

# Inteligentni transportni sustavi u funkciji poštivanja prometnih propisa

---

**Vrbanić, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:119:363098>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Filip Vrbanić**

**INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U FUNKCIJI**  
**POŠTIVANJA PROMETNIH PROPISA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2017.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U FUNKCIJI  
POŠTIVANJA PROMETNIH PROPISA**

**INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS IN  
FUNCTION OF OBEYING TRAFFIC LAWS**

Mentor: dr. sc. Pero Škorput

Student: Filip Vrbanić, 0036472710

Zagreb, rujan 2017.

# **INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U FUNKCIJI POŠTIVANJA PROMETNIH PROPISA**

## **SAŽETAK**

Smanjenje stope smrtno stradalih osoba, i ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama jedna je od glavnih prioriteta kod implementacije inteligentnih transportnih sustava u funkciji poštivanja prometnih propisa. Postojeći sustavi kao što su; Radar, LIDAR, ANPR, promjenjivi znakovi ograničenja brzine, sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo te inteligentni sustav pomoći za poštivanje ograničenja brzine implementirani su u svrhu poboljšanja sigurnosti u cestovnom prometu. U ovom radu su analizirani statistički podaci smanjenja stope nesreća, te način rada navedenih sustava.

**KLJUČNE RIJEČI:** Radar; LIDAR; ANPR; promjenjivi znakovi ograničenja brzine; sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo; inteligentni sustav pomoći za poštivanje ograničenja brzine

# **INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS IN FUNCTION OF OBEYING TRAFFIC LAWS**

## **SUMMARY**

Reducing the rate of fatalities and injured people in traffic accidents is one of the main priorities for implementation of intelligent transport systems in the function of obeying traffic laws. Existing systems such as; Radar, LIDAR, ANPR, variable speed limit signs, red light passing recognition system and intelligent speed limitation aid system have been implemented to improve road safety. This paper analyzes statistical data on accident rate reduction and the way that above mentioned systems work.

**KEY WORDS:** Radar; LIDAR; ANPR; Variable speed limit signs; Vehicle passing recognition system to red light; intelligent speed limitation aid system

## SADRŽAJ

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                                                                               | 1  |
| 2. ZAKONSKA REGULATIVA IZ PODRUČJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....                                                        | 2  |
| 3. PREGLED EUROPSKIH DIREKTIVA I BITNIH PROJEKATA U PODRUČJU RAZVOJA SUSTAVA<br>NADZORA POŠTIVANJA PROMETNE REGULATIVE..... | 6  |
| 3.1. Pregled direktiva Europske unije.....                                                                                  | 6  |
| 3.2. ERTICO – ITS Europe .....                                                                                              | 10 |
| 4. PREGLED ITS TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI POŠTIVANJA PROMETNIH PROPISA.....                                                     | 13 |
| 4.1. Detekcijski sustavi u inteligentnim transportnim sustavima .....                                                       | 13 |
| 4.1.1. Induktivna petlja.....                                                                                               | 13 |
| 4.1.2. Video detekcija .....                                                                                                | 13 |
| 4.1.3. Bluetooth detekcija .....                                                                                            | 15 |
| 4.1.4. Audio detekcija.....                                                                                                 | 16 |
| 4.2. Sustavi nadzora poštivanja prometnih propisa .....                                                                     | 17 |
| 4.2.1. Radar i LIDAR kamere za mjerenje brzine vozila .....                                                                 | 18 |
| 4.2.2. Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka ANPR.....                                                     | 21 |
| 4.2.3. Promjenjivi znakovi ograničenja brzine.....                                                                          | 23 |
| 4.2.4. Sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo.....                                                          | 25 |
| 4.2.5. Inteligentni sustav pomoći za poštivanje ograničenja brzine .....                                                    | 27 |
| 5. ANALIZA SLUČAJA .....                                                                                                    | 29 |
| 5.1. Analiza korištenja sustava u državama Europske Unije .....                                                             | 29 |
| 5.2. Analiza korištenja sustava u Republici Hrvatskoj .....                                                                 | 37 |
| 6. ZAKLJUČAK.....                                                                                                           | 39 |
| Literatura .....                                                                                                            | 41 |

## 1. UVOD

U modernom dobu današnjeg svijeta javlja se sve veći broj motornih vozila, samim tim i broj smrtno stradalih osoba kao posljedica nepoštivanja prometnih propisa u cestovnom prometu. Razvojem tehnike i tehnologije te modernizacijom postojeće prometne infrastrukture, odnosno implementacijom naprednih inteligentnih transportnih sustava nastoji se smanjiti smrtnost na cestama, te upozoriti vozače da poštuju prometne propise u svrhu njihove sigurnosti, i sigurnosti svih ostalih sudionika prometa. Inteligentni transportni sustavi su upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadgradnja klasičnog sustava prometa, te konkretno u području poštivanja prometnih propisa imaju veliku ulogu. Kroz ovaj završni rad biti će, prije svega prikazan zakon o sigurnosti prometa na cestama, zatim europske direktive u području razvoja i implementacije inteligentnih transportnih sustava, nadalje će biti prikazani sustavi koji postoje u području poštivanja prometnih propisa, te koji se od njih trenutno koriste u Republici Hrvatskoj te u državama Europske unije.

Naslov završnog rada je: Inteligentni transportni sustavi u funkciji poštivanja prometnih propisa. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Zakonska regulativa s područja sigurnosti cestovnog prometa
3. Pregled Europskih direktiva u području razvoja sustava nadzora poštivanja prometne regulative
4. Pregled ITS tehnologija u svrhu poštivanja prometnih propisa
5. Analiza slučaja
6. Zaključak

U drugom poglavlju izvučene su najvažnije stavke zakona o sigurnosti prometa na cestama, te zakonske regulative kod slučaja nepoštivanja prometnih propisa.

Treće poglavlje prikazuje Europske direktive u području razvoja sustava gdje su prikazane stavke u kojima se nastoji usmjeriti i standardizirati sustave, kako bi bili jednostavniji za implementaciju.

Četvrto poglavlje sadrži načine komunikacije its sustava, te su opisani; RADAR i Lidar sustavi, sustav prolaska vozila na crveno svjetlo, ANPR sustav te promjenjivi prometni znakovi.

U petom poglavlju prikazani su implementirani sustavi u nekim državama ili gradovima, te statistički podaci o smanjenju broja nesreća, ozlijeđenih osoba te smrtno stradalih osoba.

## **2. ZAKONSKA REGULATIVA IZ PODRUČJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA**

Zakon o sigurnosti prometa na cestama govori da se ovim Zakonom utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanje sudionika i drugih subjekata u prometu na cesti, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i uvjeti za stjecanje prava na upravljanje vozilima, vuča vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati vozila u prometu na cestama. Prometom na cesti, prema ovom Zakonu, podrazumijeva se promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim cestama i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet [1].

U Zakonu jasno je definirano da su sudionici u prometu dužni postupati u skladu sa znakovima i naredbama ovlaštenih osoba, propisima o prometnim pravilima te prometnim znakovima postavljenim na cesti. Stavka 2. Definira da su sudionici u prometu dužni postupati u skladu s prometnim znakovima postavljenim na cesti i kad time odstupaju od propisa o prometnim pravilima. Sudionici u prometu dužni su postupati prema značenju prometnih svjetala i kad se to značenje razlikuje od pravila o prednosti prolaska izraženom na istom mjestu drugim prometnim znakom. Sudionici u prometu dužni su postupati i prema zahtjevima izraženim pomoću znakova ili po naredbama što ih daju ovlaštene osobe i kad time odstupaju od propisanih prometnih pravila ili značenja prometnih znakova postavljenih na cesti i značenja prometnih svjetala [1].

Navedeno je kako je vozač dužan vozilo držati na takvoj udaljenosti od drugih vozila u prometu da, s obzirom na brzinu kretanja vozila i druge okolnosti prometa, ne izazove opasnost i ne ometa druge vozače [1].

U Zakonu također piše kako je vozač dužan brzinu kretanja vozila prilagoditi osobinama i stanju ceste, vidljivosti, preglednosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta te gustoći prometa tako da vozilo može pravodobno zaustaviti pred svakom zaprekom koju, u konkretnim uvjetima, može predvidjeti, odnosno da može pravodobno postupiti prema prometnom pravilu ili znaku. Isto tako vozač ne smije bez opravdanih razloga voziti tako sporo da bitno usporava prometni tok ili ugrožava druge sudionike u prometu. Kada se iza vozila koje se kreće brzinom koja je manja od najveće dopuštene brzine na cesti, ili dijelu ceste po kojoj se kreće, ili manja od brzine prometnog toka vozila u prometu na tom dijelu

ceste, nakupi kolona vozila koja ga ne mogu sigurno preteći, vozilo se mora na prvom pogodnom mjestu isključiti iz prometa i propustiti kolonu vozila iza sebe. Kada je brzina kretanja vozila iz prethodnog stavka manja od polovice najveće dozvoljene brzine na cesti ili dijelu ceste, vozač takvog vozila mora uključiti sve pokazivače smjera, osim kada koristi žuto rotacijsko svjetlo. Brzina kretanja vozila na cesti uz normalne prometne uvjete ne smije se ograničiti ispod 40 km na sat. Novčanom kaznom u iznosu od 500,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji brzinu kretanja svog vozila ne prilagodi osobinama i stanju ceste i drugim uvjetima ili ako postupi suprotno odredbama stavka 1. i 2. ovoga članka. Novčanom kaznom u iznosu od 300,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač ako postupi suprotno odredbi stavka 3. ovoga članka [1].

Nadalje Zakon definira kako vozač ne smije mijenjati način upravljanja vozilom naglim smanjenjem brzine kretanja vozila, osim u slučaju neposredne opasnosti. Vozač koji namjerava znatnije smanjiti brzinu kretanja vozila ili ga zaustaviti, dužan je to učiniti, osim u slučaju neposredne opasnosti, na način kojim neće ugroziti ili u većoj mjeri ometati druge vozače koji se kreću iza njega, a i te vozače o svojoj namjeri, uz obvezu iz članka 44. ovoga Zakona, upozoriti i uključivanjem stop svjetla, svih pokazivača smjera ili davanjem odgovarajućeg znaka rukom. Vozač ne smije ni naglo povećavati brzinu, odnosno kretati iz mjesta, osim u slučaju opasnosti, postižući pritom gornju granicu dopuštenog broja okretaja motora ili na takav način da dolazi do proklizavanja kotača ili upravljati mopedom ili motociklom na jednom kotaču ili motornim triciklom, četverociklom ili lakim četverociklom na dva kotača. Novčanom kaznom u iznosu od 1.000,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač ako postupi suprotno odredbama ovoga članka [1].

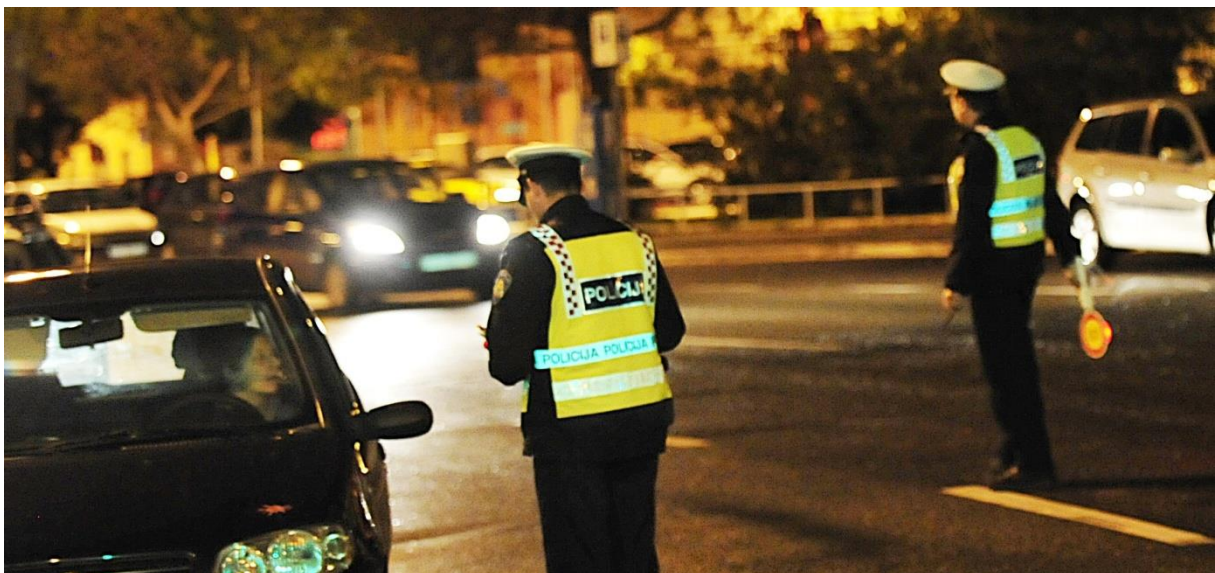
Bitno je navesti kako na cesti u naselju vozač se ne smije vozilom kretati brzinom većom od 50 km na sat, odnosno brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom za cijelo naselje ili njegov dio. Iznimno od odredbe stavka 1. ovoga članka, na cesti u naselju čiji prometno-tehnički i sigurnosni elementi to omogućuju (npr. pješački podhodnici i nadhodnici, dodatne trake za lijevo, odnosno desno skretanje, upravljanje na raskrižjima uređajima za davanje znakova prometnim svjetlima i sl.) može se prometnim znakom dopustiti kretanje vozilom i brzinom većom od 50 km na sat, a najviše do 80 km na sat. Novčanom kaznom u iznosu od 5.000,00 do 15.000,00 kuna ili kaznom zatvora u trajanju do 60 dana kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom u naselju kreće brzinom koja je za više od 50 km na sat veća od dopuštene ili prometnim znakom ograničene brzine. Novčanom kaznom u iznosu od 2.000,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom u naselju kreće brzinom koja je za više od 30 do 50 km na sat veća od dopuštene ili prometnim znakom



ograničene brzine. Novčanom kaznom u iznosu od 1.000,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom u naselju kreće brzinom koja je za više od 20 do 30 km na sat veća od dopuštene ili prometnim znakom ograničene brzine. Novčanom kaznom u iznosu od 500,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom na cesti u naselju kreće brzinom koja je za više od 10 do 20 km na sat veća od dopuštene ili prometnim znakom ograničene brzine. Novčanom kaznom u iznosu od 300,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom na cesti u naselju kreće brzinom koja je do 10 km na sat veća od dopuštene ili prometnim znakom ograničene brzine [1].

