mreže

Društvene mreže napredovale su u odnosu na osnovnu zamisao svrhe društvenih mreža, spajanje pojedinih osoba. S obzirom na to da su društvene mreže neizbježan element komunikacije postale su i mjesto razmjene informacija. Ovako popularan način razmjene podataka prepoznale su mnoge organizacije te se i same uključile u takav način informiranja kako bi pružale nove informacije ali i prikupljale informacije od korisnika. Usprkos mnogobrojnim načinima informiranja putnika i vozača mnoge prijevozne agencije odlučile su se na korištenje društvenih mreža za razmjenu stvarnovremenskih podataka o stanju u prometu [11].

Broj korisnika društvenih mreža kao što su Twitter i Facebook rapidno je rastao tijekom proteklog desetljeća. Društvene mreže izuzetno su snažan medij distribuiranja informacija jer uz samo oglašavanje putničkih i prijevoznih agencija, omogućava samim putnicima dijeljenje informacija s vlastitom mrežom prijatelja. Društvene mreže LinkedIn i MySpace nisu pogodne za distribuciju stvarnovremenskih informacija vezanih uz promet jer su namijenjene za drugačiji oblik komunikacije. Aplikacije kao što su Twitter omogućavaju agencijama pregled broja korisnika koji su primili obavijest, ali i broj ljudi koji ju je proslijedio te ukupan broj ljudi koji je primio informaciju.



Slika 9: Logo društvene mreže Twitter [26]

Twitter je društvena mreža koja se najčešće koristi za pružanje stvarnovremenskih informacija te ju koristi gotovo sve agencije koje informiraju putnike i vozače putem društvenih mreža. Mnoge agencije posjeduju korisničke račune za određene koridore ili regije kako bi korisnici mogli slijediti informacije specifične za njihovo svakodnevno putovanje ili područje kojim putuju. Tweet, odnosno obavijesti mogu biti unijete ručno ili se automatski generirati nakon što je sustav upravljanja prometom zabilježio neki problem ili incidentnu situaciju.

Ostale društvene mreže kao što su Facebook i YouTube, uglavnom se koriste za priopćenja javnosti, obavijestima o javnim skupovima i drugih informacija koje su detaljnije i nisu vremenski osjetljive kao stvarnovremenske informacije putnicima i vozačima.

Jedna od prednosti razmjene informacije putem društvenih mreža je činjenica da se korisnici pri odabiru moda prijevoza, rute, vremena polaska i sl., oslanjaju na iskustva ostalih korisnika [3].

4.8 Multimodalni rutni vodiči

Multimodalni rutni vodiči (engl. Multimodal route planners) su usluge inteligentnih transportnih sustava koje se temelje na kooperativnoj komunikaciji u prometnom sustavu. Temelj kooperativnih multimodalnih vodiča je optimalno korištenje putnih i prometnih podataka poput informacija o polascima i odlascima svih

dostupnih prijevoznih sredstava kao što je tramvaj, vlak, autobus i sl., te mogućnosti kupnje karata, stanju na cestama i incidentnim situacijama. Ova ITS usluga prije svega korisnicima pruža odgovor na jednostavno pitanje "Kako mogu doći s mjesta A u mjesto B u određenom vremenu polaska/dolaska?", uzimajući u obzir troškove, optimalne rute ali i vremenske uvjete na prometnicama. Korisnici dobivaju detaljne upute kako bi od trenutne pozicije došli do odredišta. Upute sadrže predviđeno vrijeme pješačenja potrebno da se dođe do stajališta javnog prijevoza, vrijeme polaska sa stajališta te očekivano vrijeme putovanja, broj stajališta do mjesta gdje korisnik treba presjedati na drugi mob prijevoza kako bi došao na svoje krajnje odredište i sl. [18].

Zainteresiranost velikog broja dionika (stakeholdera) od izrazitog je značaja kako bi ih se već u najranijim fazama ravoja sustava uključilo u definiranje sustava koji će koristiti, upravljati i održavati. Svi su dionici suglasni kako su multimodalni rutni vodiči:

