

# Komparativna analiza prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima

---

Ilijaš, Josip Ferdinand

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*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:119:979642>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Josip Ferdinand Ilijaš**

**KOMPARATIVNA ANALIZA PREKORAČENJA BRZINE  
VOŽNJE U DNEVNIM I NOĆNIM UVJETIMA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2020.**

Zagreb, 2. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Prometna signalizacija**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 5985

Pristupnik: **Josip Ferdinand Ilijaš (0135240416)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Komparativna analiza prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima**

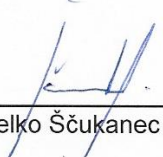
### Opis zadatka:

Nepropisna i/ili neprilagođena brzina predstavlja jedan od glavnih uzroka prometnih nesreća. Često, takve prometne nesreće, zbog iznimno velikih sila prilikom udara, imaju teške i fatalne posljedice. Upravo iz tog razloga potrebno je vršiti nadzor te ograničiti brzinu vožnje na onu koja je adekvatna za određenu dionicu prometnice. Ograničenja brzine na pojedinoj dionici ceste ovise i određena su na temelju niza čimbenika kao što su: projektna i računska brzina, odnosno geometrija ceste, stanje i kvaliteta kolnika, blizina i prisutnost ostalog prometa (pješači, biciklisti itd.), razina opremljenosti ceste, okolina ceste itd. S obzirom na navedeno, može se zaključiti da određivanje adekvatnog ograničenja brzine za pojedinu dionicu predstavlja kompleksan zadatak koji mora podmiriti zahtjeve vezane uz sigurnost, ali isto tako ujednačenost i stabilnost prometnog toka. Naime, ograničenje brzine neprilagođeno stvarnim uvjetima i stanju ceste može doprinijeti stvaranju neujednačenog prometnog toka te na taj način utjecati na učinkovitost prometne mreže. Nadalje, niža ograničenja brzine će kod određenog dijela vozača rezultirati u frustracijama te opasnim radnjama kao što su nagla ubrzanja i kočenja, pretjecanje drugih sudionika koji voze propisno i sl. što u konačnici može ugroziti cjelokupnu sigurnost prometne mreže.

Iz navedenih je razloga glavni zadatak ovog diplomskog rada, na temelju stvarnih podataka o brzini vožnje na određenim dionicama ceste i ograničenja brzine na istima utvrditi u kojoj mjeri vozači poštuju navedena ograničenja u dnevnim i noćnim uvjetima.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

  
\_\_\_\_\_  
prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**KOMPARATIVNA ANALIZA PREKORAČENJA BRZINE  
VOŽNJE U DNEVNIM I NOĆNIM UVJETIMA  
COMPARATIVE ANALYSIS OF EXCEEDING SPEED LIMIT  
IN DAY AND NIGHT CONDITIONS**

Mentor: prof.dr.sc. Anđelko Ščukanec

Student: Josip Ferdinand Ilijaš  
JMBAG: 0135240416

Zagreb, rujan 2020.

## *SAŽETAK:*

Neproprisna i/ili neprilagođena brzina predstavlja jedan od glavnih uzroka prometnih nesreća. Takve prometne nesreće zbog iznimno velikih sila prilikom udara, često imaju teške i fatalne posljedice. Upravo iz tog razloga potrebno je vršiti nadzor te ograničiti brzinu vožnje na onu koja je adekvatna za određenu dionicu prometnice. Ograničenja brzine na pojedinoj dionici ceste ovise i određena su na temelju niza čimbenika kao što su: projektna i računaska brzina, geometrija ceste, stanje i kvaliteta kolnika, blizina i prisutnost ostalog prometa, razina opremljenosti prometnice itd. S obzirom na navedeno može se zaključiti da određivanje adekvatnog ograničenja brzine za pojedinu dionicu predstavlja kompleksan zadatak koji mora podmiriti zahtjeve vezane uz sigurnost, ali isto tako ujednačenost i stabilnost prometnog toka.