Što se tiče prometa na raskrižju i na drugom mjestu na kojem se upravlja prometom uređajima za davanje znakova prometnim svjetlima (semaforima ili drugim uređajima), prometna svjetla za sudionike u prometu znače:

- 1) crveno svjetlo – zabranu prolaska,
- 2) zeleno svjetlo – slobodan prolazak,
- 3) žuto svjetlo – upaljeno samostalno, znači da vozilo ne smije prijeći crtu zaustavljanja niti smije ući u raskrižje, ako se u trenutku kad se žuto svjetlo pojavi, nalazi na takvoj udaljenosti od prometnog svjetla da se može na siguran način zaustaviti. Novčanom kaznom u iznosu od 2.000,00 do 5.000,00 kuna kaznit će se za prekršaj vozač koji, na mjestu na kojem se promet upravlja uređajem za davanje znakova prometnim svjetlima, ne zaustavi svoje vozilo na znak crvenog svjetla [1].



Slika 1: Policija u postupku kontrole poštivanja prometnih propisa

Na slici 1 prikazan je slučaj kada policija reagira na prekršaj prebrze brzine vožnje. Nakon što policijski službenik zabilježi prekoračenje brzine, slijedi zaustavljanje vozača i gore zakonom propisana kazna ovisno o iznosu prekoračenja brzine te mjestu na kojem se prekršaj desio. Ovakav način provjere prekoračenja brzine je nasumičan i ne kontinuiran za razliku od implementiranih sustava koji su uvijek u funkciji. Policija pri zaustavljanju vozila osim standardne vozačke i prometne dozvole kontrolira i aktivnost u vozilu, pošto ljudi koji nešto skrivaju u vozilu (npr. oružje, droga) se često osvrću. Isto tako kontrolira se i nedostatak naljepnica o redovitom tehničkom pregledu. Nešto što i nije poznato ljudima je to da policija isto kontrolira i čistoću vjetrobranskog stakla kako bi provjerila vidljivost vozača iz vozila, te ako je ono prljavo također je moguće dobiti kaznu. Policija može zamijetiti isto da nakon što vozač preda vozačku dozvolu ponovo gleda u novčanik, što u pravilu rade osobe pod utjecajem alkohola.

### **3. PREGLED EUROPSKIH DIREKTIVA I BITNIH PROJEKATA U PODRUČJU RAZVOJA SUSTAVA NADZORA POŠTIVANJA PROMETNE REGULATIVE**

#### **3.1. Pregled direktiva Europske unije**

Europski Parlament, 7. Srpnja 2010. Godine, izdaje dokument pod nazivom, Europska direktiva 2010/40/EU, koji se odnosi na razvoj inteligentnih transportnih sustava u području cestovnog prometa i transporta, te spajanja sa ostalim modalitetima prometa i transporta. Država članica mora podnijeti potrebne mjere kako bi osigurala specifikacije prihvaćene od strane Komisije, te koje se primjenjuju na ITS aplikacije i servise, pri razvoju, u skladu sa principima ugovora II. To je pravo svake države članice da odluči o vlastitom razvoju takvih aplikacija i servisa. Države članice će ujedno i uložiti napore u suradivanju na područjima sa prednošću razvoja. Europska komisija će prvotno usvojiti specifikacije potrebne kako bi se osigurala kompatibilnost, interoperabilnost i kontinuitet u razvoju i operativnom korištenju ITS-a za prioritetne akcije. Najmanje 12 mjeseci nakon usvajanja neophodnih specifikacija prioritetnih akcija, Komisija će predstaviti prijedlog Europskom Parlamentu. Nakon donošenja potrebnih specifikacija za prioritetne akcije, Komisija će usvojiti specifikacije koje će osigurati kompatibilnost, interoperabilnost i kontinuitet za implementaciju i operativnu uporabu ITS-a za druge aktivnosti u prioritetnim područjima. Kada je to relevantno i ovisno o području obuhvaćenom specifikacijom, specifikacija mora sadržavati jednu ili više sljedećih vrsta odredbi: (A) funkcionalne odredbe koje opisuju uloge različitih zainteresiranih strana i tok informacija između njih.

(B) tehničke odredbe koje osiguravaju tehnička sredstva za ispunjavanje funkcionalnih odredbi.

(C) organizacijske odredbe koje opisuju proceduralne obveze različitih dionika;

(D) odredbe o uslugama koje opisuju različite razine usluga i njihov sadržaj za ITS aplikacije i usluge.

Ne dovodeći u pitanje postupke u skladu s Direktivom 98/34 / EEZ, specifikacije će prema potrebi odrediti uvjete u kojima države članice mogu, nakon obavijesti Komisiji, utvrditi dodatna pravila za pružanje ITS usluga na cijelom teritoriju ili dijelu teritorija, pod uvjetom da ta pravila ne ometaju interoperabilnost. Specifikacije će se prema potrebi temeljiti na svim standardima. Tehničke specifikacije, prema potrebi, predviđaju procjenu sukladnosti u skladu s Odlukom br. 768/2008 / EZ. Komisija provodi procjenu utjecaja, uključujući analizu troškova i koristi prije donošenja specifikacija. Potrebni standardi za osiguranje

interoperabilnosti, kompatibilnosti i kontinuiteta za implementaciju i operativnu upotrebu ITS-a razvijaju se u prioritetnim područjima i prioritetnim aktivnostima. U tu svrhu, Komisija, nakon savjetovanja s Odborom, zatražit će od mjerodavnih tijela za normizaciju u skladu s postupkom utvrđenim u Direktivi 98/34 / EZ kako bi poduzeli sve potrebne napore kako bi brzo usvojili te standarde. Neobvezujuće mjere Komisija može usvojiti smjernice i druge neobvezujuće mjere kako bi se olakšala suradnja država članica koja se odnose na prioritetna područja u skladu s savjetodavnim postupkom. Države članice dužne su osigurati da obrada osobnih podataka u kontekstu poslovanja ITS aplikacija i usluga bude provedena u skladu s pravilima Unije koja štiti temeljna prava i slobode. Osobito Direktive 95/46 / EZ i Direktive 2002/58 / EZ. Države članice posebno će osigurati da se osobni podaci zaštite od zlouporabe, uključujući nezakonit pristup, izmjenu ili gubitak. Kako bi se osigurala privatnost, poticat će se korištenje anonimnih podataka, po potrebi, za obavljanje ITS aplikacija i usluga. Ne dovodeći u pitanje Direktivu 95/46 / EZ, osobni se podaci obrađuju samo ukoliko je takva obrada neophodna za obavljanje ITS aplikacija i usluga. Što se tiče primjene Direktive 95/46 / EZ, a posebice kada su uključene posebne kategorije osobnih podataka, države članice će također osigurati poštivanje odredbi o suglasnosti za obradu takvih osobnih podataka. Pravila o odgovornosti Države članice osiguravaju da se pitanja vezana uz odgovornost, u vezi s postavljanjem i korištenjem ITS aplikacija i usluga navedenih u specifikacijama donesenim u skladu s člankom 6., rješavaju u skladu s pravom Unije, uključujući posebno Direktivu Vijeća 85 / 374 / EEZ od 25. srpnja 1985. o usklađivanju zakona, propisa i administrativnih odredaba država članica o odgovornosti za neispravne proizvode, kao i odgovarajuće nacionalno zakonodavstvo [2].

Svake godine velik broj ljudi pogiba u prometnim nesrećama na cestama europske unije. Glavni uzroci nesreća sa smrtonosnim posljedicama su prebrza vožnja, vožnja pod utjecajem alkohola te neupotrebljavanje sigurnosnog pojasa. Smanjenjem tih uzroka smrtonosnih nesreća postiže se smanjenje za 50% nesreća sa smrtonosnim posljedicama.

Prema istraživanjima koja su provedena, došli smo do zaključka kako je provedba zakona bitan faktor u sprečavanju nepoštivanja prometnih propisa, i time smanjenjem nesreća. Područja kao prebrza vožnja, vožnja u pijanom stanju, te nekorištenje sigurnosnih pojaseva vrlo detaljno su analizirani i dokumentirani u nekoliko istraživačkih i studijskih projekata koji pružaju informacije o tome koji je najbolji način provedbe zakona o prekršajima. Najbolji načini provedbe zakona s obzirom na prebrzu vožnju su; korištenje automatiziranih sustava praćenja brzine vozila, praćeno sa procedurama koje imaju potreban kapacitet da obrade velik broj prekršaja. Kod prekršaja vožnje u pijanom stanju provode se nasumična testiranja te će se

koristiti uređaj za mjerenje razine alkohola sa prikazom razine alkohola. Što se tiče korištenja sigurnosnih pojaseva, provode se nasumične kontrole je li vozač i ostali putnici vezani u vozilu. Iz znanstvenih izvora potvrđeno je kako su provedbe prometno zakonskih akcija optimalno učinkovite ako se provode u kombinaciji sa informiranjem i podizanjem svijesti javnosti iz kojeg razloga se one provode [3].

Radi učinkovitijeg planiranja mjera koje treba poduzeti, države članice europske unije trebaju uspostaviti nacionalni plan provedbe koji bi trebali evaluirati redovito te po potrebi izvršiti potrebne prilagodbe. Države članice trebaju primjenjivati opću politiku da su prekršaji učinkovito sankcionirani, a ne da prekršaje riješe samo sa upozorenjem vozaču. Isto tako treba kazniti službenu osobu koja se usprotivi provoditi ovakve mjere kažnjavanja vozača. No u nekim slučajevima preporuča se i korištenje mjere s mogućnosti ispravljanja ponašanja određenog vozača zajedno sa kaznom ili samo upozorenjem, kao na primjer kada pojedinac ima problem s ovisnosti o alkoholu. Kako bi se omogućilo učinkovito sankcioniranje u slučaju ozbiljnih i / ili ponovljenih prekršaja počinjenih van države gdje je vozilo registrirano, potrebno je koristiti mehanizam za prekograničnu provedbu zakona [3].

Što se tiče provođenja zakona prekršaja brzine države članice moraju;

- a) Napraviti popis svih cestovnih pravaca na kojima ponašanje vozača nije u skladu s maksimalnom dozvoljenom brzinom, te gdje takav akt rezultira povećanjem rizika od prometne nesreće. Taj popis uključuje odgovarajuće visokorizične cestovne dionice kako je definirano u Direktivi o postavljanju nacionalnih smjernica za sigurnost cestovne infrastrukture i njihovo provođenje na transeuropskoj mreži.
- b) Planirati primjenu automatizirane opreme za praćenje prekršaja ograničenja brzine na dionice cesta te će sadržavati informacije o datumima kada će započeti upotreba takve opreme, te datum kada će sve ključne dionice cesta biti pokrivena tom opremom.

Što se tiče planiranja nasumičnog alkotesta države članice trebaju;

- a) Napraviti općeniti opis mjesta i vremena kada se redovito pojavljuje nepoštivanje maksimalne dozvoljene razine alkohola u krvi te gdje to dovodi do povećanog rizika od prometnih nesreća. Posebno se mora voditi računa na rizik od nesreća na ruralnim cestama.
- b) Planirati primjenu nasumičnog alkotesta na mjestima i vremenima sa podacima o učestalosti kojom će se alkotest odvijati na mjestima i vremenima opisanim u točki a).

S obzirom na planiranje upotrebe sigurnosnog pojasa država članica mora;

- a) Napraviti generički opis mjesta u državi gdje se neprekidno pojavljuje i gdje postoji povećani rizik od prometnih nesreća, gdje će se u obzir uzeti gradovi i urbana područja.
- b) Planirati primjenu intenzivnih provedbenih mjera na mjestima sa informacijama mjesta izvršavanja, trajanja akcije te broja puta koliko će se godišnje održavati ovakva provjera [3].

Države članice europske unije moraju dati sve informacije komisiji počevši od toga da; automatizirana oprema za praćenje prekoračenja ograničenja brzine mora sadržavati informacije o broju, tipu i vrsti opreme primijenjene na autocestama, sporednim cestama i gradskim prometnicama, te treba biti jasno vidljiva vozačima. Moraju biti sadržane informacije o broju sati i rokovima tijekom kojih je provođena provjera s tom opremom. Podaci bi također, ako je to moguće, trebali biti podijeljeni na privatna i komercijalna vozila. Broj prekršaja prekoračenja brzine registriran automatiziranom opremom mora uključiti informaciju o ukupnom broju prijavljenih prekršaja prekoračenja brzine uključujući i one izvršene drugim metodama mjerenja, kao i ukupan broj namjernih prekršaja te broj prekršaja počinjen od strane vozača vozila registriranih u inozemstvu. Također bitno je da oprema daje informacije o broju sankcija izrečenih za prekršaje za prebrzu vožnju, broj različitih vrsta sankcija kao što su; kazne, smanjenje ili dodavanje bodova, suspenzija ili oduzimanje vozačke dozvole te imobilizacija vozila, i druge pojedinosti kao novčane kazne, duljina suspenzije i slično. Uz to potrebno je da sadrži informacije o sankcijama vozača vozila registriranih u inozemstvu [3].

Pri kažnjavanju vozača koji počinji prekršaj prekoračenja brzine potrebno je detaljno opisati proces otkrivanja djela, progona i sankcioniranja prekršaja i ukoliko se oni provode putem automatiziranih postupaka, koliko je potrebno da prijestupnik primi poziv za plaćanje novčane kazne, koji je rok za isplatu novčane kazne te rok i postupak žalbe (ako je moguće predati žalbu ovisno o djelu). ako se primjenjuje fiksni skup sankcija, u takvim postupcima potrebno je dati informaciju tko je dužan platiti novčanu kaznu, vlasnik automobila, vozač ili oboje i kojim redoslijedom. Ako postoji sudska uloga u postupku potrebno je imati informaciju koliko je vremena potrebno za cijeli postupak uključujući izvršenje sankcije [3].

Kod slučaja promijene državnih zakona o ograničenju brzine države članice moraju dati detaljne informacije o efektima postignutim za, i nakon provedbe promjene.

