

Inteligentna rješenja smanjenja brzine u urbanim sredinama

Šimunović, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:413549>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Diplomski rad br. 102/OMIL/2021

Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u urbanim sredinama

Mario Šimunović, MBS: 1499/336D

Koprivnica, rujan 2021. godine



Sveučilište Sjever

Održiva mobilnost i logistika

Diplomski rad br. 102/OMIL/2021

Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u urbanim sredinama

Student

Mario Šimunović, MBS: 1499/336D

Mentor

prof. dr. sc. Goran Kos, dipl. ing.

Koprivnica, rujan 2021. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveučišni studij Održiva mobilnost i logistika		
PRESTUPNIK	MARIO SIMUNOVIĆ	MATIČNI BROJ	1499/336D
OSTVAR	13.09.2021.	KOLEGIJ	Inteligentna mobilnost
NASLOV RADA	Inteligentna rješenja smanjenja brzine u urbanim sredinama		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Intelligent solutions for speed reduction in urban environment		
MENTOR	prof. dr. sc. Goran Kos, dipl. ing.	STANJE	redoviti profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, predsjednik povjerenstva		
	2. prof. dr. sc. Goran Kos, mentor		
	3. doc. dr. sc. Predrag Briek		
	4. doc. dr. sc. Saša Petar, zamjena		
	5.		

Zadatak diplomskog rada

BROJ: 102/OMILU2021

OPIS

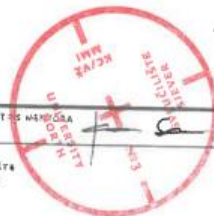
Zahtjevi koji se javljaju u kontekstu povećanja sigurnosti prometa temelji su koncepta za smirivanje prometa, a isto se postiže smanjenjem ograničenja brzine kretanja vozila u blizini dječjih vrtića, škola, stambenih i poslovnih zona, itd., te poboljšanjem preglednosti vozača, ali i u globalu na prometnici. Pored vozača, sa smanjenjem brzine kretanja vozila se direktno utječe i na sigurnost svih ostalih ugroženih sudionika prometa (pješači, biciklisti, djeca, hendikepirane osobe), a isto tako i na smanjenje neposrednih štetnih utjecaja na okoliš: zagađenje zraka, narušavanje okoliša, smanjenje razine buke i dr. Da bi se sve navedeno postiglo, potrebno je provesti niz različitih procesa, kao što su npr. rekonstrukcija postojećih prometnih mreža, postavljanje signalizacije i posebne opreme za usporenje prometnog toka, uvođenje i inkoviranih i dosljednih regulativnih mjera, itd. Inteligentna rješenja za smanjenje brzine vozila u urbanim sredinama bit će predložena i analizirana u nastavku obrade zadane tematike za ovaj rad.

ZADATAK USUČEN

16.9.2021

POTPIS MENTORA

SVUČILIŠTE
SJEVER



Predgovor

Prvotno, htio bih se zahvaliti svim profesorima, asistentima, vanjskim predavačima i ostalom osoblju na Sveučilištu Sjever, zbog prenesenoga znanja i vještina, te pomoći oko svega povezanog s mojim studiranjem. Rezultat toga je na kraju moje uspješno završeno školovanje na Diplomskom sveučilišnom studiju Održiva mobilnost i logistika, te stjecanje jednog posebnog iskustva.

Dakako, posebna zahvala ide mom mentoru, prof. dr. sc. Goranu Kosu, na pomoći i trudu koji mi je pružio prilikom izrade diplomskog rada, te davanju sugestija, prijedloga i ideja za uspješno kompletiranje istoga.

Na kraju, spomenuti moram i moju obitelj, prijatelje i kolege sa studija, na stalnoj podršci i motiviranju za ostvarenje moga cilja, bez njih bi sve to zasigurno bilo puno teže i kompliciranije za ostvariti.

Sažetak

Zahtjevi koji se javljaju u kontekstu povećanja sigurnosti prometa temelj su koncepta za „smirivanje prometa“, a isto se postiže smanjenjem ograničenja brzine kretanja vozila u blizini dječjih vrtića, škola, stambenih i poslovnih zona, itd., te poboljšanjem preglednosti vozača, ali i u globalu na prometnici. Pored vozača, sa smanjenjem brzine kretanja vozila se direktno utječe i na sigurnost svih ostalih ugroženih sudionika prometa (pješaci, biciklisti, djeca, hendikepirane osobe), a isto tako i na smanjenje neposrednih štetnih utjecaja na okoliš – zagađenje zraka, narušavanje okoliša, smanjenje razine buke i dr. Da bi se sve navedeno postiglo, potrebno je provesti niz različitih procesa, kao što su npr. rekonstrukcija postojeće prometne mreže, postavljanje signalizacije i posebne opreme za usporenje prometnog toka, uvođenje učinkovitih i dosljednih regulativnih mjera, itd. Inteligentna rješenja za smanjenje brzine vozila u urbanim sredinama biti će predložena i analizirana u nastavku obrade zadane tematike za ovaj rad.

Ključne riječi: sigurnost, brzina, „smirivanje prometa“, urbane sredine

Abstract

Requirements arising in the context of increasing traffic safety are the basis of the concept of "traffic calming", and the same is achieved by reducing the speed limit of vehicles near kindergartens, schools, residential and business areas, etc., and improving driver visibility, but also globally on the road. In addition to drivers, reducing the speed of vehicles directly affects the safety of all other vulnerable road users (pedestrians, cyclists, children, the disabled), as well as reducing the immediate harmful effects on the environment - air pollution, environmental damage, reducing the level noise, etc. In order to achieve all of the above, it is necessary to carry out a number of different processes, such as reconstruction of the existing traffic network, installation of signalization and special equipment to slow down traffic flow, introduction of effective and consistent regulatory measures, etc. Intelligent solutions for reducing vehicle speed in urban areas will be presented and analyzed in the continuation of the treatment of the given topic for this paper.

Keywords: safety, speed, "traffic calming", urban environments

Popis korištenih kratica

ANPR	<i>eng. Automatic Number Plate Recognition</i> sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka
dr.	drugo
EU	Europska unija
GPS	globalni pozicijski sustav
ha	hektar
HRT	Hrvatska radiotelevizija
ISA	<i>eng. Intelligent Speed Assistance</i> inteligentni sustavi pomoći za poštivanje ograničenja brzine
itd.	i tako dalje
LŠŽ	Ličko-senjska županija
kHz	kiloherc
km/h	kilometar na sat
kn	hrvatska kuna
LED	<i>eng. Light Emitting Diode</i> dioda koja emitira svjetlo
m	metar
MAC	<i>eng. Media Access Control</i> kontrola pristupa mediju
MO	mjesni odbor
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
npr.	na primjer
RH	Republika Hrvatska
OŠ	osnovna škola
sl.	slično
SR	savezna republika
sv.	sveti
tj.	to jest

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. PREDMET I CILJ RADA.....	2
1.2. IZVORI PRIKUPLJANJA PODATAKA I METODE IZRADE.....	2
1.3. KONCEPTUALNI OKVIR RADA.....	2
2. Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u RH	4
2.1. PREKRŠAJI S NEPROPISNOM BRZINOM U RH ZA 2010.-2019.	5
2.2. PREKRŠAJI S NEPROPISNOM BRZINOM U LŠZ ZA 2010.-2019.	7
2.3. NEPROPISNA BRZINA KAO UZROK PROMETNIH NESREĆA ZA 2010.-2019.	9
3. Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u EU	11
3.1. BROJ PROMETNIH PREKRŠAJA S NEPROPISNOM BRZINOM U EU ZA 2010.-2017.	11
3.2. UDIO BROJA PROMETNIH PREKRŠAJA S NEPROPISNOM BRZINOM U UKUPNOM BROJU PROMETNIH PREKRŠAJA U EU ZA 2010.-2017.....	12
4. Primjer mjerenja brzina u naselju Dugave u Zagrebu	16
4.1. BROJANJE PROMETA I MJERENJE BRZINE U LISTOPADU 2020. GODINE	17
4.2. REZULTATI BROJANJA PROMETA I MJERENJA BRZINE U LISTOPADU 2020. GODINE	18
5. Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u gradovima	24
5.1. VRSTE DETEKCIJSKIH SUSTAVA U INTELIGENTNIM PROMETNIM SUSTAVIMA	24
5.1.1. Induktivna petlja	25
5.1.2. Video detekcija.....	26
5.1.3. Bluetooth detekcija	28
5.1.4. Audio detekcija	29
5.2. PROMETNA RJEŠENJA ZA MJERENJE I SMANJENJE BRZINE VOZILA.....	30
5.2.1. Radar i LIDAR kamere za mjerenje brzine vozila	30
5.2.2. Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka	33
5.2.3. Promjenjivi znakovi ograničenja brzine	35
5.2.4. Inteligentni sustavi pomoći za poštivanje ograničenja brzine.....	37
5.2.5. Infrastrukturni objekti za smanjenje brzine vozila	39
5.2.5.1. Cestovni uspornici prometa	39

5.2.5.2. Ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine.....	40
5.2.5.3. Kružna raskrižja.....	41
5.2.5.4. Suženje kolnika i optički tretmani	42
5.2.5.5. Površinski tretmani kolnika.....	43
5.2.5.6. Ostali infrastrukturni objekti	44
6. Akcija „Speed Marathon“ u 2021. godini	49
7. Zaključak.....	53
Literatura	55
Popis slika.....	57
Popis tablica	58
Popis grafikona	59

1. Uvod

Ubrzani razvoj prometa i izrazito visoka razina (stupanj) motorizacije u suvremeno doba, uz sve relevantne prednosti u domeni zadovoljenja želja, potreba i zahtjeva stanovnika za mobilnošću u urbanim područjima, utječu i na izazivanje određenih negativnosti, a među njima se ponajviše treba istaknuti prometne nesreće. Dakle, tu dolazi do određenog sukoba, gdje se s jedne strane zahtijeva pokretljivost sa što većim brzinama, a s druge su pak strane upravo potonje u najvećoj mjeri odgovorne za ugrožavanje sigurnosti sudionika u prometu, posebice djece, pješaka, hendikepiranih osoba i biciklista. Za ovaj segment su provedena i brojna istraživanja, koja su potvrdila usku povezanost između brzine kretanja vozila i razine (težine) posljedica, odnosno povreda za bicikliste i pješake u prometnim nesrećama. Isto tako, kao granična brzina koja ne uzrokuje teže posljedice za nezaštićene sudionike prometa uzima se (prema provedenim istraživanjima) ona od 30 [km/h]. Na drugu stranu, granična brzina između nastajanja težih i lakših ozljeda (posljedica) za bicikliste i pješake prilikom nalijetanja vozila je ona od 36 [km/h].

Da bi se ostvarila optimalna ravnoteža između sigurnosti i pokretljivosti sudionika u prometu, nužno je na pažljiv način osmisliti princip/način vođenja raznih prometnih oblika (cestovni promet, željeznički promet – podzemna i nadzemna željeznica, pješački promet, biciklistički promet), odnosno odlučiti treba li iste integrirati ili razdvojiti jedne od drugih. U središnjim, užim gradskim dijelovima (urbanim područjima), prednost imaju pješaci i nemotorizirani sudionici prometa prema zahtjevima, tj. mjerilu „koncepta za smirivanje prometa“. Tako se prometno integriraju i povezuju osjetljive skupine sudionika (npr. pješaci, biciklisti, djeca, hendikepirane osobe), te se težnja prebacuje na svojevrsni kompromis – ostvarenje ravnoteže između četiri različita čimbenika, sigurnosti, pokretljivosti, ekologije i energetike. Sami koncept je dodatno utemeljen na mjerama koje povećavaju sigurnost u prometu – smanjenje ograničenja brzine vozila u blizini dječjih vrtića i škola, poboljšanje preglednosti vozača iz vozila, te povećanje preglednosti u globalu. Da bi se postigao takav cilj, potrebno je provesti čitavi niz procesa, a isti su sastavljeni od rekonstrukcije postojeće lokalne, tj. sekundarne prometne mreže. Potonju sačinjavaju: prilazne ulice, sabirne ulice, parkirališta i garaže, posebna oprema za smirivanje i usporavanje prometa, implementacija učinkovite i dosljedne regulative, itd.

Dakako, sve to potrebno je i stalno nadzirati, te prema potrebi uvoditi dodatna poboljšanja i preinake.

1.1. Predmet i cilj rada

Kao predmet i cilj ovoga rada, kako mu i sam naslov kaže, navodi se tematika vezana uz obradu, odnosno analiziranje inteligentnih rješenja za smanjenje brzine vozila u urbanim sredinama (gradskim područjima). Shodno tome, biti će predloženi i „najsvežiji“ statistički podaci za prometne prekršaje s nepropisnom brzinom u RH i EU, te primjer mjerenja brzina u naselju Dugave u Zagrebu. Brzina je u suvremeno doba jedan od najučestalijih uzroka prometnih nesreća u svijetu, pa joj se stoga posvećuje i velika pozornost, te poseže za raznim inteligentnim rješenjima u cilju smanjenja iste.

1.2. Izvori prikupljanja podataka i metode izrade

Prilikom izrade ovog diplomskog rada korištena je uglavnom digitalna (znanstveni radovi, članci, statistički izvještaji, studije, istraživanja i dr.) literatura, dok je jedan manji dio omogućen od strane mentora. Sama literatura omogućila mi je da na jednostavniji način obradim teorijski i praktični dio rada.

Na drugu stranu, korištene su i različite metode prilikom izrade ovog rada, a navode se prema slijedećem redu:

1. metoda analize i sinteze,
2. metoda klasifikacije,
3. metoda deskripcije,
4. metoda komparacije,
5. statistička metoda.

1.3. Konceptualni okvir rada

Koncepcija diplomskog rada prožeta je, odnosno sadržana u sedam poglavlja, koji čine jednu skladnu i sveobuhvatno povezanu cjelinu.

Uvod, poglavlje u kojemu se navode općenite stvari o temi rada, uključujući predmet i cilj rada, izvore i metode prikupljanja podataka i informacija, te konceptualni okvir rada po pojedinim poglavljima.

Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u RH, poglavlje u kojemu je, na temelju statistike MUP-a RH i Biltena o sigurnosti cestovnog prometa, izvršena analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u RH.

Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u EU, poglavlje koje se povezuje direktno s prethodnim, samo su ovaj puta u obzir uzeti podaci za EU.

Primjer mjerenja brzina u naselju Dugave u Zagrebu, praktično poglavlje u kojemu su obrađeni statistički podaci povezani s brojanjem prometa i nadzorom brzine u naselju Dugave u Zagrebu.

Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u gradovima, središnje poglavlje rada u kojemu se navode i analiziraju inteligentna rješenja za smanjenje brzine u gradovima, prema trenutnom stupnju tehničko-tehnološkog razvoja.

Akcija „Speed Marathon“ u 2021. godini, poglavlje koje obrađuje navedenu akciju, a ista se provodi jednom godišnje na području Europe, kako bi se provjerilo pridržavanje s propisanim ograničenjima brzine u prometu.

Zaključak, poglavlje u kojemu se daje jedan sveobuhvatni osvrt na sve ranije opisano, utvrđeno i analizirano tijekom obrade.

2. Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u RH

Prekršaji u prometu u RH s nepropisnom brzinom za vremensko razdoblje od 2010. do 2019. godine raspodijeljeni su na (MUP RH, 2021):

- više od 50 km/h veća od dopuštene (u naselju),
- 30-50 km/h veća od dopuštene (u naselju),
- 20-30 km/h veća od dopuštene (u naselju),
- 10-20 km/h veća od dopuštene (u naselju),
- do 10 km km/h veća od dopuštene (u naselju),
- više od 50 km/h veća od dopuštene (izvan naselja),
- 30-50 km/h veća od dopuštene (izvan naselja),
- 10-30 km/h veća od dopuštene (izvan naselja),
- limit vozila.

Svaki vozač je dužan prilagoditi brzinu kretanja vozila osobinama i stanju na cesti, vidljivosti, preglednosti, klimatskim (atmosferskim) prilikama, stanju tereta, stanju vozila i gustoći prometa. Dakle, brzina vožnje bi trebala biti takva da se u svakom trenutku vozilo može pravovremeno zaustaviti pred svakom zaprekom koju, u konkretnim uvjetima, može predvidjeti, odnosno da može pravovremeno postupiti prema prometnom pravilu ili znaku. Pravila za brzinu u RH su slijedeća (MUP RH, 2021):

- brzina kretanja vozila na cesti uz normalne prometne uvjete ne smije se ograničiti ispod 40 [km/h];
- na cesti u naselju vozač se ne smije s vozilom kretati brzinom koja je veća od 50 [km/h], tj. brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom za cijelo naselje ili njegov dio;
- na cesti u naselju čiji prometno-tehnički i sigurnosni elementi to omogućuju (npr. pješački pothodnici i nathodnici, upravljanje na raskrižjima s uređajima za davanje znakova s prometnim svjetlima i sl.) mora se prometnim znakom dopustiti kretanje vozilom i brzinom većom od 50 [km/h], a najviše do 80 [km/h];
- novčanom kaznom u iznosu od 5.000 kn do 15.000 kn ili zatvorom do 60 dana i tri negativna prekršajna boda kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom na cesti u naselju kreće brzinom koja je za više od 50 [km/h] veća od dopuštene ili prometnim znakom ograničene brzine.

Na cesti izvan naselja vozač se ne smije vozilom kretati brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom, a najviše (MUP RH, 2021):

- 130 [km/h] na autocestama;
- 110 [km/h] na cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i brzim cestama;
- 90 [km/h] na ostalim cestama;
- novčanom kaznom u iznosu od 3.000 kn do 7.000 kn, te tri negativna prekršajna boda kaznit će se za prekršaj vozač koji se vozilom na cesti izvan naselja kreće brzinom koja je za više od 50 [km/h] veća od dopuštene (propisane) ili prometnim znakom ograničene brzine.

2.1. Prekršaji s nepropisnom brzinom u RH za 2010.-2019.

Shodno navedenom, u niže navedenoj Tablici 2.1. predočeni su statistički podaci za promatrano vremensko razdoblje (napomena: podaci za 2010.-2014. ne postoje u Biltenima o sigurnosti cestovnog prometa).

Tablica 2.1. Prekršaji u prometu u RH s nepropisnom brzinom za 2010.-2019.