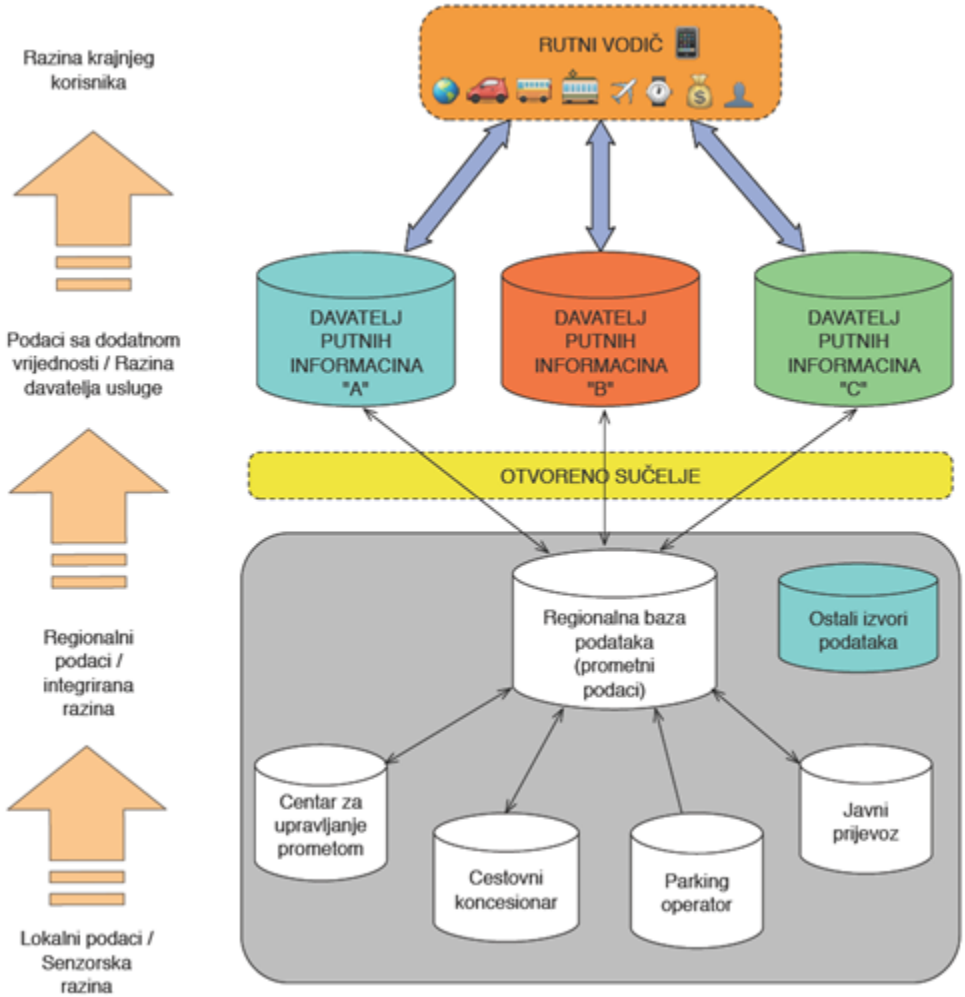
- snažan alat za promicanje i korištenje multimodalnog prijevoza
- primarna potreba su pouzdani podaci
- najveći izazov pri realizaciji su organizacijski problemi
- presudnu ulogu ima Europska komisija kako bi se uspostavio pravni okvir i uspostavila standardizacija

Postoji svijest o organizacijskim i tehničkim ograničenjima što se tiče stvarnovremenskih podataka te je načelo otvorenog pristupa podacima podržano od strane većine dionika iako u različitim opsezima. Glavni zahtjev dionika je pouzdanost podataka koji se pružaju krajnjim korisnicima te potvrda kredibiliteta izvora podataka [2].

Kooperativni multimodalni putni vodiči pužaju spektar informacija jer združuju više kooperativnih usluka u jedinstvenu cjelinu kao što su:

- trenutno stanje u prometu
- lokacijama parkirališta i trenutno dostupni broj parkirnih mjesta
- informiranje o javnom prijevozu
- planiranje multimodalnog putovanja

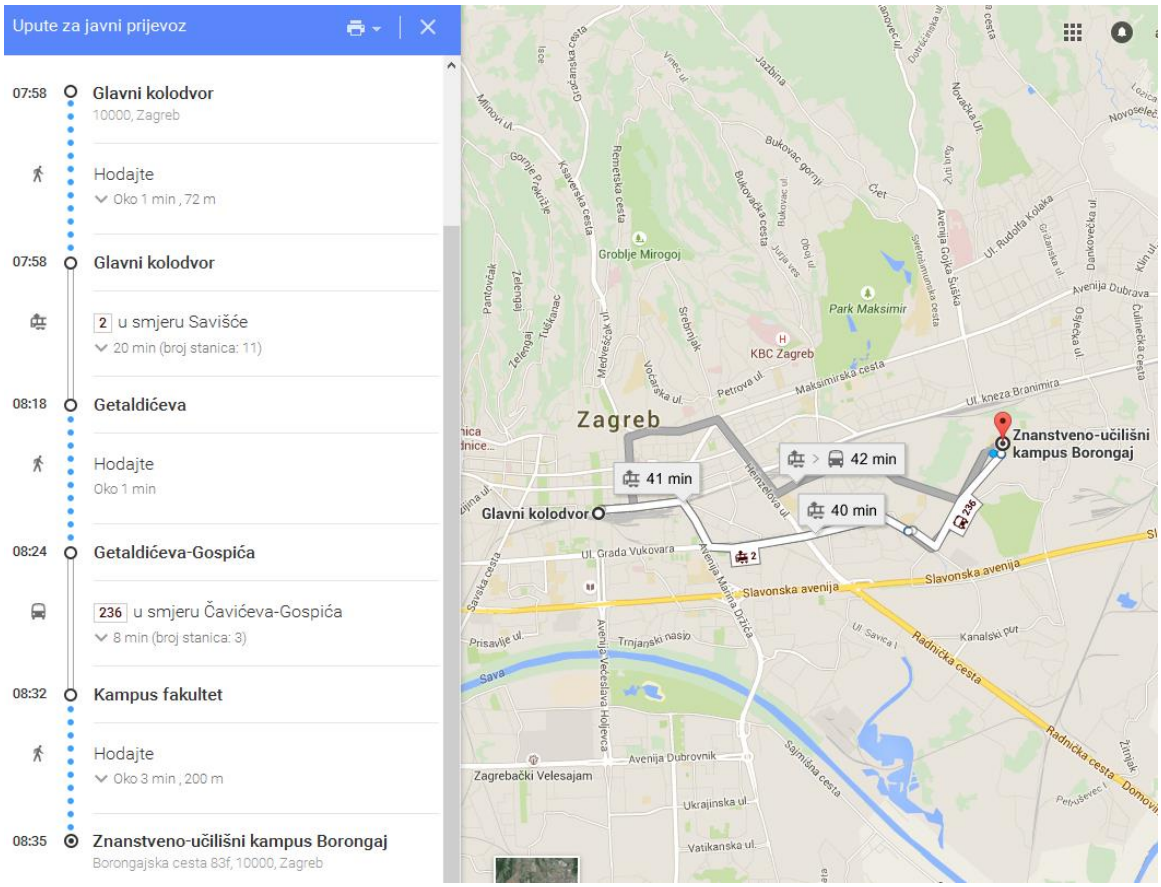
S tehničkog gledišta, cilj multimodalnih rutnih vodiča je razmjena informacija između različitih ITS aplikacija na način da se ITS stranice nalaze u domenama koje su jasno razgraničene, upravljive te sigurne za razmjenu podataka. Najistaknutija tehnologija koja se koristi u području kooperativnih ITS-a su sustavi kratkog dometa i „ad-hoc“ sustavi, ćelijski sustavi te digitalni broadcast sustavi, dok se žičane tehnologije uglavnom koriste za internu komunikaciju. Tok podataka osnovnog sustava može se prikazati kao niz uzastopnih operacija koje sačinjava prikupljanje podataka, validacija podataka i integracija, obrada podataka, uključivanje podataka u uslugu susava, distribucija podataka, korištenje usluga sustava od strane korisnika. Kvaliteta izvršavanja svake operacije utječe na konačnu kvalitetu multimodalnih vodiča. Kako bi se očuvala kvaliteta razmjene podataka za kooperativne vodiče potrebno je uspostaviti koncept podatkovne i informacijske transparentnosti.