Sve druge informacije koje države članice smatraju relevantnima za provedbu odredbi o prebrzoj vožnji uključujući posebne izazove s kojima se susreću u pogledu provedbe odredbi moraju predati komisiji [3].

Informacije koje države članice moraju predati komisiji u vezi sa informacijama javnosti sadrže broj, trajanje i sadržaj kampanja promidžbe za svaku vrstu poboljšanja provedbene akcije, razdoblje tijekom kojeg su se održavale kampanje, gdje su bile održane i kojim komunikacijskim medijem. Isto tako potrebno je dati informaciju o tijelima zaduženim za kampanje i druge osobe uključene u njihovu izradu i pripremu. Potrebne su detaljne informacije u vezi s tim informativnim akcijama kao što su; njihova mjesta (pored koje vrste ceste), brojeve, sadržaj te razdoblja održavanja. Isto tako bitna su i nadležna tijela za informiranje i druge osobe uključene u izradu i pripremu, te informacije o postupcima izvršenja na područjima o kojima javnost nije obaviještena npr. mjesta skrivene i neoznačene kamere. Veoma su bitne informacije o učincima izvršenja zakonskih postupaka a to su; broj nesreća, smrtnih slučajeva i prometnih ozljeda prije i poslije provedbe te utjecaj posebne vrste provođenja zakona [3].

### **3.2. ERTICO – ITS Europe**

ERTICO - ITS Europe osnovana je 1991. godine kao platforma za suradnju svih relevantnih dionika za razvoj i implementaciju ITS-a u Europi. ERTICO partnerstvo je javno / privatno partnerstvo koje se sastoji od preko stotinu partnera u 8 različitih sektora, a sve radi pružanja inteligencije u mobilnost ljudi i roba u Europi.

ERTICO pruža:

- 1) Mogućnost sufinancirane realizacije projekta sa visokom stopom uspjeha kako bi unaprijedio ITS prema prioritetima,
- 2) Suradnju s članskim platformama postižući dugoročno održavanje i predanost prema uslugama,
- 3) Testiranje interoperabilnosti za podršku implementaciji interoperabilnih ITS rješenja,
- 4) Događaje za razmjenu znanja, umrežavanje i vidljivost dionika i promociju ITS-a,
- 5) Zagovaranje podizanja svijesti i rasprava o pitanjima ITS-a sa svim relevantnim dionicima.

Kako bi se postigli društveno-politički ciljevi, jačanje konkurentnosti industrije i optimiziranje usluga za korisnika, partnerstvo želi okupiti interese javnih i privatnih dionika.

ERTICO-ITS Europa ima za cilj dovođenje inteligencije u mobilnost. Sigurnija mobilnost rezultira i smanjenjem nesreća, pametnije mobilnosti rezultiraju smanjenju kašnjenja te boljim informiranjem putnika, dok bolja mobilnost rezultira smanjenim utjecajem na okoliš [4].



Slika 2: ERTICO partnerstvo

ERTICO-ITS Europa partnerstvo (slika 2) nastoji razviti, promicati i implementirati inteligentne transportne sustave i usluge kojima je potreban angažman više zainteresiranih dionika. Svi dionici navedeni imaju svoju ulogu u razvoju i implementaciji inteligentnih transportnih sustava. ERTICO nastoji objediniti sve dionike u zajedničkim ciljevima unapređenja kvalitete cestovnog prometa implementacijom inteligentnih transportnih sustava i rješenja. Nastoji provoditi vrednovanje, prilagođavanje i korištenje naprednih tehnologija [4].

ERTICO trenutno radi na nekoliko projekata u cilju unapređenja sigurnosti na cestama. Jedan od takvih projekata je projekt UDRIVE. Radi se o prvom europskom projektu o istraživanju vožnjom automobilima, kamionima i vozilima na dva kotača. Studija pruža uvid u ponašanje vozača tijekom svakodnevnih putovanja snimanjem detalja vozača, vozila i okolnog prometa u nizu raznih situacija kao što su ubrzanje, položaj u traci, brzina kretanja, pokreti oka, gustoća prometa i stanje na cesti. U projekt je uključeno 120 automobila, 32 kamiona i 40 skutera koji prikupljaju podatke do 21 mjesec; opremljeni s nekoliko video kamera koje pokrivaju vanjski i unutarnji pogled vozila, uključujući vozačevo lice, ruke i



noge. Dobivene informacije upotrijebit će se za opisivanje i kvantificiranje ponašanja korisnika ceste u različitim europskim regijama, u redovitim uvjetima i uvjetima blizu sudara odnosno nesreće, te kad god je to prikladno pružati će kvantificiranu procjenu rizika od određenog ponašanja u prometu. UDRIVE će analizirati čimbenike uzroka sudara, kao što su ometanje vozača i interakcije sa korisnicima cesta kako bi pružio preporuke za mjere sigurnosti i održivosti prometne regulacije, savjesnosti vozača, obuku vozača i strukturu ceste. Također dobiveni rezultati mogu biti korišteni za razvoj poboljšanih modela i simulacija ponašanja vozača u prometu. Nakon što projekt završi, pristup prikupljenim podacima koristiti će se za naknadne analize cestovnih stručnjaka i stručnjaka za zaštitu okoliša. Projekt se vodi u Francuskoj, Njemačkoj, Poljskoj, Nizozemskoj, Španjolskoj i Velikoj Britaniji te će prikupljanje podataka trajati do travnja 2017. Analiza je započela u kolovozu 2016. i usredotočena je na podatke o uzrocima sudara, ometanja vozača, ugroženim korisnicima cesta i eko vožnju [5].

Projekt I\_HeERO je još jedan projekt ERTICO-ITS kojemu je glavni cilj usmjeravanje država članica na nadogradnju postojeće infrastrukture javne sigurnosne točke javljanja (PSAP – Public Safety Answering Point) kojom se omogućuje da e-poziv (engl. eCall) na temelju jedinstvenog broja centra za hitne slučajeve 112 bude pravilno obrađen u svim državama članicama europske unije. Ciljevi ovog projekta su priprema potrebne PSAP infrastrukture za realizaciju paneuropskog eCall programa, zatim povećati ulaganje država članica u infrastrukturu PSAP-a i interoperabilnost usluge unutar smjernica, izvršiti pripremu za implementaciju poziva za vozila opasnih tvari i autobuse, izvršiti procjenu sukladnosti PSAP-a te unaprijediti upravljanje podacima nove generacije jedinstvenog broja centra za hitne slučajeve 112 [6].

## **4. PREGLED ITS TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI POŠTIVANJA PROMETNIH PROPISA**

Razvojem tehnike i tehnologije, samim time i inteligentnih transportnih sustava, pojavljuju se različite tehnologije primjenjive u inteligentnim transportnim sustavima.

### **4.1. Detekcijski sustavi u inteligentnim transportnim sustavima**

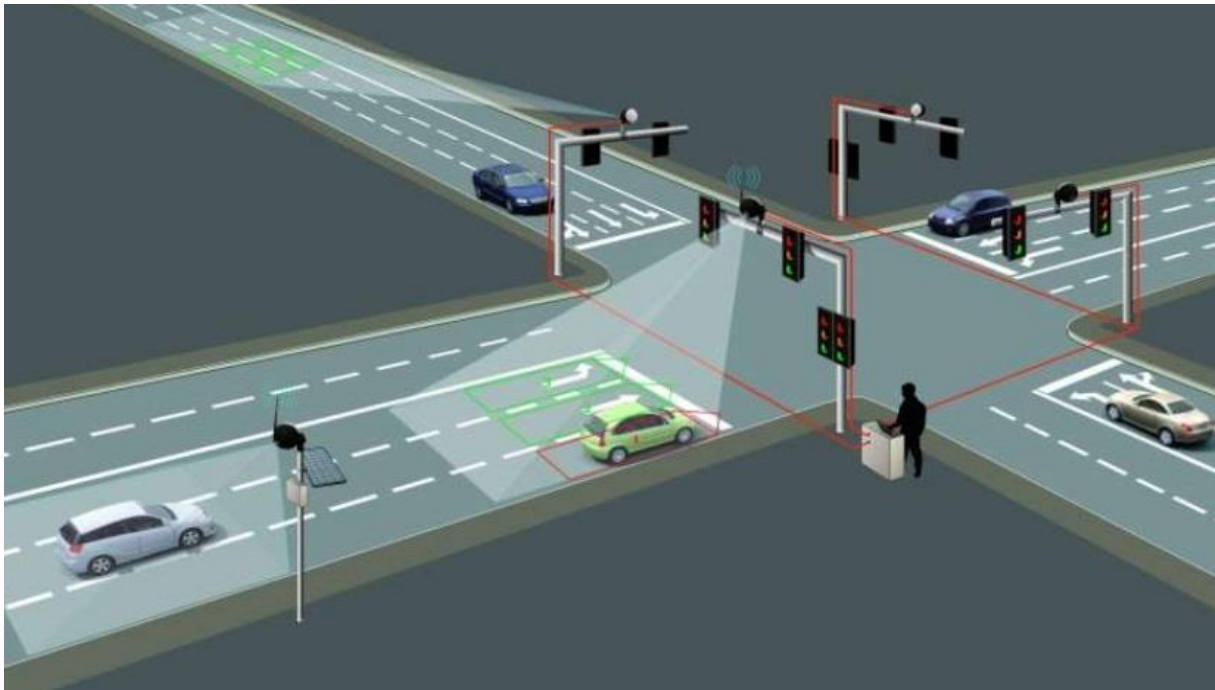
#### **4.1.1. Induktivna petlja**

Induktivna petlja postavlja se ispod asfalta (betona), te detektira vozila koja prođu kroz magnetsku petlju. Elektronička jedinica prenosi energiju u žičanu petlju na frekvencijama između 10 kiloherca i 200 kiloherca ovisno o modelu. Sustav induktivne petlje ponaša se kao električni krug. Kada vozilo prođe preko ili se zaustavi unutar petlje, vozilo izaziva vrtložne struje unutar petlje, što smanjuje njihovu induktivnost. Smanjena induktivnost aktivira izlazni relej ili optički izolirani izlaz, koji šalje impuls upravljaču prometnog signala koji označava prolaz ili prisutnost vozila. Samo metalne mase određene veličine mogu pokrenuti relej, što je dobro jer znači da petlja nema puno lažnih okidača kao prolaska pješaka preko petlje. Također petlja se koristi za klasifikaciju vozila. Uzorkovanje petlje na visokoj frekvenciji rezultira jedinstvenim „potpisom“ za svako vozilo, čime je omogućena klasifikacija tipa vozila. Ovo je najjednostavnija vrsta detekcije, te nije skupa za implementaciju. Ima kratak vijek trajanja, između dvije i tri godine, pa je potrebna česta zamjena dotrajalih petlji. Petlja ima mogućnost brojanja vozila koja prođu u određenom vremenskom intervalu, te naprednija verzija također može i prepoznati klasu vozila, brzinu i duljinu vozila. Postavljaju se na jedan prometni trak, te detektiraju i vozila koja se kreću velikom brzinom, i ona vozila koja stoje u repu čekanja na raskrižju [7].

#### **4.1.2. Video detekcija**

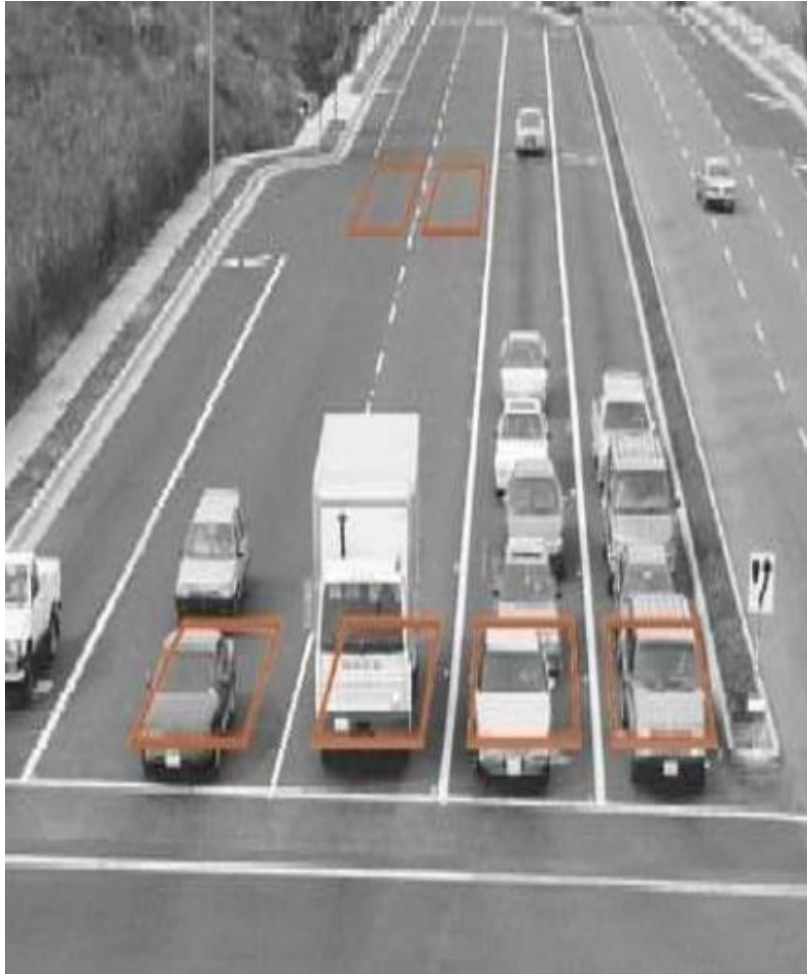
Drugi oblik detekcije vozila je korištenjem video kamera. Prednost sustava koji koriste ovakvu vrstu detekcije jest što ne zahtjeva radove na cesti, odnosno pri održavanju opreme nema potrebe razrušiti cestu kako bi se zamijenila dotrajala oprema. Sustav koji koristi video detekciju radi tako da se slika sa video kamere šalje u procesor koji analizira karakteristike kretanja vozila sudeći po slici sa kamere. Kamere se tipično postavljaju na stupove iznad, ili pored prometnice. Procesor koji se koristi u sustavima video detekcije je vrlo moćan, te može

istovremeno očitavati podatke sa čak 8 kamera istovremeno, ovisno o proizvođaču takvog sustava. Sustav najčešće mjeri brzinu vozila po traku, broj vozila u određenom vremenskom intervalu, te zauzeće prometnog traka. Napredniji sustavi video detekcije uključuju i mjerenje odstojanja među vozilima, detekciju zaustavljenog vozila, te alarme za upozorenje kod kretanja vozila u pogrešnom smjeru [8].



