Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama

Dankić, Josip

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:119:941856

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

Josip Dankić

Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama

Završni rad

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb
PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Preddiplomski studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Zavod: Zavod za inteligentne transportne sustave
Predmet: Cestovna telematika

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: Josip Dankić
Matični broj: 0135227863
Smjer: Inteligentni transportni sustavi

ZADATAK:

Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama

ENGLESKI NAZIV ZADATKA:

Possibilities for Advanced Telematics System Implementation on Highways

Opis zadatka:

Opisati funkcionalna područja upravljanja prometom i informiranja putnika. Prepoznati i opisati postojeća napredna telematička rješenja. Analizirati postojeće projekte implementacije naprednih telematičkih rješenja u svijetu. Analizirati mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja u RH.

Zadatak uručen pristupniku:
6. srpanj 2015.

Nadzorni nastavnik:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Djelovođa:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Završni rad

Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama

Possibilities for Advanced Telematics System Implementation on Highways

Mentor: dr. sc. Miroslav Vujić

Student: Josip Dankić, 0135227863

Zagreb, rujan, 2015.

Sažetak

Implementacijom naprednih telematičkih rješenja na autocestama ostvaruje se primarni cilj prometnog sustava, a to je sigurnost prometa. Informacijsko – komunikacijske tehnologije uz napredna telematička rješenja kao što su upravljanje priljevnim tokovima i upravljanje ograničenjem brzine uvelike pomažu u rješavanju prometnih problema, kao što su: prometno zagušenje, incidentne situacije, onečišćenje okoliša, potrošnju goriva i slično. Postojeći projekti koji primjenjuju ITS pristup pokazuju da se intenzivno radi na povećanju prometne sigurnosti. Prometni sudionici mogu biti obaviješteni o trenutnim uvjetima na prometnici, putem informacijsko – komunikacijskih tehnologija, ali i putnim i predputnim informiranjem. Za rješenje problema koji su svakodnevica na autocestama, pristupa se primjeni telematičkih rješenja kao tehnologijama koje predstavljaju budućnost prometnog sustava, a u svrhu boljeg informiranja i zaštite vozača.

Ključne riječi: informacijsko – komunikacijske tehnologije; upravljanje priljevnim tokovima; upravljanje ograničenjem brzine; putno informiranje; predputno informiranje.

Abstract

The implementation of advanced telematics solutions on the motorways is achieving the primary objective of the transport system, and that is traffic safety. Information - communication technology with advanced telematics solutions such as managing the inflow streams and managing the speed limit control, greatly help solving traffic problems, such as traffic congestion, incident situation, environmental pollution, fuel consumption and similarly. Existing projects that apply ITS approach shows that there is big attention dedicated for increasing traffic safety. Traffic participants can be informed about current conditions on the road, through the information - communication technology, as well as on - trip and pre - trip informing. To solve the problems that exists everyday on the highways, there is approach to the application of telematics solutions as technologies that represent the future of the transport system, in order to better inform and protect drivers.

Key words: information - communication technology; managing the inflow streams; managing the speed limit control; on - trip informing; pre - trip informing.

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Funkcionalno područje upravljanja prometom 3
3. Funkcionalno područje informiranja putnika 6
3.1 Predputno informiranje putnika 7
3.2 ITS usluge putnih informacija o javnom prijevozu 9
3.3 Osobne informacijske usluge 11
3.4 *Cooperative Vehicle – Infrastructure Systems* - CVIS 12
3.5 *Transit Traveler Information* - TTI 13
4. Postojeća napredna telematička rješenja 15
4.1 Upravljanje priljevnim tokovima - *ramp metering* 18
4.2 Upravljanje ograničenjem brzine – *speed limit control* 20
4.2.1 Vrste varijabilnog ograničenja brzine 23
4.2.2 Metodologija algoritma VSL-a 25
4.3 Putno informiranje putnika 27
5. Pregled postojećih projekata implementacije naprednih telematičkih rješenja u svijetu 30
6. Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja u RH 33
6.1 Modernizacija autocesta u Republici Hrvatskoj primjenom telematičkih rješenja 35
6.2 Uloga informacijsko – komunikacijskih tehnologija u upravljanju prometom 37
6.3 Značaj hrvatskih autocesta i njihova tehnička opremljenost 39
7. Zaključak 41
Literatura 43
Popis kratica 45
Popis slika 47
Popis grafikona 49

1. Uvod

Prometni sustav iz dana u dan doživljava svoju veliku ekspanziju, a to se odnosi na broj vozila koji je iz dana u dan sve veći i time stvaraju prometna zagušenja. U svrhu smanjenja prometnih zagušenja, kolapsa, duljeg vremena čekanja, onečišćenja okoliša, reduciranja potrošnje goriva te incidentnih situacija, implementirana su razna napredna telematička rješenja u svrhu reduciranja tih problema.

Ovaj je završni rad koncipiran u sedam poglavlja. U prvom poglavlju glavni cilj je opisati napredna telematička rješenja te svrhu njihova implementiranja i zašto su oni ključni za cestovni promet gdje su važni zbog harmonizacije prometnih tokova.

Drugo poglavlje pod nazivom 'Funkcionalno područje upravljanja prometom' opisati će razvoj inteligentnih transportnih sustava (engl. Intelligent Transportation Systems - ITS), način kako je cestovna transportna telematika nastala, te kakvu ulogu ima ITS u upravljanju prometnim tokovima upotrebom telematičkih rješenja.

Treće poglavlje se odnosi na funkcionalno područje informiranja putnika. Kroz podpoglavlja, opisuju se vrste usluga informiranja putnika, a to utječe na bolje donošenje odluka vozača prije odlaska na putovanje, ali i na samom putovanju. Primjeri kooperativnog razvojnog koncepta ITS-a u vidu projekta CVIS (engl. Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems) prikazati će potpunu rekonstrukciju u interakciji između vozača, vozila, robe i prometne infrastrukture. Isto tako, TTI sustav (engl. Transit Traveler Information - TTI) je prikazan kao ključna tehnologijska aplikacija u tranzitnoj industriji, dizajnirana za pravovremeno obavještavanje korisnika o izboru rute, moda prijevoza i vremena putovanja.

Četvrto poglavlje je vrlo bitno zbog toga što ono opisuje telematička rješenja koja su bitna za harmoniziranje prometnih tokova, odnosno promet na autocestama. *Ramp metering* je sustav koji je dizajniran za poboljšanje prosječne brzine svih klasa vozila koja prometuju autocestom tako da smanjuju prometno zagušenje koje nastaje uslijed dolaska prevelikog broja vozila na neko određeno mjesto. Njegova je zadaća da upravlja priljevnim prometnim tokovima. *Speed limit control* je sustav koji objedinjuje promjenjive prometne

znakove u svrhu ograničenja brzine, a ti znakovi prikazuju informaciju u skladu sa prometnim i meteorološkim parametrima. Najčešće se primjenjuje u osjetljivim cestovnim područjima, kao što su tuneli, a često su implementirani zbog sigurnosnih razloga. Upravljanje ograničenjem brzine se može koristiti za ublažavanje negativnih učinaka na društvo u cjelini, kao što su onečišćenje okoliša, smanjenje buke i povećanje propusnosti, a prikazane su i vrste sustava kao i metodologija algoritma varijabilnog ograničenja brzine. Putno informiranje se isto tako referira na potporu vozaču u svrhu obavještavanja o stanju na prometnicama, a na taj način on prilagođava brzinu vozila trenutnoj prometnoj situaciji.

Peto poglavlje se odnosi na primjenu telematičkih rješenja u inozemstvu. Jedno od njih je i ePoziv koji može biti ugrađen u vozilo. U posljednjih desetak godina mnoga istraživanja bila su posvećena rješavanju problema visoke stope primarnih i sekundarnih incidentnih situacija, a nakon toga razvijali su se sustavi temeljeni na autonomnim senzorskim tehnologijama koje su u stanju percipirati prometne situacije koje okružuju vozilo te, u slučaju opasnosti, ispravno i pravovremeno upozoravanje vozača.

Šesto poglavlje prikazuje napredna telematička rješenja implementirana u Republici Hrvatskoj u vidu promjenjive prometne signalizacije. Također je opisano kako su autoceste u Republici Hrvatskoj modernizirane te kakav je utjecaj telematičkih rješenja na odluke vozača, gdje njihova odgovornost uvelike utječe na sigurnost u prometu.

U posljednjem, sedmom poglavlju, iznijeti će se svrha završnog rada kojemu je bio cilj opisati napredna telematička rješenja, te veliki utjecaj inteligentnih transportnih sustava na sigurnost u cestovnom prometu. Rastuće trendove primjene telematičkih rješenja u Europi kako bi vozač bio što bolje informiran, ali i u svrhu harmonizacije prometnih tokova, prati i Republika Hrvatska, čije su informacijsko – komunikacijske tehnologije u integraciji sa telematičkim rješenjima podigle razinu sigurnosti autocesta na najvišu razinu.

2. Funkcionalno područje upravljanja prometom

ITS je 'sustav sustava' koji obuhvaća tehničku, tehnološku i organizacijsku razinu tako da se razlikuje od klasičnih (izoliranih) telematičkih rješenja izgrađenih bez ITS arhitekture. Naziv ITS te sadržaj i opseg tog pojma mijenjao se sve do polovine devedesetih godina prošlog stoljeća kada dolazi do zajedničkog određenja ITS-a što je danas prihvaćeno u cijelom svijetu. U Europi je prije termina ITS ponajviše korišten naziv transportna telematika ili *cestovna transportna telematika.* Izraz telematika nastao je od kombinacija riječi telekomunikacije i informatika.

Važno je uočiti da koncept ITS-a 'pokriva' sve prometne grane odnosno modove transporta i njihova sučelja. ITS je integrirani interoperabilni sustav s komponentama i relacijama između komponenata i s okruženjem. Nove smjernice Europske Unije (EU) vezane za razvoj transeuropske transportne mreže (TEN-T) naglašavaju intermodalnost i povezivanje modova, posebno željezničkoga i zračnoga putničkog prijevoza. Intermodalni prijevoz putnika podrazumijeva integrirana ITS rješenja informiranja, rukovanja prtljagom, i slično.

Složene relacije razrađuju se kroz operativni koncept odnosno funkcionalnu arhitekturu sustava koja uključuje horizontalnu i vertikalnu dekompoziciju. Iako su početne aplikacije ITS rješenja uglavnom vezane za cestovni promet (engl. Round – Trip Time – RTT), različita rješenja informiranja putnika i upravljanja prometom iz drugih prometnih grana analogna su ITS konceptima iako se ne koristi taj naziv. Sukladno mogućnostima sustavskih analogija moguće je u fazi koncipiranja i razvoja ITS-a koristiti raspoložive spoznaje i tehnologije iz drugih prometnih grana (zračni, pomorski, itd.) odnosno drugih područja primjene umjetne inteligencije (neuronske mreže, ekspertni sustavi, sustavi prepoznavanja, itd.) [1].

Svrha i ciljevi vođenja prometa u osnovi jesu:

- utvrđivanje optimalne trase i cestovnog pravca (razina uslužnosti ceste, vrijeme putovanja, udaljenost između polazišta i odredišta putovanja i dr.);

- pronalaženje željenog odredišta;
- određivanje položaja vozača na mreži cesta i prostoru;
- osiguranje ravnomjernog i sigurnog toka prometa;
- usmjeravanje prometa i željena distribucija prometnog toka na određenoj razini mreže;
- sigurnost u prometu [2].