Slika 10: Koncept uspostave vertikalne podatkovne i informacijske tranparentnosti [18]

Koncept uspostave vertikalne podatkovne i informacijske transparentnosti koji kroz nekoliko slojeva povezuje najnižu lokalnu tzv. senzorsku razinu sa najvišom korisničkom razinom prikazan je na Slika 10. Podaci se iz senzorske mreže pohranjuju u regionalne baze podataka iz koje se distribuiraju prema višem razinama. Uobičajeno javni sektor upravlja podacima, no podaci su dostupni i privatnom sektoru koji kroz sloj dodatne vrijednosti mogu pristupiti i razvijati usluge ili neovisne ITS aplikacije bez tržišnog monopola [18].

Jedan od primjera realiziranog sustava multimodalnog rutnog vodiča je Google Transit. Google Transit je rutni vodič koji je namijenjen planiranju putovanja na temelju najnovijih podataka agencija i Google Maps aplikacije. Google Maps čini skup podataka o cestama i prometnicama sa pripadajućim svojstvima i oznakama, stajalištima javnog gradskiog prijevoza, voznim redovima, rutama i sl. Planirano putovanje od polaznog mjesta do odredišnog mjesta može se odvijati različitim rutama ovisno o korisničkim sklonostima određenom modu prijevoza. Korisnik planira svoj put korištenjem javnog gradskog prijevoza, bicikla, automobila ili pješaćenjem. Pri planiranju puta korisnik može izabrati rutu s manje presjedanja, kraće pješaćenje te kojem modu prijevoza daje prednost. Jedna od zanimljivih značajki ovog multimodalnog rutnog vodiča je u tome što se može usporediti značajke planiranog puta ako se koristi isključivo automobil i ako se koristi više modova prijevoza što u konačnici može istaknuti prednosti korištenja javnog gradskog prijevoza. Ova usluga dostupna je na dvanaest različitih jezika te je u skladu s s čitačima zaslona za slabovidne osobe. Također je dostupan na mobilnim uređajima putem Google Maps aplikacije.



Slika 11: Primjer prikaza multimodalne rute [27]

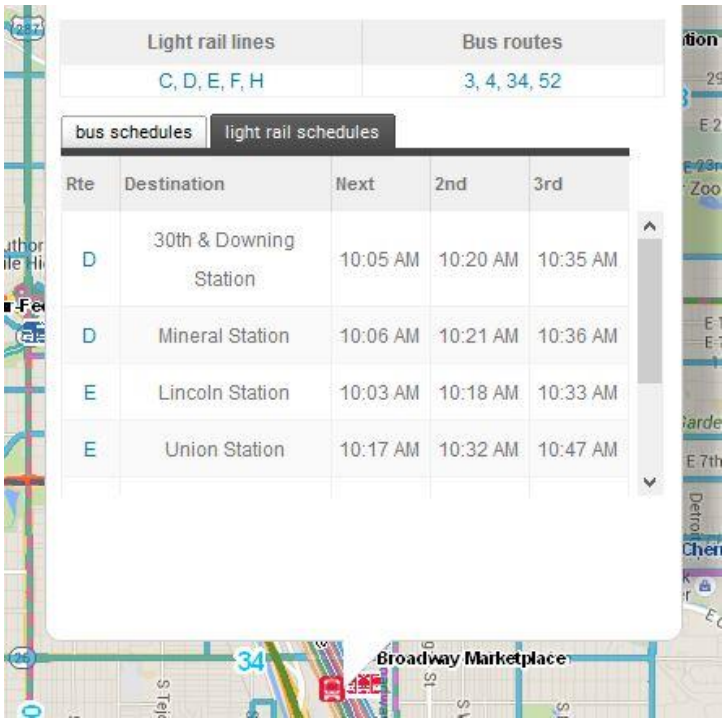
Primjer multimodalne rute prikazane na Slika 11 sastoji se od polaznog mjesta Glavni kolodvor, Zagreb i odredišnog mjesta Znanstveno-učilišni kampus Borongaj. Nakon četiri ponuđene rute korisnik može birati najpovoljniju. Prikazana je ruta koja ima najkraće vrijeme putovanja odpolazne točke do odredišne točke. Karakteristike ove rute su korištenje javnog gradskog prijevoza, odnosno tramvaja i autobusa te pješačenje. Uz samu rutu ponuđene su informacije o voznim redovima, predviđeno vrijeme putovanja i pregled stanica javnog gradskog prijevoza koje će korisnik prijeći do mjesta presjedanja.