Slika 3: Video detekcija vozila na raskrižju [9]

Slika 3 prikazuje video detekciju vozila korištenjem kamera koje sadrže i automatsko očitavanje registarskih oznaka. Ovakav tip detekcije vozila ne uključuje nikakvu instalaciju komponenti izravno na površinu ceste, te je takav sustav poznat kao neinvazivna metoda detekcije vozila. Snimke sa kamera obrađuju se u procesoru koji analizira karakteristike kretanja vozila; brzinu kretanja, broj vozila, te čitanje poprečnog presjeka zauzetosti prometnih traka. Kao što je vidljivo na slici kamere se postavljaju na stupove ili već postojeće strukture na raskrižju. Centralni procesor nalazi se obično na stupu semaforškog uređaja (donji lijevi stup na slici). Procesor može obrađivati informacije sa najviše 8 kamera istovremeno ovisno o marki i modelu procesora [9].

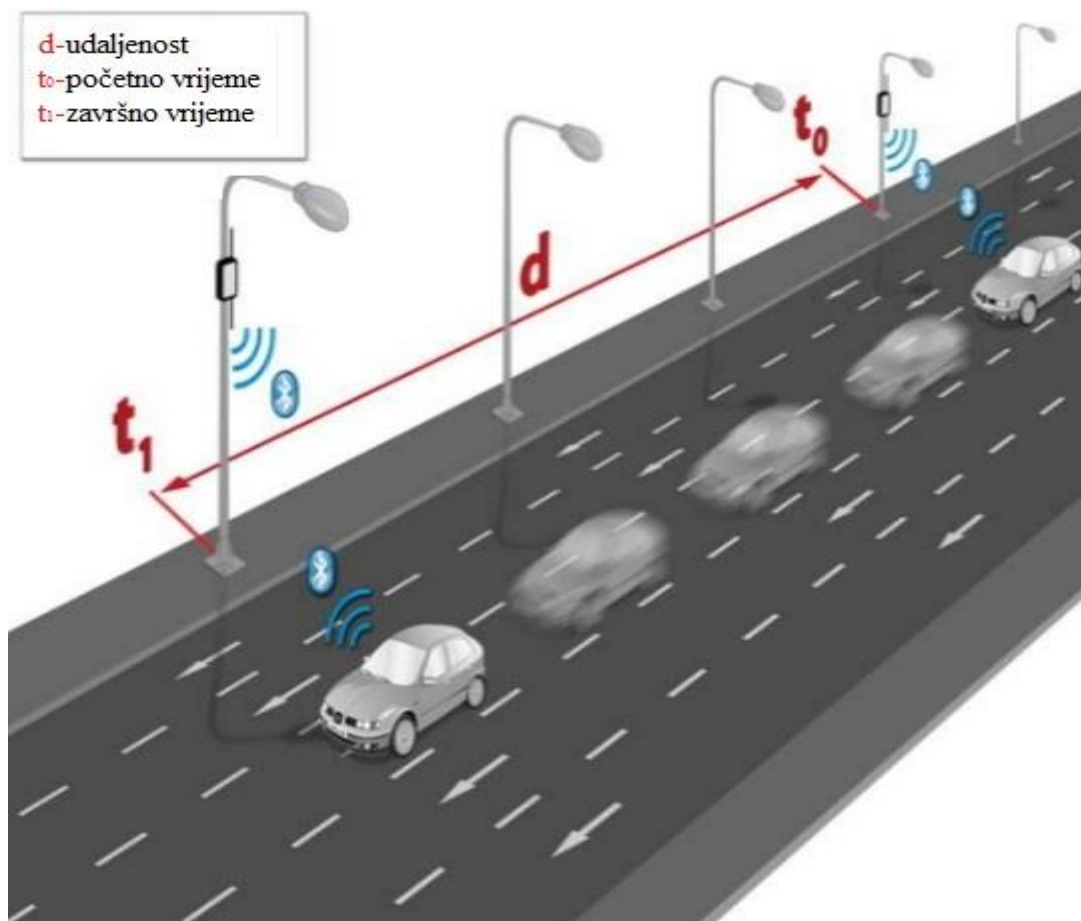


Slika 4: Video detekcija vozila na zaustavnoj crti [9]

Na slici 4 prikazan je pogled kamere na određeni smjer kretanja vozila koja detektira vozila na zaustavnoj crti. Crveni kvadrati predstavljaju poziciju gdje sustav detektira vozilo u pojedinim trakama. Kada se vozilo nalazi u kvadratu, ili pri prolasku vozila kroz kvadrat mjeri mu se brzina kretanja, te sustav broji koliko vozila prođe trakom u određenom vremenskom periodu.

#### **4.1.3. Bluetooth detekcija**

Bluetooth je precizan i jeftin način detekcije za mjerenje vremena putovanja. Bluetooth konekcijom postiže se komunikacija vozila koja se nalaze u neposrednoj blizini detektora. Imaju prednost nad ostalim sustavima detekcije jer precizno mjere točke odnosno vremena putovanja od točke do točke, imaju nisku cijenu implementacije, brzo se postavljaju bez potrebe ikakve kalibracije, no ograničeni su brojem Bluetooth uređaja koji šalju signal van vozila [8].

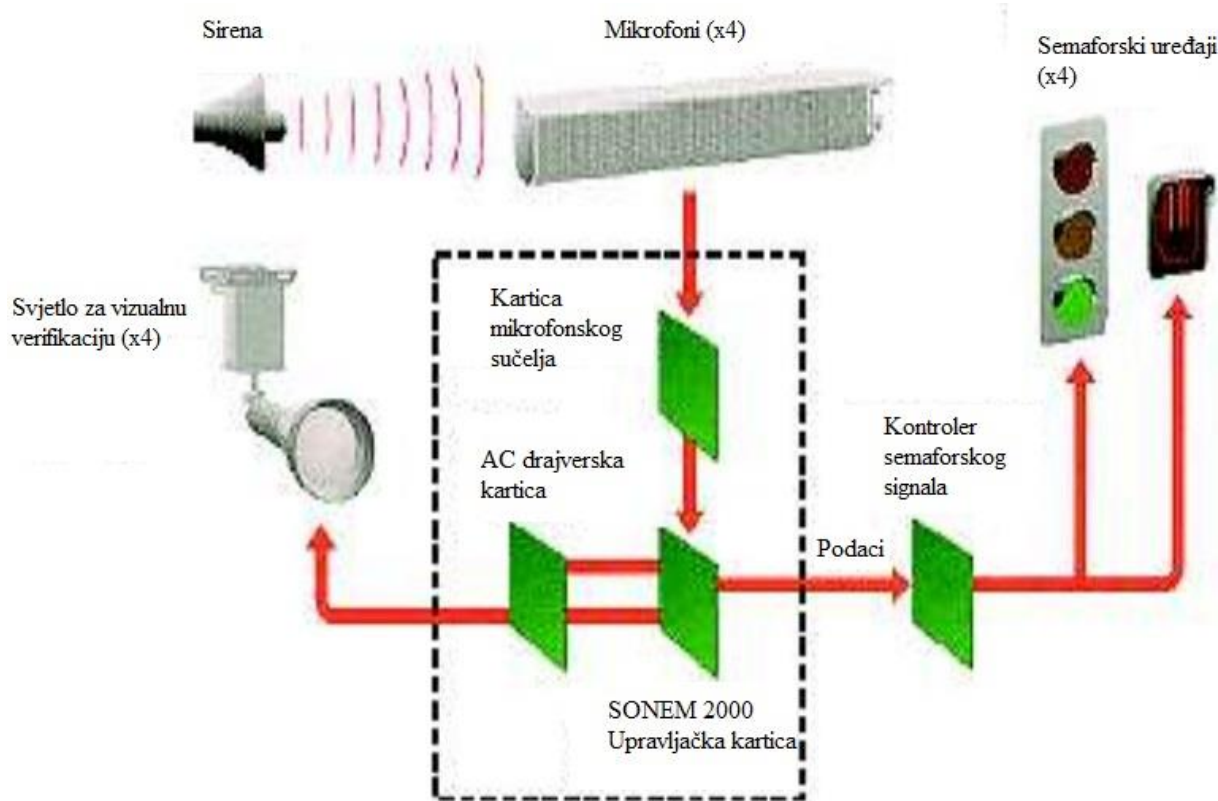


Slika 5: Bluetooth detekcija vozila [9]

Slika 5 prikazuje način funkcioniranja bluetooth detekcije vozila. Dok se mobilni uređaj u vozilu kreće unutar radijusa detekcije od 50 metara, detektor identificira vremenske oznake jedinstvene MAC adrese uređaja na detektoru. Vremenske oznake sljedećih detekcija utvrđuju vrijeme putovanja poznate udaljenosti između detektora. Na taj način moguće je izračunati i prosječnu brzinu kretanja vozila između detektora.

#### 4.1.4. Audio detekcija

Moguće je mjeriti gustoću prometa pomoću ovakvog načina detekcije koji se sastoji od zvučnog signala, a on je sastavljen od; kumulativnog zvuka pneumatike, buke motora, trube, te buke strujanja zraka. Pri implementaciji sustava sa audio detekcijom postavlja se mikroskop pored prometnice koji prikuplja sve ove zvučne signale i šalje u upravljačku karticu koji procjenjuje stanje u prometu na temelju dobivenih podataka, u ovom slučaju zvukova. Začuđujuće, ovakav način detekcije radi iznimno dobro, ali nema toliku moć u smislu mjerenja više parametara za razliku od video detekcije [8].



Slika 6: Audio detekcija vozila [9]

Kod audio detekcije vozila prikazane na slici 6, procesor prikuplja podatke dobivene sa mikrofona te razlikuje različite zvukove kao što su zvuk pneumatike, buka motora, zvuk trube i zvukove strujanja zraka. Na temelju dobivenih podataka procesor analizira trenutno stanje prometne zagušenosti na prometnici gdje je sustav postavljen.

#### 4.2. Sustavi nadzora poštivanja prometnih propisa

Postoji mnogo različitih sustava koji rade u svrsi poštivanja prometnih propisa, no nisu svi relevantni, bilo zato jer se tek razvijaju ili ne izriču nikakve mjere vozačima, nego služe samo za izradu statistike prekoračenja brzine, prolaska vozila na crveno svjetlo i slično. U ovom radu biti će prikazani samo pouzdani sustavi koji se koriste već nekoliko godina i pokazali su se uspješnima u smanjenju nesreća i broja ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba.

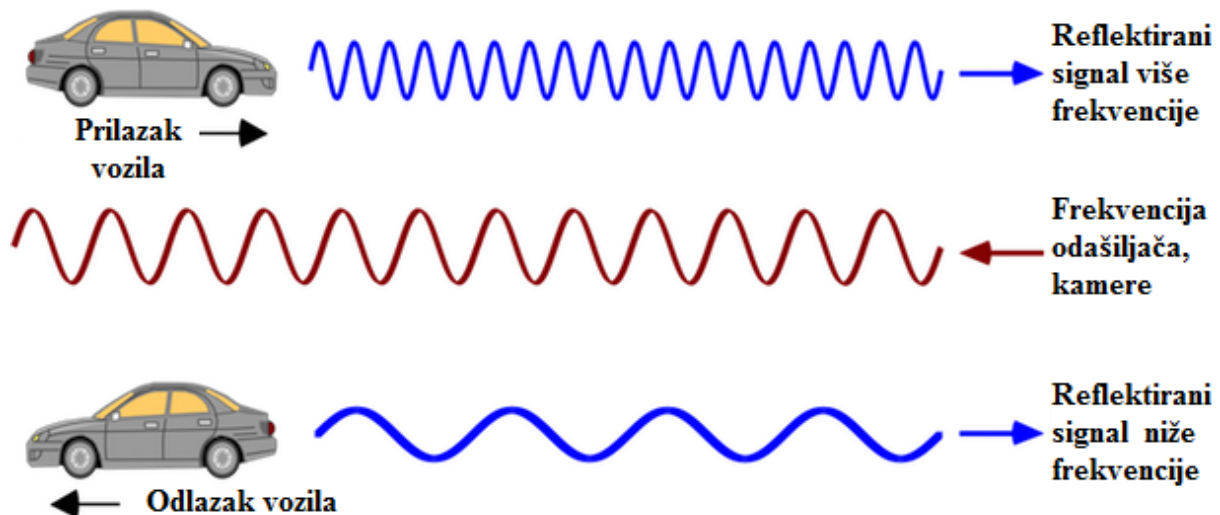
#### 4.2.1. Radar i LIDAR kamere za mjerenje brzine vozila

Mjerenje brzine pomoću prenosive kamere koja prati brzinu kretanja vozila je jedan od najrasprostranjenijih načina utjecanja zakonskih tijela na vozače kako bi poštivali ograničenja brzine. Radi se o metodi kod koje se koristi kamera u svrhu mjerenja brzine vozila. Postoje dvije vrste ovakvih kamera:

Radarski pištolj-kamera (slika 7) je uređaj koji se koristi za mjerenje brine kretanja vozila. To je Doppler radar jedinica koja može biti stacionarna i pokretna. Mjeri brzinu vozila prema kojem je usmjerena otkrivanjem promjene frekvencije vraćenog radarskog signala uzrokovano Dopplerovim efektom, pri čemu se frekvencija vraćenog signala povećava razmjerno brzini prilaznja vozila, ili se razmjerno smanjuje ako vozilo odmiče. Postoji nekoliko faktora koje treba uzeti u obzir pri mjerenju brzine. Mjerenja su pouzdana samo kada je poznata udaljenost na kojoj je zabilježeno određeno mjerenje. Mjerenja udaljenosti od vozila zahtijevaju pulsirani rad kamere kada se u vidnom polju nalazi više od jednog vozila. Radar kontinuiranog vala može biti izravno usmjeren na vozilo udaljeno 100 metara, ali daje i mjerenje brzine sporednog vozila udaljenog jednu milju kada je radar usmjeren ravnom cestom. Zahtjevi za osposobljavanjem i certificiranjem za dosljednu i točnu vizualnu procjenu operatora ključni su za dobro mjerenje brzine kretanja vozila [10].