Veća sigurnost u odvijanju prometa, smanjenje broja stradalih u prometnim nezgodama i brži odziv žurnih službi predstavljaju najveće koristi od uvođenja ITS-a. Sigurnosni benefiti inteligentnih vozila i aktivnih sustava zaštite mogu biti mjereni posredno putem različitih usporednih testova. Praćenje broja i težine posljedica nezgode prije i nakon uvođenja ITS-a omogućuje relativno objektivnu kvantifikaciju sigurnosnih benefita.

Mjerenje postotka redukcije vremena odziva nije izravni pokazatelj sigurnosti, no vrlo je značajan čimbenik. Smanjenje vremena odziva bitno utječe na smanjenje smrtno stradalih i sprječavanje dodatno stradalih nakon početne prometne nezgode. Sustavi upozorenja na autocestama poboljšavaju percepciju vozača o mjestu nesreće i smanjenju stresa tijekom putovanja. Percepcija sigurnog putovanja nije vezana samo za reduciranje broja nezgoda i njihovih posljedica, nego i povećanje percepcije osobne sigurnosti i zaštićenosti u prometu.

Prometne nesreće na cestama i drugim prometnicama trebaju se sustavno proučavati tako da se na različitim načinima, mjerama i postupcima može djelovati na smanjenje njihova broja i posljedica. U razvijenim zemljama učestalost i posljedice prometnih nezgoda su takve da je to jedan od najjačih motivatora za uvođenje ITS-a.

Električna prometna svjetla ili semafori na raskrižjima uvedeni su još dvadesetih godina prošlog stoljeća. Svrha im je reduciranje prometnih nezgoda i smanjenje vremenskih gubitaka na raskrižju. Klasični sustavi nemaju mogućnost dinamičkog prilagođavanja trajanja ciklusa prema promjenama prometnog toka te posebnim zahtjevima za propuštanje pojedinih prioritetnih vozila.

Inteligentna raskrižja su napredna rješenja adaptivnog upravljanja prometnim svjetlima na raskrižju tako da se primjenjuju sofisticirani detektori i kontrolni algoritmi s bitno većom učinkovitošću i fleksibilnošću. Posebno je važan sigurnosni učinak na propuštanje vozila žurnih službi, te na raskrižjima gdje su veće brzine vozila. Detektori identificiraju dolazeće vozilo koje se nalazi u 'zoni dileme' te upravljački sustav prilagođava promjenu svjetala [1].

3. Funkcionalno područje informiranja putnika

U području usluga informiranja putnika obuhvaćene su statičke i dinamičke informacije o prometnoj mreži, usluge predputnog i putnog informiranja, te podrška službama koje obavljaju prikupljanje, pohranjivanje i upravljanje informacijama za planiranje transportnih aktivnosti.

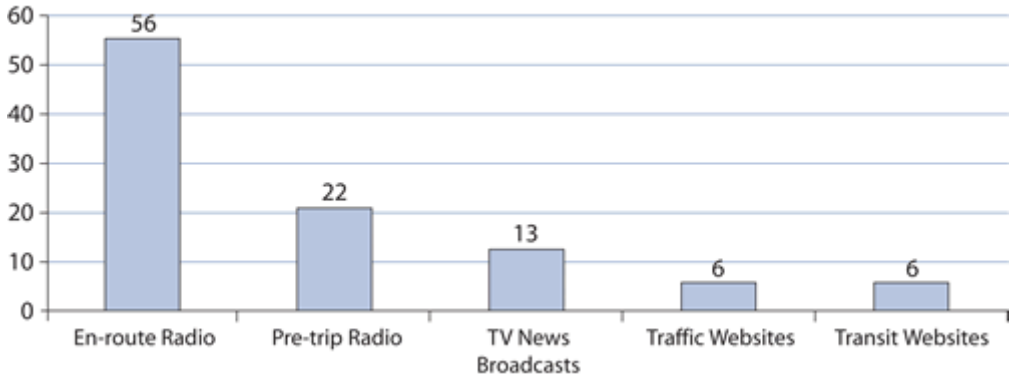
Usluge rutnog vodiča i navigacije mogu se odnositi na predputno i putno informiranje o optimalnoj ruti ili putanji do naznačenog odredišta. Izbor najbolje rute temelji se na informacijama o prometnoj mreži i javnom prijevozu.

Primjeri tih usluga su:

- dinamički rutni vodič u vozilu;

- integrirani multimodalni putni vodič;

- pješački ili biciklistički rutni vodič.



Grafikon 1: Prikaz korisničkog korištenja informatičke i komunikacijske tehnologije u svrhu predputnog informiranja.

Podrška planiranju putovanja pruža podatke o prometnim tokovima i transportnoj potražnji u svrhu transportnog planiranja. To su aktualni i povijesni podaci iz prometnih, upravljačkih i informacijskih sustava, te podaci od vozila u pokretu [1].

U funkcionalnom području informiranja putnika najviše se ističu predputno i putno informiranje putnika. Predputno i putno informiranje putnika su elementi skupa koji se sastoji od trideset dvije temeljne usluge što ih je definirala međunarodna organizacija za standardizaciju (engl. International Organization for Standardization - ISO).

3.1 Predputno informiranje putnika

ITS usluga predputnog informiranja prva je u funkcionalnom području informiranja putnika. Usluga predputnog informiranja putnika se realizira kao samostalni komercijalni paket ili se integrira s drugim uslugama u odgovarajućem tržišnom paketu. Svrha sustava predputnog informiranja (engl. Pre-Trip Information - PTI) je pružiti korisnicima prije početka putovanja kvalitetne ažurne podatke odnosno informacije koje će omogućiti donošenje boljih odluka o:

- načinu putovanja;
- modu;
- ruti;
- vremenu polaska.

Informacije se mogu odnositi na:

- planiranje putovanja javnim prijevoznim sredstvima;
- stanje na cestovnim prometnicama;
- vremenske prilike (snijeg, kiša, led, magla);
- mjesta mogućeg parkiranja;
- vozne redove u željezničkom, zračnom i vodnom prometu;
- turističke i ugostiteljske sadržaje;
- korisne obavijesti vezane uz putovanje.

Primijenjena tehnička sredstva i ljudski resursi uključeni u pružanje usluga predputnog informiranja dinamično se mijenjaju pod utjecajem razvoja informatičke i komunikacijske tehnologije.

Ključne informatičke i komunikacijske tehnologije koje omogućuju realizaciju predputnih informacija su:

- centralna baza podataka;
- poslužiteljska računala;
- fiksna i mobilna tehnologija;
- ISDN (engl. Integrated Services Digital Network);
- internet;
- radio.

Središnju funkciju u sustavu obavlja centralna baza podataka koja sadrži statičke i dinamičke informacije. Statičke informacije ne mijenjaju se u određenom vremenskom razdoblju. Dinamičke informacije ažuriraju se u realnom vremenu tako da omogućuju kvalitetnije odluke putnika. Vrijeme ažuriranja ovisi o promjenama promatranih veličina tako da se na primjer gustoća prometa treba pratiti svakih nekoliko minuta, promjena temperature u satima i slično. Prometni podaci prikupljaju se u centralnu bazu podataka iz različitih izvora: prometnih centara, javnih prijevoznika, meteoroloških postaja te turističkih centara.

Efektivnost i efikasnost sustava predputnog informiranja očituju se u:

- smanjenom trajanju putovanja i manjem vremenu čekanja;
- reduciranju stresnih situacija;
- boljem planiranju putovanja;
- povećanoj sigurnosti;

- podršci promjeni moda i korištenju javnog prijevoza;
- povećanju osobne mobilnosti turista i posjetitelja;
- smanjenju onečišćenja okoliša;
- manjoj potrošnji goriva [1].

3.2 ITS usluge putnih informacija o javnom prijevozu

ITS usluge putnih informacija o javnom prijevozu pripadaju skupini usluga putnih informacija. Ona se realizira kao samostalni sustav ili integrirano s ostalim gradskim informacijskim uslugama. Svrha usluge je poticati veće korištenje javnoga gradskog prijevoza boljim informiranjem korisnika. Relevantne informacije o uslugama i sredstvima svih javnih prijevoznika raspoložive su korisnicima u njihovu domu, uredu ili kolodvoru. Komunikacija se ostvaruje telefonskim upitom u određeni centar, putem osobnog računala i interneta ili javnim interaktivnim terminalom dostupnim na javnim mjestima. Na autobusnim i tramvajskim postajama instaliraju se displeji koji pokazuju očekivano vrijeme čekanja i druge relevantne informacije.

Bez odgovarajućeg informiranja putnika korištenje javnog prijevoza može biti znatno otežano za posjetitelje i turiste. Temeljna pitanja odnosno problemi su: izbor odgovarajuće linije, gdje i kako platiti uslugu, te vrijeme čekanja. Ako putnik zna da će čekati vozilo javnog gradskog prijevoza deset minuta, to izaziva manju napetost i nelagodu nego čekanje od tri minute ako putnik ne zna kad treba očekivati vozilo javnog gradskog prijevoza.



Slika 1. Prikaz displeja koji daje informaciju o vremenu čekanja do dolaska vozila javnog gradskog prijevoza na postaju.

Izvor: http://www.zet.hr/default.aspx?id=9

Temeljne informatičke i komunikacijske tehnologije su poznate i operativno raspoložive. To znači da su postavljeni određeni standardi glede veličine displeja na postajama javnog gradskog prijevoza. Središnju ulogu u sustavu ima središnja baza podataka koja prikuplja statičke podatke (vozni redovi, tarife) te dinamičke podatke (odstupanja od voznog reda, očekivano vrijeme čekanja i slično) [1].

3.3 Osobne informacijske usluge

Osobne informacijske usluge definirane su kao posebna temeljna usluga. U skladu sa europskom koncepcijom KAREN i ISO specifikacijama može se reći da su osobne informacijske usluge specijalni slučajevi usluga koje se realiziraju drugim sustavima u okviru prometnih informacija.