Glavni zadatak diplomskog rada je na temelju stvarnih podataka o brzini vožnje na određenim dionicama ceste i ograničenja brzine na istim utvrditi u kojoj mjeri vozači poštuju navedena ograničenja u dnevnim i noćnim uvjetima. Komparativnom analizom utvrdit će se kako uvjeti vidljivosti utječu na ponašanje vozača s aspekta brzine te kod kojih ograničenja je odstupanje stvarne brzine najmanje.

*KLJUČNE RJEČI:* brzina vožnje, prekoračenje brzine vožnje, sigurnost cestovnog prometa

## *SUMMARY:*

Improper and/or maladjusted speed is one of the main causes of road accidents. Such road accidents due to extremely high impact forces often have severe and fatal consequences. For this reason it is necessary to supervise and limit driving speed to one which is adequate for a particular section of the road. The speed limit on each section of a road depends and is determined by a number of factors such as: design speed and calculation speed, road geometry, condition and quality of roadway, proximity and presence of other traffic, road equipment, etc. It can be concluded that determining an adequate speed limit for a particular section of the road is a complex task that must meet safety requirements, but also the uniformity and stability of traffic flow.

The main objective of these master's thesis is to determine the extent to which drivers comply with these speed regulations in day and night-time conditions, based on actual data on driving speeds on specific road sections and actual speed limits on those sections. Comparative analysis will determine how visibility conditions affect drivers behavior in terms of speed and which speed limits trigger the least deviation from actual speed.

*KEYWORDS:* driving speed, exceeding speed limit, road traffic safety

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE</b> .....	3
<b>3. BRZINA I NJEN UTJECAJ NA VIZUALNU PERCEPCIJU VOZAČA</b> .....	6
3.1. Pojam brzine i određivanje konstrukcijskih elemenata prometnice.....	6
3.2. Ljudska percepcija u prometu .....	8
3.3. Utjecaj brzine na vizualnu percepciju vozača .....	11
<b>4. UTJECAJ BRZINE NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA</b> .....	13
<b>5. MJERE POŠTIVANJA BRZINE OGRANIČENJA VOŽNJE</b> .....	19
5.1. Infrastrukturni pothvati u pogledu ograničenja brzine.....	22
5.2. Sustavi na vozilu u pogledu ograničenja brzine.....	30
5.3. Psihološki i pravni utjecaj na ponašanje vozača u pogledu brzine vožnje.....	32
5.3.1. Psihološki utjecaj.....	33
5.3.2. Pravni utjecaj.....	35
<b>6. KOMPARATIVNA ANALIZA PREKORAČENJA BRZINE VOŽNJE U DNEVNIM I NOĆNIM UVJETIMA</b> .....	37
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	58
LITERATURA.....	60
POPIS KRATICA .....	63
POPIS TABLICA.....	64
POPIS GRAFIKONA .....	65
POPIS SLIKA .....	66

# 1. UVOD

S obzirom na povećani razvoj cestovnog prometa kao jednog od najznačajnijih prometnih modova, svake godine bilježi se značajan porast broja automobila i ostalih sudionika u prometnoj mreži. Veći broj sudionika u prometu generirat će i veći rizik od nastanka prometnih nesreća. Čimbenici koji utječu na nastanak prometne nesreće su primjerice čovjek, vozilo, cesta i njena okolina, atmosferske prilike i uvjeti vidljivosti. Uzimajući u obzir kompleksnost prometnih nesreća, suvremene strategije povećanja cestovne sigurnosti baziraju se na sveobuhvatnom interdisciplinarnom pristupu kojim se istovremeno pokušava unaprijediti prometna infrastruktura, suprastruktura, legislativa te edukacija sudionika u prometu.