#	Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.
U naselju	Više od 50 km/h veća od dopuštene	784	877	715	674	584	974	1.368	1.451	1.243	2.362
	u %	0,38	0,39	0,33	0,31	0,22	0,35	0,42	0,49	0,44	0,83
	30-50 km/h veća od dopuštene	10.172	13.021	12.328	12.511	9.992	15.628	25.350	22.934	21.942	31.565
	u %	4,96	5,80	5,68	5,72	3,80	5,58	7,84	7,73	7,75	11,06
	10-30 km/h veća od dopuštene	109.722	125.659	124.721	127.687	151.482	162.858	181.292	163.937	161.323	162.215
	u %	53,53	55,97	57,50	58,42	57,67	58,20	56,03	55,26	57,00	56,84
	Do 10 km/h veća od dopuštene	30.826	27.888	25.880	19.290	22.690	17.301	15.574	12.871	12.777	11.767

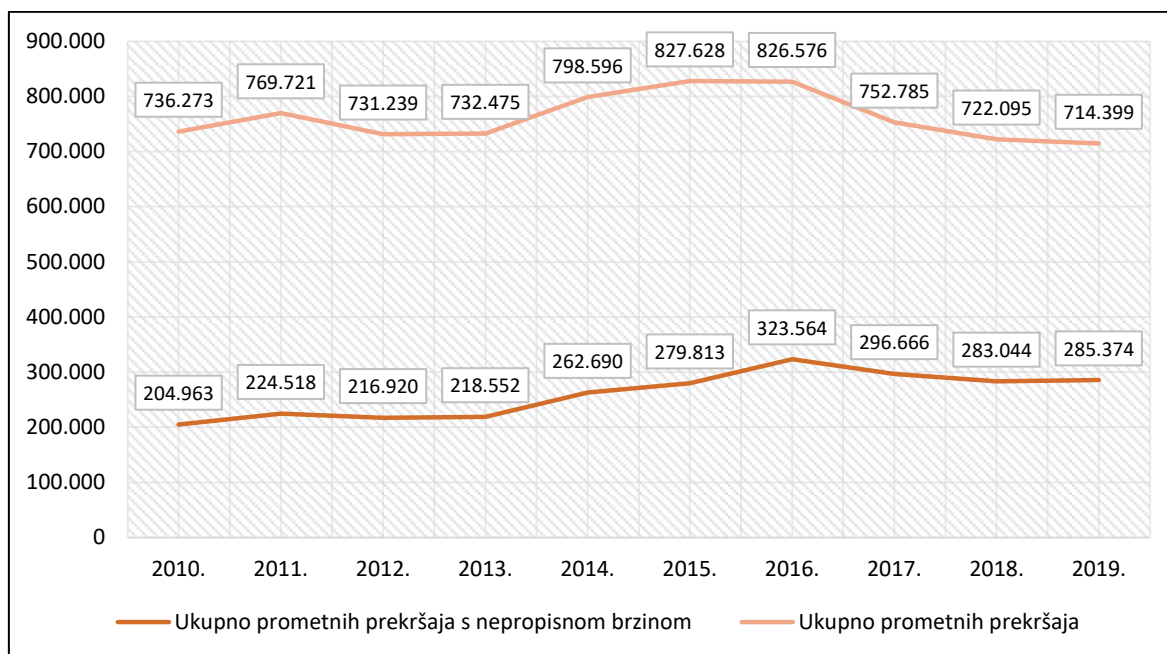
	u %	15,04	12,42	11,93	8,83	8,64	6,18	4,81	4,34	4,51	4,12
Izvan naselja	Više od 50 km/h veća od dopuštene	1.756	2.260	1.890	1.948	1.883	2.032	1.998	2.422	2.987	2.597
	u %	0,86	1,01	0,87	0,89	0,72	0,73	0,62	0,82	1,05	0,91
	30-50 km/h veća od dopuštene	13.806	15.719	14.653	18.425	23.547	23.994	33.018	32.639	29.353	24.341
	u %	6,74	7,00	6,75	8,43	8,96	8,58	10,20	11,00	10,37	8,53
	10-30 km/h veća od dopuštene	37.315	38.692	36.280	37.556	51.965	56.518	64.380	60.095	53.022	50.173
	u %	18,21	17,23	16,73	17,18	19,78	20,20	19,90	20,26	18,73	17,58
Ostalo	Limit vozila	582	402	453	461	547	508	584	317	397	354
	u %	0,28	0,18	0,21	0,21	0,21	0,18	0,18	0,11	0,14	0,12
Ukupno	Ukupno prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom	204.963	224.518	216.920	218.552	262.690	279.813	323.564	296.666	283.044	285.374
	u %	27,84	29,17	29,66	29,84	32,89	33,81	39,15	39,41	39,20	39,95
	Ukupno prometnih prekršaja	736.273	769.721	731.239	732.475	798.596	827.628	826.576	752.785	722.095	714.399

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)

Dakle, ako promatramo ukupne prometne prekršaje s nepropisnom brzinom od 2010. do 2019. godine, možemo primijetiti da se kroz godine do današnjeg dana broj istih povećao, i to za oko 28%, odnosno 80.000, ako promatramo iste u brojčanom smislu. Ovakav trend posljedica je povećanja kontrole prometa od strane policijskih službenika i strožih zakona, odnosno propisa u cilju povećanja sigurnosti u prometu, ali i porasta ukupnog broja vozila na samim prometnicama.

Nadalje, trend kretanja krivulje ukupnih prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom i ukupnih prometnih prekršaja u RH, na temelju podataka iz Tablice 2.1., može se vidjeti na niže predočenom Grafikonu 2.1.

Grafikon 2.1. Trend prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u RH za 2010.-2019.



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)

2.2. Prekršaji s nepropisnom brzinom u LSŽ za 2010.-2019.

U ovom dijelu rada posvetiti ćemo se prometnim prekršajima s nepropisnom brzinom koji su se dogodili na području Ličko-senjske županije, također u vremenskom razdoblju od 2010. do 2019. godine, što je i predočeno u Tablici 2.2.

Tablica 2.2. Prekršaji u prometu u LSŽ s nepropisnom brzinom za 2010.-2019.

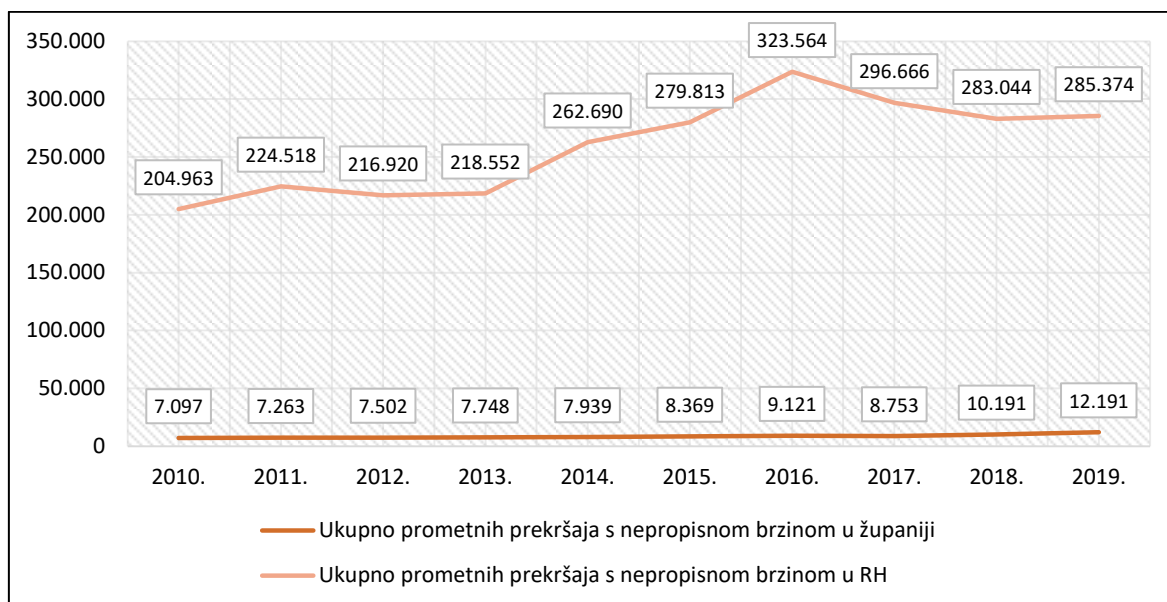
#	Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.
U naselju	Više od 50 km/h veća od dopuštene	4	7	5	5	6	2	2	5	8	70
	u %	0,06	0,10	0,07	0,07	0,08	0,02	0,02	0,06	0,08	0,57
	30-50 km/h veća od dopuštene	89	93	81	76	88	126	120	122	145	1.541

	u %	1,25	1,28	1,08	0,98	1,11	1,51	1,32	1,39	1,42	12,64
	10-30 km/h veća od dopuštene	2.099	2.150	2.424	2.149	2.243	2.187	2.072	1.986	2.469	5.435
	u %	29,58	29,60	32,31	27,74	28,25	26,13	22,72	22,69	24,23	44,58
	Do 10 km/h veća od dopuštene	1.576	1.589	1.402	953	1.112	700	850	696	888	900
	u %	22,21	21,88	18,69	12,30	14,01	8,36	9,32	7,95	8,71	7,38
Izvan naselja	Više od 50 km/h veća od dopuštene	124	125	193	221	212	144	97	82	101	94
	u %	1,75	1,72	2,57	2,85	2,67	1,72	1,06	0,94	0,99	0,77
	30-50 km/h veća od dopuštene	676	690	841	1.359	1.245	1.305	1.320	1.282	1.578	796
	u %	9,52	9,50	11,21	17,54	15,68	15,59	14,47	14,65	15,48	6,53
	10-30 km/h veća od dopuštene	2.474	2.547	2.531	2.948	2.988	3.904	4.656	4.577	4.997	3.355
	u %	34,86	35,07	33,74	38,05	37,64	46,65	51,05	52,29	49,03	27,52
Ostalo	Limit vozila	55	62	25	37	45	1	4	3	5	0
	u %	0,78	0,85	0,33	0,48	0,57	0,01	0,04	0,03	0,05	0,00
Ukupno	Ukupno prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u županiji	7.097	7.263	7.502	7.748	7.939	8.369	9.121	8.753	10.191	12.191
	u %	3,46	3,24	3,46	3,55	3,02	2,99	2,82	2,95	3,60	4,27
	Ukupno prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u RH	204.963	224.518	216.920	218.552	262.690	279.813	323.564	296.666	283.044	285.374

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)

Nadalje, trend kretanja krivulje ukupnih prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom i ukupnih prometnih prekršaja u LSŽ, na temelju podataka iz Tablice 2.2., može se vidjeti na niže predočenom Grafikonu 2.2.

Grafikon 2.2. Trend prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u LSŽ za 2010.-2019.



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)

2.3. Nepropisna brzina kao uzrok prometnih nesreća za 2010.-2019.

Nepropisna brzina u prometu može u određenim slučajevima biti uzrok prometnih nesreća. Shodno tome, niže u Tablici 2.2. predočeni su statistički podaci za isto u razdoblju između 2010. i 2019. godine.

Tablica 2.3. Nepropisna brzina kao uzrok prometnih nesreća za 2010.-2019.

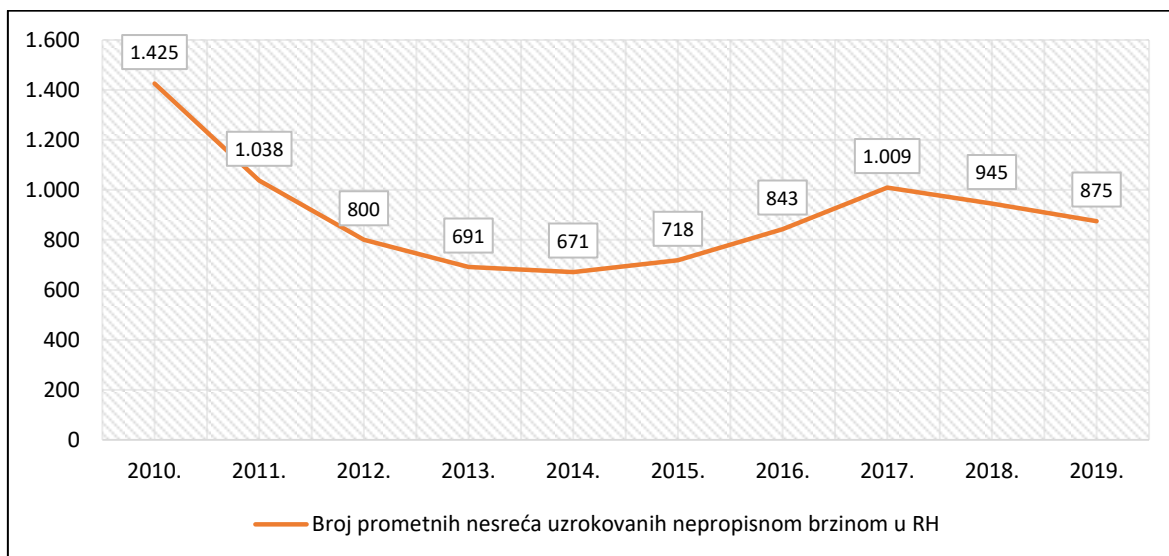
Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.
Broj poginulih osoba u prometnim nesrećama s nepropisnom brzinom	27	28	17	15	15	19	18	15	12	19
Broj teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama s nepropisnom brzinom	203	141	101	105	79	107	113	121	115	132
Broj lakše ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama s nepropisnom brzinom	721	504	384	302	359	373	400	502	410	377

Broj prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom brzinom s ozlijeđenim osobama	597	428	349	298	315	320	365	451	364	360
u %	41,89	41,23	43,63	43,13	46,95	44,57	43,30	44,70	38,52	41,14
Broj prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom brzinom s nastradalim osobama	624	455	366	311	329	338	382	466	376	378
u %	43,79	43,83	45,75	45,01	49,03	47,08	45,31	46,18	39,79	43,20
Broj prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom brzinom s poginulim osobama	27	27	17	13	14	18	17	15	12	18
u %	1,90	2,60	2,13	1,88	2,09	2,51	2,02	1,49	1,27	2,06
Broj prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom brzinom	1.425	1.038	800	691	671	718	843	1.009	945	875

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (20.03.2021.)

Shodno podacima iz Tablice 2.3., trend kretanja krivulje ukupnog broja prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom brzinom u RH može se vidjeti, odnosno proučiti na niže predloženom Grafikonu 2.3.

Grafikon 2.3. Prometne nesreće uzrokovane nepropisnom brzinom u RH za 2010.-2019.



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)

3. Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u EU

Analiza prekršaja s nepropisnom brzinom u Europskoj uniji obaviti će se na temelju podataka i informacija iz dva promatranja. Ono prvo će obuhvatiti predodžbu ukupnog broja prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017. godinu, te uz to usporedbu broja istih na milijun stanovnika između 2010. i 2017. godine. Zatim, u drugom promatranju analizirati će se koliki udio u ukupnim prometnim prekršajima u EU čine oni s nepropisnom brzinom po pojedinim državama za 2010.-2017.

3.1. Broj prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017.

U Tablici 3.1. prikazuje se ukupan broj prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u već ranije analiziranim zemljama u EU (iznimka je jedino Grčka, koja je analizirana kao zamjenska zemlja umjesto Švicarske, zbog nedostupnosti podataka za istu) za razdoblje od 2010. do 2017. godine.

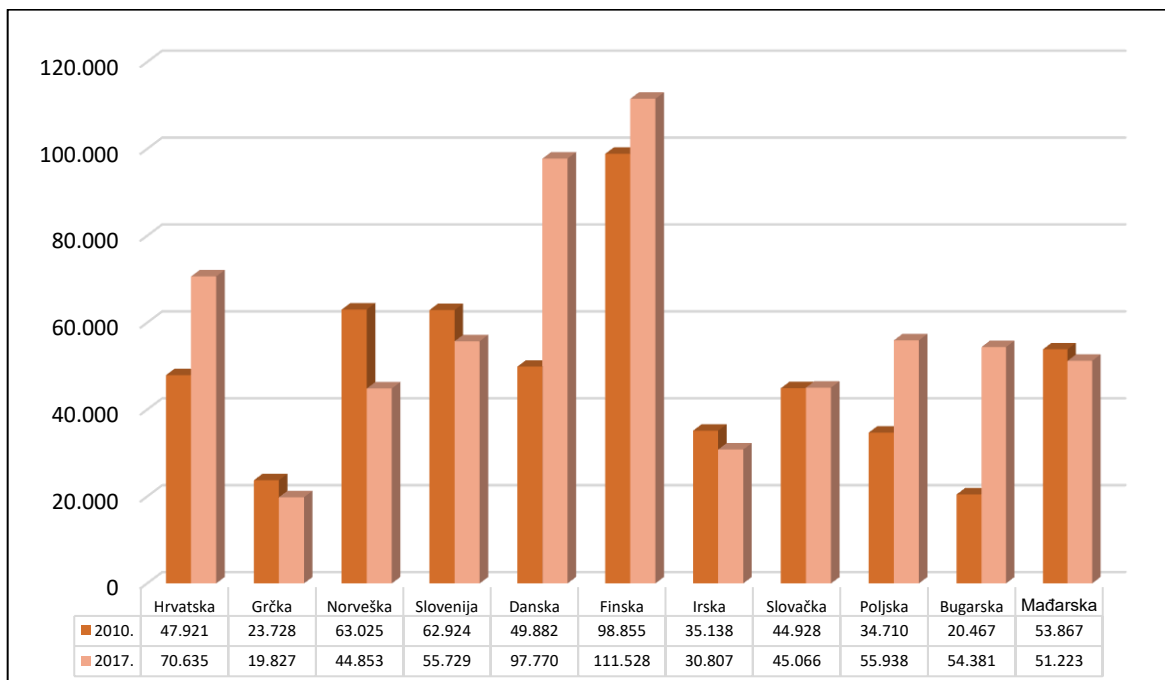
Tablica 3.1. Broj prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017.

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Hrvatska	206.060	224.883	218.478	218.552	264.237	279.813	323.564	296.666
Grčka	263.382	238.033	186.675	178.816	156.892	173.476	176.592	214.132
Norveška	308.822	291.740	281.119	271.539	256.398	248.223	260.569	237.720
Slovenija	125.848	103.650	72.878	87.166	99.009	90.814	77.255	117.029
Danska	274.349	297.729	264.362	353.937	249.705	465.928	561.133	557.287
Finska	533.816	525.092	432.372	447.932	414.216	507.728	608.906	613.402
Irska	158.123	262.799	225.041	207.920	226.130	217.931	171.717	147.875
Slovačka	242.613	266.894	302.087	323.708	339.894	298.248	257.397	243.358
Poljska	1.318.970	1.551.811	1.633.986	1.750.467	2.102.005	1.918.959	2.077.420	2.125.646
Bugarska	151.458	139.442	267.344	300.339	85.817	212.157	336.952	386.107
Mađarska	538.667	429.224	453.208	297.744	285.636	275.433	279.406	501.986

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Reducing Speeding in Europe. Europsko vijeće za sigurnost prometa. Bruxelles. 2019., dostupno na: <https://bit.ly/3maHjJx> (05.04.2021.)