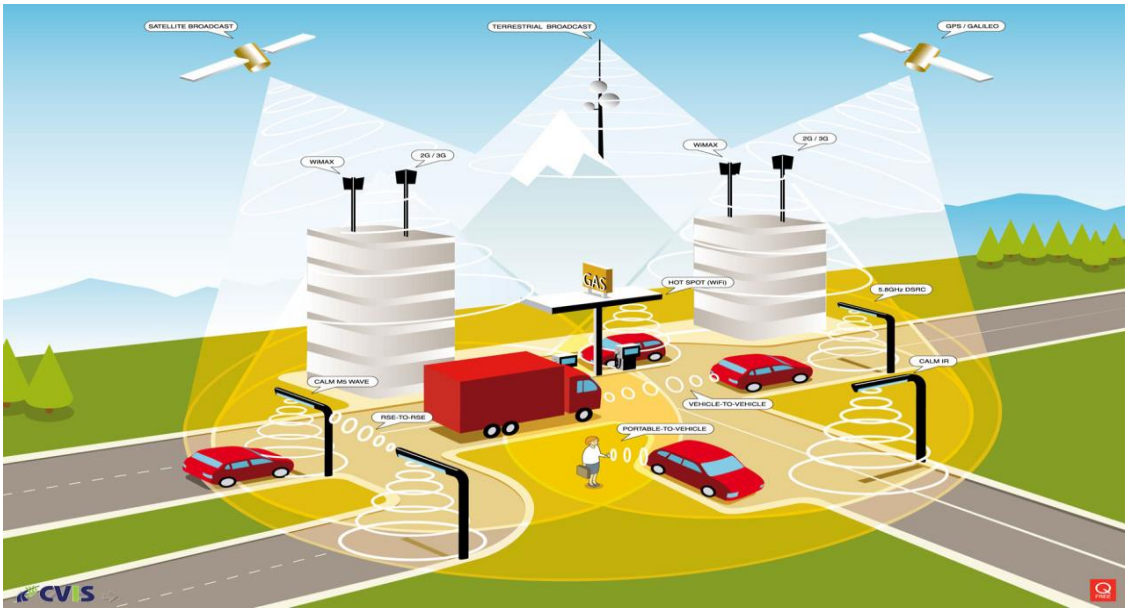
Korisničke potrebe i zahtjevi za osobnim informacijskim uslugama odnose se na pružanje ažurnih, pouzdanih, točnih i lako razumljivih putnih ili prometnih informacija koje imaju dodatnu vrijednost za individualnoga korisnika. Posebni zahtjevi mogu se odnositi na privatnost, sigurnost i zaštitu korisnika. Korisničke potrebe i zahtjevi za tom uslugom su:

- funkcijski procesi sustava osobnih informacijskih usluga;
- tokovi podataka;
- posebna rješenja zaštite privatnosti;
- performanse sustava;
- tehnološka ograničenja;
- netehnološka ograničenja (privatnost, troškovi) [1].

3.4 *Cooperative Vehicle – Infrastructure Systems* - CVIS

CVIS je veliki europski projekt za istraživanje i razvoj s ciljem dizajniranja, razvoja i testiranja kooperativnih sustava. On je podržan od strane Europske Komisije u okviru 6. Okvirnog programa za istraživanje i razvoj. Svrha projekta je započeti revoluciju u mobilnosti za putnike i robu te potpunu rekonstrukciju u interakciji između vozača, vozila, robe i prometne infrastrukture. Projekt ima više od šezdeset partnera uključujući javne vlasti, softverske inženjere, stručnjake za cestovni promet, operatore javnog gradskog prijevoza, istraživačke institucije i mnoge druge. Kooperativni sustavi imaju razvijenu tehnologiju koja rješava prometne probleme kao što su: povećanje sigurnosti prometa, povećanje efikasnosti javnog gradskog prijevoza i prijevoza teških tereta, povećanje efikasnosti i kvalitete prometnog toka smanjenjem prometnog zagušenja te smanjenje emisija štetnih plinova koje utječu na promet.

CVIS je projekt koji daje veliki prioritet vozilima kao što su: vozila žurnih službi, vozila javnog gradskog prijevoza te vozila teškog tereta. Glavni cilj upravljanja prometom u urbanim područjima je da na najbolji način iskoristi kapacitet ceste s obzirom na klasu ceste, njenu funkciju te funkciju svih sudionika u prometu.



Slika 2. Prikaz komunikacije između infrastrukture i vozila.

Izvor: [3]

Cilj prometnog inženjerstva je optimiziranje ruta korisnika i vozila. U mnogim urbanim područjima, taj cilj se isprepliće sa smanjenjem prometnog zagušenja. Informacije koje CVIS šalje vozačima pomažu im u odabiranju optimalne rute za dolazak do odredišta. Vozači su konstantno informirani o uvjetima na cesti za njihovu odabranu rutu iz prometnog centra za kontrolu i održavanje prometa. Na primjer, ako se dogodila prometna nesreća na cesti, vozač će biti obaviješten o toj situaciji, te će smanjiti brzinu kako bi mirno i sigurno mogao nastaviti svoje putovanje [3].

3.5 *Transit Traveler Information* - TTI

TTI je sustav čiji je glavni cilj informirati korisnika o stanju na prometnici, obavještavajući ga tako o svim problemima s kojima se može suočiti, te ga ispravno navesti na alternativnu rutu kako bi izbjegao situacije koje su nepogodne za njegovo putovanje. TTI sustav je ključna tehnologijska aplikacija u tranzitnoj industriji, dizajnirana za pravovremeno obavještavanje korisnika o izboru rute, moda prijevoza i vremena putovanja. Aplikacija je osmišljena da podrži korisnike u donošenju boljih odluka prije polaska na putovanje ili na samom putovanju.



Slika 3. Prikaz TTI sustava koji pravovremeno obavještava korisnika o udaljenosti do odredišta, dolasku na odredište te trenutnu brzinu.

Izvor: www.garmin.com

Koliko je sustav efikasan dokazuje njegova implementacija u brojnim velikim gradovima Sjedinjenih Američkih Država. U Los Angelesu, sustav je implementiran tako da određuje lokaciju autobusa u gradu te određivanje točnog dolaska na postaju. U Denveru, mobilne aplikacije su pružale informacije o stvarnovremenskom dolasku vozila javnog gradskog prijevoza na postaju. Isto tako, u Washingtonu su internet aplikacije pružale informacije o stvarnovremenskoj lokaciji plovila prikazujući njegov položaj u realnom vremenu na karti. Isti sustavi su implementirani u ostalim gradovima kao što su: Portland, Seattle, San Francisco i Columbus [4].

4. Postojeća napredna telematička rješenja

Telematička rješenja danas imaju veliku ulogu u prometnom sustavu zato što harmoniziraju prometni tok s ciljem smanjenja prometnih zagušenja na autocestama, odnosno cestama općenito. Rješenja u vidu *ramp meteringa, speed-limit controla,* odnosno varijabilnih ograničenja brzine te putnog informiranja prikazuju mogućnost smanjenja zagušenja, incidentnih situacija, nepotrebnih troškova te onečišćenja okoliša.

Autoceste su prometnice na kojima se razvijaju velike brzine pa je nužno osigurati odgovarajuću razinu sigurnosti prometa. Uz građevinske karakteristike, sigurnost se najprije ostvaruje korištenjem odgovarajuće prometne opreme. Radi osiguranja maksimalne sigurnosti prometa, sva signalizacija i oprema projektira se i izvodi sukladno domaćim i europskim propisima.

Prometna oprema na autocestama uključuje:

- opremu za označavanje ruba kolnika (smjerokazni stupići, markeri i LED markeri u tunelima);
- opremu za označavanje vrha razdjelnih otoka u čvorištima;
- opremu, znakove i oznake za označavanje radova i zapreka na cesti;
- zaštitne odbojne ograde;
- ograde protiv zasljepljivanja;
- zaštitne žičane ograde;
- ublaživače udara.

ITS primjenjuje brojne tehnologije, poput kontrolnih mehanizama, komunikacija te prikupljanja, obrade, pohrane i distribucije podataka. Sve te tehnologije angažirane su u svrhu poboljšanja sigurnosti na cestama, smanjenja onečišćenja okoliša, uštede vremena, povećanja mobilnosti i produktivnosti te uštede proračunskih i privatnih sredstava. Usporedno s intenzivnom izgradnjom suvremenih autocesta na cijelom području Republike Hrvatske, izgrađuje se informacijsko – komunikacijski sustav za kontrolu i upravljanje prometom na tim prometnicama.

Pod pojmom infrastrukture informacijsko - komunikacijskog sustava podrazumijevaju se sve sklopovske, programske, građevinske i ostale instalacije koje su svojom namjenom vezane za funkcioniranje informacijsko – komunikacijskog sustava autocesta. Za tu svrhu informacijsko – komunikacijski sustavi su podijeljeni u dvije skupine.

Informacijski sustavi autocesta podrazumijevaju: prometno – informacijski sustav (PIS), sustav daljinskog upravljanja i nadzora koji se koristi samo u tunelima, sustav videonadzora autoceste, sustav videodetekcije te sustav naplate. Komunikacijski sustavi se odnose na: telefonsko – pozivni sustav, sustav ozvučenja tunela te sustav radiodifuzije u tunelu.

Glavna integracija svih informacijsko – komunikacijskih sustava autoceste provodi se u centrima za održavanje autoceste i kontrolu prometa (COKP), gdje su smještene centralne jedinice, odnosno centrale svih informacijsko – komunikacijskih sustava postavljenih uz dionicu autoceste [5].



Slika 4. Prikaz prostorije Centra za održavanje i kontrolu prometa koja prati stanje na autocestama i tunelima.

Izvor:

http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/pp_is/2006/is03054281_verkehr_1387363.htm

Uređaji za osvjetljenje ceste i ITS rješenja poboljšanja vidljivosti mogu znatno povećati sigurnost odvijanja prometa uz smanjenje broja i težine posljedica prometnih nesreća. Više od 95% svih odluka koje vozač donosi u vožnji vezano je uz osjet vidljivosti. ITS rješenja omogućuju:

- poboljšano uočavanje objekata;
- prilagođavanje na svjetlo i tamu pri izlasku iz tunela i ulasku u tunel;
- bolje uočavanje prometnih znakova i poruka itd [6].

Primjer učinka ITS rješenja pri harmonizaciji prometnih tokova na autocestama može se vidjeti i u inozemstvu. U Engleskoj, 'Highways Agency', tvrtka u državnom vlasništvu sa odgovornošću za upravljanje cestovnom mrežom razvija ITS prometne kontrolne centre. Primarna funkcija je strateško prometno upravljanje prometnom mrežom autocesta i međugradskih cesta u Engleskoj, te odnosima s javnošću i podrškom statističkim analizama [7].

Brzina, vrijeme putovanja i kašnjenje su povezani prometni parametri koji se koriste kao indikatori performansi prometnog toka, ali i prometnog sustava općenito. Prometni inženjeri moraju razumjeti način mjerenja i interpretiranja podataka koji su vezani za brzinu, vrijeme putovanja te kašnjenje, a sve u svrhu razumijevanja kvalitete poslovanja na objektu te definiranja kriterija.

Brzina i vrijeme putovanja su obrnuto proporcionalni. Razlozi i mjesta na kojima se mjere brzina i vrijeme putovanja su jako zahtjevni. Iz tog razloga, mjerenje brzine se najčešće uzima sa neke referentne točke na autocesti koja ima uvjete slobodnog prometnog toka. Namjera je odrediti brzine koje vozači određuju tokom vožnje, a da ta brzina ne utječe na zagušenje. Te informacije su iskorištene za određivanje općenitih brzina kretanja, kako bi se što bolje odredila razumna ograničenja brzine, a to za sobom povlači i veću razinu sigurnosti.

Vrijeme putovanja mora se mjeriti na određenoj udaljenosti. Iako se brzina, koja se mjeri na licu mjesta, može zaista uzimati kao referentna veličina u smislu određivanja vremena putovanja na kratkim udaljenostima, većina mjerenja koja su vezana za

određivanje vremena putovanja vrše se na većim udaljenostima prometnice. Studije koje prikazuju vremena putovanja su najčešće izvedene kada se na autocesti ili bilo kojoj drugoj prometnici formira prometno zagušenje ili kada se kvantificiraju opseg i uzroci prometnog zagušenja.