U Republici Hrvatskoj samo u 2019. godini 297 osoba izgubilo život u prometnim nesrećama, dok je 2.492 osoba teže ozlijeđeno, a 10.393 lakše ozlijeđeno [1]. S druge strane, u Europskoj uniji je u 2018. godini život u prometnim nesrećama izgubilo 25.047 osoba dok ih je prema procjenama preko 220.000 teško ozlijeđeno [2]. U najvećoj mjeri uzrok smrti na hrvatskim cestama je neprilagođena i/ili neprimjerena brzina. U 2019. godini 19 osoba poginulo je zbog nepropisne brzine, a 117 zbog brzine neprimjerene uvjetima na cesti. Najveći broj prometnih nesreća bilježi se na cestama u naselju (77 % od ukupnog broja svih prometnih nesreća) te na državnim cestama izvan naselja (8,7 % od ukupnog broja svih prometnih nesreća). Na cestama u naselju poginulo je 50 % ukupnog broja poginulih osoba, a na državnim cestama izvan naselja 23,2 % što je znatno više od svih ostalih kategorija cesta [1]. U nenaseljenim područjima cestovne mreže prekoračenje ograničenja brzine predstavlja veliki problem zbog mogućnosti razvijanja velikih brzina.

Iznimno važan čimbenik predstavlja pravilno određivanje ograničenja brzine na pojedinim dionicama kako u gradovima tako i izvan gradskih područja. Naročito je to bitno noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. Naime, u navedenim uvjetima vidno polje vozača je suženo i skraćeno, a mogućnost percepcije boja, oblika, tekstura, kontrasta i pokreta je smanjena [3]. Upravo iz navedenih razloga je pravilno određivanje ograničenja brzine kao i pridržavanje istoga od ključnog značaja za sigurnost prometa u noćnim uvjetima. Osim što je potrebno kvalitetno odrediti ograničenje brzine nužno je vršiti nadzor vozača te primjenjivati mjere smirivanja prometa, ako se ograničenja ne poštuju.

Diplomskim radom na temu „Komparativna analiza prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima“ pobliže će se prikazati kompleksnost i problematika određivanja ograničenja brzine vožnje, ali i posljedice nepoštivanja iste. Glavni cilj rada je provesti komparativnu analizu kojom će se utvrditi odstupanja brzine vožnje od ograničenja na

pojedinicima prometnica u Republici Hrvatskoj te pri kojim je ograničenjima ono najmanje.

Diplomski rad podijeljen je u sedam cjelina i to kako slijedi:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative
3. Brzina i njen utjecaj na vizualnu percepciju vozača
4. Utjecaj brzine na sigurnost cestovnog prometa
5. Mjere poštivanja ograničenja brzine vožnje
6. Komparativna analiza prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima
7. Zaključak

U drugoj cjelini bit će prikazana i kratko elaborirana osnovna zakonska regulativa koja se odnosi uz prometnice, ograničenja brzine te informiranje vozača o ograničenju upotrebom prometne signalizacije.

Pojam brzine, projektne i računске brzine te percepcije i utjecaja brzine na vizualnu percepciju vozača bit će definirano u trećoj cjelini.

U četvrtoj cjelini će se prikazati utjecaj brzine na sigurnost cestovnog prometa kroz istraživanja provedena u svijetu te kroz prikaz analize prometnih nesreća u nekim europskim zemljama.

U petoj cjelini definirat će se mjere poštivanja ograničenja brzine odnosno mjere smirivanja prometa koje se koriste kako bi se vozače potaknulo i prisililo da poštuju ograničenja brzine.

Komparativna analiza prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na dionicama prometnica u Republici Hrvatskoj bit će prikazana u šestoj cjelini. Također će se definirati utjecaj vidljivosti na ponašanje vozača s aspekta brzine te pri kojim ograničenjima je odstupanje brzine vožnje najmanje.

Zaključna razmatranja diplomskog rada bit će iznesena u posljednjoj, sedmoj cjelini.



## 2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE

Definicija javnih cesta, ograničenja brzine, proračunavanje projektne i računске brzine te način određivanja pojedinih elemenata prometnica u Republici Hrvatskoj propisano je zakonima, pravilnicima i odlukama. Temeljem zakonske regulative koja je poslužila kao podloga za dimenzioniranje i izgradnju prometnica, određuju se i proračunavaju ograničenja brzine na određenim dionicama prometnice. Ograničenje brzine općenito ovisi o geometriji ceste, no zbog ostalih faktora ono se može reducirati odnosno prilagoditi realnim prometnim uvjetima.