Nadalje, niže predloženi Grafikon 3.1. prikazuje ukupan broj prekršaja u prometu u EU zemljama s nepropisnom brzinom na milijun stanovnika. Dakako, podaci su uzeti za već analizirane zemlje EU, jedino je zbog nedostupnosti podataka za Švicarsku, kao zamjenska država uzeta Grčka. Promatrana je razlika između osmogodišnjeg razdoblja, odnosno ona između 2010. i 2017. godine.

Grafikon 3.1. Prometni prekršaji s nepropisnom brzinom u EU na milijun stanovnika



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Reducing Speeding in Europe. Europsko vijeće za sigurnost prometa. Bruxelles. 2019., dostupno na: <https://bit.ly/3maHjJx> (05.04.2021.)

Dakle, ukoliko promatramo posljednju analiziranu godinu, odnosno 2017., RH se po ukupnom broju prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom na milijun stanovnika od svih analiziranih zemalja nalazi na trećem mjestu, odmah iza Finske i Danske, što svakako nije nešto s čime bi se trebalo pohvaliti.

3.2. Udio broja prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u ukupnom broju prometnih prekršaja u EU za 2010.-2017.

Niže u Tablici 3.2. analizirani su udjeli prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u ukupnom broju prometnih prekršaja u EU za 2010.-2017. godinu. Obuhvaćene zemlje su

Hrvatska, Grčka, Norveška, Slovenija, Danska, Finska, Irska, Slovačka, Poljska, Bugarska i Mađarska, kao i u Tablici 3.1.

Tablica 3.2. Udio prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017.

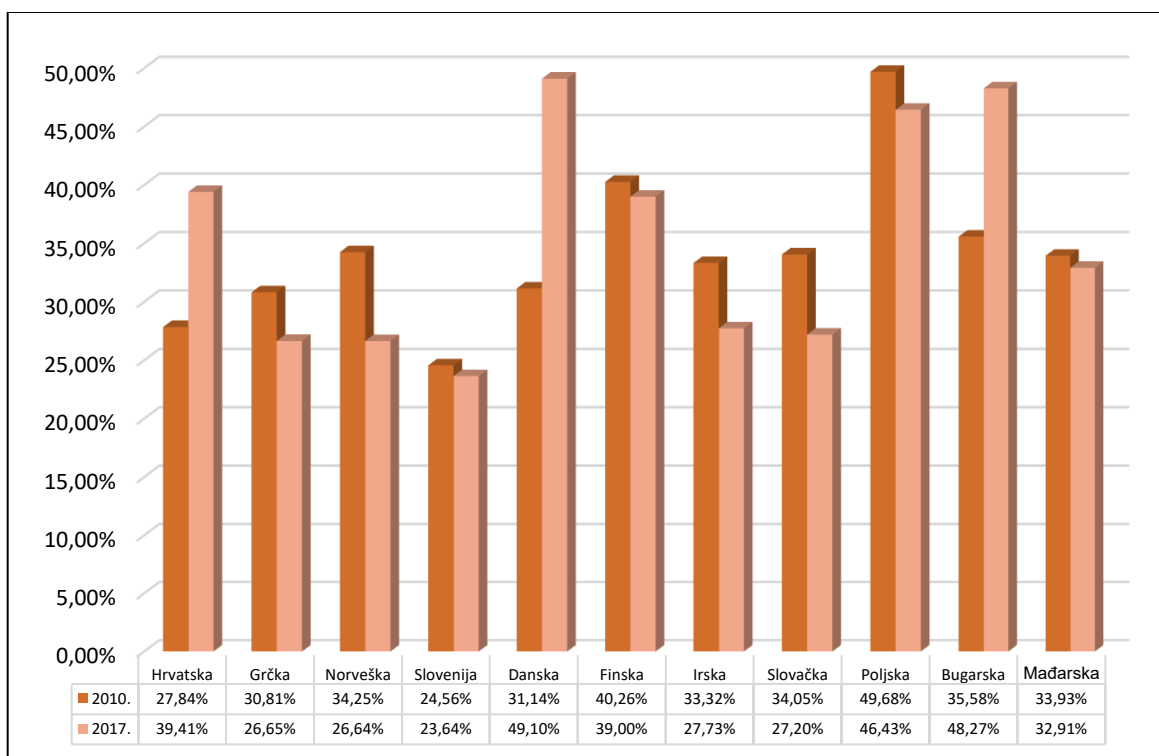
Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Hrvatska	206.060	224.883	218.478	218.552	264.237	279.813	323.564	296.666
Udio (%)	27,84	29,17	29,66	29,84	32,89	33,81	39,15	39,41
Ukupno	736.273	769.721	731.239	732.475	798.596	827.628	826.576	752.785
Grčka	263.382	238.033	186.675	178.816	156.892	173.476	176.592	214.132
Udio (%)	30,81	29,35	24,73	23,55	21,10	22,00	22,30	26,65
Ukupno	854.798	811.079	754.991	759.303	743.555	788.654	791.919	803.477
Norveška	308.822	291.740	281.119	271.539	256.398	248.223	260.569	237.720
Udio (%)	34,25	32,69	32,49	31,05	29,96	29,89	28,94	26,44
Ukupno	901.788	892.443	865.212	874.564	855.878	830.477	900.367	898.991
Slovenija	125.848	103.650	72.878	87.166	99.009	90.814	77.255	117.029
Udio (%)	24,56	21,78	17,67	20,57	21,97	19,79	17,39	23,64
Ukupno	512.478	475.888	412.456	423.676	450.633	458.987	444.354	495.012
Danska	274.349	297.729	264.362	353.937	249.705	465.928	561.133	557.287
Udio (%)	31,14	32,63	30,23	36,92	28,85	46,46	49,48	49,10
Ukupno	881.111	912.453	874.596	958.789	865.422	1.002.878	1.122.562	1.134.984
Finska	533.816	525.092	432.372	447.932	414.216	507.728	608.906	613.402
Udio (%)	40,26	39,45	34,71	34,79	31,57	34,12	39,42	39,00
Ukupno	1.325.963	1.331.112	1.245.781	1.287.633	1.311.951	1.487.888	1.544.515	1.572.656
Irska	158.123	262.799	225.041	207.920	226.130	217.931	171.717	147.875
Udio (%)	33,32	40,61	35,41	34,70	35,32	34,39	29,36	27,73
Ukupno	474.545	647.122	635.544	599.258	640.233	633.777	584.963	533.213
Slovačka	242.613	266.894	302.087	323.708	339.894	298.248	257.397	243.358
Udio (%)	34,05	33,36	35,30	36,19	36,38	32,70	28,43	27,20

Ukupno	712.544	800.012	855.698	894.445	934.321	912.222	905.546	894.632
Poljska	1.318.970	1.551.811	1.633.986	1.750.467	2.102.005	1.918.959	2.077.420	2.125.646
Udio (%)	49,68	55,49	52,52	47,47	51,87	47,42	51,66	46,43
Ukupno	2.654.754	2.796.737	3.111.112	3.687.546	4.052.661	4.021.687	4.122.991	4.578.122
Bugarska	151.458	139.442	267.344	300.339	85.817	212.157	336.952	386.107
Udio (%)	35,58	36,50	45,15	47,32	25,15	42,62	48,66	48,27
Ukupno	425.664	381.987	592.112	634.656	341.258	497.787	692.477	799.963
Mađarska	538.667	429.224	453.208	297.744	285.636	275.433	279.406	501.986
Udio (%)	33,93	30,39	31,07	21,43	21,76	21,58	24,06	32,91
Ukupno	1.587.696	1.412.584	1.459.333	1.388.881	1.312.545	1.276.502	1.161.547	1.525.477

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Mobility and Transport – Road Safety in EU. Europska komisija. Bruxelles. 2021., dostupno na: <https://ec.europa.eu/transport/> (21.04.2021.)

Dakle, ako promatramo statističke podatke iz Tablice 3.2., te posljednje analiziranu, odnosno 2017. godinu, udio prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u ukupnom broju prometnih prekršaja u zemljama EU predočen je niže u Grafikonu 3.2. Pri tome će se povući crta s udjelima iz 2010. godine.

Grafikon 3.2. Udjeli prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2011. i 2017.



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Mobility and Transport – Road Safety in EU. Europska komisija. Bruxelles. 2021., dostupno na: <https://ec.europa.eu/transport/> (21.04.2021.)

4. Primjer mjerenja brzina u naselju Dugave u Zagrebu

Dugave su urbano gradsko naselje koje se smjestilo u jugoistočnom dijelu Novoga Zagreba, pozicionirano južno od rijeke Save. Na sjevernom dijelu ih Vatikanska ulica dijeli od Travnog, na zapadu Ulica SR Njemačke od Soboštine, dok na istoku graniče s naseljem Jakuševac. Pripadnost ih smješta u gradsku četvrt Novi Zagreb, istočni dio. Ukupna površina naselja iznosi 85,02 [ha], a prema podacima iz popisa stanovništva provedenog 2011. godine u istome je živjelo 10.492 stanovnika. Pogled na samo naselje iz zraka može se vidjeti na niže predloženoj Slici 4.1.

Slika 4.1. Pogled iz zraka na urbano naselje Dugave



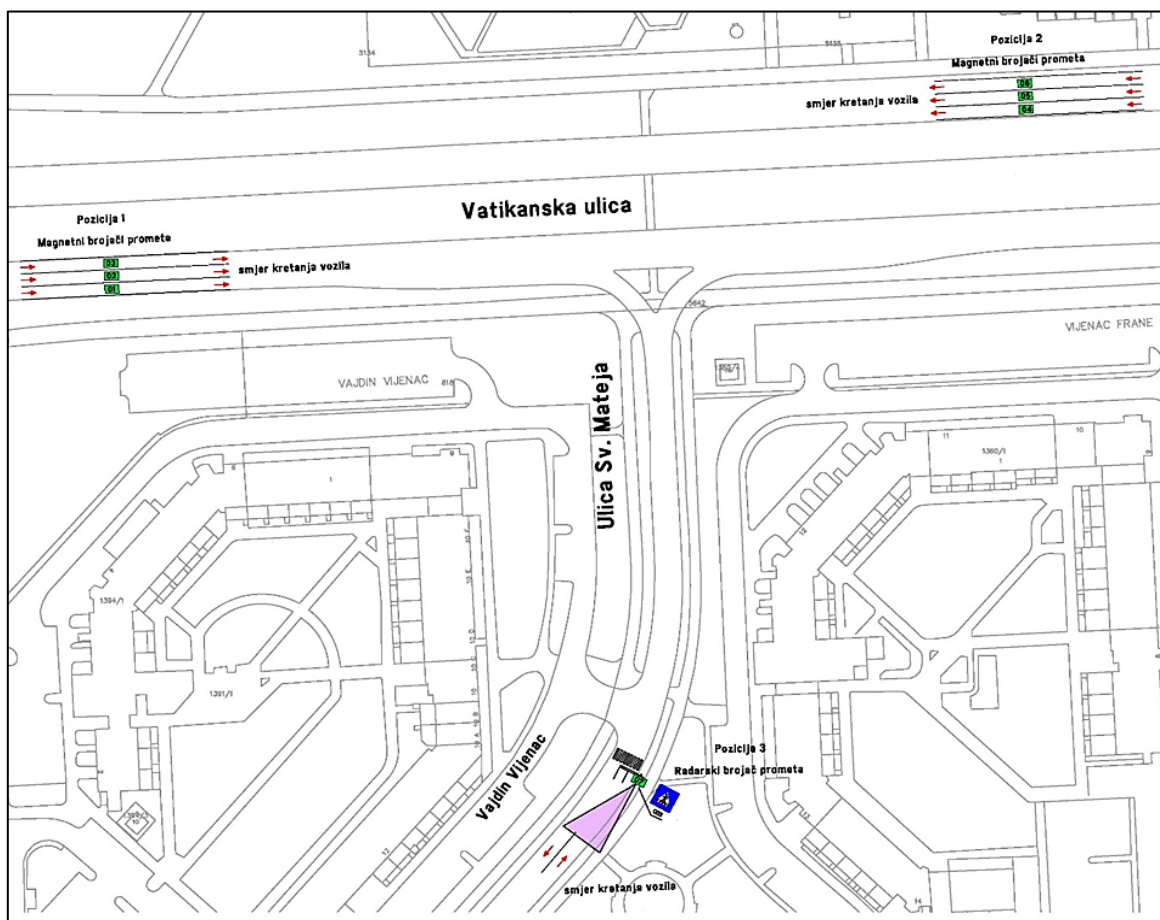
Izvor: Dugave. Wikipedija – slobodna enciklopedija. San Francisco. 2021., dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:GaveduRepublika.jpg> (pristup: 24.04.2021.)

U naselju je planski, kao i u susjednom Travnog, ostavljeno mnogo zelenih površina. Dugave imaju svoju osnovnu školu (I. OŠ Dugave), crkvu (crkva Sv. Mateja), nogometni klub, vrtić, knjižnicu, ambulantu, više ljekarni, različite sportske terene, te trgovačke centre Mali i Veliki Oktogon.

4.1. Brojanje prometa i mjerenje brzine u listopadu 2020. godine

U naselju Dugave je u prošloj godini, odnosno od 04. do 11. listopada 2020. godine izvršeno automatsko brojanje prometa na tri različite pozicije. Isto je obavljeno uz pomoć prethodno postavljenih magnetskih brojača prometa na Vatikanskoj ulici u zoni pješackog prijelaza (Vatikanska ulica – Ulica Sv. Mateja). Oni klasificiraju vozila i mjere brzinu kretanja istih (L1.1, L1.2, L1.3, L2.1, L2.2, L2.3), a ukupno ih je bilo postavljeno šest. Uz to, u Ulici Sv. Mateja postavljen je i radarski mjerac prometa, zbog kontrole brzine prolaska vozila kroz samo naselje (L3.1 i L3.2). Raspored pozicija brojanja prometa i mjerenja brzine može se vidjeti niže na Slici 4.2. (Kos, 2020).

Slika 4.2. Mjesta postavljanja magnetskih i radarski brojača prometa u MO Dugave

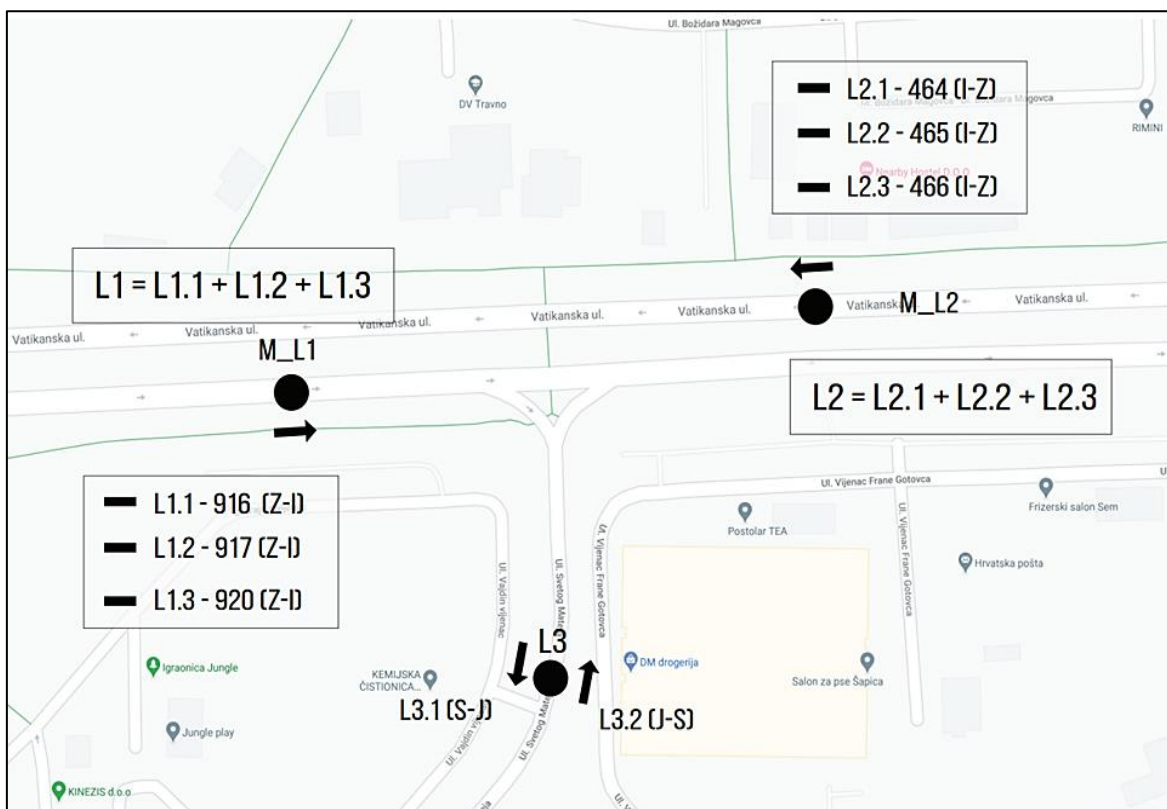


Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Na području naselja Dugave prometna infrastruktura posjeduje dovoljnu propusnu moć na arterijskim ulicama, gdje se kao najveći problem ističe prebrza vožnja. Dio problema, onaj u Ulici Sv. Mateja, je donekle riješen s postavljanjem uspornika (izbočina).

Međutim, veći dio problema s prevelikom brzinom kretanja vozila, onaj povezan uz Vatikansku ulicu, još uvijek nije riješen, što bitno utječe na kretanje pješaka u zoni između MO Dugave i MO Travno (na polu-T raskrižju između dvaju ulica – Ulice SR Njemačke i Ulice Sv. Mateja). Smještaj, odnosno pozicije brojača prometa s odgovarajućim oznakama mogu se vidjeti na niže predloženoj Slici 4.3.

Slika 4.3. Mjesta postavljanja magnetnih i radarskih brojača prometa u MO Dugave



Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

4.2. Rezultati brojanja prometa i mjerenja brzine u listopadu 2020. godine

Prema provedenom brojanju prometa i mjerenju brzine od 04. do 11. listopada 2020. godine, u Tablici 4.1. i na Grafikonu 4.1. se mogu vidjeti, proučiti i analizirati rezultati za tjedno kolebanje količine prometa na mjestima mjerenja. Prema istima se može zaključiti da su daleko najopterećenije prometne trake L1.2 i L1.3, dok je najopterećeniji dan u tjednu petak, a najneopterećeniji subota. U zoni pješačkog prijelaza koji se smjestio u Vatikanskoj ulici, ograničenje kretanja vozilima je postavljeno na 40 [km/h], dok je u

Ulici Sv. Mateja ograničenje 50 (40) [km/h]. Preostale informacije i podacima (sa svim detaljnostima) mogu se vidjeti u nastavku obrade (Kos, 2020).