Kašnjenje je, u pravilu, dio vremena putovanja. To je dio vremena putovanja koji je posebno naznačen te za vozače predstavlja veliku neugodnost. Kašnjenje duž ključnih prometnica koje su povezane sa urbanim središtem može biti povezano sa radovima na prometnici, prometnom nesrećom ili nekim drugim oblikom prometnog zagušenja [8].

4.1 Upravljanje priljevnim tokovima - *ramp metering*

Ramp metering je aplikacija koja upravlja prometnim kontrolnim uređajima u cilju regulacije broja vozila koja ulaze ili izlaze sa prometnice. Ona je jedna od često korištenih metoda iz domene ITS-a, a značenje *ramp metering* se odnosi na upravljanje priljevnim tokovima autocesta. Cilj je smanjiti gužvu reduciranjem prometne potražnje, smanjiti onečišćenje okoliša te broj nezgoda i dati prioritet određenoj klasi vozila. Dizajnirani su za poboljšanje prosječne brzine svih klasa vozila koji putuju autocestom tako da smanjuju prometno zagušenje koje nastaje uslijed dolaska prevelikog broja vozila na neko određeno mjesto [9].

Primjenjuje se kod urbanih autocesta koje najčešće služe i kao obilaznice oko velikih gradova. Urbane autoceste služe za prihvat tranzitnog prometa i lokalnog prometa sa dužim relacijama putovanja. Uslijed pojave zagušenja u urbanoj cestovnoj mreži moguć je povećani udio lokalnog prometa sa kraćim relacijama putovanja na urbanoj autocesti. Takva povećana prometna potražnja stvara dodatno zagušenje na pripadnoj ulaznoj rampi te novo zagušenje na urbanoj autocesti oko pripadne ulazne rampe. Time se znatno povećava vrijeme putovanja svim vozilima. Da bi se spriječila takva pojava uvodi se upravljanje ulaskom vozila sa ulazne rampe na urbanu autocestu. Na ulaznu rampu postavlja se semafor sa crvenim i

zelenim svjetlom koji u kratkim ciklusima zelenog svjetla propušta jedno ili dva vozila sa ulazne rampe na urbanu autocestu. Količina vozila koja se propušta sa ulazne rampe na urbanu autocestu ovisi o gustoći prometa na autocesti te količini vozila koja čekaju na ulaznoj rampi. Povezivanjem više ulaznih rampi u kooperaciju moguće je prostor ulaznih rampi koristiti kao privremene spremnike vozila koji prihvaćaju vozila iz lokalne urbane cestovne mreže odnosno vozila koja ne smiju ući na autocestu zbog trenutne povećane prometne potražnje. Kooperacijom između više ulaznih rampi moguće je kritičnu ulaznu rampu isprazniti povećavanjem frekvencije ulaska vozila na autocestu. Pri tome sustav upravljanja cijelo vrijeme sprječava pojavu zagušenja na autocesti. Ukupan rezultat je povećana protočnost iste cestovne infrastrukture što znači da autocesta u jedinici vremena može prihvatiti više vozila uz manje vrijeme putovanja, nego bez opisanog upravljanja priljevnim tokovima [10].



Slika 5. Prikaz *ramp metering* sustava implementiranog u Njemačkoj.

Izvor: http://www.svz-bw.de/zra.html?&L=1

Postoji nekoliko vrsta upravljanja koje se tiču ramp meteringa a to su: prometno ovisno upravljanje, vremenski ovisno upravljanje te ručno upravljanje. Prometno ovisno upravljanje je vrsta upravljanja čija je strategija bazirana na prometnim podacima sa glavne rute i rampe. Isto tako, postoji nekoliko vrsta prometno ovisnog upravljanja a to su: lokalno, sinkronizirano, restriktivno (broj vozila koji se propušta je ispod kapaciteta rampe) te nerestriktivno (broj vozila koji se propušta je blizu kapaciteta rampe). Vremenski ovisno upravljanje je bazirano na povijesnim podacima te se pokreće ciklički. Ručno upravljanje je vrsta upravljanja gdje operater sam bira plan na temelju dostupnih podataka.

4.2 Upravljanje ograničenjem brzine – *speed limit control*

Speed limit control su uređaji koji prikazuju željenu brzinu vozila, kao savjet ili upozorenje vozačima da se pridržavaju ograničenja brzine s obzirom na cestovne i meteorološke uvjete i parametre. Prevelike brzine su glavni uzročnik velikih prometnih nesreća. Iz tog razloga, glavni cilj je obavijestiti vozača da se u putovanju od polazišta do odredišta ponaša po prometnim propisima i pravilima, a najveće je težište stavljeno na pridržavanje brzine.

Pravilan prostorni razmještaj kontrolnih uređaja brzine nudi priliku za poboljšanje sigurnosti u prometu, ovisno o kapacitetu i vremenskim uvjetima. Analiza utjecaja postojećih objekata potvrđuje pozitivan učinak na sigurnost u prometu. Budući da je nadzor brzine vozila jedna od temeljnih zadaća prometne policije, potrebno je za što efikasnije obavljanje ovog posla, nabaviti određene količine novih uređaja za mjerenja brzine. Na taj način izvršila bi se zamjena amortiziranih ili dotrajalih uređaja i nabavila dodatna količina, kojima bi se pod veći nadzor stavila mjesta i dionice državnih, županijskih i lokalnih cesta, raščlambom utvrđenih kao potencijalno opasnima. Na autocestama, gdje su brzine kretanja najveće, ali i na rizičnim dionicama ostalih cesta, uvodit će se sustav video nadzora brzine, kako bi taj nadzor bio kontinuiran.

Inače, u prometnim nesrećama najviše su ugrožena djeca, mladi ljudi i druge najugroženije skupine (biciklisti, motociklisti, pješaci). Osim navedenog, kroz preventivno-promidžbeni medijski program, potrebno je djelovati na svijest ljudi o životnoj potrebi poštivanja ograničenja brzina i prilagođavanja brzina aktualnim uvjetima na kolniku, bez obzira radi li se o izvanrednim prometnim situacijama, atmosferskim prilikama ili nekim drugim atipičnim događanjima na i oko kolnika. Što se tiče ekološkog pristupa, *speed limit control* se koristi za ublažavanje utjecaja na okoliš, kao što su zagađenje okoliša ili buka [11].

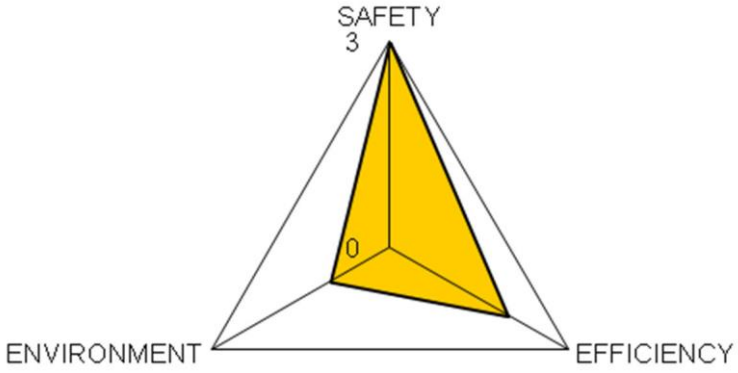


Slika 6. Prikaz *speed limit control* sustava u Ujedinjenom Kraljevstvu.

Izvor: http://www.driving.co.uk/news/new-cameras-to-kerb-motorway-speeders/

Varijabilno ograničenje brzine (engl. Variable Speed Limits - VSL) koristi promjenjive prometne znakove za prikaz ograničenja brzine koji su prilagođeni određenoj cesti ili prometnim uvjetima. U nekim slučajevima VSL je podržan provedbom ograničenja brzine (engl. Speed Limit Enforcement – SE) od strane vladajućih državnih tijela koja provjeravaju da li su brzine cestovnih vozila u skladu sa ograničenjem brzine na cesti ili autocesti. SE u većini slučajeva koristi kamere koje identificiraju prebrzu vožnju. Glavna svrha VSL-a je potpora vozačima da putuju pridržavajući se ograničenja brzine s obzirom na prevladavajući promet te promjenjive vremenske uvjete.

U osjetljivim cestovnim područjima, kao što su tuneli, često su implementirani sustavi VSL-a zbog sigurnosnih razloga. VSL se također može koristiti za ublažavanje negativnih učinaka na društvo u cjelini, kao što su onečišćenje okoliša, smanjenje buke i povećanje propusnosti. VSL se u današnja vremena vrlo malo koristi za potrebe okoliša, no očekuje se da će u budućnosti biti velike koristi od njegove implementacije. Isto tako, glavni cilj VSL-a je usklađivanje algoritama za određivanje optimalne brzine ovisno o količini prometa na kolniku kako bi izbjegli raspodjelu prometnih tokova te povećali propusnost prometnice.



Slika 7. Prikaz glavnih ciljeva VSL-a: sigurnost, učinkovitost i zaštita okoliša.

Izvor: [12]

VSL sustavi su implementirani ili testirani u velikoj većini europskih zemalja. Svrha VSL-a razlikuje se od slučaja do slučaja, odnosno ovisno o klasi prometnice i meteorološkim uvjetima. No općenita svrha je utemeljena na sigurnosnim razlozima, a to su smanjenje brzine te broja nesreća i harmoniziranje prometnih tokova za povećanje propusnosti. Uglavnom se koristi na autocestama, no postoje i njegove implementacije na drugim klasama prometnica.



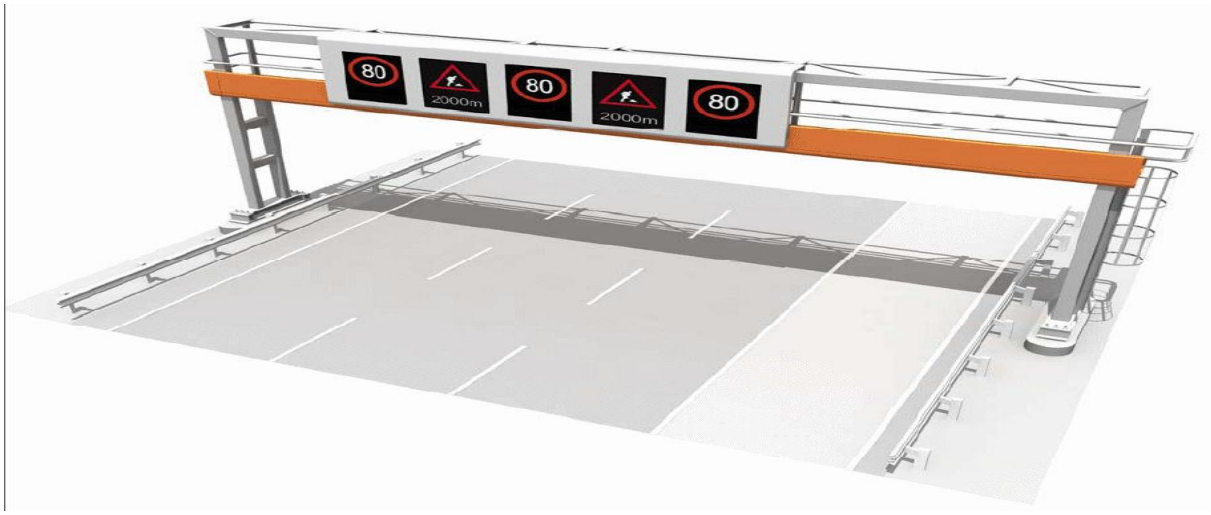
Slika 8. Prikaz VSL sustava implementiranog u Ujedinjenom Kraljevstvu.