Zakoni, pravilnici i odluke koji se tiču brzine su:

- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)
- Pravilnik o održavanju cesta (NN 90/14)
- Uredba o mjerilima za razvrstavanje javnih cesta (NN 57/07)
- Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 17/20)

*Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20)* utvrđuju se temeljna načela međuljudskih 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 službene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje novih vozača, dimenzije, nosivost i oprema vozila i dr. Zakon definira pojmove vezane uz promet, sudionike, vozila te prometne situacije i postupke, ali i propisuje iznose novčanih kazni ili drugih oblika kažnjavanja za prekršitelje pojedinih elemenata ovog Zakona. Brzina kretanja vozila na određenim cestama, prilagođavanje brzine uvjetima na cesti te kazne za nepoštivanje odredbi vezanih uz brzinu kretanja vozila također su propisane Zakonom o sigurnosti prometa na cestama. Na cestama u naselju vozač se ne smije kretati brzinom većom od 50 km/h, odnosno brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom. Na cestama izvan naselja vozač se ne smije kretati brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom, a najviše: 130 km/h na autocestama, 110 km/h na cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i brzina cesti te 90 km/h na ostalim cestama izvan naselja. Dijelovi Zakona detaljnije su definirani brojnim pravilnicima i drugim pravnim aktima.

*Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)* propisuje na koji način i po kojim kriterijima se određuje: razred ceste, stupanj ograničenja terena, projektna i računska brzina te najveći dopušteni uzdužni nagib kolnika, najveća dopuštena brzina, poprečni nagibi kolnika u pravcu i zavoju, vitoperenje kolnika, duljine preglednosti, dimenzioniranje tlocrtnih elemenata ceste te prometni i slobodni profil. Pravilnikom su propisane i osnovne vrste projekata koji se koriste za ceste. Ovaj Pravilnik iznimno je bitan prilikom izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih prometnica. Njime se određuju svi elementi koji su bitni za normalno funkcioniranje i odvijanje prometa koji uvelike ovise o projektnoj i računskoj brzini. Brzina ima ključnu ulogu u određivanju konstrukcijskih elemenata i geometrije ceste. Projektna brzina određuje se na temelju vrste terena i kategorije ceste te predstavlja osnovni čimbenik za određivanje: minimalnog polumjera horizontalnog zavoja, maksimalnog uzdužnog nagiba, poprečnog presjeka ceste i širine prometne trake te duljine prijelaznice. Računska brzina određuje se u ovisnost o projektnoj brzini i minimalnom polumjeru horizontalnog zavoja na dionici ceste, a osnovni je čimbenik za određivanje: poprečnog nagiba kolnika u zavojima, potrebnih duljina preglednosti te polumjera vertikalnih zavoja. U ovisnosti o dopuštenoj brzini određuje se najmanja zaštitna širina slobodnog profila ceste.

*Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)* propisuje namjenu, vrstu, značenje, oblik, boju, dimenziju, karakteristike i način postavljanja prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama koje se koriste za cestovni promet. Pravilnikom su isto tako propisani neki elementi čije dimenzije izravno ovise o brzini vožnje, a to su: duljina preglednost; duljina crte upozorenja, dužina strelice, razmak između optičkih crta upozorenja ili zvučnih traka upozorenja, dimenzije i visina izbočina te ostale tehničke specifikacije oznaka na kolniku i prometnih znakova. Brzina vožnje može biti ograničena postavljenjem različitih prometnih znakova ili kontrastnih ploča. „Ograničenje brzine“ (B30) označava cestu ili dio ceste kojim se vozila u idealnim uvjetima ne smiju kretati brzinom većom od brzine naznačene na prometnom znaku. „Zona u kojoj je ograničena brzina“ (C22) označava područje, odnosno zonu kojom se vozila ne smiju kretati brzinom većom od one naznačene na znaku. „Područje smirenog prometa“ (C28) označava mjesto u naselju na kojem se ulazi u područje u kojem se ne smije voziti brže od brzine hoda pješaka jer je dječja igra dopuštena svugdje. Ukoliko je potrebno naglasiti važnost prometnog znaka kojim se ograničava brzina vožnje, može biti izveden na kontrastnoj ploči kvadratnog ili pravokutnog oblika bijele ili fluorescentne žuto-zelene boje koeficijenta retrorefleksije razreda RA3. Brzina se može ograničiti i uz pomoć promjenjivih prometnih znakova koji mogu biti izvedeni kao