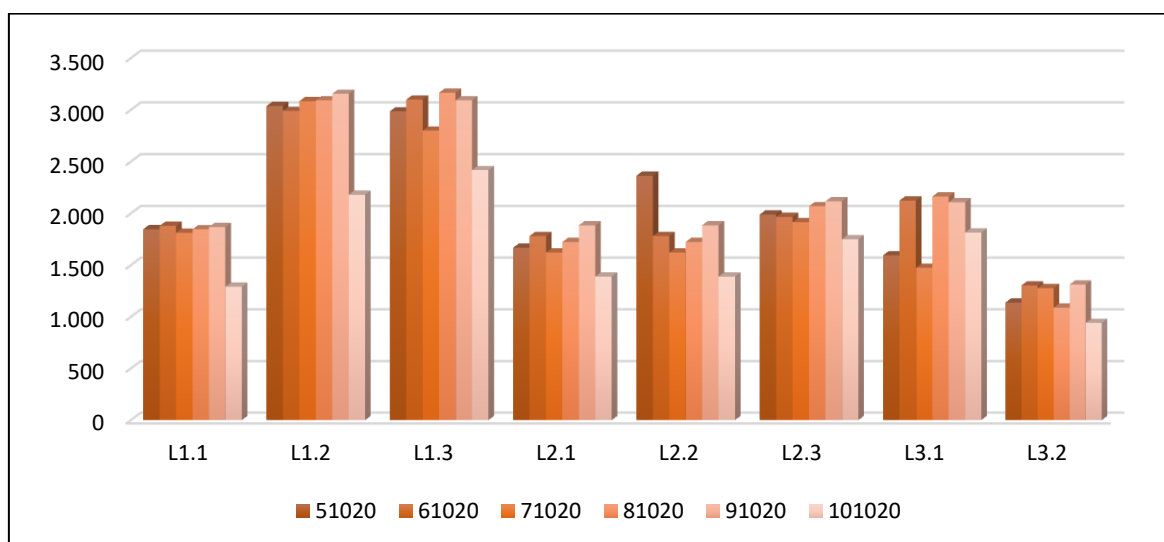
Tablica 4.1. Dnevna opterećenja po trakama u Vatikanskoj ulici i Ulici Sv. Mateja

		PROMETNO OPTEREĆENJE PO TRAKAMA I DANIMA					
		PON 05.10.	UTO 06.10.	SRI 07.10.	ČET 08.10.	PET 09.10.	SUB 10.10.
ULICA	TRAKA						
Vatikanska ulica	L1.1	1.847	1.879	1.813	1.846	1.868	1.291
	L1.2	3.037	2.990	3.084	3.092	3.155	2.180
	L1.3	2.985	3.099	2.799	3.166	3.092	2.418
	L2.1	1.668	1.781	1.621	1.724	1.885	1.390
	L2.2	2.364	1.781	1.621	1.724	1.885	1.390
	L2.3	1.989	1.966	1.914	2.069	2.117	1.749
Ulica Sv. Mateja	L3.1	1.595	2124	1.474	2.163	2.108	1.815
	L3.2	1.138	1304	1.277	1.089	1.313	941

Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Kako je i ranije već tijekom obrade rečeno, niže predočeni Grafikon 4.1. prikazuje dnevna opterećenja prometa po trakama.

Grafikon 4.1. Dnevna opterećenja prometa po trakama



Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Nadalje, Tablica 4.2. i Grafikon 4.2. prikazuju prosječne dnevne brzine po trakama. Prema njima se može zaključiti kako prosječne brzine po trakama u Vatikanskoj ulici iznose između 55-66 [km/h], što je za 15-21 [km/h] više od propisane, odnosno dozvoljene brzine. Pored toga, veliki problem je što postoji mnogo klasa brzine iznad 100 [km/h] za pojedinačna vozila, posebno tijekom noći, kada vozači motocikala razvijaju brzine veće od 150 [km/h]. Na drugu stranu, ukoliko se promatra Ulica Sv. Mateja, može se primijetiti da su sve brzine kretanja unutar granica do 40 [km/h].

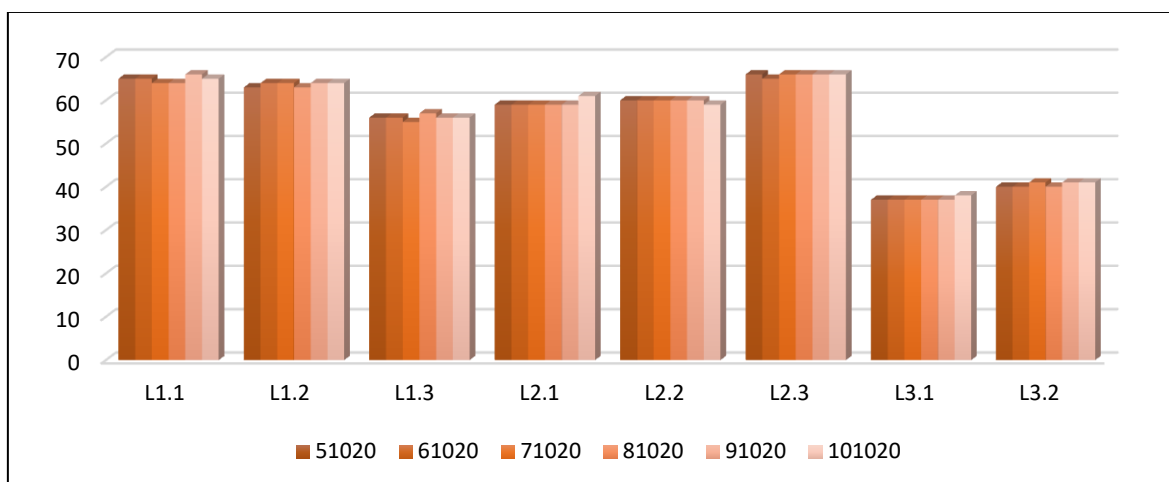
Tablica 4.2. Prosječne satne brzine po trakama [km/h]

		PROMETNO OPTEREĆENJE PO TRAKAMA I DANIMA					
		PON 05.10.	UTO 06.10.	SRI 07.10.	ČET 08.10.	PET 09.10.	SUB 10.10.
ULICA	TRAKA						
Vatikanska ulica	L1.1	65	65	64	64	66	65
	L1.2	63	64	64	63	64	64
	L1.3	56	56	55	57	56	56
	L2.1	59	59	59	59	59	61
	L2.2	60	60	60	60	60	59
	L2.3	66	65	66	66	66	66
Ulica Sv. Mateja	L3.1	37	37	37	37	37	38
	L3.2	40	40	41	40	41	40

Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Shodno podacima iz Tablice 4.2., niže predočeni Grafikon 4.2. prikazuje prosječne brzine po trakama na dnevnoj bazi.

Grafikon 4.2. Prosječne dnevne brzine po trakama [km/h]



Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Za analizu satnih brzina kao karakterističan dan uzet je ponedjeljak, dan kada nije ni najveće, ni najmanje opterećenje na prometnici. U niže predloženoj Tablici 4.3. prikazane su prosječne satne brzine po trakama.

Tablica 4.3. Satne brzine u Vatikanskoj ulici na dan 05.10.2020. [km/h]

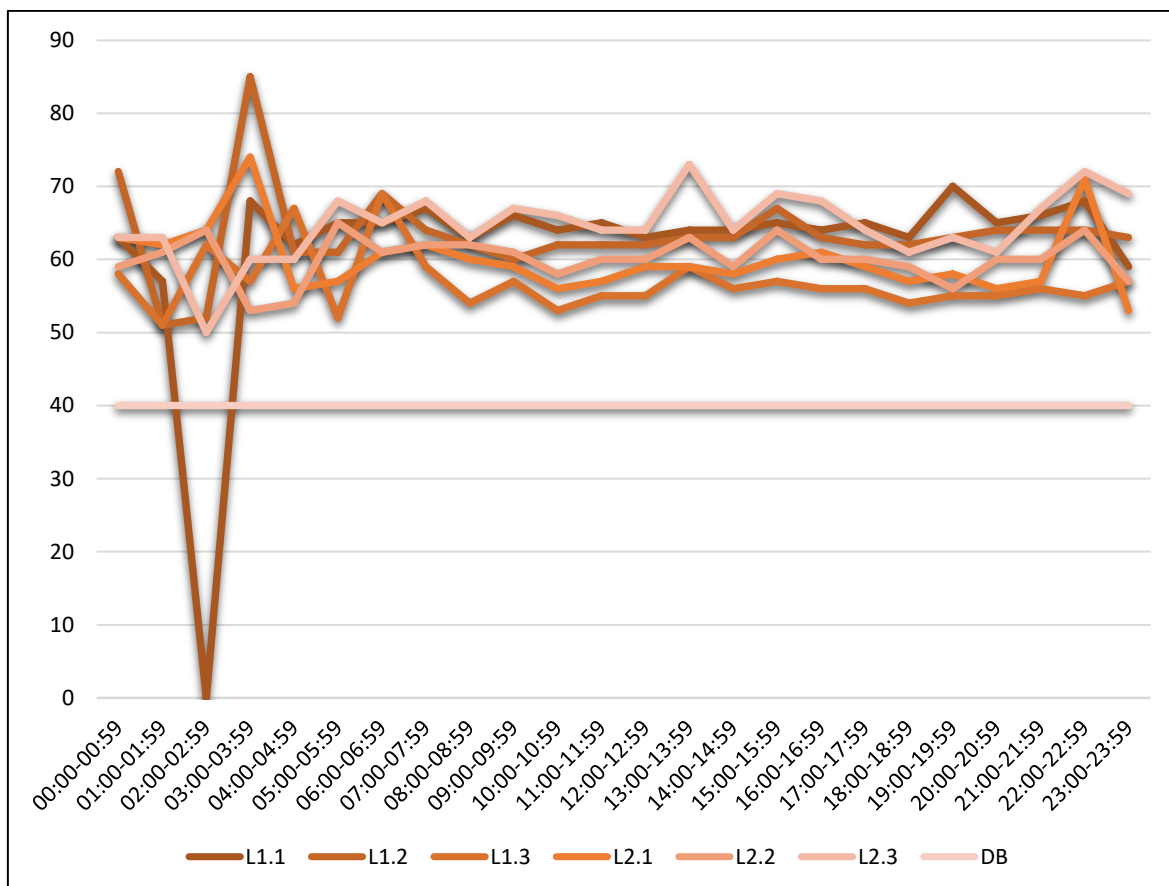
SATI	PROSJEČNE SATNE BRZINE PO TRAKAMA (km/h)					
	L1.1	L1.2	L1.3	L2.1	L2.2	L2.3
00:00-00:59	63	72	58	63	59	63
01:00-01:59	57	51	51	62	61	63
02:00-02:59	0	52	62	64	64	50
03:00-03:59	68	85	57	74	53	60
04:00-04:59	62	61	67	56	54	60
05:00-05:59	65	61	52	57	65	68
06:00-06:59	65	69	69	61	61	65
07:00-07:59	67	64	59	62	62	68
08:00-08:59	63	62	54	60	62	63
09:00-09:59	66	60	57	59	61	67
10:00-10:59	64	62	53	56	58	66
11:00-11:59	65	62	55	57	60	64
12:00-12:59	63	62	55	59	60	64
13:00-13:59	64	63	59	59	63	73

14:00-14:59	64	63	56	58	59	64
15:00-15:59	65	67	57	60	64	69
16:00-16:59	64	63	56	61	60	68
17:00-17:59	65	62	56	59	60	64
18:00-18:59	63	62	54	57	59	61
19:00-19:59	70	63	55	58	56	63
20:00-20:59	65	64	55	56	60	61
21:00-21:59	66	64	56	57	60	67
22:00-22:59	68	64	55	71	64	72
23:00-23:59	59	63	57	53	57	69

Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

Prema Tablici 4.3., u Grafikonu 4.3. prikazane su linije kretanja prosječnih satnih brzina po trakama u Vatikanskoj ulici na dan 05.10.2020. godine.

Grafikon 4.3. Satne brzine po trakama u Vatikanskoj ulici na dan 05.10.2020. [km/h]



Izvor: Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.

S analizom prometnog volumena i brzine kretanja vozila u zoni pješačkog prijelaza na T-raskrižju između Vatikanske i Ulice Sv. Mateja ukazano je na stalnu ugroženost pješaka koji se kreću između dva kvarta, Dugava i Travnog. Prema prikazu s Grafikona 4.3., može se vidjeti da se vozači uopće ne pridržavaju propisanih ograničenja brzine u zoni pješačkog prijelaza. Posebno su opasne situacije kada se vozila zaustavljaju ispred pješačkog prijelaza, dok vozila s preostalim trakama u isto vrijeme prolaze velikim brzinama. Prisutnost pješaka je izrazito velika – dnevno u prosjeku oko 90 ili više pješaka po satu. Prema kategoriji pješaka, najviše prolaze vrtićka djeca pod pratnjom roditelja, školska djeca, starije osobe i biciklisti. Prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova RH, na Vatikanskoj ulici je bilo ukupno 30 ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama u prethodnih pet godina (od 2015. do 2019.). Stoga se kao rješenje, odnosno može se reći i kao nužnost ističe postavljanje semafora na toj šesterotračnoj prometnici (Kos, 2020).

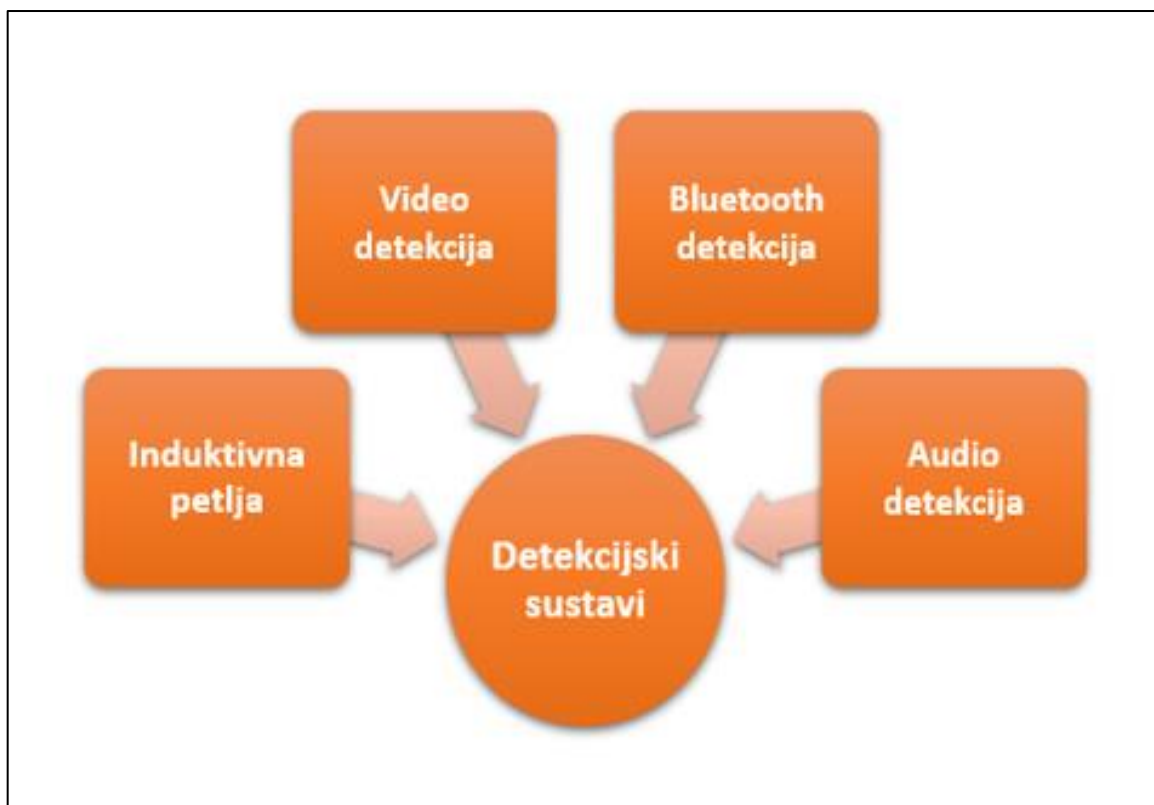
5. Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u gradovima

Ubrzani razvoj tehnike i tehnologije bitno je utjecao i na pojava novih, te poboljšanje postojećih inteligentnih rješenja u prometnim sustavima. Zbog toga se danas u inteligentnim transportnim koriste, odnosno primjenjuju različite tehnologije, s kojima se nastoji poboljšati protočnost, smanjiti zagušenje, te povećati sigurnost prometa. Isto se odnosi i na smanjenje brzine u gradovima, odnosno urbanim područjima, a više o tome reći će se u nastavku obrade ovog poglavlja, odnosno ovoga dijela rada. Naravno, pored brzine, detektiraju se i neki drugi segmenti (npr. registarske oznake i sl.).

5.1. Vrste detekcijskih sustava u inteligentnim prometnim sustavima

Detekcijski sustavi u inteligentnim prometnim sustavima općenito su utemeljeni na četiri različite tehnologije, odnosno kategorizirani su ukupno četiri skupine, a iste su grafički predočene niže na Slici 5.1.

Slika 5.1. Detekcijski sustavi u inteligentnim prometnim sustavima

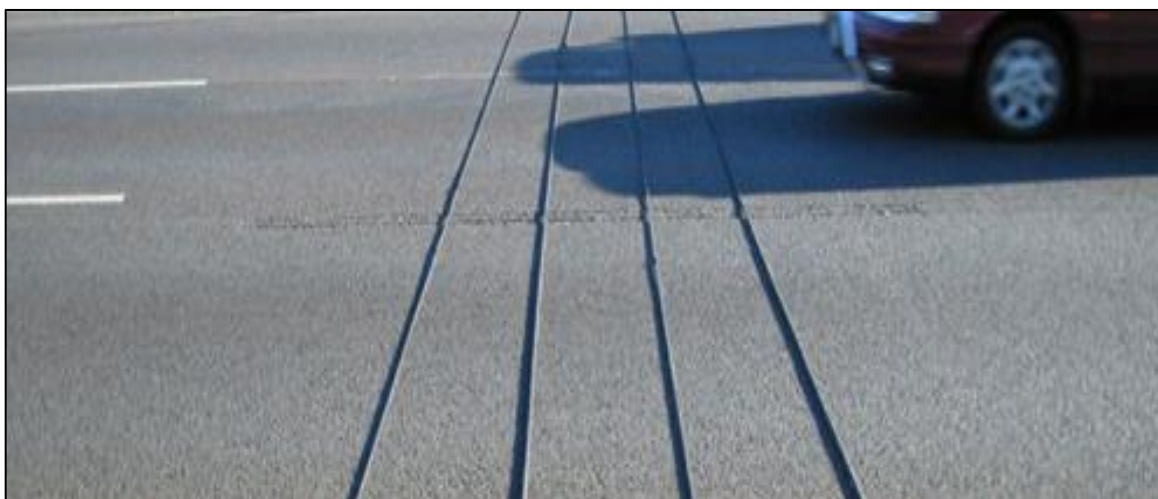


Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Tandon, G.H.: Intelligent Transportation System. Ahmedabad Area. Gujarat. India. 2015., dostupno na: <https://bit.ly/3gynE6D> (04.05.2021.)