Izvor: [12]

Sustavi su uglavnom automatski, no pod konstantnim su nadzorom Centra za kontrolu prometa (engl. Traffic Control Centre – TCC) te Centra za upravljanje prometom (engl. Traffic Management Centre – TMC).

4.2.1 Vrste varijabilnog ograničenja brzine

Postoje različite vrste VSL-a, a svaka od njih je orijentirana poglavito na ograničenje brzine te na promjenjive meteorološke uvjete i prometne parametre, a sve u svrhu povećanja propusnosti prometnica te reduciranja onečišćenja okoliša, troškova putovanja, smanjenja primarnih i sekundarnih incidentnih situacija.



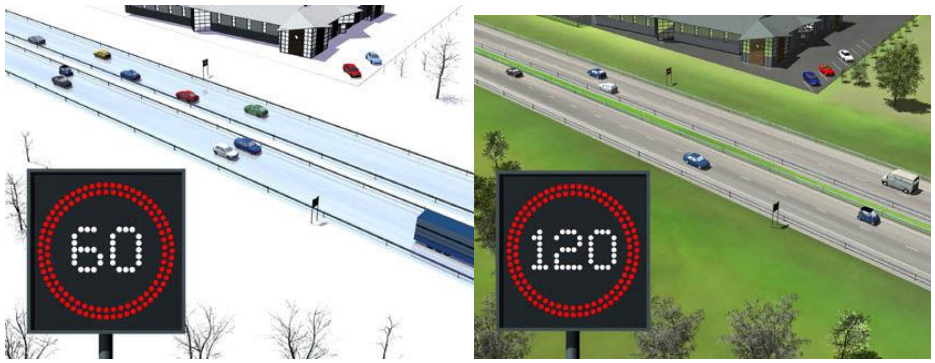
Slika 9. Primjer austrijskog sustava kontrole linija s varijabilnim ograničenjima brzine i znakovima upozorenja na zajedničkoj lanterni.

Izvor: [12]

VSL koji kontrolira meteorološke uvjete pruža potporu vozačima na način da putuju sigurnom brzinom u skladu sa prevladavajućim prometnim i meteorološkim uvjetima, te površinskim cestovnim uvjetima kao što su debljina vodenog sloja, debljina snježnih padalina na prometnici i slično. Mnogo senzora korišteno je u integraciji sa vremenskim prognozama.

Vrste senzora su:

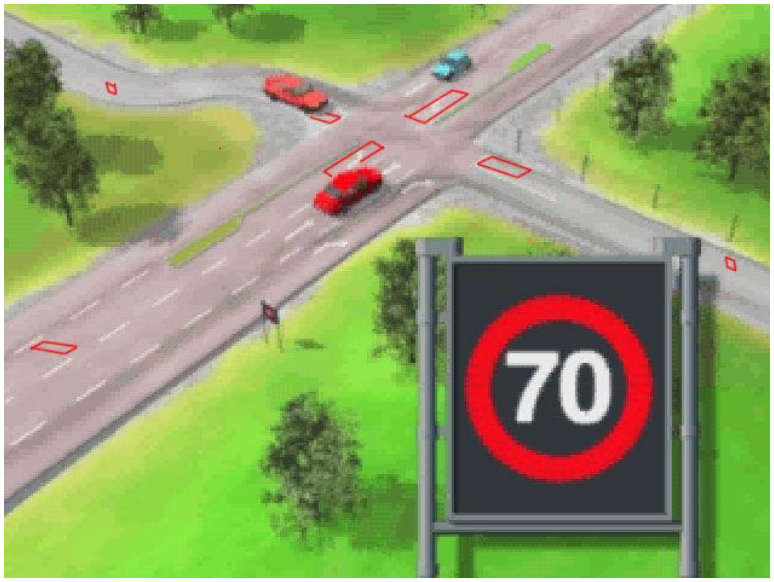
- temperatura zraka, vlažnost zraka / rosište, temperatura površine ceste;
- brzina i smjer vjetra;
- vidljivost;
- točka ledišta tekućine na cesti;
- površinski status ceste (suho, mokro, led, snijeg, debljina isto tako može biti uključena);
- intenzitet oborina.



Slika 10. Primjer VSL-a koji kontrolira vremenske uvjete u situacijama snježnih i suhih meteoroloških uvjeta.

Izvor: [12]

VSL se može koristiti na raskrižjima te tako poboljšati sigurnost u konfliktnim prometnim točkama. Smanjenje brzine ima sigurnosni učinak, ali vozači su isto tako upozoreni od strane sustava, te su stoga pažljiviji pri prolasku kroz raskrižje. Detektori za prolaz vozila i prisutnosti su implementirani na raskrižjima. Kao primjer, detektori prolaza se koriste za aktiviranje sustava, kada su vozila na raskrižju.



Slika 11. Prikaz VSL-a na raskrižju te postavljanje detektora na sporednim cestama.

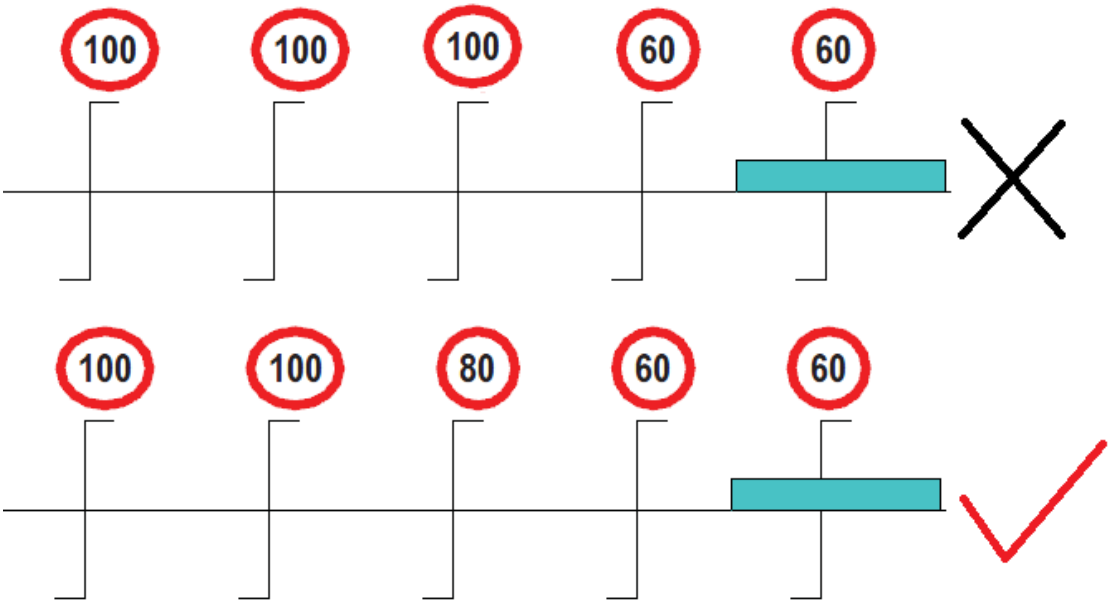
Izvor: [12]

Detektori prisutnosti su aktivni kad vozila čekaju na raskrižju. Detektori se isto tako mogu postaviti i na dolazne sporedne ceste.

4.2.2 Metodologija algoritma VSL-a

Prvi korak je značajan za cijeli algoritam, što se brže i točnije detektira red vozila manji je rizik od sekundarnih incidentnih situacija. Postoje dvije vrste algoritama za detektiranje reda vozila. Prvi se temelji na podacima induktivne petlje, a drugi se temelji na obradi slike. Nijedan od njih ne može pružiti savršenu točnost otkrivanja reda, tako da je ravnoteža između vremena odziva te detektiranja reda vozila važno pitanje pri odabiru i kalibriranju algoritama za otkrivanje redova. Drugi korak je važan zbog toga što su pod uvjetima čekanja u redu varijabilna ograničenja brzine mnogo niža od brzine slobodnog toka. Iz tog razloga, ta varijabilna ograničenja brzine aktiviraju se samo kada je to potrebno. Zato točna procjena i predviđanje reda čekanja može učiniti da algoritam bude precizniji i proaktivniji.

Treći korak ima najjednostavniju zadaću, a to je smanjenje brzine vozila, ali postepeno. Budući da su aktivirana ograničenja brzine (manje od 60 km/h) značajno manja od normalne brzine (preko 100 km/h), najbolje je imati razinu brzine (80 km/h) kao srednju granicu između normalne brzine i aktiviranog ograničenja niske brzine.



Slika 12. Preporučeni način za smanjenje ograničenja brzine.

Izvor: [13]

Veći naglasak je potrebno staviti na performanse te sigurnost autoceste.

4.3 Putno informiranje putnika

ITS skupina usluga putnog informiranja obuhvaća splet usluga predputnih i putnih informacija, obavještavanja u javnom prijevozu, rutiranju i navigaciji osobnih vozila na putu do odredišta. Informacije trebaju omogućiti smanjenje neizvjesnosti i bolji izbor moda, rute, vremena polaska i vođenja do odredišta. Usluge se realiziraju pomoću posebnih sustava ili integriranim sustavom za više srodnih usluga. Analizirajući postojeće specifikacije usluga putnih informacija, može se zaključiti da su one orijentirane na zadovoljenje zahtjeva putnika i vozača u cestovnom prometu, no postoje poveznice s drugim modovima prijevoza, ponajprije sa željezničkim i vodnim prometom.

Putne informacije vozaču u pravilu se odnose na:

- uvjete na prometnici;
- nezgode i nesreće na cesti;
- posebne događaje (utakmice, štrajk) koji utječu na odvijanje prometa;
- nastale promjene nakon što su dane predputne informacije;
- raspoloživa parkirna mjesta;
- alternativne rute i modove na mjestima njihovog sučeljavanja;
- atraktivna turistička ili zabavna događanja.

Dominantne tehnologije kojima su realizirani postojeći sustavi putnih informacija vozača u Europi su:

- VMS (engl. Variable Messages Signing) – promjenjiva prometna signalizacija;
- RDS/TMC (engl. Radio Data System/Traffic Management Centre) – radiopodatkovni sustav te centar za upravljanje prometom;
- GSM (engl. Global System of Mobile) – globalni sustav pokretnih komunikacija i GPRS (engl. General Packet Radio Service) - bežična podatkovna komunikacijska usluga;
- PDA (engl. Personal Digital Assistant) – osobni digitalni pomoćnik [1].

Promjenjivi prometni znakovi i svijetleći paneli s putnim informacijama prikazuju određene poruke kao što su: prometna nezgoda, zagušenje, cestovni i meteorološki uvjeti, optimalna brzina i slično. Te putne informacije inicira kontrolni centar.



Slika 13. Prikaz svijetlećeg panela u New Jerseyu (Sjedinjene Američke Države) sa putnom informacijom o smanjenju brzine zbog radova na cesti.

Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-message_sign

Radiopodatkovni sustav omogućuje da se informacije vozačima emitiraju usporedno s redovitim radijskim programom. Te poruke se primaju i dekodiraju na autoradiju preko kanala koji daju informacije o trenutnom stanju u prometu i putovanju. Korisnik može birati jezik bez obzira na to u kojoj se zemlji nalazi. Vozač može odabrati informacije koje su od interesa za njegovu rutu i putovanje. Prije nego što budu radijski emitirane, putne informacije se prikupljaju u prometno-informacijskim centrima te potom prenose do radijskih postaja i mrežnog globalnog sustava pokretnih komunikacija.

GPRS je paketna, bežična podatkovna komunikacijska usluga projektirana da zamijeni usluge s prespajanjem kanala dostupne u GSM mrežama druge generacije kao i TDMA mrežama (engl. Time Division Multiple Access). GSM i TDMA mreže projektirane su za glasovnu komunikaciju i dijele dostupni propusni opseg na više kanala koji su neprekidno

dodijeljeni jednom pozivu (preklapanje kanala). Ti kanali mogu se koristiti za prijenos podataka, ali uz maksimalnu brzinu prijenosa od 9,6 Kbps (Kilo bita po sekundi) [14].

Osobni digitalni pomoćnik je prijenosni uređaj koji obično stane u dlan korisnika. Osnovne funkcije osobnog digitalnog pomoćnika su: rokovnik, adresar, podsjetnik, kalkulator, kao i mogućnost rada drugih aplikacija koje se učitavaju s memorijskih kartica ili učitavanjem aplikacije u memoriji osobnog digitalnog pomoćnika. Oni su nastali kao pomak od elektronskih rokovnika i dostupnošću bržih mikroprocesora s malom potrošnjom, boljom tehnologijom baterija, te jeftinijih memorija.



Slika 14. Prikaz PDA uređaja sa potrebnim putnim informacijama.

Izvor: http://www.clie.info/

Razvojem tehnologije, dobivaju zaslone u boji i ulaznu jedinicu preko ekrana, Wi-Fi, te funkcije mobilnog telefona, a isto tako i funkcije globalnog pozicijskog sustava (engl. Global Positioning System – GPS). Posljednjih nekoliko godina, prestaju biti zasebni uređaji, jer mnogi korisnici se sve više priklanjaju pametnim telefonima [15].

5. Pregled postojećih projekata implementacije naprednih telematičkih rješenja u svijetu

Rast mobilnosti ljudi i roba ima vrlo visoku društvenu cijenu u smislu prometnih gužvi, smrtnih slučajeva i ozlijeđenih ljudi svake godine. U posljednjih desetak godina mnoga istraživanja bila su posvećena rješavanju tih problema, a nakon toga razvijali su se sustavi temeljeni na autonomnim senzorskim tehnologijama koje su u stanju percipirati prometne situacije koje okružuju vozilo te, u slučaju opasnosti, ispravno i pravovremeno upozoravanje vozača.

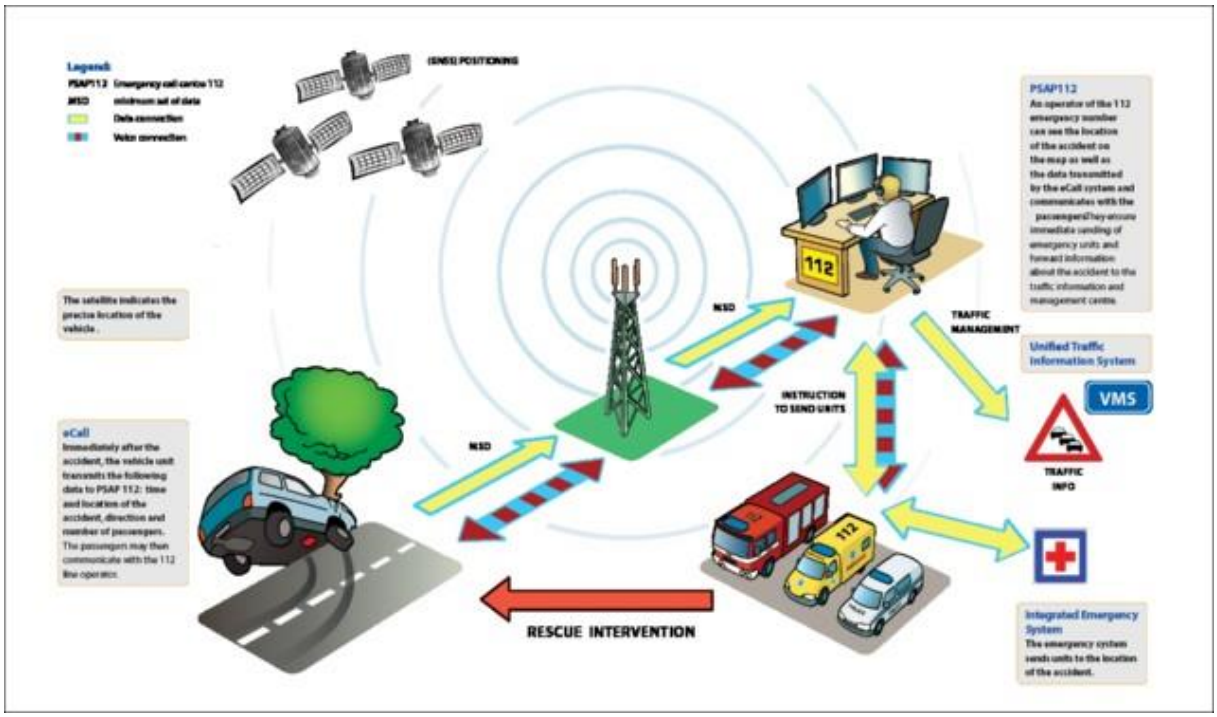
Vizija kooperativnog pristupa je utemeljena u pogledu prednosti telematičkih tehnologija i njihovog širenja na tržištu kako bi se omogućio razvoj, pouzdanost i druge podrške za sigurnost cestovnog prometa. Suradnički pristup predviđa scenarij u kojem će vozila i infrastruktura surađivati te uočiti potencijalne opasne situacije u prostornom i vremenskom horizontu, te koji će biti ograničen samo u rasponu radijskih komunikacija [16].

U bliskoj će budućnosti vozila imati elektronički sigurnosni sustav koji u slučaju teže nesreće automatski poziva hitne službe. Čak i ako je osoba u nesvijesti, sustav će obavijestiti spasioce o točnom mjestu nesreće na koje se upućuju u roku od nekoliko minuta. Sustav, koji je nazvan ePoziv, funkcionirat će u cijeloj Europskoj Uniji. Uskoro će biti predstavljen u EU te Islandu, Norveškoj i Švicarskoj.

Čim uređaj za ePoziv u vozilu u slučaju nesreće osjeti jači udarac, automatski upućuje hitni poziv 112 najbližem centru za hitne situacije i dojavljuje točno mjesto nesreće i ostale podatke. Isti se učinak može postići i ručno, pritiskanjem gumba, što je dobro u slučaju kada je korisnik svjedok nesreće. Bez obzira je li poziv upućen automatski ili ručno, između vozila i hitnog centra se uz automatsku vezu podataka uspostavlja i glasovna veza. Na taj način osoba u vozilu koja je u stanju odgovarati na pitanja može pozivnom centru dati dodatne pojedinosti o nesreći.

Izravno dobivanje informacije o nesreći i mjestu gdje se dogodila smanjuje vrijeme reagiranja na nju za 50% u ruralnim, odnosno 40% u gradskim sredinama. Očekuje se da će zahvaljujući tom dobitku na vremenu ePozivom biti moguće u Europi spasiti živote dvije

tisuće i petsto ljudi godišnje te smanjiti ozbiljnost ozljeda desecima tisuća ljudi. ePozivom će ozlijeđeni biti prije zbrinuti čime će žrtve nesreće imati bolje izglede za oporavak. Što se ranije bude stizalo na mjesto nesreće, brže će se moći očistiti ceste, čime se smanjuje rizik od sekundarnih nesreća, vrijeme zagušenja prometa, potrošnja goriva te ispuštanje ugljičnog dioksida.



Slika 15. Prikaz ePoziva i interakcije između vozila ili korisnika sa odgovarajućom institucijom.

Izvor: http://www.heero-pilot.eu/view/en/ecall.html [17]

Tvrtka ARUP je neovisna tvrtka dizajnera, planera, inženjera, konzultanata i tehničkih stručnjaka koji nude širok spektar profesionalnih usluga. Od samog početka svakog projekta, stručnjaci rade s operatorima i planerima te omogućuju definiranje vizije za transportne aktivnosti. Usredotočeni na poboljšanje mobilnosti za korisnike, predlažu odgovarajuća ITS rješenja kao dio integriranog prometnog rješenja.

Tehnički savjeti, planiranje, projektiranje i upravljanje stvaraju cjelovita rješenja za mjesta i gradove. Njihov ITS pristup zasnovan je na operativnim potrebama i zahtjevima korisnika. Na primjer, dizajniranje prometnog znaka i parking sustava glavne su smjernice kako bi se harmonizirao promet u gradovima i na parkiralištima. Na autocestama, sustavi kontrole uključuju promjenjiva ograničenja brzine, koja povećavaju prometni kapacitet.

Također su razvili inovativnije načine kako poboljšati javni prijevoz putnika te omogućiti vozačima odabir za najučinkovitije, najsigurnije i najkraće putovanje dajući potrebne podatke, prije nego što odu svojim prebivalištima i na putu. Cilj je stvoriti okruženje u kojem ljudi više mogu uživati u putovanju, odnosno da bi se zadovoljili zahtjevi korisnika. Da bi to postigli, surađuju s vladama i nastoje utjecati na politiku i strategiju pametnom primjenom inteligentnih transportnih sustava [18].

Što se tiče ostatka svijeta, u Australiji, od 2000. godine, autoceste u Melbourneu su bile vrlo zagušene. Autocesta Monash je autocesta koja sadrži šest prometnih traka kojima prolazi više od 160.000 vozila dnevno, s 20% teretnih vozila, a autocesta je bila toliko zagušena da su ta razdoblja zagušenja trajala 3 do 8 sati dnevno. VicRoads su riješile ovaj problem tako što su iz inozemstva skupljali znanja o razumijevanju fizike suvremenog prometnog toka kao što su: teorija, upravljanje prometnim tokom te upravljanje priljevnim tokovima. Ta studija koju su oni proveli prepoznaje potrebu za:

- pristupom na razini upravljanja priljevnim tokovima koji bi pružio mogućnost koordinacije na rampi za uravnoteženje prometnog toka kroz prometnu mrežu;
- pristupom rješavanju problema uskih grla na autocestama povećavanjem raspoloživog kapaciteta autoceste u svim uvjetima opterećenja prometa i meteoroloških uvjeta;
- logikom kontrole koja podržava suvremenu teoriju prometnog toka.

Evaluacija provedbe na terenu gdje je implementiran *ramp metering* prikazuje značajna poboljšanja u protoku i brzini putovanja. U prijepodnevnim satima procjena je pokazala povećanje protoka od 4,7%, te povećanje prosječne brzine za 35%. U poslijepodnevnim satima, procjena je pokazala povećanje protoka od 8,4%, te povećanje prosječne brzine za 58,6% [19].

6. Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja u RH

Uvođenje stalne uspravne i tlocrtne signalizacije podrazumijeva plansko postavljanje prometnih znakova za vođenje prometnih tokova i postavljanje oznaka na kolniku u suglasju s postavljenom uspravnom signalizacijom. Takva prometna signalizacija vodi prometne tokove strogo definiranim pravilima prema željenim destinacijama. Od tih pravila se rijetko odstupa (samo u kratkim vremenskim razdobljima) i po točno utvrđenim pravilima, odnosno u vrijeme postavljanja privremene signalizacije.