elektromehanički (prikazuju različite znakove, obavijesti i poruke, a izgledom su jednaki stalnim prometnim znakovima) ili svjetlosni promjenjivi znakovi (oblikuju znakove, simbole i obavijesti uporabom svjetlećih elemenata).

*Pravilnik o održavanju cesta (NN 90/14)* iznimno je bitan jer se njime propisuje održavanje prometnica, vegetacije, objekata, signalizacije i opreme ceste, čišćenje ceste te svi ostali radovi koji su u nadležnosti upravitelja ceste. Održavanje prometnica, elemenata i opreme ceste iznimno je bitno kako bi se vozače koji se kreću velikim brzinama (posebice na autocestama gdje je najveća dopuštena brzina 130 km/h) moglo pravovremeno informirati o realnom stanju na cesti.

*Uredbom o mjerilima za razvrstavanje javnih cesta (NN 57/07)* uređuje se način određivanja kategorije javne ceste odnosno uvjeti koje cesta mora zadovoljavati da bi bila dodijeljena u kategoriju autoceste, državne, županijske ili lokalne ceste. *Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 17/20)* definira koje su to ceste prema kategorijama, oznaci, opisu i duljini ceste. U pogledu brzine određuje se i najveća dopuštena brzina koja je definirana Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20) za pojedinu cestu koja je razvrstana prema Uredbi i definirana Odlukom.

### **3. BRZINA I NJEN UTJECAJ NA VIZUALNU PERCEPCIJU VOZAČA**

Brzina ima značajnu ulogu u prometnom sustavu, bilo u pogledu sigurnosti ili u pogledu učinkovitosti prometnog toka. Određena projektna i računska brzina utječu na brojne konstrukcijske elemente prometnice te izravno utječu na vizualnu percepciju vozača koji prometuje tom brzinom. Često velika razlika između projektne i najveće dopuštene brzine vožnje ima za posljedicu predimenzioniranost prometnih traka što vozačima daje mogućnost postizanja znatno većih brzina od onih koje su Zakonom ili prometnim znakom određene.

#### **3.1. Pojam brzine i određivanje konstrukcijskih elemenata prometnice**

Brzina kao pojam predstavlja fizikalnu vektorsku veličinu koja govori o prijeđenom putu u jedinici vremena, izražena u kilometrima na sat (km/h) ili u metrima u sekundi (m/s). Upravo je brzina vožnje osnovni element za trasiranje suvremene ceste. Brzina kao pojam u prometu može biti: prometna, prijevozna, obrtna, eksploatacijska, projektna, računska, percentilna, najveća dopuštena, itd. [4]. Dok neke od navedenih definicija brzine služe za izračunavanje koeficijenata i pokazatelja prijevoza tereta ili putnika, druge služe za određivanje građevinskih elemenata ceste te postavljanje uvjeta za sigurno i efikasno odvijanje prometnog toka. Projektna i računska brzina služe za oblikovanje građevinskih elemenata ceste, a najveća dopuštena predstavlja najveću brzinu kojom je dopušteno prometovati na određenom dijelu prometnice. Kao što je navedeno u prethodnoj cjelini, navedene brzine definirane su Pravilnikom o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01).