5. USPOREDBA AMERIČKIH I EUROPSKIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA I VOZAČA

Američki i europski sustavi informiranja putnika i vozača iako imaju isti cilj, pružiti stvarnovremenske informacije putnicima i vozačima, ipak se razlikuju. Američki sustavi znatno su prisutniji i razvijenija u odnosu na europske zbog mnogo ranijeg početka implementacije ITS sustava i razvijanja aplikacija. Svi veći gradovi posjeduju promjenjive znakove na stajalištima te interaktivne kioske, web i mobilne aplikacije za praćenje trenutne lokacije vozila, mogućnost multimodalnog planiranja putovanja i sl. Američki sustavi namijenjeni su za veće geografsko područje te objedinjuju velik skup usluga i podataka, dok su sustavi u Europi uglavnom razvijani samo u većim gradovima. U mnogim europskim gradovima, kroz CIVITAS projekte uvela se ITS arhitektura te unaprijedili sustavi naprednog informiranja putnika i vozača jer su pri implementaciji mjere za poboljšanje prometnog sustava primjenjivali u gradovima sličnih prometnih problema i nedostataka.

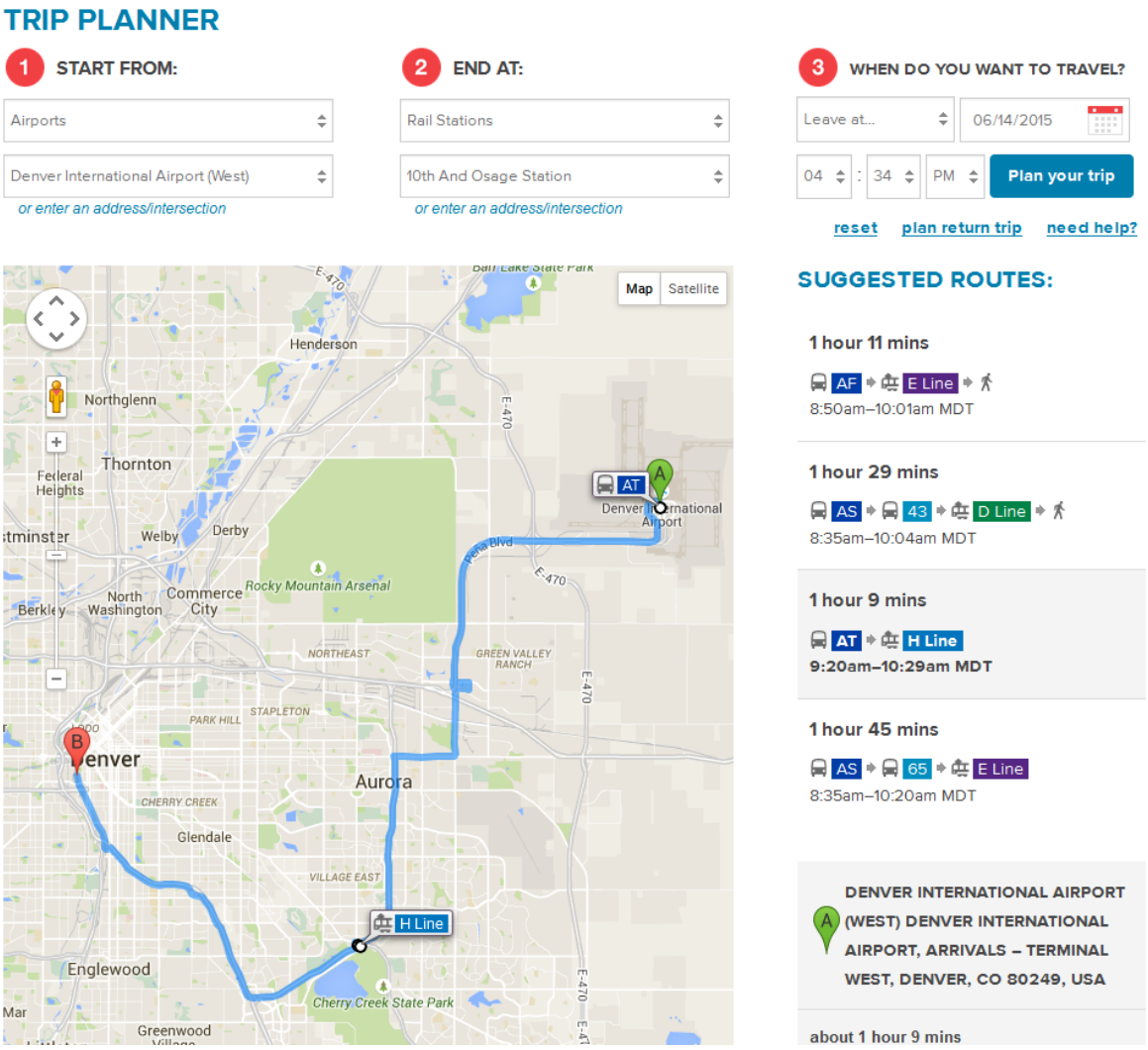
5.1 Okrug regionalnog transporta

Okrug regionalnog transporta (eng. *Regional Transportation District*, skraćeno RTD) osnovan je 1996. godine u Coloradu kako bi se uspješno unaprijedio, upravljao i održavao prometni sustav koji svakodnevno koristi milijun ljudi. RTD Denver sadrži više od 140 lokalnih, brzih i regionalnih autobusnih linija te pet linija lake željeznice za koje svojim korisnicima pruža stvarnovremenske informacije putem različitih medija poput web i mobilnih aplikacija, interaktivnih elektroničkih kioska, telefonskog sustava informiranja i sl. RTD korisnicima pruža stvarnovremenske informacije integrirane u kartu koja prikazuje sve rute RTD vozila te njihovu trenutnu poziciju. Odabirom određenog stajališta javnog gradskog prijevoza sustav će korisniku prikazati vrijeme dolaska sljedećih tri nadolazećih vozila javnog prijevoza bilo da se radi o autobusu ili lakoj željeznici te pripadajuće informacije za nadolazeće vozila kao što je njegova krajnja destinacija kao što prikazuje Slika 12.