Prometni planovi za uvođenje prometne signalizacije izrađuju se prema trenutačnim zahtjevima prometnih tokova. Jednostavniji prometni planovi izrađeni za manja mjesta (od tisuću do nekoliko tisuća stanovnika) često su dugotrajna rješenja, odnosno mijenjaju se vrlo rijetko, dok područja s većom urbanizacijom imaju i veće zahtjeve za promjenama i prometnim planovima, odnosno češći su i kompleksniji zahtjevi za promjenama uspravne i tlocrtne prometne signalizacije. Obavijesnu signalizaciju, kao stalnu signalizaciju koja se postavlja u manjim mjestima, moguće je, u većini slučajeva, postaviti na prometnicama u obliku putokaza i ploča za obavješćivanje.

Prostor za postavljanje takve signalizacije bitna je pretpostavka uspješnosti vođenja prometnih tokova, s obzirom na preglednost, odnosno vidljivost takvih znakova. Međutim, kada prostor uz prometnicu i na prometnici više nije dovoljan za prikazivanje svih potrebnih informacija koje prometni tok zahtijeva, problem postaje izražen, pa ga je potrebno rješavati drugim metodama.

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 PPZ-ove za dinamičko upravljanje prometnim tokovima.

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 cestovnih pravaca 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.



Slika 16. Prikaz PPZ-a na autocesti u Republici Hrvatskoj koji daje informaciju o meteorološkim uvjetima.

Izvor: http://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/

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. Dodatni ciljevi su: 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 [20].

6.1 Modernizacija autocesta u Republici Hrvatskoj primjenom telematičkih rješenja

Posljednji iskoraci u gradnji i modernizaciji autocesta i ostale prometne infrastrukture svrstavaju Republiku Hrvatsku u vrh u regiji po pitanju opremljenosti sustavima za upravljanje prometom na brzim autocestama i cestama, sustavima sigurnosti i zaštite na cestama i cestovnim građevinama (posebno u tunelima) i slično. Suvremene informacijsko-komunikacijske tehnologije koje su implementirane na svim hrvatskim autocestama i nekim brzim cestama od većeg značaja (Riječka i Splitska regija) omogućavaju daljnje pomake ka integraciji cestovne infrastrukture kao jednom od značajnih koraka u razvoju harmoniziranog upravljanja prometom u državi, regiji i šire.

S obzirom da je implementirana tehnologija u velikoj mjeri proizvod domaće industrije, jedan od kolateralnih učinaka izgradnje i modernizacije autocesta i ostale prometne infrastrukture je respektabilan rast malog i srednjeg poduzetništva u području opremanja cestovnom telematičkom opremom, a kroz: istraživanje i razvoj, projektiranje, proizvodnju, ugradnju, i održavanje telematičkih sustava različitih funkcija. Tu se naročito ističe tehnologija promjenjive prometne signalizacije te programski sustav za centralizirano

nadgledanje i upravljanje prometom koji su verificirani i priznati kao vrhunski proizvod ne samo u regiji, nego i šire na svjetskom tržištu. Pojedini hrvatski proizvođači, specijalizirali su se u isporuci kompletnih integriranih tehnoloških rješenja za napredno upravljanje prometom na autocestama, u tunelima i u gradovima. Uspješno su realizirani brojni projekti u Hrvatskoj, ali i u preko tridesetak zemalja u regiji i u svijetu [21].

Brojanje prometa omogućuje sustavno prikupljanje podataka o prometnom opterećenju i strukturi prometnoga toka (sastavu prometnog toka prema vrstama vozila) te o kolebanjima prometa u prostoru i vremenu na cestovnoj mreži. Temeljne informacije o prometu na cestama rezultat su analiza brojanjem prikupljenih i potom obrađenih podataka. Te su spoznaje nužan uvjet za izradu i provođenje djelotvorne prometne politike. Bez točno utvrđenih podataka o prometnim tokovima u cestovnoj mreži nemoguće je zamisliti gospodarski i tehnički racionalno gospodarenje cestovnim prometnim sustavom.

U protekla tri desetljeća stvoren je bogati fond podataka o prometnom opterećenju cestovne mreže Republike Hrvatske, posebno s automatskih brojila, što omogućuje raznovrsna istraživanja u području same metodologije i izrade prognostičkih modela, trendova prometa i tome slično. Od početka sustavnoga brojanja prometa u Republici Hrvatskoj neprekidno se radi na njegovu razvoju. Razvoj cestovnog i ukupnog prometnog sustava zahtijeva kvalitetne informacije o prometu, što nameće potrebu neprekidnog proširivanja i obogaćivanja sustava brojanja prometa.

Svrha sustava je kontinuirano prikupljanje podataka sa automatskih brojila prometa, obrada u središnjem centru te distribucija i prezentacija trenutnih i arhiviranih informacija korisnicima sustava. Sustav kroz integraciju prethodno navedenih modula omogućuje sljedeće funkcionalnosti:

- izvješćivanje o kvarovima i izvanrednim stanjima;
- analizu i izradu statističkih izračuna specifičnih za prometne tokove;
- pregled georeferenciranih podataka u stvarnom vremenu;
- prostorna analiza podataka;
- analiza međuzavisnosti prometnih tokova;

- konfiguracija i daljinsko upravljanje ovisno o korisničkim pravima [22].

6.2 Uloga informacijsko – komunikacijskih tehnologija u upravljanju prometom

Brzi razvoj telekomunikacijskih tehnologija s naglaskom na interoperabilnost, kontrolu nosioca, te multimedijske usluge temeljene na internetskom protokolu i lokacijskoj informaciji korisnika, bitno su promijenile tehnološka rješenja u prometu i transportu. Implementacijom infrastrukture za pružanje usluga nove generacije, telekom operatori su omogućili realizaciju novih inovativnih rješenja u području inteligentnih transportnih sustava. Ovakvim novim tehnološkim pristupom prometnim sustavima, riješen je jedan od glavnih problema upravljanja prometom i incidentima, a to je povećana sposobnost adaptivnog djelovanja u brzo promjenjivim uvjetima, pri čemu je potrebna stalna kontrola i obrada podataka u realnom vremenu i to na velikom geografskom području.

Osnovna svrha implementacije inteligentnog transportnog sustava je podići kvalitetu prometovanja i transporta, poboljšati iskustva vozača i putnika, poboljšati postupke vezane za putovanja ljudi, razmjenu dobara i usluga, te povećati sveukupnu prometnu informacijsku transparentnost. Stoga je glavni cilj izgradnje ITS-a, integracija sustava koji će poboljšati putovanja i prijevoz kroz učinkovitije i sigurnije kretanje ljudi, robe i informacija, uz veću mobilnost, veću učinkovitost goriva i manje zagađenje okoline, tj. sigurniji ekosistem u cijelosti. U skladu s glavnim ciljem mogu se definirati posebni ciljevi koji pobliže opisuju i pojašnjavaju širinu koju obuhvaćaju sustavi ITS: povećavanje radne učinkovitosti i kapaciteta transportnog sustava, povećanje mobilnosti osoba i robe, prevencija i smanjivanje nezgoda i šteta uzrokovanih transportom, smanjena potrošnja energije i dugoročno kontrolirana zaštita okoliša. Potrebno je također napomenuti da i postojeći prometni sustavi imaju određena svojstva inteligencije iz same logike, jer je i čovjek u pravilu dio tog sustava, ali inteligencija i komunikacija između vozila i objekata nisu kvalitetno umrežene i sustavno organizirane [23].

Tvrtka Ericsson Nikola Tesla naprednim rješenjima za prometne i automobilske sustave pruža učinkovit i pouzdan odgovor na izazove suvremenog prometa, kao što su učinkovito upravljanje i optimizacija prometa na svim razinama, sigurnost svih sudionika u prometu, upravljanje kriznim i incidentnim situacijama, multimodalni transport, energetska učinkovitost, zaštita okoliša i primjereno smanjenje emisije stakleničkih plinova.

Primjena kompanijskih ITS rješenja omogućuje nove funkcionalnosti inteligentnih transportnih sustava, kao što su:

- prometni informacijski sustavi;
- upravljačka, komunikacijska i nadzorna rješenja za cestovni, željeznički, pomorski i riječni promet;
- upravljanje prometom na različitim razinama (gradski, auto-ceste, nacionalni);
- upravljanje prometom u incidentnim situacijama;
- upravljanje sustavima javnog gradskog prijevoza;
- napredna rješenja za povećanje energetske učinkovitosti i propusnosti prometnica te smanjenje onečišćenja i emisija stakleničkih plinova;
- napredna rješenja za komunikaciju vozila s vozilom i vozila s infrastrukturom [24].

Strategijskim programom, temeljem analize postojećeg stanja ITS-a, treba procijeniti efektivnu potražnju ITS usluga te prikupiti informacije o tehničko-tehnološkim mogućnostima razvoja ITS-a. Temeljem toga, u programu se predlažu strategijski pristup, preporuke, mjere i akcije. Kao važni *outputi* strategijskog programa mogu izaći operativni prijedlozi pokretanja projekata, kao što je projekt nacionalne arhitekture ITS-a. Strategijski program i prometna politika međusobno se prožimaju i dopunjuju. Strategijski programi razvoja ITS-a u više zemalja (uključujući Republiku Hrvatsku) moraju se izvoditi iz strategijskih analiza prilagođenih konkretnom kontekstu te iz zajedničkih smjernica postavljenih na razini Europske Unije odnosno općih (svjetskih) ITS smjernica.

U Republici Hrvatskoj definiran je strategijski program razvoja ITS-a, i ono što neposredno slijedi je razvoj nacionalne (fizičke, logičke i institucionalne) arhitekture ITS-a. Česta je praksa provođenja izoliranih projekata cestovne telematike ili začetaka ITS-a, kao

što je sustav elektroničke naplate cestarine, rutiranje, uvođenje smart-kartica, i slično. Efektivniji pristup znači postavljanje nacionalnoga strategijskog programa i prometne politike iz kojih se izvode usklađeni projekti ITS kompatibilne prometne infrastrukture i drugih ITS projekata s privatnim i javnim partnerstvom (engl. private and public partnership). Nacionalna ITS arhitektura treba biti prilagođena konkretnom kontekstu i usklađena sa širim predlošcima razvoja ITS-a. Da bi se ostvario ključni zahtjev integracije različitih ITS aplikacija, nužno je temeljito razumjeti i precizno razraditi kriterije za postizanje interoperabilnosti.

Načelno, mogu se utvrditi četiri glavna (različita) aspekta ITS interoperabilnosti:

- tehnička interoperabilnost;
- funkcionalna (logička) interoperabilnost;
- institucionalna interoperabilnost;
- legislativne mjere za interoperabilnost [6].

6.3 Značaj hrvatskih autocesta i njihova tehnička opremljenost

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 Tunnel Assessment Programme) 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 Europske 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 slično. U slučaju da postoje i tuneli na nadziranoj dionici, dodaju se i sljedeći podsustavi: podsustav za daljinsko upravljanje i kontrolu energetskih postrojenja, podsustavi upravljanja ventilacijom te nadzor i upravljanje ostalih sustava koji se ugrađuju u tunel [21].