Projektna brzina je teorijska vrijednost brzine mjerodavne za dimenzioniranje određenog elementa ceste, a određuje se na osnovu geometrijskih karakteristika trase u tlocrtu i profilu. To je ona brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Projektna brzina određuje granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase kao što su: minimalni polumjer horizontalnog zavoja, maksimalni uzdužni nagib i karakteristike poprečnog presjeka. Ako postoje iznimno velike oscilacije u konfiguraciji terena ili se očekuje značajnija promjena u načinu vođenja tada se određuje više projektnih brzina za pojedine dionice ceste, a u protivnom je ona ista za cijelu trasu ceste. Projektna brzina mora biti veća ili jednaka računskoj brzini dionice, ali i manja ili jednaka maksimalnoj računskoj brzini [4]. Projektna brzina određuje se na temelju: zadaće ceste u cestovnoj mreži, odnosno kategorije

ceste; konfiguracije terena odnosno prostornih ograničenja te najveće zakonom dozvoljene brzine. Prema vrsti terena na kojemu se projektiraju javne ceste usvajaju se sljedeći stupnjevi ograničenja: nizinski – bez ograničenja; brežuljkasti – neznatno ograničenje; brdski – znatno ograničenje; planinski – veliko ograničenje [5]. U tablici broj jedan prikazan je način određivanja projektne brzine na temelju spomenutih parametara.

Tablica 1. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete

PROMETNO – TEHNIČKO RAZVRSTAVANJE		PROJEKTNE BRZINE $V_p$ (km/h) / NAGIB $s_{max}$ (%)							
KAT.	Razina usluge	120	100	90	80	70	60	50	40
AC	C/D	$\geq 120/4^\circ$	100/5*	90/5,5**	80/6***				
1.	D		100/5,5°	90/5,5*	80/6**	70/7***			
2.	D		100/5,5°	90/5,5*	80/6*	70/7**	60/8***		
3.	E				80/7°	70/7*	60/8**	50/9***	
4.	E					70/8°	60/9*	50/10**	40/11***
5.	E						60/10°	50/11*	40/12** 40(30)/12 ***
LEGENDA TERENA: ° nizinski * brežuljkasti ** brdski *** planinski									

Izvor: [5]

Računska brzina je usvojena teorijska vrijednost koja služi za proračun graničnih geometrijskih elemenata koji se mogu primijeniti u procesu projektiranja prometnica. Mjerodavna je brzina i najveća očekivana koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, ovisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela ceste. Računska brzina je vozno dinamička veličina na temelju koje se određuju pojedini geometrijski elementi trase u uzdužnom i poprečnom profilu (polumjeri vertikalnih zavoja, poprečni nagib kolnika u zavojima te potrebne duljine preglednosti). Računska brzina ne može biti manja od projektne brzine, a razlika tih dviju brzina ne smije biti veća od 20 km/h. Unutar iste dionice ceste razlika najmanje i najveće vrijednosti računske brzine mora biti manja od 15 km/h. Određivanje računske brzine ovisi o projektiranim tlocrtnim i visinskim elementima trase, a gornja granica ovisi o razredu ceste odnosno o PGDP-u (prosječni godišnji dnevni promet) [4]. Računska brzina određuje se temeljem najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnog zavoja ili najvećeg primijenjenog uzdužnog nagiba. Mjerodavna računska brzina za određenu dionicu trase jednaka je vrijednosti manje od dviju ovako određenih veličina. Tako određena računska brzina ne smije biti veća od najveće

zakonom dozvoljene brzine za utvrđenu kategoriju ceste. Za ceste kategorije 3., 4. i 5. razreda vrijednost računске brzine jednaka je vrijednosti projektne brzine [5]. U tablici broj dva prikazan je način određivanja računске brzine na temelju minimalnog polumjera horizontalnog zavoja određenog na temelju projektne brzine.

Tablica 2. Odnos projektne brzine, minimalnog polumjera horizontalnog zavoja i računске brzine

$V_p$ [km/h]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$ [m]	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850
$V_r$ [km/h]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130

Izvor: [5]

Primjerice, određena projektna brzina na temelju kategorije ceste i konfiguracije terena je 70 km/h. Minimalna vrijednost polumjera horizontalnog zavoja tada iznosi 175 m, a računska brzina biti će jednaka projektnoj. Ako se zbog konfiguracije terena i vođenja ceste primjeni polumjer od 350 m umjesto minimalnog tada je računska brzina za tu dionicu ceste 90 km/h.