5.1.1. Induktivna petlja

Induktivna petlja (Slika 1.) postavlja se ispod betona, odnosno asfalta, a zatim koristi za detekciju vozila koji prolaze kroz magnetsku petlju. Funkcionira na način da elektronička prenosi energiju u žičanu petlju na frekvencijama od 10 do 200 [kHz], što ovisi o pojedinim modelima istih. Sustav induktivne petlje djeluje, tj. ponaša se kao električni krug. Nakon što se vozilo zaustavi ili prođe preko petlje, izaziva vrtložne struje unutar iste, a takvo djelovanje onda i smanjuje njihovu induktivnost. Smanjenjem induktivnosti pokreće se izlazni relej ili optički izolirani izlaz, koji zatim prenosi impuls kontroloru prometnog signala koji označava prisutnost ili prolaz vozila. Relej mogu pokrenuti isključivo metalne mase određene veličine, što je i dobro, jer znači da petlja ne može imati puno lažnih okidača (npr. prolazak pješaka preko petlje). Pored navedenoga, sama petlja se može koristiti i za klasifikaciju vozila, gdje uzrokovanje iste na izrazito visokoj frekvenciji rezultira jedinstvenim „potpisom“ za svako pojedinačno vozilo, s čime je omogućena klasifikacija tipa vozila. U općenitom smislu, ova vrsta detekcije ističe se kao najjednostavnija i najjeftinija za implementaciju. No, zbog toga ima nešto kraći vijek trajanja, u prosjeku oko 2-3 godine, pa je dotrajale petlje potrebno vrlo često mijenjati. Također, pomoću petlje je moguće brojati vozila koja prođu u određenom vremenskom razdoblju (intervalu), gdje postoje i naprednije inačice koje dodatno prepoznaju i klasu vozila, te duljinu i brzinu vozila. Uglavnom se postavljaju na jedan prometni trak, te na istom detektiraju vozila koja stoje u redu čekanja na raskrižju, te uz to i ona koja se kreću brzinom većom od dozvoljene (Joshi i sur., 2013).

Slika 5.2. Induktivna petlja na prometnici

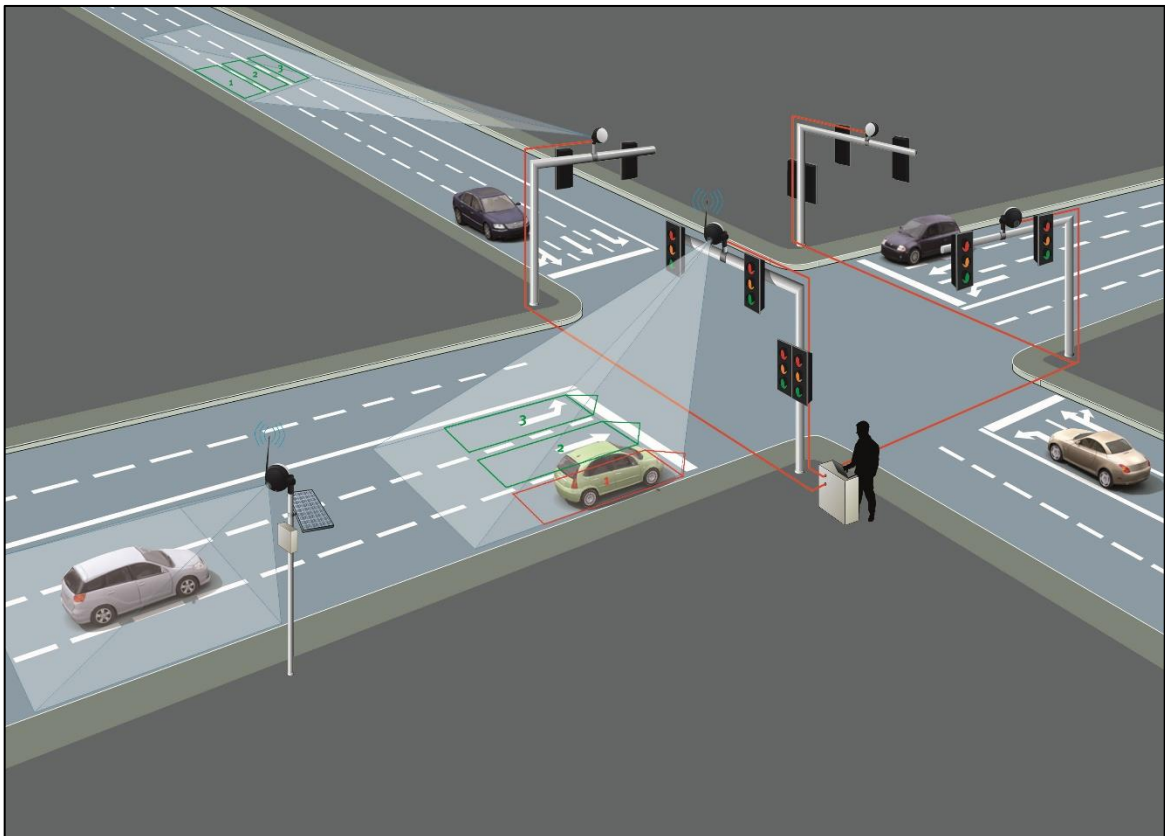


Izvor: Brojila prometa – općenito. Prometna signalizacija. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/2SAMs3t> (04.05.2021.)

5.1.2. Video detekcija

Drugi način detekcije vozila je uz pomoć video kamera, a prednost korištenje istih u prometnim sustavima je što nema potrebe za dodatnim radovima na cesti, odnosno prilikom održavanja opreme ne treba se uništavati cestovnu infrastrukturu kako bi se izvršila zamjena dotrajalih dijelova. Sami sustav funkcionira tako da snimke ili slike s video kamera direktno prenosi u procesor, a isti zatim analizira karakteristike kretanja vozila prema zaprimljenim podacima. Same kamere se najčešće smještaju na stupove pored ili iznad prometnice. Ovakvi sustavi opremljeni su s vrlo snažnim procesorima, koji u isto vrijeme mogu obraditi podatke s čak 8 ili više kamera, što ovisi o proizvođaču i opremljenosti samog sustava. Uglavnom se s ovakvim sustavima u prometu mjere tri segmenta – brzina vozila u prometnom traku, broj vozila u određenom vremenskom intervalu, te zauzetost prometnog traka. Neki napredniji sustavi dodatno mogu mjeriti i odstojanje među vozilima, detektirati zaustavljena vozila, te uključivati alarme za upozorenja prilikom kretanja vozila u pogrešnom smjeru. Izgled i način funkcioniranja sustava može se vidjeti na Slici 5.3. (Joshi i sur., 2013).

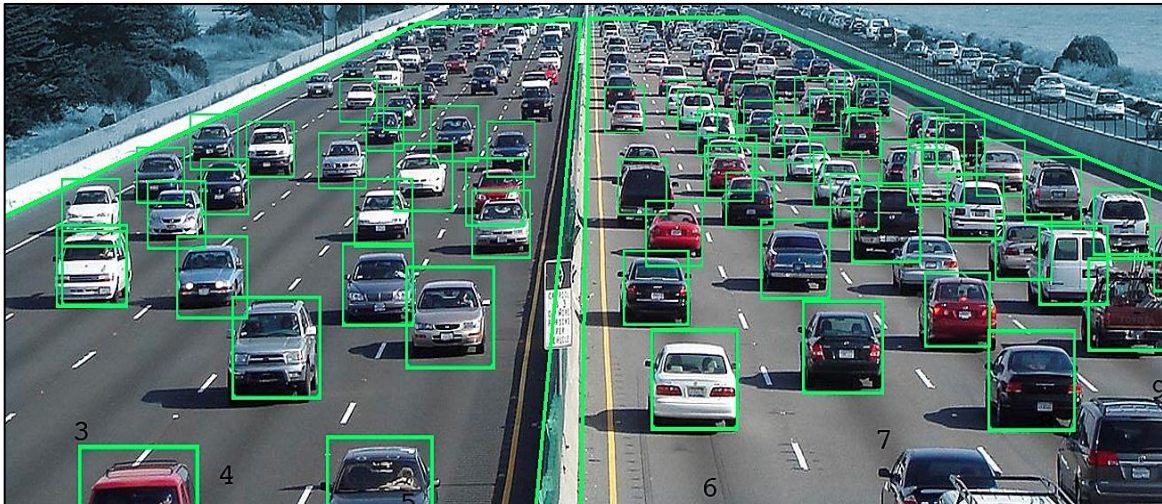
Slika 5.3. Način funkcioniranja sustava video detekcije



Izvor: Video Detectors as Loop Replacement. ATC Moving Traffic. Australia. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3jq464M> (05.05.2021.)

Na ranije predočenoj Slici 5.3. prikazan je sustav video detekcije vozila uz upotrebu kamera koje imaju mogućnost automatskog očitavanja registarskih oznaka. Ovakav sustav detekcije vozila ne zahtijeva nikakvu instalaciju opreme izravno na samu površinu ceste, tj. prometnice, pa je zbog poznat i pod nazivom „neinvazivni sustav detekcije vozila“. Snimke s kamera obrađuju se u procesoru koji analizira karakteristike kretanja vozila, i to: brzinu kretanja, broj vozila, te čitanje poprečnog presjeka zauzetosti prometnih traka. Kao što se i može primijetiti, kamere su postavljene na stupove ili već postojeće objekte na raskrižju, tj. samoj infrastrukturi prometnice. Niže na Slici 5.4. prikazan je pogled kamere na određenu prometnu traku kojom se kreću vozila.

Slika 5.4. Pogled s kamere u sustavu video detekcije vozila

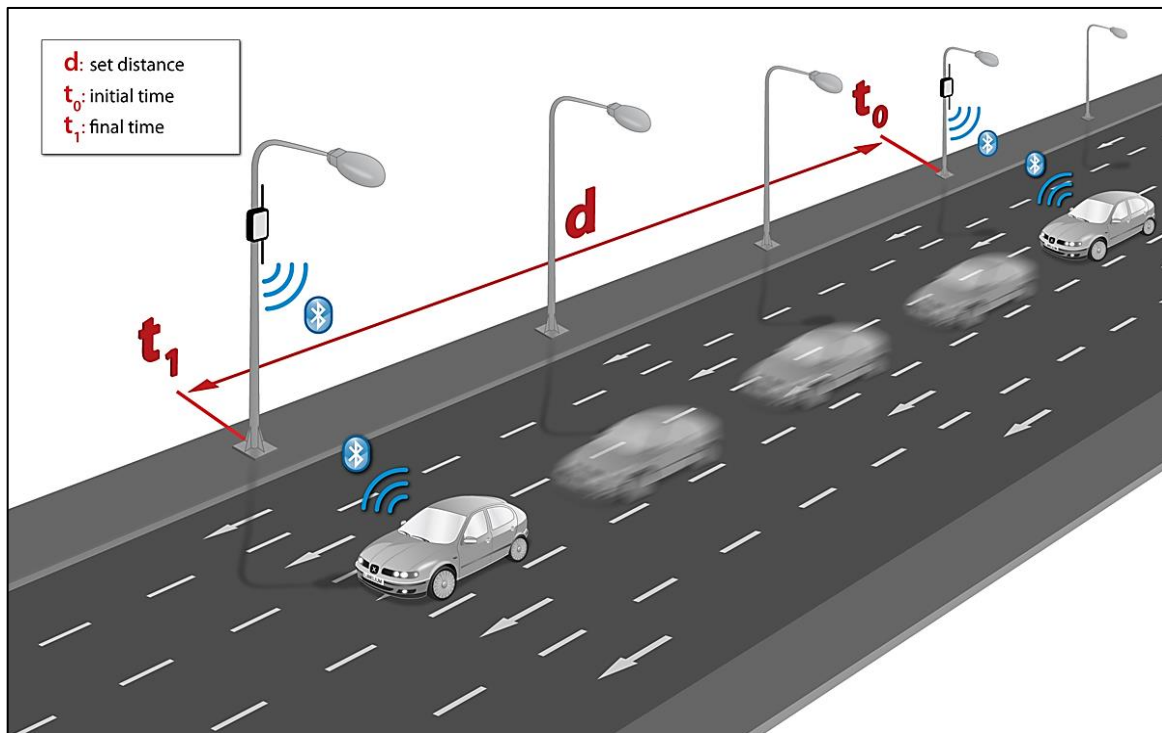


Izvor: Traffic Intelligence from Video. TrafficVision. USA. 2021., dostupno na: <http://www.trafficvision.com> (05.05.2021.)

5.1.3. Bluetooth detekcija

Bluetooth detekcija se ističe kao izrazito jeftin i precizan način mjerenja sveukupnog vremena putovanja. Sama konekcija se postiže na osnovi komunikacije vozila koja se nalaze u neposrednoj blizini senzora. Prednost u usporedbi s ostalima sustavima detekcije je u tome što precizno mjere točke, odnosno vrijeme putovanja od jedne do druge, imaju izrazito niske troškove ugradnje, te se vrlo brzo postavljaju bez potrebe za ikakvom kalibracijom. Jedino ograničenje javlja se u kontekstu broja Bluetooth uređaja koji odašilju signal izvan vozila. Niže predočena Slika 5.5. prikazuje način na koji funkcionira Bluetooth detekcija vozila. Dakle, dok se prijenosni uređaj u vozilu kreće u domeni radijusa detekcije od 50 [m], sami senzor identificira vremenske oznake jedinstvene MAC adrese uređaja na istom. Vremenske oznake slijedećih detekcija utvrđuju ukupno vrijeme putovanja poznate udaljenosti između dvaju različitih senzora. Na ovakav način je moguće izračunati i prosječnu brzinu kretanja pojedinih vozila između istih (Joshi i sur., 2013).

Slika 5.5. Način funkcioniranja sustava Bluetooth detekcije



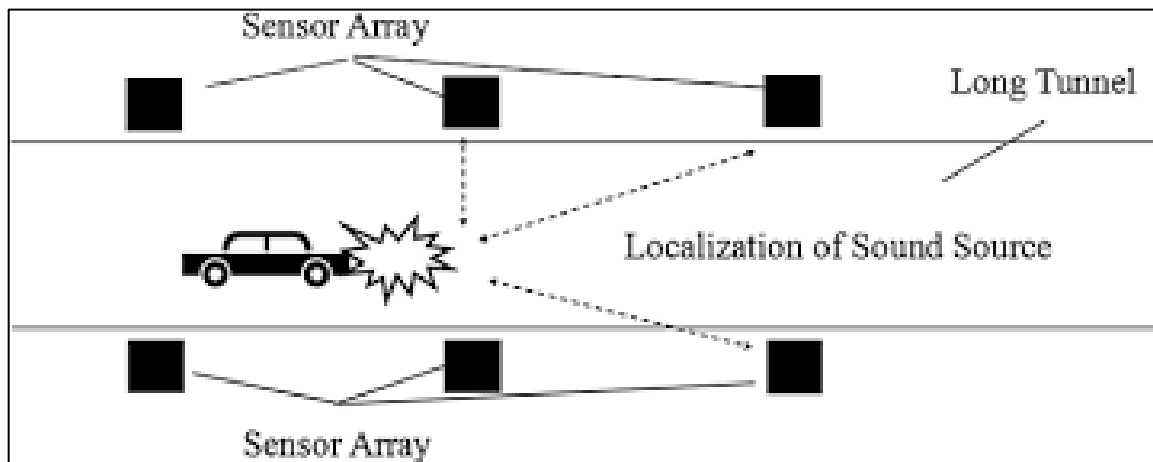
Izvor: Vehicle Traffic Monitoring Platform with Bluetooth Sensors over ZigBee. Libelium. Zaragoza. 2011., dostupno na: <https://bit.ly/3gk8Yaa> (08.05.2021.)

5.1.4. Audio detekcija

Sa sustavom audio detekcije, koji se sastoji od zvučnoga signala, moguće je mjeriti gustoću prometa. Navedeni zvučni signal je sastavljen od: buke motora, kumulativnog zvuka pneumatika (guma), buke strujanja zraka, te buke trube. Prilikom ugradnje sustava s audio detekcijom, mikروفon se smješta neposredno uz prometnicu, a isti zatim prikuplja sve zvučne signale i šalje ih u upravljačku karticu. Na osnovi zaprimljenih podataka se zatim procjenjuje stanje u prometu, odnosno u ovom slučaju zaprimljenih zvukova. Shodno upotrebi, može se zaključiti da ovakav način detekcije radi izrazito dobro i kvalitetno, ali ne posjeduje toliku moć u smislu mjerenja većeg broja parametara, što je viđeno ranije na primjeru sustava video detekcije. Način funkcioniranja sustava audio detekcije vozila prikazan je niže na Slici 5.6., gdje se vidi kako procesor prikuplja podatke i informacije s mikrofona, te razlikuje zvukove kao što su: zvuk motora, zvuk pneumatika, tj. guma, zvuk strujanja zraka i zvuk trube. Na osnovi zaprimljenih podataka procesor analizira trenutačno stanje prometnog zagušenja na prometnici, odnosno cesti je sustav audio detekcije postavljen. Premda ovakav sustav nije direktno moguće koristiti za

mjerenje brzine vozila, može biti jedan od sastavnih dijelova nekog većeg i kompleksnijeg sustava (Zhang i sur., 2019).

Slika 5.6. Način funkcioniranja sustava audio detekcije



Izvor: Zhang, X. i sur.: Acoustic Traffic Event Detection in Long Tunnels Using Fast Binary Spectral Features. Springer Link. Switzerland. 2019.; dostupno na: <https://bit.ly/3eekfpV> (08.05.2021.)