Slika 12: Prikaz detaljnih podataka za izabrano stajalište JGP [28]

Kada stvarnovremenski podaci nisu dostupni, internet aplikacija ih zamjenjuje statičkim prometnim informacijama odnosno podacima iz voznih redova. Birajući pregled cijele rute korisniku se prikazuje vozni red ali i upozorenja sustava koji ga obavještava o mogućim incidentnim situacijama na njoj, građevinskim radovima, specijalnim događajima koji izravno utječu na odvijanje prometa na ruti i sl. Trenutne lokacije vozila sustav prikuplja pomoću AVL sustava za autobusni prijevoz, a lokacije lake željeznice prikupljaju se pomoću senzora petlji. RTD svojim korisnicima nudi i mogućnost planiranja puta kroz multimodalni rutni vodič kao što je prikazano na Slika 13.



Slika 13: Prikaz korisničkog sučelja planiranja putovanja multimodalnim rutnim vodičem [29]

Korisnici odabiru polaznu i odredišnu točku, vrijeme kada žele započeti svoje putovanje te im sustav ponudi nekoliko ruta koje se razlikuju u vremenu trajanja putovanja ovisno o korištenim modovima prijevoza. Uz svaku ponuđenu rutu korisniku dobiva detaljne upute kako uspješno stići od polazne do odredišne točke.

Denver RTD korisnicima pruža stvarnovremenske informacije i putem telefonskog sustava informiranja putnika no u samo određeno radno vrijeme. Korisnici , kako bi dobili željenu informaciju, govore broj rute, smjer, naziv stajališta i vrijeme planiranog puta. Sustav također korisnicima omogućuje biranje žele li statične ili dinamične prometne podatke. Nakon unosa svih potrebnih podataka, sustav korisniku daje podatke za sljedeća tri vozila,a koristi iste podatke kao što koristi i sustav web

aplikacije. Korisnici svim informacijama mogu pristupiti i putem interaktivnih elektroničkih kioska postavljenih na javnim mjestima i stajalištima javnog prijevoza [33].

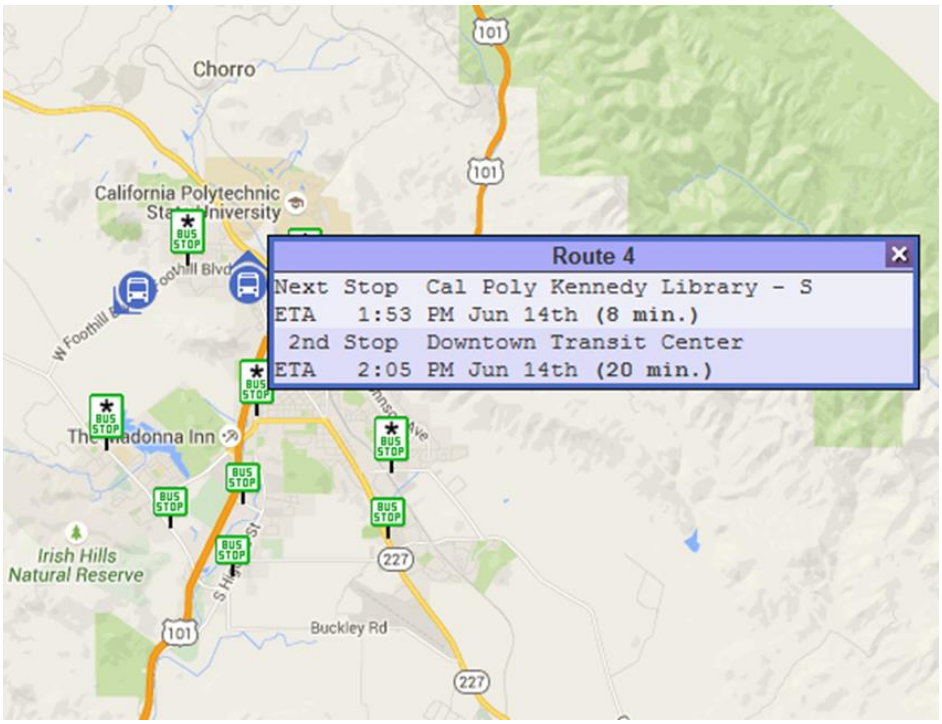
5.2 SLO Transit

Uspoređujući sustav koji se koristi u Coloradu te sustav koji je implementiran u Californiji, ističe se njihova temeljna razlika koja se očituje kroz područje primjene sustava. Sustav RTD namijenjen je za primjenu u cijelom okrugu, dok je sustav SLO Transit implementiran u gradu San Luis Obispo kako bi se utvrdila učinkovitost ITS usluga pri manjem prometnom sustavu.

SLO Transit je sustav koji objedinjuje sedam fiksnih autobusnih linija kroz grad San Luis Obispo. Pri realizaciji sustava bila je potrebna ugradnja CAD softvera u prometnom centru, opremanje osamnaest vozila sa sustavom automatskog lociranja i opremanje osam stajališta javnog gradskog prijevoza s promjenjivim svjetlosnim znakovima. Znakovi se napajaju solarnom energijom te prikazuju broj minuta do dolaska autobusa.