Slika 7: Radarski pištolj-kamera [10]



Slika 8: Princip Doppler detekcije vozila [11]

Na slici 8 vidljivo je kako doppler efektom detektiramo vozila. Ako se vozilo kreće prema radaru, drugi reflektirani segment vala (označen plavom bojom) prevale manju udaljenost od prvog poslanog signala (označenog crvenom bojom). Kao rezultat toga, frekvencija vala je veća. Na temelju promjene frekvencije reflektiranog vala radarski uređaj izračunava kojom se brzinom vozilo kreće prema njemu ili koliko je udaljeno od njega. Ako se radarski uređaj koristi u pokretnom policijskom vozilu, treba uzeti u obzir kretanje vozila. Na primjer, ako policijsko vozilo vozi brzinom od 60 km / h, a radarski uređaj otkrije da se ciljano vozilo kreće 20 km / h, ciljano vozilo se zapravo kreće 80 km / h. policija koristi ovakav način mjerenja brzine preko 50 godina [11].

LIDAR pištolj kamera (slika 9); koja radi na principu laserskih impulsa te na temelju brzine svjetlosti lasera radi serije vremenski zadanih mjerenja udaljenosti vozila od kamere (slika 9). Nakon obrađenih podataka udaljenosti, sustav unutar kamere izračunava brzinu vozila. Prednost LIDAR kamere nad radarom je ta što ima usku lasersku zraku pa je lako naciljati pojedinačno vozilo bez potrebe vizualne procjene. Procjena brzine traje manje od pola sekunde, što rezultira vrlo kratko vrijeme da vozač koji radi prekršaj ne stigne smanjiti brzinu vozila kada ugleda kameru. LIDAR kamera također može mjeriti razmak među vozilima i otkriti prekršaj ne držanja dovoljnog razmaka među vozilima. Normalni vremenski uvjeti imaju zanemariv utjecaj na performanse kamere, ali mogu otežati sposobnost operatora da cilja vozilo. Konkretno radi se o slučaju kada je sunce direktno iza ciljanog vozila, ili kada se uređaj koristi u stacionarnom vozilu sa prljavim vjetrobranom, tada se signal može

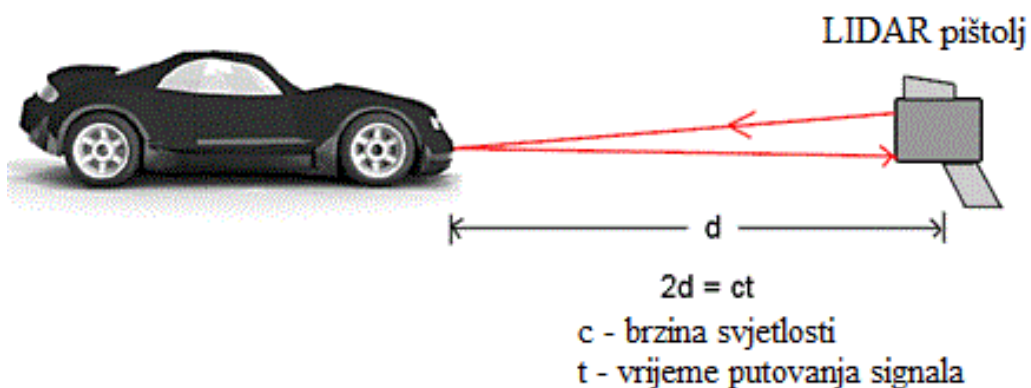


raspršiti. Teški vremenski uvjeti smanjuju domet uređaja a teška magla ga čini neupotrebljivim. Problem kamere je kada se koristi u pokretnom vozilu jer mjeri relativnu brzinu vozila u kojem se nalazi i ciljanog vozila. PolICIJA mora pratiti vozilo 200 metara i imati certificirani brzinomjer, što uvelike smanjuje prednosti uređaja [12].



Slika 9: PolICIjski dužnosnik koji upravlja LIDAR pištolj-kamerom [12]

Na slici 9 vidljiv ne način na koji policijski dužnosnik upravlja LIDAR pištolj-kamerom. Pogledom u kameru dužnosnik cilja u vozilo kojemu želi izmjeriti brzinu.



Slika 10: Princip LIDAR mjerenja brzine vozila [13]

Slika 10 prikazuje princip rada LIDAR kamere koja za razliku od radarskih kamera ispaljuje vrlo kratak svjetlosni signal infracrvenog laserskog snopa svjetlosti, te zatim čeka reflektirani snop svjetlosti sa vozila koji se vraća u kameru. LIDAR kamera mjeri vrijeme potrebno da se snop svjetlosti odbije od vozila natrag u kameru. Svjetlost putuje znatno brže od zvuka, i to brzinom od 300 000 km / s. LIDAR kamera broji broj nanosekundi potrebnih za putovanje od kamere do vozila i natrag (2d), pa dijeljenjem sa dva izračunava udaljenost od kamere od vozila. Ako kamera uzme tisuću takvih uzoraka u sekundi, može usporediti promjenu udaljenosti između uzoraka, te izračunati brzinu kretanja vozila. Prednost ove kamere je brzina i točnost ciljanja određenog vozila [13].

Problem ovakvih sustava je što mogu biti lako prevareni. Postoje detektori koji čitaju signale radar i LIDAR kamere, te upozore vozača tog vozila da uspori prije nego što će ući u zonu očitavanja brzine kamere. Zakon je podijeljen ovisno o državi o korištenju ovakvih uređaja. Još jedna, ne tako modernizirana metoda izbjegavanja kazne jest paljenje dugih svjetala vozača kako bi upozorili vozače drugog smjera da se u blizini nalazi kamera [14].

#### **4.2.2. Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka ANPR**

Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka (Automatic Number Plate Recognition - ANPR) koristi algoritam optičkog prepoznavanja slova i brojeva na slikama kako bi raspoznao registarsku oznaku vozila. Može koristiti postojeće kamere za mjerenje brzine, ili kamere posebno dizajnirane u svrhu ovoga sustava. Ovakav sustav koristi isključivo policija u razne svrhe, od prepoznavanja je li ta registarska oznaka pripada vozilu na kojem se nalazi, vrijedi li registarska oznaka ili je nevažeća, te na elektronskoj naplati karata na autocestama. Sustav sprema slike registarskih oznaka i tekst registarskih oznaka, te koristi infracrvenu svjetlost pri slikanju kako bi sustav, odnosno kamera funkcionirala u bilo koje doba dana. Koriste si fiksni i mobilni ANPR sustavi, no najčešća implementacija ovakvog sustava je na samom policijskom vozilu, odnosno mobilni sustav (slika 10). ANPR mjeri prosječnu brzinu vozila tako da mjeri udaljenost koje vozilo prođe u određenom vremenu. Udaljenost na koju mjeri je od stotinu metara pa do nekoliko kilometara. Ako prosječna brzina vozila prelazi dozvoljeno ograničenje brzine, sustav automatski izdaje kaznu na temelju registarske oznake. No unatoč svim dobrim karakteristikama ovog sustava, on

zahtjeva vrlo brz procesor kako bi snimio brzine iznad 160 kilometara na sat koje nije teško razviti sudeći da se može desiti da se vozila mimoilaze. Također sustav je razumno napravljen da ne zauzima puno mjesta u vozilu, te je pogonjen akumulatorom vozila. Ono što predstavlja problem ovom sustavu je relativna brzina koja utječe na čitanje registarske oznake. No najvažnije od svega je dobro instalirati sustav na vozilo kako bi sve kamere bile pravilno usmjerene za optimalno snimanje, odnosno čitanje oznaka. Policijska vozila koja patroliraju gradom imaju kamere kraćeg dometa i šireg „vida“ kako bi uhvatile i parkirana vozila. Sustav koristi zahtjevne algoritme za lokalizaciju, orijentaciju i normalizaciju registarske oznake, te segmentaciju znakova i njihovo prepoznavanje, zatim još i algoritam za sintaktičku i geometrijsku analizu. Kompleksnost svakog ovog algoritma određuje kvalitetu i točnost sustava [15]. Neke greške koje se mogu pojaviti su slaba rezolucija slike, mutna slika, posebno radi kretanja vozila, zatim slab kontrast boja i refleksija, sjena, pojava predmeta koji zaklanja registarsku oznaku, drugačiji font na registarskoj oznaci i slično. Također javlja se i zabrinutost građana za vlastitu privatnost, te smatraju da tim sustavom država kontrolira kretanje građana, te da može doći do krive identifikacije. Neki građani opisali su sustav kao sustav masovnog praćenja. Uzevši u obzir prednosti i mane ovakvog sustava, sustav kao takav predstavlja jedan od najmoćnijih sustava za prepoznavanje registarskih oznaka, koji u kombinaciji sa drugim sustavom koji mjeri brzinu vozila predstavlja moćan spoj kojim se vrlo lako raspoznaje osoba koja je upravljala tim vozilom, te sve ostale informacije kojima policija može pristupiti već samo preko registarske oznake [16].



Slika 11: Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka [26]

Na slici 11 vidljiva je upotreba sustava za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka na policijskom vozilu. Radi se o mobilnoj verziji sustava koja se montira na samo vozilo kako je spomenuto u tekstu.

#### **4.2.3. Promjenjivi znakovi ograničenja brzine**

To su prometni znakovi koji su promjenjivi u ovisnosti o zagušenju prometnice ili kod nastanka prometne nesreće. Sustav radi tako da smanji ograničenje brzine u slučajevima kada su uvjeti na cesti otežani (primjerice led, kiša, magla) za normalno odvijanje prometa. Ovakav sustav je vrlo jednostavan i jeftin za implementaciju, ali podrazumijeva razumijevanje vozača u poštivanju prometnih propisa. Statistički podaci iz tablice 1. pokazuju koliko mala promjena ograničenja brzine rezultira u smanjenju prometnih nesreća [17].

Tablica 1: Rezultati smanjenja ograničenja brzine

| Država (godina istraživanja)   | Smanjenje ograničenja brzine | Zabilježene promjene                                                                                                              |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Australija (1992.)             | 110 km/h na 100 km/h         | Smanjenje stope prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama za 19%                                                                   |
| Danska (1990.)                 | 60 km/h na 50 km/h           | Smanjenje stope prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama za 19%, i smanjenje prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama za 24% |
| Njemačka (1994.)               | 60 km/h na 50 km/h           | Smanjenje broja prometnih nesreća za 20%                                                                                          |
| Švedska (1990.)                | 110 km/h na 90 km/h          | smanjenje prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama za 21%                                                                    |
| Švicarska(1994.)               | 130 km/h na 120 km/h         | smanjenje prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama za 12%                                                                    |
| Ujedinjeno Kraljevstvo (1991.) | 100 km/h na 65 km/h          | Smanjenje broja prometnih nesreća za 14%                                                                                          |

Izvor: [17]



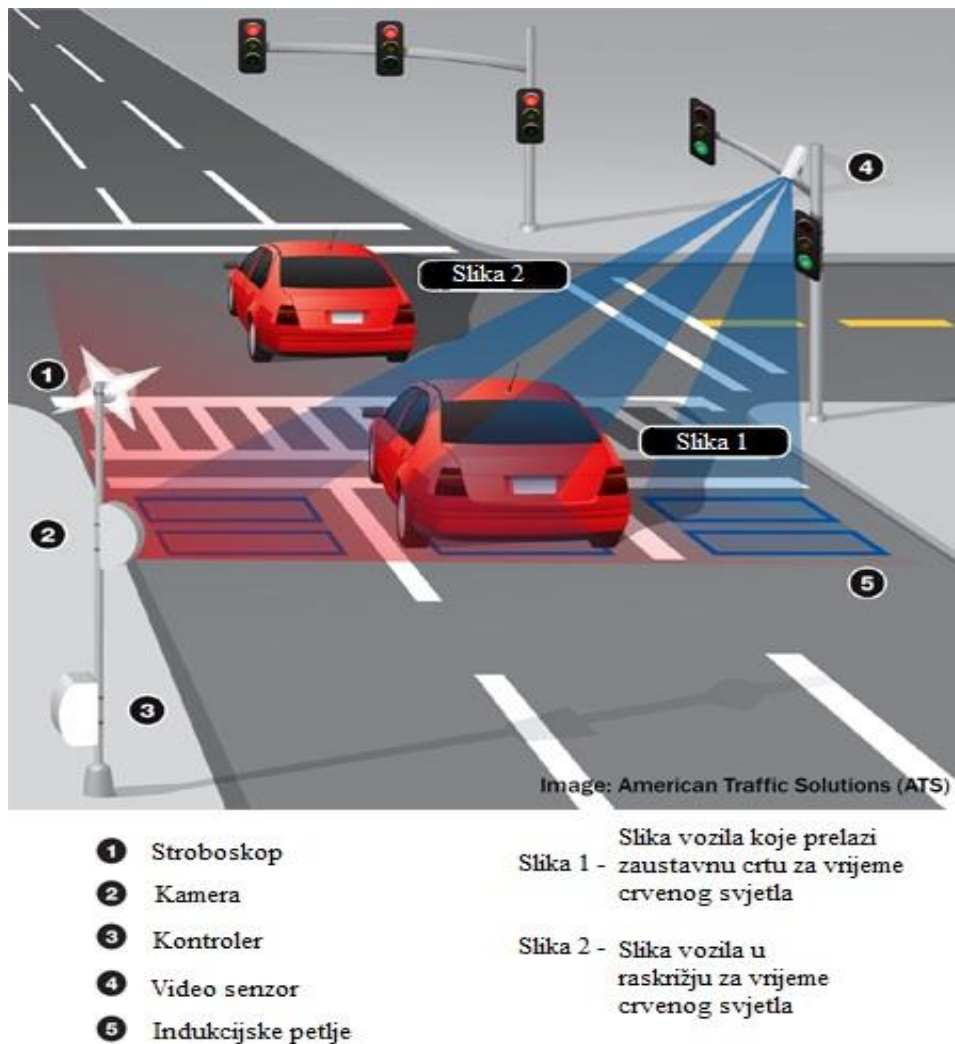
Slika 12: Promjenjivi znak ograničenja brzine i drugih informacija [18]

Na slici 12 prikazan je znak kojim se sadržaj prema potrebama prometnoga toka može mijenjati ili se mogu isključiti. Uporabom odgovarajućih, za pojedinu prometnu odnosno vremensku situaciju, primjerenih upozorenja, naredbi i zabrana, te obavijesti preusmjeravanjem prometa, treba se posvetiti na uvjetovanim opasnim točkama. Najčešće prikazuju upozoravajuće informacije o preporučenoj brzini kretanja (ograničenja brzine vožnje), prikazuju trenutne brzine vožnje, prikazuju stanje na kolniku i vremenske prilike na prometnici (vjetar, magla, poledica,...). Rasvijetljenost LED prometnih znakova moguće je regulirati ručno ili automatsko, ovisno o stupnju vanjske osvjetljenosti. Također, moguće je i daljinsko upravljanje znakovima [18].