5.2. Prometna rješenja za mjerenje i smanjenje brzine vozila

U današnje vrijeme su poznati mnogi sustavi koji se upotrebljavaju u svrhu praćenja, ali i reguliranja prometnih propisa. Povezano s tematikom samog rada, kroz ovo potpoglavlje će biti pomno obrađeni oni koji se odnose na praćenje i reguliranje brzine vozila u gradskim, odnosno urbanim područjima.

5.2.1. Radar i LIDAR kamere za mjerenje brzine vozila

Najrasprostranjeniji i najkorišteniji način utjecanja zakonskih tijela na vozače kako bi poštivali propisano ograničenje brzine na određenoj dionici prometnice je mjerenje iste pomoću prijenosne kamere. Dakle, riječ je o naprednoj metodi koja se koristi s kamerom u svrhu mjerenja brzine vozila u prometu. Tehničko-tehnološkim razvojem do današnjeg dana su koncipirane dvije vrste ovakvih kamera, i to:

1. radarska kamera,
2. LIDAR kamera.

Radarska kamera (Slika 5.7.) ima oblik pištolj-kamera, a kako je i već ranije rečeno, upotrebljava se za mjerenje brzine kretanja vozila. Naziva se i Doppler radar

jedinica, a može biti pokretna ili stacionarna. Brzinu vozila prema kojemu je usmjerena mjeri tako da otkriva promjene frekvencije povratnog radarskog signala uzrokovane tzv. Dopplerovim efektom, prilikom čega se ista povećava razmjerno brzini prilaženja vozila, ili smanjuje ako se vozilo udaljava. Međutim, u smislu mjerenja brzine u obzir treba uzeti nekoliko različitih faktora, tj. čimbenika. 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 vozila. Radar kontinuiranog vala može biti izravno usmjeren na vozilo udaljeno 100 [m], ali daje i mjerenje brzine sporednog vozila udaljenog jednu milju kada je radar usmjeren na ravnu cestu. Zahtjevi za osposobljavanjem i certificiranjem za dosljednu i točnu vizualnu procjenu operatora ključni su za dobro mjerenje brzine kretanja svakog pojedinog vozila (Kennedy, 2013).

Slika 5.7. Radarska kamera

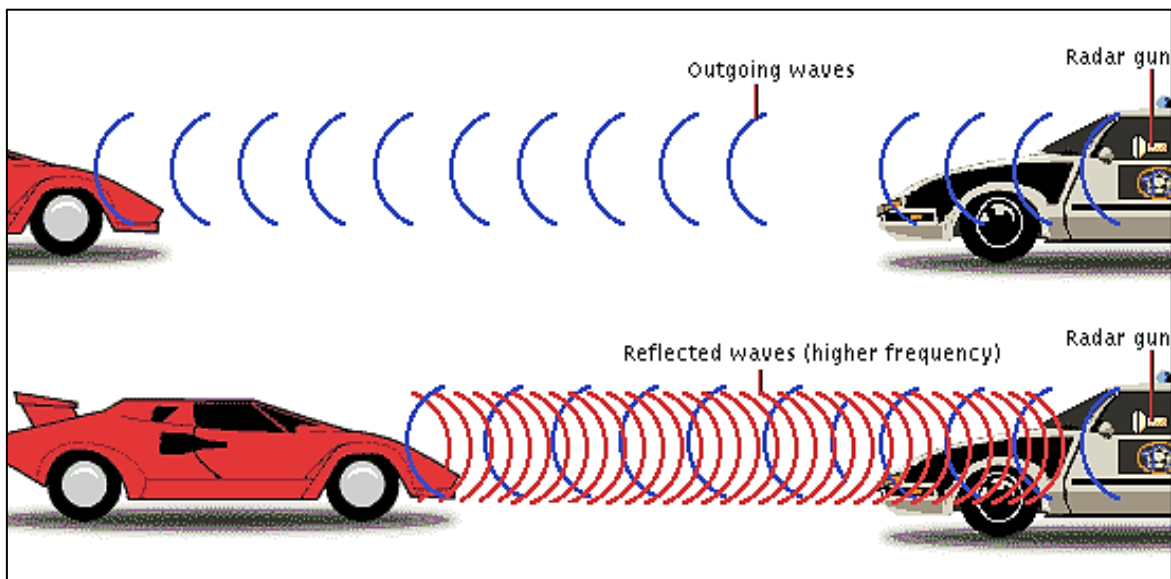


Izvor: Mikulčić, S.: Zabranjen detektor radara, ali ne i dojave uz pomoć navigacije i mobitela – članak. Večernji list. Zagreb. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/3ssZ8oT> (10.05.2021.)

Dakle, ranije je spomenuto da radarska kamera mjeri brzinu, odnosno detektira vozilo na osnovi tzv. Dopplerovog efekta (Slika 5.8.). Ukoliko se vozilo kreće prema radar kameri, drugi reflektirani segment vala (označen s plavom bojom) prevale manju udaljenost od prvog poslanog signala (označen s crvenom bojom). Kao produkt toga, frekvencija vala

je ujedno i veća. Na osnovi promjene frekvencije reflektiranog vala, radarska kamera mjeri s kojom brzinom vozilo prilazi prema njoj ili koliko je udaljeno od iste. Ukoliko se radarska kamera upotrebljava u policijskom vozilu koje se kreće, treba u obzir uzeti i brzinu kretanja istoga. Primjerice, ako se policijsko vozilo kreće brzinom od 60 [km/h], a radarska kamera zabilježi da se promatrano vozilo kreće brzinom od 20 [km/h], brzina istog je zapravo 80 [km/h]. U policiji se opisani način mjerenja brzine upotrebljava već više od 50 godina, odnosno tretira se kao neki standard u tom području.

Slika 5.8. Detekcija vozila Dopplerovim efektom

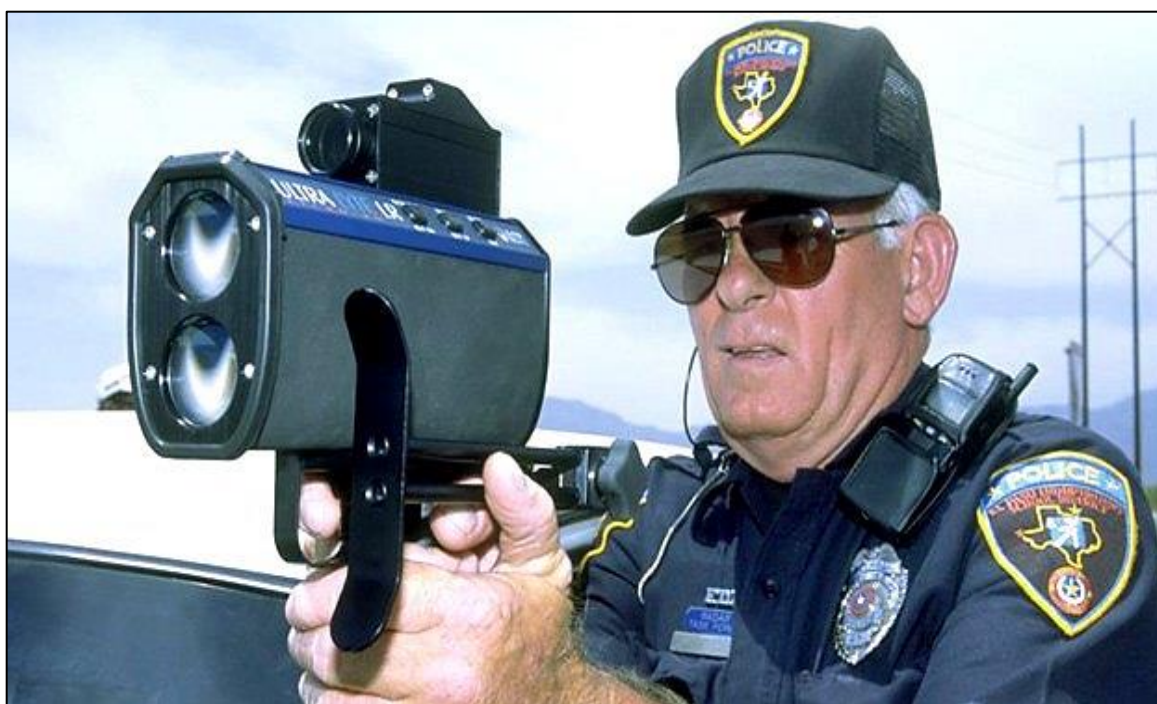


Izvor: Police Radar – How it Works & How to Beat It. Vortex Radar. USA. 2017., dostupno na: <https://www.vortexradar.com/2017/11/police-radar/> (10.05.2021.)

LIDAR kamera (Slika 5.9.) također ima, kao i ona prethodno opisana, oblik pištolj-kamere, a radi na temelju laserskih impulsa i brzine svjetlosti lasera, zbog serije vremenski zadanih mjerenja udaljenosti vozila od iste. Nakon što se podaci o udaljenosti obrade, sustav kamere izračunava točnu brzinu vozila. Bitna prednost ovakvih kamera u odnosu na one s radarom je u posjedovanju uske laserske zrake, s kojom je izrazito lako naciljati vozilo bez potrebe za vizualnom procjenom. Procjena brzine obavlja se u vrlo kratkom roku (oko pola sekunde), što onemogućuje vozača u smanjenju brzine nakon što ugleda samu kameru. Pored toga, LIDAR kamera se može koristiti i za mjerenje razmaka između pojedinih vozila, te na taj način otkrivati prekršaja u tom segmentu. Normalni vremenski uvjeti zanemarivo utječu na same performanse kamere, no na drugu stranu mogu stvoriti probleme operatoru u ciljanju vozila. Primjerice, poteškoće sa snimanjem se mogu pojaviti kada se Sunce nalazi direktno iza ciljanog vozila, ili pak kada se kamera upotrebljava u

stacionarnom vozilu s zaprljanim vjetrobranom, posljedicom čega može doći do raspršenja samoga signala. Na drugu stranu, nepovoljni vremenski uvjeti smanjuju domet kamere, dok je gusta magla čini beskorisnom. Bitan problem LIDAR kamere povezan je s korištenjem iste u pokretnom vozilu, jer se tada mjeri relativna brzina vozila u kojemu se ona nalazi i ciljanog vozila. Prilikom toga policija mora slijediti ciljano vozilo do 200 [m], te posjedovati certificirani brzinomjer, što drastično smanjuje efektivnost kamere (Officer, 2006).

Slika 5.9. LIDAR kamera



Izvor: Radar Detectors. hr.hr2021.com. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3ak4Cfm> (12.05.2021.)

5.2.2. Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka

Sustav za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka (*eng. ANPR – Automatic Number Plate Recognition*) upotrebljava algoritam za optičku identifikaciju brojeva i slova na slikama u svrhu raspoznavanja registarskih oznaka na vozilima. Kamere koje se koriste za ovaj sustav mogu biti posebno dizajnirane ili dio postojećih koje već mjere brzinu. Sustav rabi isključivo policija, i to za različite namjene – pripadnost registarske oznake vozilu, istek vrijednosnog roka registarske oznake, elektronska naplata karata na autocesti i dr. Unutar memorije sustava se pri tome pohranjuju slike i tekst registarskih oznaka, te upotrebljava tehnologija s infracrvenom svjetlosti, radi funkcionalnosti same kamere u bilo

kojem dijelu dana. Generalno, postoje fiksni i mobilni ANPR sustavi, gdje se češće implementiraju ovi potonji, i to na samome policijskom vozilu (prikazano niže na Slici 5.10.). Prosječna brzina vozila u ANPR sustavu mjeri se na osnovi udaljenosti koju isto pređe u određenom vremenu. Ukupan raspon udaljenosti na kojoj se mjeri brzina kreće se od stotinu metara pa do nekoliko kilometara. Ukoliko prosječna brzina vozila nije prema propisima, ANPR sustav automatski izdaje kaznu na osnovi snimljene registarske oznake (Protić, 2016).

Slika 5.10. ANPR sustav na policijskom vozilu



Izvor: Protić, V.: Predstavljen „ANPR sustav“. Požeško-slavonska kronika. Požega. 2016., dostupno na: <https://pozeska-kronika.hr/crna-kronika/item/8054-predstavljen-„anpr-sustav“>.html (12.05.2021.)

No, premda ovaj sustav ima mnogo dobrih obilježja, zahtjeva izrazito brz i moćan procesor za snimanje većih brzina, onih iznad 160 [km/h], koje nije teško razviti, budući da se mogu dogoditi situacije u kojima se vozila mimoilaze. Pored toga, sustav je napravljen da ne zauzima puno mjesta u samom vozilu, a pogoni se pomoću akumulatora. Glavni problem ovog sustava je relativna brzina koja utječe na mogućnost čitanja registarske oznake. Zato je prilikom početne instalacije sustava potrebno to sve skladno postaviti, kako bi kamere bile pravilno pozicionirane i usmjerene za optimalno snimanje, tj. čitanje registarskih oznaka. Policijska vozila koja nadziru gradove imaju kamere „šireg vida“ i

kraćeg dometa, kako bi mogle uhvatiti i parkirana vozila. Sami sustav koristi niz zahtjevnih algoritama, od onih za normalizaciju, lokalizaciju i orijentaciju registarskih oznaka, pa sve do onih za segmentaciju znakova i prepoznavanje istih, te algoritam za geometrijsku i sintaktičku analizu. Složenost, odnosno kompleksnost svakoga od navedenih algoritma definira razinu kvalitete i točnosti sustava. Određene greške koje se mogu pojaviti u tijeku korištenja sustava su: mutne slike (poglavito zbog kretanja vozila), slaba rezolucija slika, sjene, slab kontrast boja, refleksije, drugi font na registarskoj oznaci, pojava predmeta koji zaklanjaju registarsku oznaku i dr. Pored toga, građani često znaju povlačiti pitanje oko zabrinutosti za vlastitu privatnost, jer smatraju da ovakvim sustavima vlast nadzire kretanje građana, te da može doći do pogrešne identifikacije. Tako se u određenim situacijama ovakav sustav zna nazivati i kao „sustav za masovno praćenje“. Ako se uzmu u obzir sve prednosti i nedostaci ovog sustava, može se reći da on predstavlja jedan od trenutno najmoćnijih, najtočnijih i najkorištenijih sustava za prepoznavanje registarskih oznaka, koji u zajedničkoj kombinaciji s nekim drugim sustavom za mjerenje brzine vozila predstavlja „moćan spoj“ za izrazito lako raspoznavanje vozača, odnosno osobe koja upravlja snimljenim vozilom, te za dobivanje svih ostalih informacija i podataka kojima sama policija može pristupiti posredstvom registarske oznake na vozilu i koristiti ih u različite svrhe.

5.2.3. Promjenjivi znakovi ograničenja brzine

Prometni znakovi na kojima se prema potrebi mogu izmjenjivati ograničenja brzine, ovisno o trenutnom zagušenju prometnice ili prilikom nastanka prometne nesreće. Pored toga, sustav je programiran tako da automatski smanji ograničenje brzine u slučajevima kada su uvjeti na cesti nepovoljni i otežavaju normalno prometovanje (npr. kiša, poledica, snijeg, magla i sl.). Nabava i implementacija ovakvog sustava je izrazito jednostavna i jeftina, ali podrazumijeva razumijevanje vozača u poštivanju prometnih propisa. Shodno Tablici 5.1., može se vidjeti koliko jedna mala promjena u ograničenju brzine smanjuje broj prometnih nesreća. Obuhvaćene su slijedeće zemlje (Sheehan, 2005):

- Australija,
- Danska,
- Njemačka,
- Švedska,

- Švicarska,
- Ujedinjeno Kraljevstvo.

Tablica 5.1. Rezultati smanjenja ograničena brzine u pojedinim zemljama

RB	Zemlja	Smanjenje ograničenja brzine	Zabilježene promjene
1.	Australija	s 110 na 100 km/h	Smanjenje stope prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama za 19,0%
2.	Danska	s 60 na 50 km/h	Smanjenje stope prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama za 19%, te istih sa smrtno stradalim za 24,0%
3.	Njemačka	s 60 na 50 km/h	Smanjenje ukupnog broja prometnih nesreća za 20%
4.	Švedska	s 110 na 90 km/h	Smanjenje broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama za 21%
5.	Švicarska	s 130 na 120 km/h	Smanjenje broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama za 12%
6.	Ujedinjeno Kraljevstvo	s 100 na 65 km/h	Smanjenje ukupnog broja prometnih nesreća za 14%

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: Sheehan, M.: Impact of Decreasing Speed Limits. Research Gate. 2005., dostupno na: <https://bit.ly/3nnV9Jr> (14.05.2021.)

Uz primjenu odgovarajućih, te za pojedinu prometnu, odnosno vremensku situaciju primjerenih naredbi, upozorenja i zabrana, ali i obavijesti za preusmjeravanje prometa, treba se posvetiti na uvjetovanim opasnim točkama, tj. lokacijama. Svi oni uglavnom prikazuju upozoravajuće informacije o preporučenoj brzini kretanja, trenutnu brzinu vožnje, stanje na kolniku, vremenske prilike na prometnici i sl. Rasvijetljenost LED promjenjivih prometnih znakova moguće je regulirati automatski ili ručno, ovisno o razini vanjske osvjetljenosti. Uz to, s istima je moguće upravljati i na daljinu. Niže predočena Slika 5.11. prikazuje jedan od takvih tipova znakova.

Slika 5.11. Promjenjivi prometni znakovi za reguliranje brzine vozila

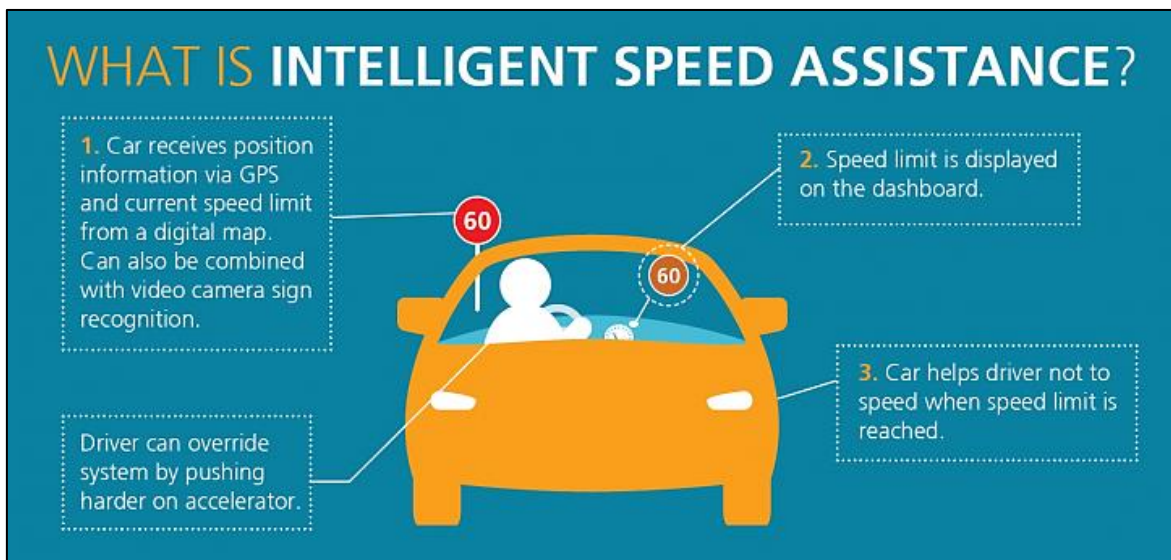


Izvor: Thomas, F.: Affordable and Portable Radar Speed Signs for Changing Traffic Management. Photonplay Inc. New York. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/32TlqVa> (14.05.2021.)