Sustav koristi AVL sustav koji se temelji na GPSu. Umjesto prijenosa podataka iz vozila do prometnog centra putem specijaliziranog komunikacijskog sustava, sustav za prijenos digitalnih podataka koristi uobičajen analogni sustav koji se koristi za komunikaciju s vozačima. Ovu tehniku moguće je realizirati kod malih sustava jer često postoji neiskorišten kapacitet radio kanala. Nadalje, kratki prijenos podataka omogućava iskorištavanje praznine u kanalu kod prijenosa zvuka bez ometanja normalne govorne komunikacije.

SLO Transit korisnicima pruža stvarnovremenske informacije o dolascima autobusa, trenutnoj lokaciji autobusa i mogućim kašnjenjima ili prekidima prijevoza. Uz distribuiranje podataka na samim stajalištima javnog prijevoza, sustav korisnicima nudi skup usluga putem web aplikacije koja omogućava planiranje puta, pregled ruta i voznih redova za svaku liniju, ali i trenutne pozicije na karti.



Slika 14: Prikaz trenutne lokacije autobusa na karti [30]

Slika 14 prikazuje kako sustav uz prikaz trenutne pozicije autobusa na karti korisnike informira i o sljedeća dva stajališta na koja će autobus stići te očekivano vrijeme dolaska. Korisnicima mogu pristupiti svim navedenim uslugama i pomoću mobilnih aplikacija koje također pružaju stvarnovremenske informacije [12].

5.3 Transport Londona

Transport Londona (engl. Transport for London) pruža različite ITS usluge informiranja putnika kao što su planiranje putovanja, stvarnovremenske informacije na stajalištima javnog prijevoza i sl., a poznat je diljem svijeta po svom prepoznatljivom logu koji se razlikuje samo u boji ovisno o modu prijevoza kao što prikazuje Slika 15.



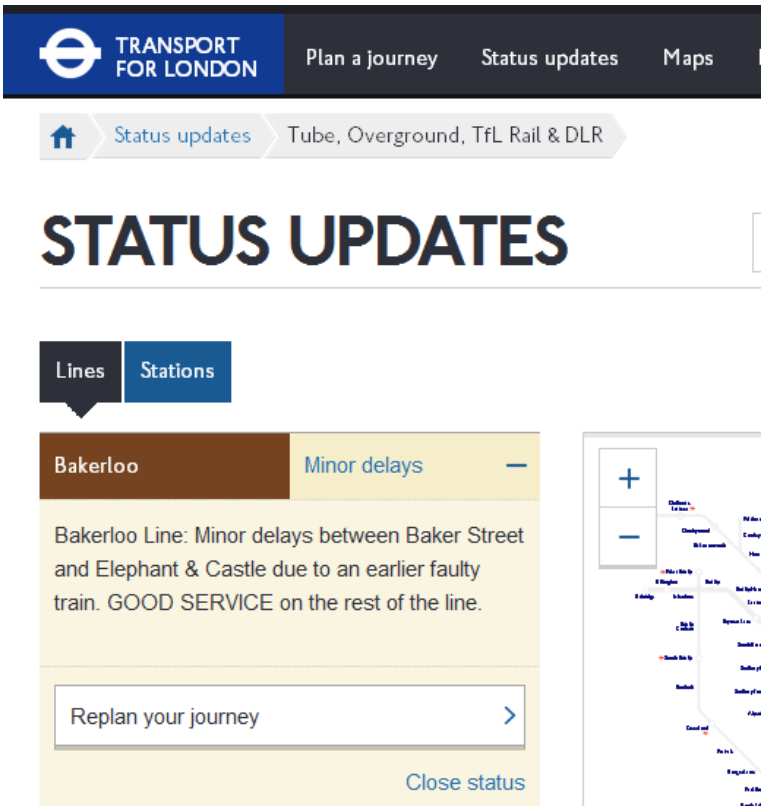
Slika 15: Logo Transporta Londona [31]

London je bio jedan od prvih gradova koji je implementirao promjenjive svjetlosne znakove na stajališta javnog prijevoza kako bi prikazali vrijeme dolaska autobusa. Sustav je 1992. godine realiziran pod imenom Countdown te je bio iznimno popularan među korisnicima jer je potpunosti promijenio percepciju korisnika prema javnom prijevozu, razini usluge i vremenu čekanja vozila javnog prijevoza. Također je imao pozitivan učinak na psihološku sigurnost putnika koji putuju noću.

Uz stvarnovremenske podatke korisnicima su dostupne i karte koje prikazuju linije javnog prijevoza, smjer putovanja, trenutnu lokaciju, očekivano vrijeme putovanja te jasno istaknute noćne linije. Korisnicima su prometni podaci dostupni i putem interaktivnih glasovnih sustav (engl. *Interactive Voice Response*, skraćeno IVR),a informiraju ih o općim informacijama prijevoza, vremenu putovanja, očekivanom vremenu dolaska vozila javnog prijevoza, stvarnovremenske informacije karakteristične za određeno stajalište kao i upozorenja na moguć prekid ili otežano odvijanje prijevoza.