#### **4.2.4. Sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo**

Sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo je sustav koji slika vozilo koje prolazi semaforiziranim raskrižjem za vrijeme trajanja crvenog svjetla. Sustav automatski slika vozilo, te slika služi kao dokaz na sudu, ili kao automatski sustav kažnjavanja. Obično se sustav aktivira odnosno upali tek kada se na raskrižju pojavi crveno svjetlo za taj smjer kretanja vozila gdje je usmjerena kamera. Sliku naknadno pregledava policijski dužnosnik kako bi utvrdio da je stvarno došlo do prekršaja. U praksi nakon pregleda slike, poštom se šalje slika prekršaja i odgovarajuća novčana kazna ili poziv na sud. Kamere su obično postavljene u metalne kutije i pričvršćene na stup na semaforiziranom raskrižju. Kamera koja slika vozilo koje prolazi na crveno svjetlo radi tako što je povezana sa indukcijskom petljom koja je postavljena prije zaustavne crte. Sustav prati faze ciklusa raskrižja, te tek nakon što se upali crveno svjetlo za određenu fazu semaforiskog raskrižja, prema kojoj je usmjerena kamera, pali se i kamera koja slika vozilo ukoliko pređe preko indukcijske petlje za vrijeme crvenog svjetla. Na semaforiziranom raskrižju za jedan smjer kretanja postavljene su dvije kamere. Jedna kamera slika vozilo za vrijeme prelaska zaustavne crte, a druga kamera slika vozilo u trenutku kada se ono nalazi u samom raskrižju za vrijeme trajanja crvenog svjetla. No ovakav sustav sa sobom donosi i negativne efekte. Građani smatraju kako su kamere primarno uvedene kako bi zarađivale novac državi, a ne u svrhu povećanja sigurnosti sudionika u prometu. Nadalje dokazano je da radi implementacije ovakvog sustava dolazi do zastrašivanja vozača (onih koji žele izbjeći kaznu), te se dolazi do povećanog broja naglih zaustavljanja kako ne bi prošli na crveno svjetlo. Statistika je potvrdila kako nakon implementacije sustava dolazi do povećanog broja nesreća gdje je vozilo naletjelo odostraga naglo zaustavljenog vozila, ali se smanjio broj sudara direktno kao posljedica prolaska vozila

raskrižjem na crveno svjetlo. U nekim područjima to je rezultiralo produljenjem trajanja žutog svjetla kako bi vozači bili spremni reagirati na promjenu svjetla u crveno. Nadalje studija je pokazala da se 38% prolazaka vozila na crveno svjetlo javlja u prvih 0.25 sekundi, a 79% unutar jedne sekunde. Uzrokovano time, uvedeno je zadano takozvano „vrijeme smilovanja“ što zapravo znači da kamere ne slikaju vozila koja su prošla raskrižjem unutar pola do jedne sekunde (ovisno o državi gdje je sustav implementiran) nakon početka trajanja crvenog svjetla [19][20].



Slika 13: Sustav detekcije vozila koje prolazi kroz raskrižje na crveno svjetlo [21]

Sustav prikazan na slici 13 koristi policija u gradu Miami-u. Sustav se aktivira kada se kretanje detektira neposredno prije križanja te nakon što se upali crveno svjetlo. Kamere snimaju dvije slike prekršaja, snimljene sa stražnje strane vozila. Prva slika prikazuje vozilo na zaustavnoj crti zajedno sa crvenim svjetlom na semaforu. Druga slika prikazuje prekršitelja usred križanja zajedno sa crvenim svjetlom na semaforu. Slika registrarske pločice je izbliza s

jedne od snimljenih slika. Također se bilježe podaci uključujući vrijeme, datum i trajanje utih i crvenih svjetala. Kamere također snimaju digitalni videozapis o kršenju u trajanju od 12 sekundi, uključujući šest sekundi prije i šest sekundi nakon paljenja crvenog svjetla [21].

#### **4.2.5. Inteligentni sustav pomoći za poštivanje ograničenja brzine**

Inteligentna pomoć pri brzini (Intelligent Speed Assistance - ISA) je pojam koji se daje različitim uređajima koji pomažu vozačima pri odabiru odgovarajućih brzina i usklađenosti s ograničenjima brzine. Inteligentne tehnologije pomoći pri brzini donose informacije o ograničenju brzine u vozilo. Vozači dobivaju iste informacije koje vide (ili ponekad propuštaju vidjeti) na prometnim znakovima putem ugrađenog komunikacijskog sustava, pomažući im u praćenju zakonskog ograničenja brzine tijekom cijelog putovanja. Informacije o ograničenju brzine za određeno mjesto obično se identificiraju s digitalne karte u vozilu. Drugi sustavi koriste čitanje i prepoznavanje brzine znakova. Informacije se zatim prenose vozaču na bilo koji od sljedeća tri načina: obavještavanje vozača o granici (savjetodavni ISA), upozoravajući ih kada voze brže od granice (upozorenje ISA) ili aktivno pomažu vozaču da se pridržava ograničenja (pomaže ISA). Svi ISA sustavi koji se trenutačno koriste u ispitivanjima ili implementaciji mogu biti poništeni ako to želi vozač. Za razliku od ISA, ograničivač brzine je uređaj koji se koristi za ograničenje najveće brzine vozila. Za neke kategorije vozila u EU oni su zakonski obvezni. Autobusi (kategorije M2 i M3) ograničeni su na maksimalno 100 km / h, dok su teretna vozila (kategorije N2 i N3) ograničena na maksimalno 90 km / h [22].





Slika 14: Inteligentni sustav pomoći za poštivanje ograničenja brzine [22]

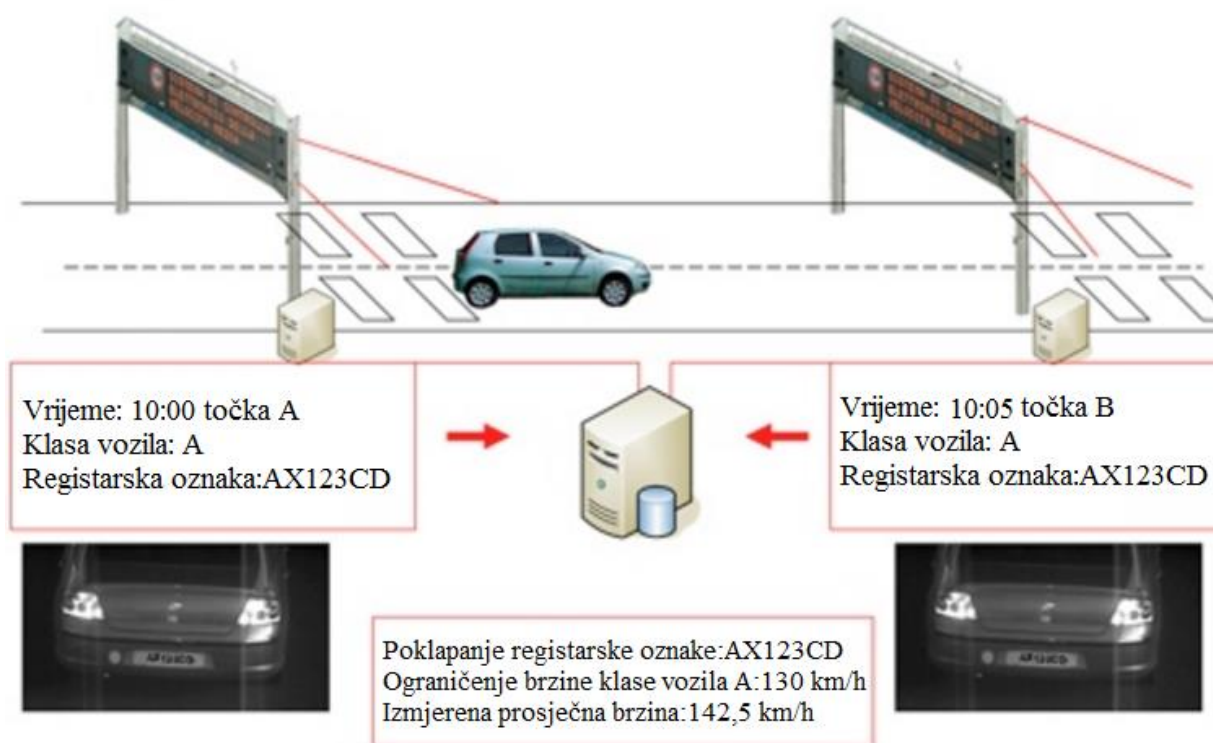
Slika 14 ilustrativno prikazuje kako je sustav jednostavan, a učinkovit. Točka 1 na slici prikazuje gdje je u vozilu instaliran uređaj za satelitsko pozicioniranje vozila. Točka 2 prikazuje gdje se nalazi karta u vozilu u kojoj su već zapisana ograničenja svih prometnica. Kada vozilo ulazi na prometnicu, sustav satelitskog pozicioniranja vozila detektira njegovu lokaciju, te pokaže vozaču koliko je ograničenje brzine na toj prometnici, na displeju prikazanom u točki 3 na slici. Točka 3 prikazuje potrebu što jednostavnijeg displeja sustava kako bi vozač mogao lako i sigurno dobiti informaciju o ograničenju brzine.

## 5. ANALIZA SLUČAJA

### 5.1. Analiza korištenja sustava u državama Europske Unije

Prekomjerna brzina je jedan od glavnih faktora kod jedne trećine smrti na cestama u državama Europske unije. Efikasnost poštivanja prometnih propisa ograničenja brzine je uvećana implementacijom inteligentnih transportnih sustava. Implementacijom sustava na kritičnim točkama prometa gdje se javlja velik broj prometnih nesreća daje javnosti vidljive podatke u smanjenju broja nesreća uz korištenje inteligentnih transportnih sustava. Podaci koji su dostupni javnosti pokazuju na sve veći problem prekršaja ograničenja brzine. Od 20 država koje su dale podatke o kaznama za prebrzu vožnju za vrijeme od 2010. Do 2015. Godine, broj je porastao u 12 država a pao u 8 država. Vidljiv je godišnji porast kazni za 14% u Srbiji, 10% u Litvi i Estoniji, 9% u Poljskoj, 8% u Portugalu, 6% u Hrvatskoj i Danskoj. Godišnja stopa kazni za prebrzu vožnju padala je u Švedskoj, Nizozemskoj te Finskoj, koja je zabilježila najveći pad stope smrtnosti na cestama od 2010. godine. Ujedinjeno Kraljevstvo i Njemačka su također zabilježile drastično smanjenje broja smrtno stradalih osoba na cestama. Ovakvi podaci dokazuju da nerazvijene države u području ITS-a imaju šokantan porast stradalih osoba, te prekršaja na godišnjoj razini, dok razvijene države sa implementiranim sustavima bilježe smanjenje stradalih osoba i prekoračenja ograničenja brzine [23].

Države Italija i Slovenija uvele su napredni sustav Tutor kako bi smanjile broj nesreća na autocestama. Sustav Tutor za razliku od klasičnih sustava kontrole prometa koji imaju samo jednu točku mjerenja brzine vozila, ima dva načina za otkivanje prekršaja prebrze vožnje. Jedan način je da mjeri prosječnu brzinu na određenoj dionici autoceste, a drugi je mjerenje trenutne brzine vozila. Za praćenje prosječne brzine vozila, svaki dio autoceste ima dvije periferne nadzorne točke koje prikupljaju podatke o vozilima; brzina, kategorija i registarska oznaka. Ti se podaci šalju središnjem poslužitelju koji ih prikuplja i potvrđuje integritet podataka [24].



Slika 15: Tutor sustav za mjerenje prosječne brzine vozila [24]

Slika 15 prikazuje način mjerenja prosječne brzine vozila. U točki A Tutor sustav zabilježi vrijeme prolaska vozila, klasu vozila, te pripadajuću registarsku oznaku vozila. Prilikom prolaska vozila točkom B, ponovo se bilježi vrijeme vozila, klasa i registarska oznaka. Glavni server procesira dobivene podatke sa obje točke te usklađuje registarske oznake sa obje točke. Kada procesor nađe poklapanje oznaka, izračunava prosječnu brzinu kretanja na dionici, te ju uspoređuje sa ograničenjem brzine za tu klasu vozila.

Prednosti ovakvog naprednog sustava su; vrlo napredna kamera visoke rezolucije, optičko prepoznavanje slova i brojki sa prepoznavanjem do pet registarskih oznaka po slici pri brzini vozila do 260 km/h, te vrlo precizni satovi u mjernim točkama kalibrirani GPS satelitom. Te prednosti omogućuju precizna mjerenja sa greškom manjom od tri posto, visok stupanj točnog očitavanja registarskih oznaka, neprekidna mjerenja 24 sata dnevno kroz cijelu godinu te vremenski neovisne performanse sustava [24].

U Italiji se Tutor sustav pokazao kao izvrstan preventivni alat koji na pozitivan način mijenja ponašanje vozača. Njegova je upotreba drastično i progresivno smanjila prosječnu brzinu vozila, što je također dovelo do značajnog smanjenja stope prometnih nesreća i njihovih posljedica na ljude; smanjenje smrtnosti na pokrivenom djelu prometne mreže je veće od 50%. Sustav Tutor također je pridonio postizanju bitnih rezultata u smislu utjecaja na

okoliš, s obzirom na smanjenje emisije CO<sub>2</sub> uslijed smanjenja prosječne brzine i harmonizacije prometnog toka [24].