5.2.4. Inteligentni sustavi pomoći za poštivanje ograničenja brzine

Inteligentni sustavi pomoći za poštivanje ograničenja brzine (*eng. Intelligent Speed Assistance – ISA*) obuhvaćaju različite uređaje koji služe kao pomoć vozačima pri odabiru odgovarajućih brzina vožnje i usklađenosti s ograničenjima iste na pojedinim prometnicama. Napredne, odnosno inteligentne tehnologije pomoći pri brzini pružaju vozaču informacije o ograničenjima brzine tijekom vožnje. Iste su predočene na prometnim znakovima na sučelju ugrađenog komunikacijskog sustava. Obično se preuzimaju s digitalne karte unutar samoga vozila (GPS sustav). Međutim, postoje i neki sustavi koji funkcioniraju na nešto drugačiji način, odnosno koriste prepoznavanje i čitanje s prometnih znakova za brzinu. Zaprimitljene informacije se nakon toga prenose vozaču na tri načina: obavještavanjem vozača o granici (tzv. savjetodavni ISA), upozoravanjem vozača kada se vozi brže od propisane granice (tzv. upozoravajući ISA), te pomaganjem vozaču da se pridržava ograničenja (tzv. pomagajući ISA). Svi trenutačno dostupni ISA sustavi mogu biti poništeni ukoliko to vozač želi. Način funkcioniranja istih može se vidjeti niže na Slici 5.12. (ISA, 2017).

Slika 5.12. Način funkcioniranja ISA sustava



Izvor: Intelligent Speed Assistance (ISA). European Transport Safety Council. Bruxelles. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/2TaIrDe> (15.05.2021.)

Pored ISA sustava, postoje i tzv. ograničavatelji brzine (Slika 5.13.), a definiraju se kao uređaji koji se rabe za ograničenje maksimalne brzine vozila. Isti su zakonski obavezni za određene kategorije vozila unutar EU, gdje su npr. teretna vozila ograničena na 90 [km/h], a autobusi na maksimalno 100 [km/h].

Slika 5.13. Ograničavatelj brzine za autobuse i teretna vozila



Izvor: Speed Limiter Installation for Cars, Buses and Trucks. Jiji.ng. Lagos. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3gGIOP2> (15.05.2021.)

5.2.5. Infrastrukturni objekti za smanjenje brzine vozila

Pored svih ranije navedenih inteligentnih rješenja za smanjenje brzine vozila unutar gradova, odnosno urbanih sredina, postoje i ona koja se svrstavaju u domenu infrastrukturnih objekata, a tu se ubrajaju:

- cestovni uspornici prometa,
- ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine,
- kružna raskrižja,
- suženje kolnika i optički tretmani.

5.2.5.1. Cestovni uspornici prometa

U ovu skupinu infrastrukturnih objekata za smanjenje brzine vozila pripadaju ležeći policajci i podignute platforme. Svi oni bi trebali biti konstruirani tako da sva vozila koja se kreću brzinom od 30-40 [km/h] mogu bez problema prijeći preko istih. Na drugu pak stranu, oni koji se kreću većim brzinama, imati će poteškoće pri prijelazu preko uspornika (npr. poskakivanja, vibracije, smanjeni komfor i sl.). No, postoje i situacije u kojima vozači koji poštuju ograničenje brzine za prijelaz preko uspornika imaju poteškoće s istim, gdje se kao razlog, izuzev loše izvedbe, ističe odabir pogrešne vrste uspornika za određenu lokaciju. U većini zemalja EU strogo su definirani standardi za postavljanje cestovnih uspornika, dok je RH isto definirano na temelju *Pravilnika o sigurnosti na cestama*, ali u dosta kratkim, tj. osnovnim crtama. Izgled, konstrukciju i način primjene nekih od uspornika na prometnici može se vidjeti niže na Slici 5.14.

Slika 5.14. Tip cestovnog uspornika prometa



Izvor: Speed Humps Types. Traffic Choices BS1. Bristol City. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3eDABbD> (16.05.2021.)

Cestovni uspornici prometa postavljaju se sukladno s prometnim elaboratom, a isti ima nekoliko elemenata: od izračuna gustoće prometa do izračuna koji je potencijal da na određenom mjestu dođe do prometne nesreće, pri čemu se gleda i noćna preglednost dionice, uvjeti na cesti u različitim vremenskim prilikama i sl. Na cestama u RH postavljaju se ukupno 10 različitih uspornika, a to su:

1. uzdignuta ploha na koju je postavljena cijela zebra,
2. uzdignuta ploha izrađena od betonskih kocki,
3. betonska uzdignuta ploha,
4. četvrtasti jastuci izrađeni od reciklirane gume,
5. obli jastuci izrađeni od reciklirane gume,
6. vibracijske trake,
7. poprečne (betonske) asfaltne trake,
8. poprečne (gumene) asfaltne trake,
9. manji četvrtasti jastuci napravljeni u kombinaciji sa stupićima,
10. betonski jastuci.
11. gumeni jastuci.

5.2.5.2. Ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine

Ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine najčešće se postavlja na ulazu u naseljena mjesta. Označava granicu gdje se prelazi iz okruženja s prometnice ograničene na veće brzine na okruženje prometnice ograničene na manje brzine. Ovakvi objekti

uglavnom su prožeti s oznakama na kolniku radi sužavanja ceste, prometnim znakovima za ograničenje brzine, obavijesnim pločama, cestovnim uspornicima i sl. Jedan od ovakvih objekata može se vidjeti na niže predočenoj Slici 5.15. (Craig, 2020).

Slika 5.15. Ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine



Izvor: Craig, P.: Safety barriers to be scrapped – ironically over road safety concerns. Grimsby Live. Grimsby. 2020., dostupno na: <https://bit.ly/32WT10k> (16.05.2021.)

5.2.5.3. Kružna raskrižja

Kružna raskrižja su jedna od vrsta raskrižja u kojemu se promet cestovnim vozilima odvija u jednom smjeru oko središnjeg otoka, gdje se ista uključuju iz tri ili više privoza, tj. prometnih traka. Njihova kategorizacija može biti izvršena prema nekoliko kriterija/mjerila, kao npr. prema lokaciji i veličini, prema broju privoza i prometnih trakova, prema svrsi ili namjeni i sl. Pored toga što implementacija ovakvih raskrižja u prometne sustave u urbanim sredinama utječe na smanjenje broja prometnih nesreća, bolju protočnost prometa i sl., treba istaknuti i beneficije u smanjenju brzine vozila. Dakle, prije nego li što se uključe u kružno raskrižje, vozači moraju usporiti i propustiti cirkulirajući promet. Uz to, kroz ista se prolazi brzinom od 20-40 [km/h], pa je i taj mizeran broj

prometnih nesreća koje se dogode poglavito blaže naravi, odnosno s vrlo malo ozljeda, i to većinom lakših. Tip kružnog raskrižja može se vidjeti niže na Slici 5.16.

Slika 5.16. Kružno raskrižje u New Yorku



Izvor: Walsh, K.: Columbus Circle NYC – The Story of a New York Crossroads. StreetEasy Reads. New York. 2018., dostupno na: <https://streeteasy.com/blog/columbus-circle-nyc/> (16.05.2021.)

5.2.5.4. Suženje kolnika i optički tretmani

Na temelju provedenih istraživanja i studija, jednoglasno je zaključeno da svi vozači imaju tendenciju za vožnju većim brzinama na širim cestama, vjerojatno zbog toga što misle da postoji manji rizik od naleta na predmete i objekte postavljene uz same prometnice. Prema tome, jasno da je da uži kolnici ceste usporavaju promet, odnosno psihološki utječu na same vozače da smanje brzinu vožnje na određenim lokacijama. Pored toga, djelotvorno se u tom kontekstu pokazalo i sužavanje prometnih traka pomoću obojenih oznaka na kolniku. Jedna od takvih oznaka može se vidjeti na Slici 5.17.

Slika 5.17. Sužavanje prometnih traka



Izvor: Cycle friendly traffic calming on the F3 cycle highway. NWE Secretariat "Les Arcuriales". Lille. 2018., dostupno na: <https://bit.ly/3aMM3AF> (16.05.2021.)

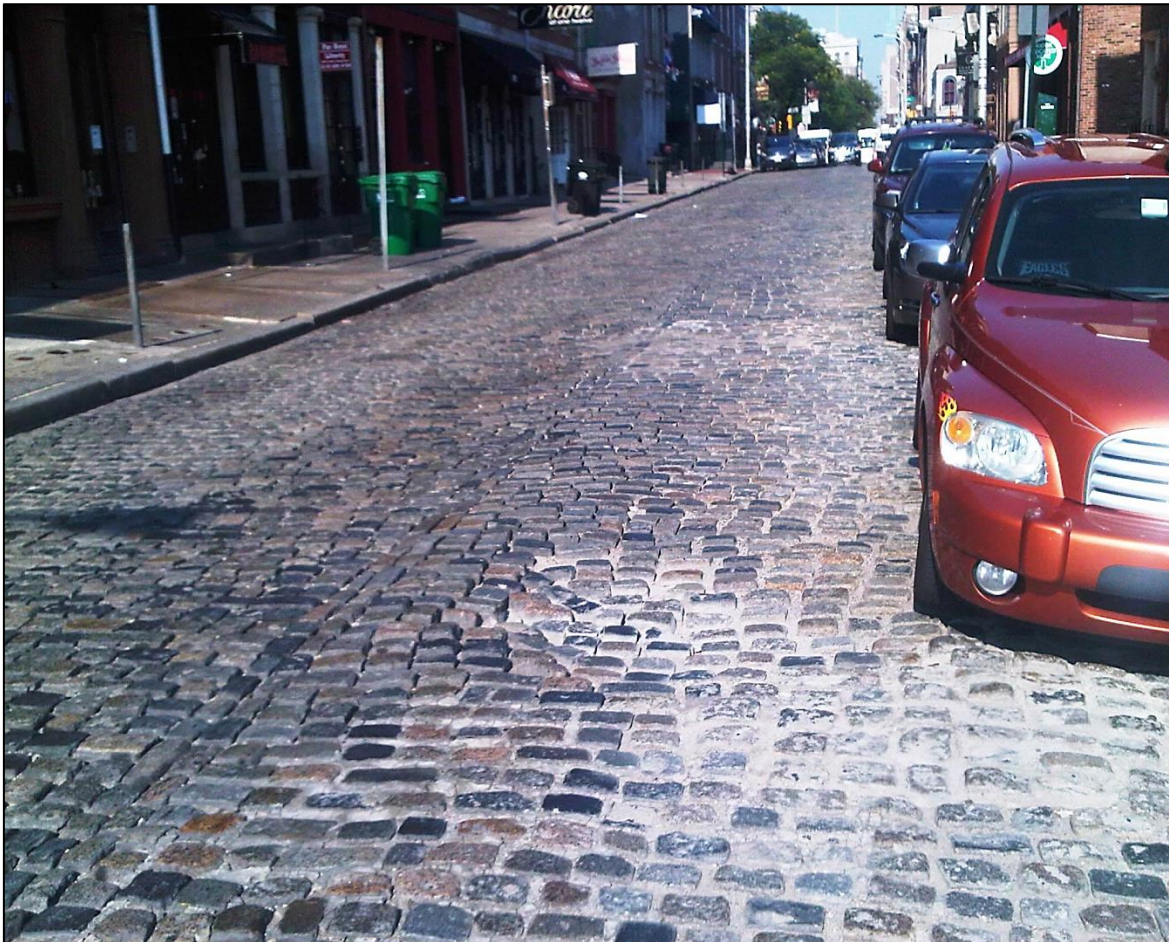
Od svih ovih navedenih rješenja za smanjenje brzine vožnje u urbanim područjima, ne može se reći da je niti jedno od njih najbolje, ni najgore. Dakle, ponuđena rješenja treba koristiti ovisno o lokaciji, gdje se ujedno može na istoj primijeniti i više njih, odnosno neka kombinacija. Zajednički cilj je dakako smanjenje brzine vožnje radi poboljšanja cjelokupne sigurnosti prometa na pojedinim lokacijama.

5.2.5.5. Površinski tretmani kolnika

Površinski tretmani kolnika na prometnicama izvode se kako bi se vozače vizualno i/ili zvučno upozorilo na područja koja zahtijevaju posebnu pozornost prilikom vožnje (npr. trgovačke zone ili centri, građevinski radovi, škole i dječji vrtići, ulazi u stambene četvrti i sl.). Za isto se najčešće upotrebljavaju materijali od granita i betona, koji se na prometnicu postavljaju u nizu, kao blago podignute izbočine, uzorci i udubine. Kada se preko njih prelazi s vozilom, stvaraju se za neugodni (vibracijski) zvukovi koji će natjerati vozača da smanji brzinu vozila. Pored toga, kao površinski tretmani kolnika mogu se primjenjivati i promjene njegove boje, izgleda i teksture (npr. cigle ili belgijski blokovi).

Ovakvi postupci asfaltiranja navode vozača na razmišljanje o tome da se u blizini nalaze pješačke ili sl. zone u kojima je potrebno dodatno prilagoditi brzinu kretanja vozila, a isto tako stvaraju sliku uže prometnice nego što to ona i uistinu jest. Primjer jednog od površinskih tretmana kolnika može se vidjeti na niže predloženoj Slici 5.18. (Kyriakodis, 2012).

Slika 5.18. Površinski tretman kolnika



Izvor: Kyriakodis, H.: Belgian blocks on Chestnut Street. Hidden City. Philadelphia. 2012., dostupno na: <https://bit.ly/3i5yj4N> (20.05.2021.)

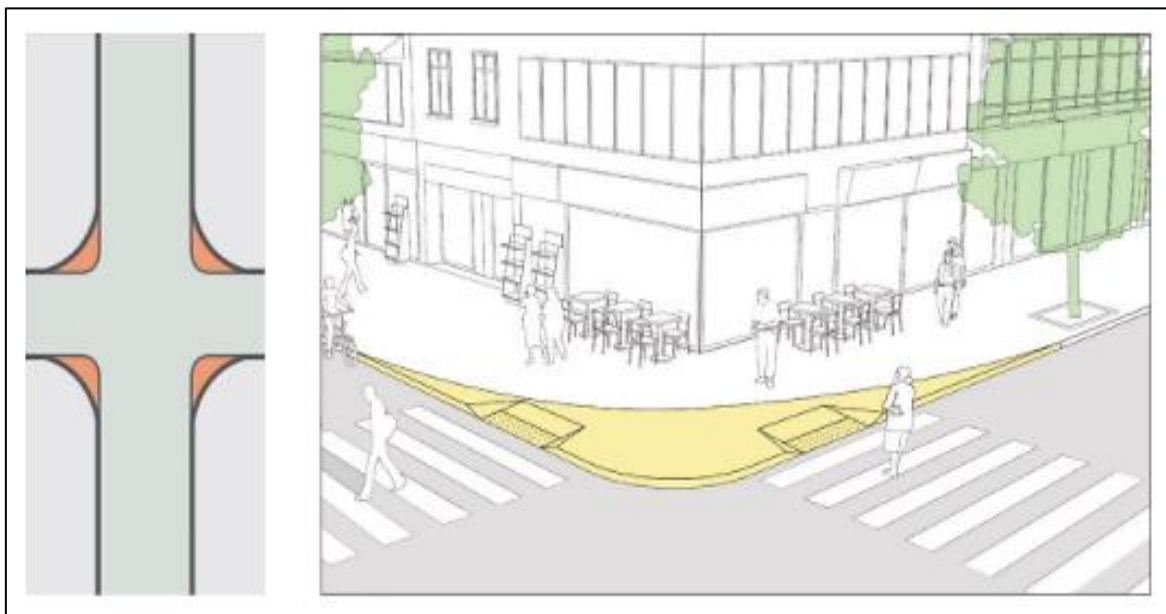
5.2.5.6. Ostali infrastrukturni objekti

Pored svih ranije navedenih, postoje i brojni drugi infrastrukturni objekti za smirenje prometa, a to su redosljedno (Traffic Calming Strategies, 2021):

1. **Sužavanje zavoja** – sužavajući polumjer zavoja smanjuje se brzina kretanja vozila u skretanju, kao i ukupne dužine pješačkog prijelaza. Minimiziranje veličine

radijusa kuta u zavojima presudno je za stvaranje sigurnih i kompaktnih raskrižja u urbanim sredinama (postupak prikazan na Slici 5.19.).

Slika 5.19. Sužavanje zavoja na raskrižjima



Izvor: Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)

- 2. Šikane i promjena traka za prometovanje** – u kontekstu ovoga se upotrebljavaju naizmjenični parking, produžetci rubnjaka ili rubni otoci, kako bi se oblikovao put u obliku slova „S“, te na taj način smanjila brzina kretanja vozila, što se i može vidjeti na niže predloženoj Slici 5.20.