Transport Londona svojim korisnicima nudi velik skup podataka i usluga putem svoje internetske stranice. Pruža usluge planiranja puta, prikaz svih modova prijevoza na karti te mogućnost pronalaska najbližeg stajališta javnog prijevozna s obzirom na korisnikovu trenutnu lokaciju. Uz prikaz same rute na karti korisniku se pružaju informacije o sljedeća dva nadolazeća vozila, prikaz voznih redova te mogućnost primanja informacija na zahtjev korisnika putem SMS poruka. Kako bi korisnicima

omogućili bolju informiranost svi podaci dostupni su i putem društvene mreže Twitter kroz nekoliko korisničkih računa koji informiraju putnike o nekom od dostupnih načina prijevoza Londonom (autobus, podzemna željeznica i sl.).



Slika 16: Prikaz kašnjenja vozila za odabranu liniju [32]

Kako bi korisnici uspješno ostvarili planirano putovanja, na internetskoj stranici mogu pronaći i trenutno stanje svake linije. Kao što prikazuje slika, ako linija sadrži određena kašnjenja, putnik će biti obaviješten te će moći prilagoditi svoj isplaniran put [12].

6. ZAKLJUČAK

Arhitektura naprednih sustava informiranja putnika iskazuje primjenu tehnoloških rješenja kojima se nastoji postići učinkovitost i pouzdanost prijevoza, a istodobno distribuirati informacije putnicima.

Potražnja za naprednim informiranje putnika potvrđeno je širokim spektrom provedenih istraživanja. Empirijski dokazi potražnje su preferencijama korisnika. Pokazalo se kako su putnici uglavnom nemotivirani za korištenje trenutno dostupnih sustava informiranja zbog kompleksnosti njihovog korištenja ili ne znanja o nj. Putnici očekuju točne, stvarnovremenske informacije o kašnjenju kako bi, ako je moguće, napravili promjenu u svom putovanju u svrhu što bržeg i sigurnijeg dolaska na odredište.

Ovisno o sustavu koji se implementira ali i mjestu gdje se implementacija vrši razlikuje se sam proces implementacije. Pri implementaciji određenog sustava uobičajeno se radi evaluacija sustava i samog projekta kroz nekoliko koraka. Kada se pogleda udio po vrsti implementirane tehnologije najzastupljeniji način informiranje putnika je predputno informiranje, a zatim informiranje na samim putničkim terminalima.

Informiranje putnika j objedinjuje usluge predputnog informiranja, putnog informiranja, podršku planiranja putovanja, statičke i dinamičke informacije o prometu te podršku službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti. Za razliku od klasičnog informiranja putnika koje se temelji na statičkim informacijama, napredni sustavi informiranja putnika i vozača mnogo su kvalitetniji jer sadrže dinamičke informacije koje se ažuriraju u realnom vremenu što sustav čini efikasnim i efektivnim.

Tehnologija ima važnu ulogu u svakom aspektu realizacije sustava informiranja putnika i vozača. Korištenjem određene tehnologije izravno se povećava učinkovitost i vjerodostojnost samog sustava. Tehnologije kojima su realizirani sustavi informiranja putnika i vozača su promjenjivi elektronički znakovi, RDS, TMC, GSM i GPRS.

Postojeći sustavi informiranja putnika i vozača u gradskom prometu realizirani su putem elektroničke oglasne ploče, interaktivni kiosci, namjenska kratkodomenska komunikacija, web stranice i aplikacije, emergency cell broadcast poruke, 5-1-1 sustav, informacije dostupne na mobilnim uređajima, društvene mreže i dr.

Prvobitno su se informacije putnicima distribuirale na stajalištima javnog gradskog prijevoza ili samim terminalima pomoću elektroničkih oglasnih ploča. Interaktivni elektronički kiosci, za razliku od oglasnih ploča, sadrže mogućnost unapređenja i nadogradnje kako bi bili ukorak s tehnološkim postignućima ali i zahtjevima korisnika. Web stranice postale su temeljno sredstvo za obavještavanje putnika. Svaka prijevozna agencija ili tvrtka posjeduje vlastitu web stranicu koja je sofisticirana s velikom razinom uslužnosti. Društvene mreže su se također razvile u neizbježan element komunikacije i mjesto razmjene informacija.

Američka ITS arhitektura je prva razvijena ITS arhitektura koja je postavila temelj za razvoj ostalih ITS arhitektura i za razvoj inteligentnih transportnih sustava općenito.

Ključna razlika ovih dviju arhitektura je u tome što, za razliku od američke arhitekture, europska arhitektura se bazira na potrebama korisnika i funkcionalnom gledištu.

Budućnost naprednih sustava informiranja putnika uvelike ovisi o razvoju tehnologije i mogućnosti koje će pružati razvijena komunikacijska infrastruktura i aplikacije. Svakako će se unaprijediti i proširiti mogućnost primanja informacija na mobilne uređaje putem smsa ili emaila, vozila će uz postojeći navigacijski sustav sadržavati i stvarnovremenske informacije o prometu. U sustav informiranja putnika budućnosti svakako će ključnu ulogu imati i njegov utjecaj na okoliš. Iako je teško predvidjeti konkretne načine informiranja putnika u budućnosti svakako će biti izuzetno zastupljeno i implementirano u gotovo svim gradovima svijeta.

Literatura

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

[2] Algoé - Rapp Trans Grouping for DG Mobility and Transport: ITS ACTION PLAN, Framework Service Contract TREN/G4/FV-2008/475/01, Study “Towards a European Multi-Modal Journey Planner”, Lyon, 2011.

[3] Cambridge Systematics, Inc.: Strategies for Improving Traveler Information, Final Report,prepared for Michigan Department of Transportation – Office of Research and Best Practices, January 2011.

[4] CARSON,J.L., Best practices in traffic incident management, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, Texas, 2010.

[5] DADIĆ I., KOS G., Teorija i organizacija prometnih tokova(skripta), Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2007.