U sloveniji Tutor sustav pušten je u pogon u rujnu 2015., te je samo u prvom tjednu zabilježeno preko 137 000 vozila u smjeru Ljubljane. Od tog broja vozila zabilježeno je kako je ograničenje brzine od 100 km / h prekoračilo čak 57 posto vozača, a najviša izmjerena brzina bila je 218 km/h. Čak niti nakon uključivanja tolerancije od 10 km / h nije znatno popravilo statistiku, jer je u prekršaju uhvaćeno gotovo 30 posto vozača.

Velika Britanija je jedna od najrazvijenijih država po pitanju korištenja inteligentnih transportnih sustava. Koriste sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo. Sustav je postavljen 90-ih godina od strane odjela za transport. Troškove implementacije ovog sustava snosila je lokalna vlast gdje se postavljao sustav [25]. Do 2005. godine instalirano je 612 sustava, od kojih je 225 u Londonu. U gradu Londonu sustav prepoznavanja prolaska vozila na crveno svjetlo, te kamera za mjerenje brzine vozila postavljene su na kritičnim točkama gdje su se dosada događale nesreće u kojima je bilo ranjenih, ili smrtno stradalih osoba [26]. Konkretni podaci grada Londona govore o drastičnom smanjenju nesreća, i to za čak 50%. Takav podatak ukazuje kako je broj nesreća pao za 500 na godišnjoj razini. Smanjenjem prosječne brzine kretanja vozila samo za jednu milju po satu, rezultiralo bi smanjenjem sudara od 6%. Prebrza vožnja je uzrok 46% svih nesreća sa smrtno stradalim osobama, te je uzrok kod 39% prometnih nesreća. London nastoji educirati sve kažnjene vozače, te ih poticati da voze sporije i sigurnije [27].

Prvi tip kamera uveden u Velikoj Britaniji 1992. godine, bila je Gatsometer BV kamera koja je i dosad najkorištenija u Velikoj Britaniji. Kada su prvi put postavljene Gatso kamere su bile sive boje, a promjenom zakona 2001. godine, sve su kamere morale biti označene žarko žutom bojom radi bolje vidljivosti. Digitalne Gatso kamere uvedene su 2007. godine. Digitalna verzija znatno je veća od originalne Gatsometer BV kamere, no potpuno su digitalizirane, eliminirajući time potrebu za korištenjem filma u kamerama i zamjenom filma kada je potrošen [28].



Slika 16: Digitalna Gatso kamera [28]

Na slici 16 vidljiva je digitalna verzija Gatso kamere. Ona koristi radarsku tehnologiju za mjerenje brzine vozila. Ako vozač vozi prebrzo, kamera slika dvije slike. Gatso koristi jaku bljeskalicu za slikanje stražnje strane vozila i registarske oznake. Kamera se uvijek postavlja tako da slikaju vozilo sa leđa da bljeskalica prilikom slikanja ne zaslijepi vozače. Zakonom je potrebno imati i drugo mjerenje brzine osim radarom. Zato na svakoj lokaciji Gatso kamere ucertane su bijele linije na cesti. Udaljenost među linijama predstavlja brzinu od 8 km / h na dvije uzastopne slike. Usporedbom pređene udaljenosti na slikama, moguća je dodatna kontrola je li vozač stvarno prekršio ograničenje brzine. Kamera ima mogućnost razlikovanja klasa vozila, i sukladno tome prikladna ograničenja brzine [28].

Gradovi, gradska područja, sela i školske zone u Velikoj Britaniji opremljene su najnaprednijim kamerama Siemens SafeZone. Siemensove kamere imaju ANPR sustav. Kamere mjere brzinu kretanja vozila u određenoj zoni, pa je prikladna pogotovo za zone u blizini škola. Pošto koriste ANPR sustav, ako uhvate vozilo u prekršaju, zabilježe njegovu registarsku oznaku i automatski izdaju kaznu [29].



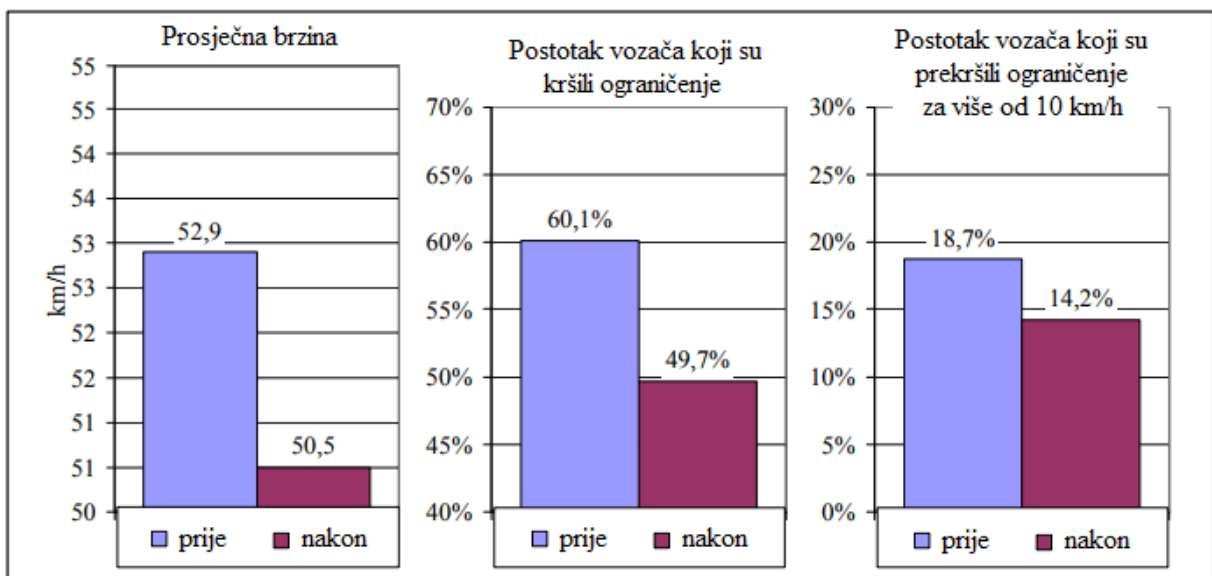
Slika 17: Siemens SafeZone kamera [29]

Slika 17 nam prikazuje kako izgleda Siemens SafeZone kamera. Potrebno je objasniti kako ona funkcionira. Zona kontrole kamere kreće se od 75 metara do nekoliko kilometara. Kamera funkcionira 24 sata dnevno te pokriva brzine od 30 km / h do 220 km / h. Zbog diskretne instalacije kamere se instaliraju u rezidencijalnim područjima, te mogu pridonijeti upravljanju prometom. Kamera se može instalirati na postojeći stup ulične rasvjete. Siemensova kamera ima i mogućnost praćenja prometa u oba smjera kretanja vozila [29].

Države Škotska i Belgija u kojima su provedena istraživanja utjecaja implementacije sustava za mjerenje brzine vozila prikazali su znatne pozitivne učinke na sigurnost u prometu. Prema škotskim podacima iz sustava koji je instaliran na vrlo prometnu dionicu autoceste A9 zabilježen je drastičan pad nepoštivanja ograničenja kod prekoračenja od 10 milja na sat, čak za 97%. S druge strane Belgija je zabilježila smanjenje nesreća za 15% na državnoj cesti E40 na kojoj je sustav implementiran. Također zabilježeno je smanjenje prekršaja ograničenja brzine od 25 do 30% . potvrđeno je kako sustav ima vrlo visok omjer troškova i koristi pro analizi sustava, te je analiza preporučila implementaciju sustava na druge prometnice sa velikom gustoćom prometa [30].

Godine 1996. Danska je započela sa pilot projektom automatskog mjerenja brzine. Mobilne kamere su bile više korištene od fiksnih kamera, jer se htjelo utjecati na vozače u cijeloj državi, a ne samo na pojedinim mjestima. Utvrdili su da su mobilne kamere

učinkovitije u postizanju cilja smanjenja broja nesreća. Kamere su smještene na stražnjem dijelu vozila. Pošto je kamera u vozilu, to je omogućilo policiji da snima brzinu na nekoliko mjesta tijekom dana. Danska policija je prvenstveno provodila kontrolu na mjestima gdje su se događale nesreće, ali isto tako i u blizini škola i drugih institucija. Prioritet za kontrolu su dobile ceste za su građani, koji žive neposredno od ceste, izrazili veliku zabrinutost vezanu uz prebrzu vožnju. Važan dio ovog projekta bilo je informiranje javnosti o provođenju kontrole ograničenja brzine. Projekt je nastojao privući pažnju na poboljšanje sigurnosti u prometu vezan uz prebrzu vožnju i posljedice koje ona nosi. Projekt je imao i preventivni učinak postavljanjem plakata sa oznakom da ovdje slika kamera, koji su bili postavljeni na zadnje strane autobusa, te uz cestu. Bilo je potrebno informirati i educirati policijsko osoblje, budući da su oni odgovorni za provođenje zakona. Procjena utjecaja pilot projekta bila je temeljena na mjerenjima 20 odabranih zona, i 10 mjesta neposredno izvan zona radi usporedbe rezultata [31].



Grafikon 1: Rezultati pilot projekta smanjenja prosječne brzine [31]

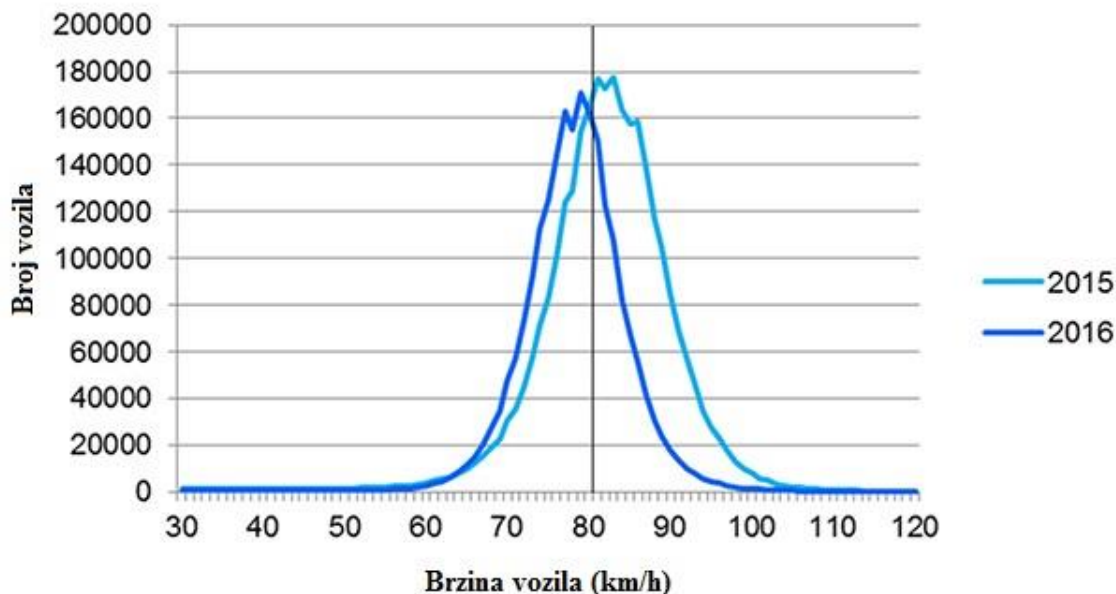
Rezultati pilot projekta, kao što je prikazano na grafikonu 1, pokazuju smanjenje prosječne brzine za 2,4 km / h, smanjenje postotka vozača koji su kršili ograničenje brzine za 10,4 posto te smanjenje postotka vozača, koji su prekršili ograničenje za više od 10 km/h, za 4,5 posto.

Danska 2008. godine objavljuje kako će postaviti kamere za praćenje ograničenja brzine, što se pokazalo istinito. Kako je brzina jedna od glavnih uzroka prometnih nesreća, instalirali su fiksne kamere za mjerenje brzine vožnje kako bi smanjile broj smrtno stradalih na cestama. Podaci Danskog komiteta cestovne sigurnosti prikazuju kako uvođenjem sustava kontrole brzine, i uz pomoć educiranja javnosti o opasnostima nepoštivanja propisa, u periodu od 2000. do 2012. godine zabilježen je pad smrtno stradalih za čak 61%, spašavajući dakle 35245 života u tom periodu [32].

Finska je među prvim državama europske unije koja je implementirala 3D kameru koja provjerava sve od vezanja putnika, brzine vožnje, registarsku oznaku i njenu valjanost, pa čak i da li se vozilo vozi preblizu vozilu ispred sebe. Mnogi smatraju ovakav sustav kao onaj koji samo zarađuje novac vlastima, a ne služi svrsi smanjenja prekršaja i nesreća. No statistika pokazuje suprotno. Prikazano je kako Finska ima najveći pad godišnje stope nesreća, baš iz razloga jer koriste napredne i tako reći svemoguće sustave [33].

Ring Road 1 autoceste 101 u Finskoj jedna je od najprometnijih prometnica u državi. Nesreće i zagušenja prometa javljaju se redovito duž 25 kilometara ceste koja kruži oko grada Helsinkija. Početkom veljače 2016. godine, instaliran je sustav za automatsku kontrolu brzine vozila, gdje su kontrolne točke postavljene na čak 15 točaka. Vozači prolaze pored kontrolnu točku svakih tri kilometra. Zbog karakteristika ceste napravljena je zasebna studija utjecaja nadgledanja ograničenja brzine prije i poslije implementacije, zatim drugih karakteristika prometa, broj prometnih nesreća i mišljenja vozača o sustavu. Utjecaj provođenja automatske kontrole brzine na brzinu vožnje proučavano je na mjestima automatske kontrole brzine. Nakon uvođenja sustava za automatsku kontrolu brzine, udio vozača koji su vozili više od 10 km / h od ograničenja smanjio se sa 11 posto na dva posto. Prosječna brzina vožnje kraj točaka mjerenja pala je za oko pet km / h. Prije implementacije sustava na jednoj točki gdje je kasnije postavljen sustav, oko 60 posto vozila se vozilo iznad ograničenja brzine, u usporedbi sa samo 30 posto nakon implementacije sustava [34].