7. Zaključak

Cilj ovog završnog rada bio je prikazati kako su napredna telematička rješenja implementirana na autocestama, te prikazati njihovu svrhu. Telematička rješenja, koja kao dio područja inteligentnih transportnih sustava funkcioniraju na način da pružaju potporu vozačima, putnicima odnosno korisnicima prometnice, vrlo su značajna u vidu povećanja sigurnosti na autocesti. Sustavi i aplikacije koje se objedinjuju u područje informiranja putnika imaju značajnu ulogu zbog toga što im je cilj dati kvalitetne i ažurne podatke prije odlaska na putovanja ili na samom putovanju, a to utječe na promjenu rute ili moda na način da vozač koji je prometovao automobilom, može na temelju putnih informacija promijeniti mod te dalje nastaviti put trajektom, vlakom ili javnim prijevozom.

Ramp metering i *speed limit control* su suvremena napredna telematička rješenja koja daju informacije o meteorološkim uvjetima (kiša, led, snijeg, tuča), stanju na kolniku (debljina vodenog sloja, snježnih padalina), prometnim parametrima (zagušenje, prometna nezgoda, radovi na cesti), te uvelike utječu na odluke vozača o načinu putovanja, ali isto tako i utječu na odgovornost vozača koji trebaju poštivati upozorenja koja su dana od strane telematičkih tehnologija.

Sustav *ramp meteringa* uvelike je smanjio gužve u cilju regulacije broja vozila koja ulaze ili izlaze sa autoceste. Vozila koja ulaze na autocestu sa prilaznice moraju poštovati naredbe semafora na kojem su postavljena dva signala, crveno i zeleno svjetlo, a na taj način su omogućena propuštanja jednog ili dva vozila po prometnoj traci, ovisno o broju traka prometnice, u određenom vremenskom intervalu. Cilj sustava jest reducirati prometno zagušenje, te na taj način povećati protočnost autoceste.

Speed limit control su sustavi koji prikazuju željenu brzinu vozila, kao savjet ili upozorenje vozačima da se pridržavaju ograničenja brzine s obzirom na cestovne i meteorološke uvjete i parametre. Neodgovornost vozača, odnosno nepoštivanje ograničenja brzine je glavni razlog incidentnih situacija koje se događaju u cijelom svijetu, te se upravo zbog toga stavlja najveća težina na ovaj sustav, zbog toga što on sadrži najbitniji cilj svakog vozača, a to je sigurno prometovati prometnicom. Bez ovog zadovoljenog uvjeta, cestovni prometni sustav ne bi bio ono što danas jest, a to je kooperativni koncept u kojem su

integrirana mnoga ITS rješenja u cilju reduciranja neželjenih posljedica kao što su: smanjenje buke, smanjenje onečišćenja okoliša, reduciranje stresnih situacija i slično. Autoceste, iako su danas vrlo moderne, poglavito u Republici Hrvatskoj, predmet su prikazivanja događanja teških incidentnih situacija, a iz tog razloga uvedene su moderne tehnologije, između ostalih i *speed limit control,* čijom se provedbom znatno harmonizirao promet na autocestama.

Glavni ciljevi su: sigurnost, učinkovitost i zaštita okoliša. Implementirani su diljem Europe, najviše na autocestama te raskrižjima gdje se sučeljavaju različiti modovi prometa te alternativne rute. Takvi sustavi najčešće su prilagođeni meteorološkim uvjetima, pa se na temelju toga određuje brzina kojom će vozila prometovati na autocesti. Sustavi se u velikoj mjeri koriste u Ujedinjenom Kraljevstvu, Austriji, Njemačkoj, Sjedinjenim Američkim Državama, ali i u Republici Hrvatskoj, gdje je poznato da autoceste, a pogotovo tuneli, imaju visok stupanj opremljenosti varijabilnim ograničenjima brzine, ali i ostalim naprednim telematičkim rješenjima.

Isto tako, informacijske i komunikacijske tehnologije kao što su videonadzor, videodetekcija, sustav daljinskog upravljanja te prometni informacijski sustavi imaju veliku ulogu u upravljanju prometom na autocestama, a sve se to provodi u centrima za održavanje i kontrolu prometa.

Napredna telematička rješenja danas su implementirana u cijelom svijetu, sa ciljem harmonizacije prometnih tokova, ali i modernizacije čitavog prometnog sustava. Iz godine u godinu, razni projekti, čija se svrha temelji na što boljoj modernizaciji autocesta, ali i inovativnim telematičkim rješenjima koja trebaju biti integrirana, rezultat su odlične informiranosti vozača o stanju na autocestama.

Literatura

[1] Bošnjak, I.: Inteligentni transportni sustavi 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

[2] Naputak o prometno – tehničkim pravilima i uvjetima za daljinsko usmjeravanje i vođenje prometa na državnim cestama, članak 2., Narodne novine, broj 54/03

[3] Cooperative Urban Mobility, Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems (CVIS)

[4] Strategies for Improved Traveler Information MULTISYSTEMS, INC. Cambridge, MA

[5] Hrvatske autoceste

[6] Bošnjak, I.: Razvoj inteligentnih transportnih sustava

[7] ITS Handbook 2000, Recommendations from the World Road Association (PIARC)

[8] Traffic Engineering, Fourth edition, Roger P. Roess, Elena S. Prassas, William R. McShane

[9] Ramp metering in caltrans district 7 (Los Angeles and Ventura counties)

[10] http://www.festivalznanosti.hr/2014/grad/zagreb/prometni-paradoksi

[11] Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. – 2020. godine

[12] Traffic Management Services, Variable speed limits, Deployment Guideline TMS-DG02, VERSION 02-00-00, DECEMBER 2012

[13] Variable Speed Limits: Conceptual Design for Queensland Practice, Rui Jiang, Edward Chung, Jinwoo (Brian) Lee

[14] https://hr.wikipedia.org/wiki/GPRS

[15] https://hr.wikipedia.org/wiki/Dlanovnik

[16] http://www.safespot-eu.org/vision.html

[17] http://www.heero-pilot.eu/view/hr/ecall.html;jsessionid=4A737C21487F9895CF65F61F455F6C0D

[18] http://www.arup.com/Services/Intelligent_Transport_Solutions_ITS.aspx

[19] HERO Coordinated Ramp Metering Implemented at the Monash Freeway, Ioannis Papamichail, Elias Kosmatopoulos, Markos Papageorgio, Ioannis Chrysoulakis, John Gaffney and Vincent Vong

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

[21] Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine.

[22] http://led-elektronika.hr/proizvodi/softver/prometni-sustavi/

[23] Kljaić Z., Ivković V., Inteligentni Transportni Sustavi – novo poglavlje telekom industrije

[24] http://www.ericsson.hr/napredna-rjesenja-u-prometu

Popis kratica

COKP – centar za održavanje i kontrolu prometa

CVIS – (Cooperative Vehicle – Infrasructure System) – kooperativni sustav vozilo – infrastruktura

EU – Europska Unija

EUROTAP – (European Tunnel Assessment Programme) – istraživački projekt o sigurnosti tunela

GPRS - (General Packet Radio Service) - paketna, bežična podatkovna komunikacijska usluga

GPS – (Global Positioning System) – globalni pozicijski sustav

GSM – (Global System of Mobile) - globalni sustav pokretnih komunikacija

ISDN – (Integrated Services Digital Network) – digitalna telefonska tehnologija

ISO – (International Organization for Standardization) – međunarodna organizacija za standardizaciju

ITS – (Intelligent transportation systems) – inteligentni transportni sustavi

PDA – (Personal Digital Assistant) – osobni digitalni pomoćnik

PIS – prometno - informacijski sustavi

PPZ – promjenjivi prometni znakovi

PTI – (Pre – Trip Information) – predputno informiranje

RDS – (Radio Data System) – radiopodatkovni sustav

RTT – (Round Trip Time) – ukupno vrijeme putovanja

SE – (Speed Limit Enforcement) - provedba ograničenja brzine

TCC – (Traffic Control Centre) – prometni kontrolni centar

TDMA – (Time Division Multiple Access) – višestruki vremenski pristup

TEN – T – transeuropska transportna mreža

TMC – (Traffic Management Centre) – centar za upravljanje prometom

TTI – (Transit Traveler Information) – promjenjive putne informacije

VMS – (Variable Messages Signing) – promjenjiva prometna signalizacija

VSL – (Variable Speed Limits) – varijabilno ograničenje brzine

Popis slika

Slika 1. Prikaz displeja koji daje informaciju o vremenu čekanja do dolaska vozila javnog gradskog prijevoza na postaju.

Slika 2. Prikaz komunikacije između infrastrukture i vozila.

Slika 3. Prikaz TTI sustava koji pravovremeno obavještava korisnika o udaljenosti do odredišta, dolasku na odredište te trenutnu brzinu.

Slika 4. Prikaz prostorije Centra za održavanje i kontrolu prometa koja prati stanje na autocestama i tunelima.

Slika 5. Prikaz ramp metering sustava implementiranog u Njemačkoj.

Slika 6. Prikaz speed limit control sustava u Ujedinjenom Kraljevstvu.

Slika 7. Prikaz glavnih ciljeva VSL-a: sigurnost, učinkovitost i zaštita okoliša.

Slika 8. Prikaz VSL sustava implementiranog u Ujedinjenom Kraljevstvu.

Slika 9. Primjer austrijskog sustava kontrole linija s varijabilnim ograničenjima brzine i znakovima upozorenja na zajedničkoj lanterni.

Slika 10. Primjer VSL-a koji kontrolira vremenske uvjete u situacijama snježnih i suhih meteoroloških uvjeta.

Slika 11. Prikaz VSL-a na raskrižju te postavljanje detektora na sporednim cestama.

Slika 12. Preporučeni način za smanjenje ograničenja brzine.

Slika 13. Prikaz svijetlećeg panela u New Jerseyu (Sjedinjene Američke Države) sa putnom informacijom o smanjenju brzine zbog radova na cesti.

Slika 14. Prikaz PDA uređaja sa potrebnim putnim informacijama.

Slika 15. Prikaz ePoziva i interakcije između vozila ili korisnika sa odgovarajućom institucijom.

Slika 16. Prikaz PPZ-a na autocesti u Republici Hrvatskoj koji daje informaciju o meteorološkim uvjetima.

Popis grafikona

Grafikon 1: Prikaz korisničkog korištenja informatičke i komunikacijske tehnologije u svrhu predputnog informiranja.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

METAPODACI

Naslov rada: Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama

Autor: Josip Dankić
Mentor: dr. sc. Miroslav Vujić

Naslov na drugom jeziku (engleski):
Possibilities for Advanced Telematics System Implementation on Highways

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Edouard Ivanjko, predsjednik
- dr. sc. Miroslav Vujić, mentor
- dr. sc. Luka Novačko, član
- izv. prof. dr. sc. Sadko Mandžuka, zamjena

Ustanova koja je dodjelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
Zavod: Zavod za inteligentne transportne sustave
Vrsta studija: sveučilišni
Naziv studijskog programa: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Stupanj: preddiplomski
Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.
Datum obrane završnog rada: **rujan, 2015.**

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 **Mogućnost implementacije naprednih telematičkih rješenja na autocestama**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 16.7.2015.

(potpis)