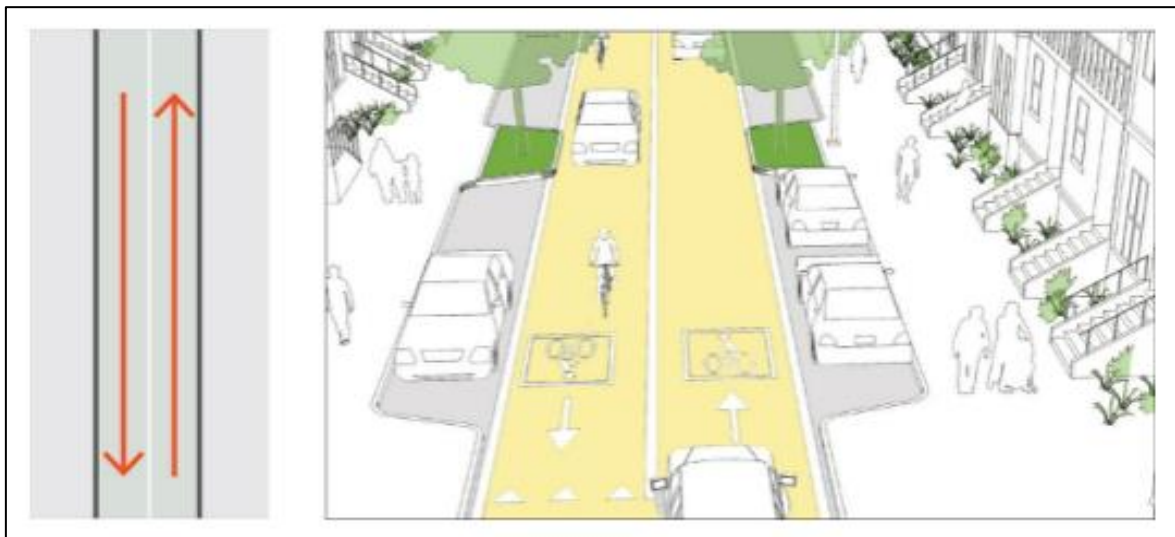
Slika 5.20. Šikane i promjena traka za prometovanje



Izvor: Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)

- 3. Dvosmjerne prometnice** – ovako koncipirane ulice, posebno one s užim profilom, potiču vozače da budu oprezniji tijekom prolaska kroz iste i prilagode brzinu vožnje (pogledati niže Sliku 5.21.).

Slika 5.21. Dvosmjerne prometnice



Izvor: Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)

- 4. Prilagodba promjene signala na semaforima** – ukoliko se isto prilagodi prema biciklističkom i pješačkom prometu, nauštrb motoriziranog prometa, smanjiti će se prosječne brzine prometovanja (Slika 5.22.).

Slika 5.22. Prilagodba promjene signala na semaforima



Izvor: Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)

- 5. Zajedničke zone i ulice** – uklanjanjem fizičkih prepreka između prostora za pješake, bicikle i automobile, te objedinjavanjem u jedno zajedničko područje, povećati će se svijest svih sudionika o sigurnosti, ali i ujedno smanjiti brzine prometovanja. Isto se može vidjeti na Slici 5.23.

Slika 5.23. Zajedničke zone i ulice



Izvor: Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)

6. Akcija „Speed Marathon“ u 2021. godini

Akcija „Speed Marathon“ provodi se već dugi niz godina na inicijativu ROADPOL-a, organizaciji koja povezuje policijske snage s čitavoga europskog kontinenta. Kao takva, obuhvaća 24-satni nadzor brzine, tijekom kojega policijske snage provjeravaju pridržavanje s propisanim ograničenjima brzine u prometu, pa je istu vrlo zgodno spomenuti u kontekstu obrađivane tematike u ovom radu. Policijski službenici za kontrolu brzine koriste odobrenu metodu i uređaj za mjerenje, te kažnjavaju sve one koje su zatekli da ne poštuju propisana ograničenja brzine. Dakle, akcija se tradicionalno održava jednom godišnje, te je u 2021. godini, kroz sve države Europe, provedba iste bila između 19. i 25. travnja, gdje je kao neki središnji datum postavljen 21. travnja (pogledati niže Sliku 6.1.), kada je i sama akcija bila provedena na području RH (Speed Marathon 2021, 2021).

Slika 6.1. Logo akcije „Speed Marathon“ za 2021. godinu



Izvor: Speed Marathon 2021. ROADPOL. Europska unija. Bruxelles. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/2RvnwJP> (18.05.2021.)

Prometni prekršaji s nepropisnom brzinom su oni koji čine ponajveći udio, odnosno najčešće se pojavljuju u odnosu na sve preostale prometne prekršaje, kako u Europi, tako i u ostatku svijeta. Zbog toga su i najučestaliji uzrok prometnih nesreća koje se događaju, te ozljeda i smrti u istima, pa se njihova kontrola (najučestaliji način za provedbu iste prikazan niže na Slici 6.2.) u posljednjih nekoliko godina stalno provodi i posvećuje im se sve veća pažnja. Tako su onda prometni prekršaji s nepropisnom brzinom mete konstantnih operacija ROADPOL-a, koja s istima nastoji utjecati na smanjenje prosječnih brzina na prometnicama u Europi, te tako utjecati na povećanje sigurnosti u prometu za sve sudionike, a posebice za one najugroženije skupine (pješaci i dr.).

Slika 6.2. Najčešći način za mjerenje brzine u prometu



Izvor: MUP: U akciji nadzora brzine Speed Marathon preko 2800 prekršaja. Hrvatska radiotelevizija. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3b3Z7BK> (18.05.2021.)

Prema priopćenju, odnosno izvještaju MUP-a RH, na dan 21. travnja 2021. godine, kada se provodila akcija „Speed Marathon“ u RH, utvrđeno je sveukupno 2.807 prometnih prekršaja s prekoračenjem propisane brzine, gdje je gotovo svaki drugi kontrolirani vozač na istarskom i primorsko-goranskom području vozio prebrzo. Akcija se provodila na ukupno 1.490 lokacija diljem naše zemlje, a najveći broj prekršaja, njih 429, utvrđen je na području Zagrebačke županije. Na drugu pak stranu, za najmanji broj prekršaja odgovorni su vozači s područja Šibensko-kninske županije, njih 31. Pored toga, kao „neslavni rekorderi“ mogu se istaknuti vozač koji je na autocesti A1 na području Karlovačke županije jurio brzinom od 215 [km/h], što je čak 115 [km/h] iznad propisanog ograničenja brzine, te vozač s područja Zadarske županije, koji je zaustavljen prilikom brzine od 127 [km/h], u mjestu gdje je ista ograničena na 50 [km/h]. Najbitniji podaci provedene akcije „Speed Marathon“ na području RH sumirani su na Slici 6.3. (HRT, 2021).

Slika 6.3. Sumirani podaci s akcije „Speed Marathon“ u RH za 2021. godinu



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema izvoru: MUP: U akciji nadzora brzine Speed Marathon preko 2800 prekršaja. Hrvatska radiotelevizija. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3b3Z7BK> (18.05.2021.)

Policija ističe da se 24-satni nadzor brzine provodi ne samo sa ciljem represivnog, već i preventivnog djelovanja na sve vozače u prometu, dok su u pripremi akcije građani svim policijskim upravama predlagali lokacije za nadzor brzine. Pored toga, iz MUP-a RH naglašavaju da je neprilagođena i nepropisna brzina kretanja vozila najčešći uzrok smrti na europskim prometnicama te se stoga RH, kao i sve ostale zemlje Europe, tim prekršajem ciljano bavi u svojim operativnim akcijama. Prekršaji brzine moraju se dosljedno kažnjavati posebno usmjerenim nadzorima na cestama, a konačni cilj je da se počinitelji tih prekršaja kompletno isključe iz prometa (HRT, 2021).

7. Zaključak

Koncepcija smirivanja prometa u urbanim sredinama iz godinu u godinu prožeta je sa sve inteligentnijim (naprednijim) rješenjima, sa temeljnom svrhom u povećanju sigurnosti svih sudionika u prometu, a posebice onih najugroženijih grupa, odnosno pješaka, biciklista i motorista). Uz građevinske zahvate, s kojima se može reorganizirati postojeća sekundarna mreža prometnica, smirivanje prometa može se postići i nizom mjera s kojima se ne utječe samo na savjest i svijest vozača, već ih se i nesavjesno potiče na smanjivanje brzine kretanja vozila u susretu s raznoraznim tipovima cestovnih prepreka (barijera). Svaka pojedinačna mjera za smirivanje prometa ima primarno cilj natjerati vozače na smanjenje brzine kretanja vozila, te tako zaštititi sve ugrožene sudionike u prometu, posebice one koji cirkuliraju unutar stambenih zona i područja oko dječjih vrtića i škola. Pored spomenutoga cilja, smirivanjem prometa može se postići i povećanje udobnosti pješačkih komunikacija (osobito osjećaja sigurnosti kod pješaka i biciklista), te smanjenje neposrednih negativnih učinaka na zrak i okoliš slijedom općenitog smanjenja brzine, ali i homogenijih prometnih tokova s obzirom na brzinu. Dakle, sa smanjenjem brzine vozila utječe se direktno i na smanjenje razine buke, te onečišćujućih sastojaka iz ispušnih plinova i čestica, kao što su npr. ugljični oksidi, čađa, sumporni spojevi, olovni spojevi, dušični oksidi, dim i sl.

Za razliku od većine zemalja članica EU u kojima postoji kvalitetna tehnička, ali i zakonska regulativa za primjenu mjera smirivanja prometa, u RH je situacija i dalje izrazito nestandardizirana. Drugim riječima, normativni okvir za smirivanje prometa je zasada još uvijek izrazito oskudan, preporuka ili naputaka (smjernica) za primjenu mjera za smirivanje prometa nema, kao ni tehničkih normi koje bi regulirale navedeno područje. Ulaskom RH u EU situacija se nešto poboljšala, međutim, još je potrebno uložiti puno rada i napora kako bi se doveli na razinu najrazvijenijih europskih, ali i svjetskih zemalja, kao i u svim preostalim segmentima rasta i razvoja.

Sveučilište
SjeverSVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU

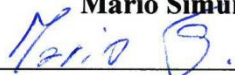
I

SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, **Mario Šimunović** pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog rada pod naslovom **Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u urbanim sredinama** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

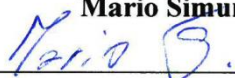
Student:

Mario Šimunović


Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, **Mario Šimunović** neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom diplomskog rada pod naslovom **Inteligentna rješenja za smanjenje brzine u urbanim sredinama** čiji sam autor.

Student:

Mario Šimunović


Literatura

1. Brojila prometa – općenito. Prometna signalizacija. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/2SAMs3t> (04.05.2021.)
2. Craig, P.: Safety barriers to be scrapped – ironically over road safety concerns. Grimsby Live. Grimsby. 2020., dostupno na: <https://bit.ly/32WTl0k> (16.05.2021.)
3. Cycle friendly traffic calming on the F3 cycle highway. NWE Secretariat "Les Arcuriales". Lille. 2018., dostupno na: <https://bit.ly/3aMM3AF> (16.05.2021.)
4. Dugave. Wikipedija – slobodna enciklopedija. San Francisco. 2021., dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:GaveduRepublika.jpg> (pristup: 24.04.2021.)
5. Intelligent Speed Assistance (ISA). European Transport Safety Council. Bruxelles. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/2TaIrDe> (15.05.2021.)
6. Joshi, V. i sur.: Information Fusion Based Learning for Frugal Traffic State Sensing. IBM Research Labs. Tokyo. 2013.
7. Kennedy, P.: Who Made That Traffic Radar?. The New York Times. New York. 2013., dostupno na: <https://nyti.ms/35YrNJs> (pristup: 10.05.2021.)
8. Kos, G.: MO Dugave. Sveučilište Sjever. Koprivnica. 2020.
9. Kyriakodis, H.: Belgian blocks on Chestnut Street. Hidden City. Philadelphia. 2012., dostupno na: <https://bit.ly/3i5yi4N> (20.05.2021.)
10. LIDAR: The Speed Enforcement Weapon of Choice. Officer. Beltsville. 2006., dostupno na: <https://bit.ly/2TkuuT9> (pristup: 12.05.2021.)
11. Mikulčić, S.: Zabranjen detektor radara, ali ne i dojave uz pomoć navigacije i mobitela – članak. Večernji list. Zagreb. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/3ssZ8oT> (10.05.2021.)
12. Mobility and Transport – Road Safety in EU. Europska komisija. Bruxelles. 2021., dostupno na: <https://ec.europa.eu/transport/> (21.04.2021.)
13. MUP: U akciji nadzora brzine Speed Marathon preko 2800 prekršaja. Hrvatska radiotelevizija. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3b3Z7BK> (18.05.2021.)
14. Police Radar – How it Works & How to Beat It. Vortex Radar. USA. 2017., dostupno na: <https://www.vortexradar.com/2017/11/police-radar/> (10.05.2021.)
15. Protić, V.: Predstavljen „ANPR sustav“. Požeško-slavonska kronika. Požega. 2016., dostupno na: <https://pozeska-kronika.hr/crna-kronika/item/8054-predstavljen-„anpr-sustav“.html> (12.05.2021.)

16. Radar Detectors. hr.hr2021.com. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3ak4Cfm> (12.05.2021.)
17. Reducing Speeding in Europe. Europsko vijeće za sigurnost prometa. Bruxelles. 2019., dostupno na: <https://bit.ly/3maHjJx> (05.04.2021.)
18. Sheehan, M.: Impact of Decreasing Speed Limits. Research Gate. 2005., dostupno na: <https://bit.ly/3nnV9Jr> (14.05.2021.)
19. Speed Humps Types. Traffic Choices BS1. Bristol City. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3eDABbD> (16.05.2021.)
20. Speed Limiter Installation for Cars, Buses and Trucks. Jiji.ng. Lagos. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3gGIOP2> (15.05.2021.)
21. Speed Marathon 2021. ROADPOL. Europska unija. Bruxelles. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/2RvnmJP> (18.05.2021.)
22. Statistika MUP-a i Bilteni o sigurnosti cestovnog prometa. Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Zagreb. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3vP2jKu> (01.04.2021.)
23. Tandon, G.H.: Intelligent Transportation System. Ahmedabad Area. Gujarat. India. 2015., dostupno na: <https://bit.ly/3gvnE6D> (04.05.2021.)
24. Thomas, F.: Affordable and Portable Radar Speed Signs for Changing Traffic Management. Photonplay Inc. New York. 2017., dostupno na: <https://bit.ly/32TIqVa> (14.05.2021.)
25. Traffic Calming Strategies. Global Designing Cities Initiative. New York. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3bY5QO4> (28.05.2021.)
26. Traffic Intelligence from Video. TrafficVision. USA. 2021., dostupno na: <http://www.trafficvision.com> (05.05.2021.)
27. Vehicle Traffic Monitoring Platform with Bluetooth Sensors over ZigBee. Libelium. Zaragoza. 2011., dostupno na: <https://bit.ly/3gk8Yaa> (08.05.2021.)
28. Video Detectors as Loop Replacement. ATC Moving Traffic. Australia. 2021., dostupno na: <https://bit.ly/3jq464M> (05.05.2021.)
29. Walsh, K.: Columbus Circle NYC – The Story of a New York Crossroads. StreetEasy Reads. New York. 2018., dostupno na: <https://streeteasy.com/blog/columbus-circle-nyc/> (16.05.2021.)
30. Zhang, X. i sur.: Acoustic Traffic Event Detection in Long Tunnels Using Fast Binary Spectral Features. Springer Link. Switzerland. 2019.; dostupno na: <https://bit.ly/3eekfpV> (08.05.2021.)

Popis slika

Slika 4.1. Pogled iz zraka na urbano naselje Dugave.....	15
Slika 4.2. Mjesta postavljanja magnetnih i radarski brojača prometa u MO Dugave.....	16
Slika 4.3. Mjesta postavljanja magnetnih i radarskih brojača prometa u MO Dugave.....	17
Slika 5.1. Detekcijski sustavi u inteligentnim prometnim sustavima.....	22
Slika 5.2. Induktivna petlja na prometnici.....	23
Slika 5.3. Način funkcioniranja sustava video detekcije.....	24
Slika 5.4. Pogled s kamere u sustavu video detekcije vozila.....	25
Slika 5.5. Način funkcioniranja sustava Bluetooth detekcije.....	26
Slika 5.6. Način funkcioniranja sustava audio detekcije.....	27
Slika 5.7. Radarska kamera.....	28
Slika 5.8. Detekcija vozila Dopplerovim efektom.....	29
Slika 5.9. LIDAR kamera.....	30
Slika 5.10. APNR sustav na policijskom vozilu.....	31
Slika 5.11. Promjenjivi prometni znakovi za reguliranje brzine vozila.....	33
Slika 5.12. Način funkcioniranja ISA sustava.....	34
Slika 5.13. Ograničavatelj brzine za autobuse i teretna vozila.....	35
Slika 5.14. Tip cestovnog uspornika prometa.....	36
Slika 5.15. Ulazni infrastrukturni tretman za novi režim brzine.....	37
Slika 5.16. Kružno raskrižje u New Yorku.....	38
Slika 5.17. Sužavanje prometnih traka.....	39
Slika 5.18. Površinski tretman kolnika.....	40
Slika 5.19. Sužavanje zavoja na raskrižjima.....	41
Slika 5.20. Šikane i promjena traka za prometovanje.....	41
Slika 5.21. Dvosmjerne prometnice.....	42
Slika 5.22. Prilagodba promjene signala na semaforima.....	42
Slika 5.23. Zajedničke zone i ulice.....	43
Slika 6.1. Logo akcije „Speed Marathon“ za 2021. godinu.....	44
Slika 6.2. Najčešći način za mjerenje brzine u prometu.....	45
Slika 6.3. Sumirani podaci s akcije „Speed Marathon“ u RH za 2021. godinu.....	46

Popis tablica

Tablica 2.1. Prekršaji u prometu u RH s nepropisnom brzinom za 2010.-2019.....	5
Tablica 2.2. Prekršaji u prometu u LSŽ s nepropisnom brzinom za 2010.-2019.....	7
Tablica 2.3. Nepropisna brzina kao uzrok prometnih nesreća za 2010.-2019.....	9
Tablica 3.1. Broj prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017.....	11
Tablica 3.2. Udio prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2010.-2017.....	13
Tablica 4.1. Dnevna opterećenja po trakama u Vatikanskoj ulici i Ulici Sv. Mateja.....	18
Tablica 4.2. Prosječne satne brzine po trakama [km/h].....	19
Tablica 4.3. Satne brzine u Vatikanskoj ulici na dan 05.10.2020. [km/h].....	20
Tablica 5.1. Rezultati smanjenja ograničena brzine u pojedinim zemljama.....	33

Popis grafikona

Grafikon 2.1. Trend prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u RH za 2010.-2019.....	7
Grafikon 2.2. Trend prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u LSŽ za 2010.-2019....	9
Grafikon 2.3. Prometne nesreće uzrokovane nepropisnom brzinom u RH za 2010.-2019..	10
Grafikon 3.1. Prometni prekršaji s nepropisnom brzinom u EU na milijun stanovnika.....	12
Grafikon 3.2. Udjeli prometnih prekršaja s nepropisnom brzinom u EU za 2011. i 2017..	14
Grafikon 4.1. Dnevna opterećenja prometa po trakama.....	18
Grafikon 4.2. Prosječne dnevne brzine po trakama [km/h].....	19
Grafikon 4.3. Satne brzine po trakama u Vatikanskoj ulici na dan 05.10.2020. [km/h].....	21