Grafikon 2: Utjecaj sustava automatskog provođenja kontrole brzine na brzinu vožnje [34]

Na grafikonu 2 jasno je vidljivo koliko je implementacija sustava utjecala na smanjenje brzine vozila. Ograničenje brzine na dionici prema kojoj je napravljena ova statistika je 80 km / h, a brzina je mjerena 700 metara dalje od točke za mjerenje brzine [34].

Utjecaj automatske kontrole brzine na prometne nesreće procijenjen je na temelju smanjenja brzine, koristeći model koji je razvio Göran Nilsson 1981. Procijenjeno je da je nakon uvođenja automatske kontrole brzine, broj nesreća i ozlijeđenih osoba je smanjen za 6 do 15% na dijelovima ceste bez radova na cesti. U smislu godišnje štednje društva, smanjena stopa nezgoda procijenila je uštedu od 1,5-2,2 milijuna eura [34].

Ispitivanje korisnika cesta provedeno je u trgovačkim centrima uz Ring Road 1 prije i nakon implementacije sustava automatske kontrole brzine. Velika većina ispitanika imala je pozitivan stav prema automatskoj kontroli brzine, točnije njih 78% ispitanih prije implementacije i 72% ispitanih nakon implementacije sustava. Ovime možemo zaključiti da inteligentni transportni sustavi mogu samo doprinijeti sigurnosti na cestama u svakom pogledu, bilo da se radi o ljudskim životima ili materijalnoj šteti [34].

## 5.2. Analiza korištenja sustava u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj 2008. Godine. Započeo je projekt kojim su se postavljale kamere u svrhu veće sigurnosti, boljeg održavanja javnog reda i mira, te za kažnjavanje prekršaja u prometu i nepropisnog parkiranja. Kamere snimaju registarsku oznaku vozila u prekršaju, te od policije u roku nekoliko dana stiže kazna. Sustav nikada nije u potpunosti uspostavljen radi zadiranja u privatnost građana. S druge strane policijska uprava Virovitičko-podravska objavila je u kolovozu 2016. Godine kako koriste ANPR sustav pomoću kojega vide podatke o vozilu, vlasniku i slično. Ovim sustavom nastoji se povećati sigurnost prometa, a ne kažnjavati vozače, izjavili su iz policijske uprave. Prometna policija 2016. godine instalirala je sustav ANPR u devet policijskih uprava i Mobilnoj jedinici prometne policije. Sustav može prepoznati registarske oznake svih država Europske Unije, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i Makedonije, kao i oznake mopeda i motocikala. Prema podacima MUP-a u devet mjeseci 2016. godine zabilježeno je 11227 prekršaja upravljanja neosiguranim i neregistriranim vozilima koja nisu obavila tehnički pregled. U nesrećama s poginulim osobama sudjelovalo je 307 vozila, a od toga broja njih 24 odnosno 7,88% nije bilo osigurano, izjavio je Mataija. Nove tehnologije u sprječavanju neosiguranih vozila da ugrožavaju sigurnost prometa rezultat je nastavka kampanje "Stop neosiguranim vozilima", u organizaciji Ministarstva unutarnjih poslova i Hrvatskog ureda za osiguranje (HUO).

"Kampanja je počela 2009., kada smo bilježili 300.000 neosiguranih vozila, dok se danas taj broj procjenjuje na 50.000. To je veliki uspjeh s obzirom na to da su štete po neosiguranim vozilima manje za 75 posto", istaknuo je direktor HUO-a Hrvoje Pauković na konferenciji za novinare. Upozorio je da ako vlasnik vozila skrivi nezgodu, a nema osiguranje od automobilske odgovornosti, neograničeno odgovara za nastalu štetu koja može biti i do nekoliko desetaka milijuna kuna, a kazne su do 50.000 kuna [35][36][37].

22. srpnja 2015. godine na konferenciji za medije predstavljeni su fiksni uređaji za kontrolu brzine kretanja vozila i automatsko očitavanje registarskih oznaka. Svrha postavljanja tih uređaja je represivno i preventivno djelovanje policije na sigurnost cestovnog prometa, kako bi se vozače potaknulo na poštivanje prometnih propisa dopuštenog ograničenja brzine, pogotovo na lokacijama koje su statistički i analitički pokazatelji označili kao opasne. Uređaji su postavljeni na području policijske uprave osječko-baranjske, primorsko-goranske i zagrebačke županije na deset lokacija po svakoj upravi. Na svakoj lokaciji nalaze se ormari za smještaj radarskih uređaja, a pet uređaja biti će prebacivani s

lokacije na lokaciju ovisno o policijskoj procjeni o potencijalno opasnim lokacijama. Primjer ormara u koji se smješta uređaj prikazan je na slici 19 [38].



Slika 19: Uređaj za automatsku kontrolu brzine kretanja vozila i automatsko očitavanje registarskih oznaka [38]

Cilj većeg poštivanja prometnih propisa ograničenja brzine, odnosno smanjenja broja prometnih nesreća u kojima je uzrok brzina, iz sredstava Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje 2011. – 2020. godine izdvojena su sredstva za nabavu fiksnih uređaja za kontrolu brzine kretanja vozila i automatsko očitavanje registarskih oznaka. Cijena pojedinog uređaja je oko 250 tisuća kuna i ormara oko 31 tisuća kuna, dok ova investicija sveukupno s nosačima, betonskim temeljima i dr. iznosi 4.677.750 kuna. U slučaju oštećenja uređaja počinitelju se sukladno odredbama Kaznenog zakona može izreći kazna zatvora do pet godina, a osim za potrebe prometne policije, sustav automatskog prepoznavanja registarskih oznaka služi i za druge policijske operativne poslove poput pronalaska ukradenih vozila, prepoznavanja vozila koja su bila korištena kod izvršenja pojedinih kaznenih djela, i slično [38].

Prema sličnom modelu prije nekoliko godina na području PU splitsko-dalmatinske postavljeno je devet kućišta i nabavljene su 4 kamere, koje su opravdale svrhu s obzirom da je na prometnicama na kojima su postavljene došlo do značajnog smanjenja broja prometnih nesreća, odnosno većeg poštivanja dopuštenih brzina kretanja vozila [38].

## 6. ZAKLJUČAK

Implementacija inteligentnih transportnih sustava u području poštivanja prometnih propisa donosi velike i pozitivne učinke na smanjenje stope ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba u prometnim nesrećama.

Kao što je prikazano u tablici 1 u radu, vidljivo je kako mala promjena ograničenja brzine rezultira smanjenju nesreća i ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama.

Europska unija nastoji direktivama postaviti jasan cilj smanjenja broja nesreća, te nastoji standardizirati tehnička rješenja koja se stavljaju na tržište. Zahtjevi koji su postavljeni od strane europske unije prema državama članicama u svezi implementacije sustava, vrlo su detaljni i moraju pružiti sve informacije o radu sustava, vremenima provedba kontrola, informiranju javnosti o provedbama kontrola i slično.

Rezultati koje daju implementirani sustavi, uvelike smanjuju stope nesreća na prometnicama. Osim toga, bitno je istaknuti kako razvoj naprednih sustava u svrsi poštivanja prometnih propisa u sve većoj mjeri potiču i upozoravaju vozače da poštuju prometne propise. Nadalje, zabilježeni statistički podaci o smanjenju stopa nesreća na prometnicama daju obećavajuće rezultate, čime zaključujem da se budi veća svijest prema važnosti poštivanja prometnih propisa u svrhu smanjenja stope ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba koje posljedica prometnih nesreća. Smatram da je informiranje javnosti o bitnosti ljudskih života, te o implementaciji sustava koji nadgledaju ponašanje vozača u prometu od velike važnosti kako bi javnost shvatila da je sigurnost na prvome mjestu, a ne prikupljanje novaca u državni proračun korištenjem sustava za nadzor prometa. Smatram da treba informirati javnost o svrsi ovakvih sustava, koja nije kontroliranje javnosti i zadiranje u privatnost građana, nego upozoravanje, kažnjavanje i educiranje problematičnih vozača o bitnosti i svrsi poštivanja prometnih propisa.

U radu je moguće vidjeti kako su trenutni napredni sustavi pridonijeli kvaliteti i sigurnosti prometa. Primjer vrijedan spomena je grad London koji u velikoj mjeri koristi inteligentne transportne sustave u svrhu poštivanja prometnih propisa. Implementacijom sustava na kritične točke prometa, bilježe kontinuiranu stopu smanjenja broja prometnih nesreća. S druge strane, sustav Tutor spomenut u radu je primjer vrlo dobro konstruiranog i osmišljenog sustava sa snažnim mogućnostima kontrole poštivanja propisa. Smatram da bi grad Zagreb mogao ugledati na grad London, te polako uvoditi takvu naprednu tehnologiju kao što su Siemens SafeZone kamere sa velikim mogućnostima nadgledanja poštivanja

prometnih propisa, u svrhu poboljšanja kvalitete prometa u gradu, te povećanju sigurnosti zagrebačkih prometnica.

Kako napreduje tehnika i tehnologija razvoja inteligentnih transportnih sustava, tako ćemo biti svjedoci sve većeg pada stope stradalih osoba, te povećanju savjesnosti vozača sudionika prometnog procesa. U narednim godinama možemo očekivati sve bolje statističke podatke i razumijevanje vozača u poštivanju prometnih propisa. Inteligentni transportni sustavi su budućnost sigurnog i naprednog odvijanja prometnog procesa, te će uvelike pospješiti ne samo sigurnost na prometnicama, nego i veću kvalitetu putovanja te bolju informiranost vozača i drugih sudionika u prometu.

## Literatura

- [1] Narodne novine: *Zakon o sigurnosti prometa na cestama*, Ustav Republike Hrvatske, 2008.
- [2] Official Journal of the European Union: *Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council*, The European Parliament and the Council of the European Union, 2010.
- [3] Official Journal of the European Union: *Commission recommendation of 6 April 2004. on enforcement in the field of road safety*, The European Parliament and the Council of the European Union, 2004.
- [4] ERTICO ITS Europe: *Vision & mission*, Bruxelles, Belgium
- [5] ERTICO ITS Europe: *UDRIVE*, Safe Mobility projects, Bruxelles, Belgium, 2012.
- [6] ERTICO ITS Europe: *I\_HeERO*, Safe Mobility projects, Bruxelles, Belgium, 2015.
- [7] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Induction\\_loop#Vehicle\\_detection](https://en.wikipedia.org/wiki/Induction_loop#Vehicle_detection) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [8] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_transportation\\_system#Sensing\\_technologies](https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_transportation_system#Sensing_technologies) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [9] Gaurav. H. Tandon: *Intelligent Transportation System*, Ahmedabad Area, Gujarat, India, 2015.
- [10] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Radar\\_gun](https://en.wikipedia.org/wiki/Radar_gun) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [11] Neltronics safety through technology: *How does a speed camera or radar gun work*, Jolimont WA, Australia, 2017.
- [12] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/LIDAR\\_traffic\\_enforcement](https://en.wikipedia.org/wiki/LIDAR_traffic_enforcement) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [13] URL: <http://www.radarauthority.com/laser-jammers-laser-detectors-police-laser-guns/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [14] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_limit\\_enforcement#Avoidance\\_and\\_evasion](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_limit_enforcement#Avoidance_and_evasion) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [15] License plates recognition: *How LPR works*, 2010.
- [16] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic\\_number\\_plate\\_recognition#Technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition#Technology) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [17] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_limit#Variable\\_speed\\_limits](https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_limit#Variable_speed_limits) (pristupljeno: srpanj 2017.)

- [18] URL: <http://www.solarno.hr/katalog/proizvod/LED-BRZINA/solarna-led-signalizacija-brzina-oprez> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [19] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic\\_enforcement\\_camera#Red\\_light\\_enforcement](https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_enforcement_camera#Red_light_enforcement) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [20] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Red\\_light\\_camera](https://en.wikipedia.org/wiki/Red_light_camera) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [21] North Miami police: *Red Light Safety Program*, North Miami, Florida, 2011.
- [22] European Transport Safety Council: *Intelligent Speed Assistance (ISA)*, Bruxelles, Belgium, 2013.
- [23] European Transport Safety Council: *How traffic law enforcement can contribute to safer roads (PIN Flashe 31)*, Bruxelles, Belgium, 2016.
- [24] URL: <http://www.autostradetech.it/en/solutions/security-access-control/tutor-system.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [25] Department for Transport: *Use of speed and red-light cameras for traffic enforcement guidance on deployment, visibility and signing*, London, United Kingdom, 2007.
- [26] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Red\\_light\\_camera#United\\_Kingdom](https://en.wikipedia.org/wiki/Red_light_camera#United_Kingdom) (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [27] Transport for London: *Safety enforcement cameras*, , Safety & security; Road Safety, London, United Kingdom, 2017.
- [28] Speed cameras UK: *Gatso camera*, Peterborough, England, 2017.
- [29] Speed cameras UK: *Siemens SafeZone camera*, Peterborough, England, 2017.
- [30] ] European Transport Safety Council, *Time-over-distance cameras improve safety in Belgium and Scotland*, Bruxelles, Belgium, 2015.
- [31] Ágústsson L., Ottesen S.: *Reducing car speed nation-wide, the effectiveness of mobile speed cameras in denmark*, Danish Road Directorate, Danish Ministry of Transport, 2002.
- [32] The Danish Road Safety Commission National Action Plan 2013-2020: *Every Accident is one too many – a shared responsibility*, Danish Road Safety Commission, 2013.
- [33] Salkeld L.: *Scariest speed camera of all*, , Daily mail, 2010.
- [34] Malin F.: *Dense automatic speed enffectively reduces speeding*, VTT Technical Research Centre of Finland, Oulu, Finland, 2017.
- [35] Vrančić T., Časopis Građevinar, vol. 60, p. 763-764, 2008.
- [36] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske: *Automatski sustav za prepoznavanje i očitovanje registarskih pločica pod nazivom „Nero-ANPR“ sustav*, virovitičko-podravska uprava, Zagreb, 2016.

[37] Glas slavonije: *Policijske kamere automatski prepoznaju neosigurana vozila*, 2016.

[38] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske: *Predstavljeni fiksni uređaji za mjerenje brzine*, Zagreb, 2015.