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

[7] GOEDDEL, Dennis L.: "Benefits Assessment of Advanced Public Transportation System Technologies, Update 2000."; U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration., 2000.

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

[9] Mandžuka, S. Nastavni materijali kolegija: Inteligentni transportni sustavi 2, 2009.

[10] National Research Council (U.S.). Transportation Research Board: "Improving Public Transportation Technology Implementations and Anticipating Emerging Technologies", Transit Cooperative Research Program,report 84, E-Transit: Electronic Business Strategies for Public Transportation, vol. 8, 2008., str. 11-21.

[11] Rizos, Anthony Charles: Implementation of Advanced Transit Traveler Information Systems in the United States and Canada: Practice and Prospects, MASSACHUSETI'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2010.

[12] TRANSPORTATION RESEARCH BOARD: Transit cooperative research program, report 92, "Strategies for Improved Traveler Information", Washington, D.C., 2003.

[13] U.S. Department of Transportation: Intelligent Transportation Systems for Traveler Information: Deployment Benefits and Lessons Learned, January 2007

[14] U.S. Department of Transportation: "Research, Development and Technology Strategic Plan, Fiscal year 2012-2018.", 2013.

[15] Various Authors: "Developing Traveler Information Systems Using the National ITS Architecture", U. S. Department of Transportation; Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, 1998.

[16] VUJIĆ, M: Nastavni materijali kolegija: Arhitektura inteligentnih transportnih sustava
[17] Wright, J.: 511 – A National Travel Information System, 14th ITS World Congress Beijing, China, January, 2007.
[18] Škorput, P., Mandžuka, B., Vujić, M.: Razvoj kooperativnih multimodalnih putnih vodiča , TELFOR 2006.
[19] Županić,B., Gadže,M., Janković, A.: Od analognih do digitalnih sustava pokretne telefonije , Ericsson Nikola Tesla, REVIJA 17, 2004., str. 28 - 43.
[20] http://www.trafficnav.eu/trafficnav-technology, (10.5.2015.)
[21] http://goo.gl/0SzQUz, (10.5.2015.)
[22] http://dalje.com/slike/slike_3/r1/g2008/m10/y183761124400499.jpg , (15.5.2015.)
[23] http://new.pentagram.com/2013/06/new-work-nyc-wayfinding/ , (15.5.2015.)
[24] http://www.one2many.eu/en/portfolio/emergency-alerts/worldwide-initiatives ,(15.5.2015.)
[25] https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/03nov/09.cfm , (15.5.2015.)
[26] https://about.twitter.com/company/brand-assets, (11.6.2015.)
[27] https://goo.gl/1wO5Ca, (11.6.2015.)
[28] http://www3.rtd-denver.com/elbert/SystemMap/# ,(11.6.2015.)
[29] http://goo.gl/RWo9zn, (11.6.2015.)
[30] http://schedule.slotransit.org/, (11.6.2015.)
[31] http://goo.gl/Ab48Mb, (11.6.2015.)
[32] https://www.tfl.gov.uk/tube-dlr-overground/status/#line-lul-bakerloo, (11.6.2015.)
[33] http://www.rtd-denver.com/index.shtml, (11.6.2015.)
[34] http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2006/brajsa/index.html, (11.6.2015.)
[35] http://goo.gl/79IQwS, (11.6.2015.)

Popis kratica

ATIS	engl. Advance traveler information system	sustav napredno informiranje putnika
AVL	engl. Automatic Vehicle Location	automatsko lociranje vozila
DMS	engl. Dynamic message sign	promjenjivi svjetlosni znak
E-CB	engl. Emergency cell broadcast	alarmiranje ćelijskim GSM emitiranjem poruka
ITS	engl. Intelligent Transport Systems	inteligentni transportni sustavi
VMS	engl. Variable message signs	promjenjivi svjetlosni znak
RDS	engl. Radio Data System	radiopodatkovni sustav
TMC	engl. Traffic message channel	radiopodatkovni sustav
GSM	engl. Global System of Mobile	globalni sustav pokretnih komunikacija
GPRS	engl. General packet radio service	sustav pokretnih komunikacija
JGP		javni gradski prijevoz
RTD	engl. Regional Transportation District	Okrug regionalnog transporta
IVR	engl. Interactive Voice Response	interaktivnih glasovnih sustav

Popis slika

Slika 1: Proces evaluacije sustava [14] 7
Slika 2: Prikaz područja za planiranje transportnih aktivnosti [6] 12
Slika 3: Promjenjivi elektronički znakovi [35] 14
Slika 4: Slikoviti prikaz korištenja RDS-TMC tehnologije [21] 15
Slika 5: Stajalište tramvaja s DMSom [22] 18
Slika 6: Interaktivni kiosk [23] 20
Slika 7: Prikaz E-CB o incidentu na cesti [9] 21
Slika 8: Prometni znak s brojem prometnog informativnog centra [25] 23
Slika 9: Logo društvene mreže Twitter [26] 27
Slika 10: Koncept uspostave vertikalne podatkovne i informacijske tranparentnosti [18] 29
Slika 11: Primjer prikaza multimodalne rute [27] 31
Slika 12: Prikaz detaljnih podataka za izabrano stajalište JGP [28] 33
Slika 13: Prikaz korisničkog sučelja planiranja putovanja multimodalnim rutnim vodičem [29] 34
Slika 14: Prikaz trenutne lokacije autobusa na karti [30] 36
Slika 15: Logo Transporta Londona [31] 37
Slika 16: Prikaz kašnjenja vozila za odabranu liniju [32] 38

Popis grafova

Graf 1: Analiza vremensko okvira razvoja ATIS sustava [9] 8
Graf 2: Implementirana ATIS tehnologija [9] 9