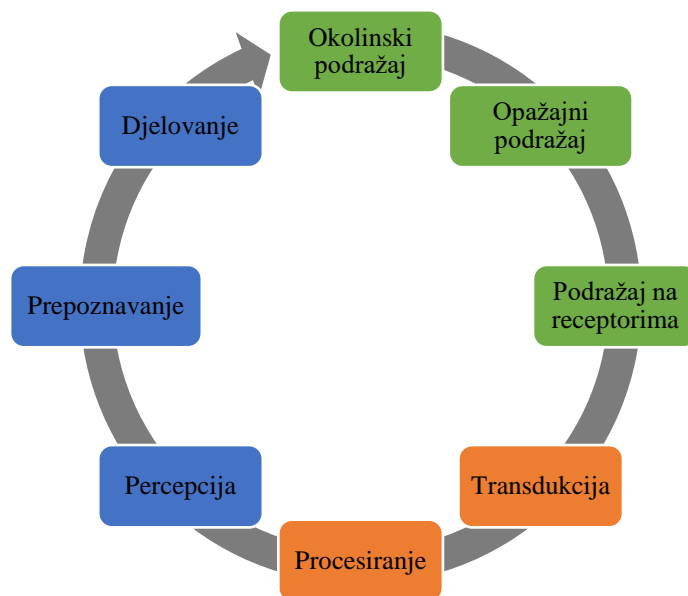
Najveća dopuštena brzina u Republici Hrvatskoj propisna je Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20). Na cesti izvan naselja vozač se ne smije vozilom kretati brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom, a najviše: 130 km/h na autocestama; 110 km/h na cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i brzooj cesti; 90 km/h na ostalim cestama izvan naselja. Na cesti u naselju vozač se ne smije vozilom kretati brzinom većom od 50 km/h, odnosno brzinom većom od brzine dopuštene postavljenim prometnim znakom za cijelo naselje ili njegov dio. Iznimno na cesti u naselju čiji prometno-tehnički i sigurnosni elementi to omogućuju (npr. pješački pothodnici i nathodnici, dodatne trake za lijevo, odnosno desno skretanje, upravljanje na raskrižjima uređajima za davanje znakova prometnim svjetlima i sl.) može se prometnim znakom dopustiti kretanje i brzinom većom od 50 km/h, a najviše do 80 km/h [6].

### 3.2. Ljudska percepcija u prometu

Općenito percepcija predstavlja psihički proces kojim se zahvaća i upoznaje objektivna realnost, a nastaje djelovanjem fizikalnih procesa iz okoline (uključujući i procese koji se zbivaju u vlastitom tijelu) na osjetila. Percepcija omogućuje ljudima stjecanje informacija o važnim svojstvima okolnih bića, predmeta i pojava, o njihovom prostornom i vremenskom

smještaju, oblicima i veličini [7]. Proces percepcije započinje pretvorbom svjetlosti u električne impulse, a temelji se na informacijama dobivenim iz okoline te na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju i emocijama. Vizualna percepcija može se definirati kao sposobnost tumačenja okoline obradom podataka koji se nalaze u vidljivom svjetlu. Proces vizualne percepcije sastoji se od dva procesa: obrada trenutno dobivenih informacija i obrada postojećih (poznatih) informacija [8].

Percepcija je iznimno bitan čimbenik u prometu, posebice jer omogućuje prepoznavanje vozila, osoba, prometnica, prometnih znakova, opasnosti i sl., omogućuje predodžbu dubine, oblika, kontura, veličine i dr. O točnom i brzom percipiranju u prometu na cestama ovisi pravovremenost sudionikove reakcije, a time i cjelokupna sigurnost cestovnog prometa. Opažanje situacija tijekom vožnje je individualno, a reakcije se razlikuju od sudionika do sudionika po brzini, točnosti, kvaliteti i intenzitetu, jer će na isti podražaj svatko reagirati drugačije. Vozač u prometu preko 90 % svih podražaja dobiva vizualnom i auditivnom percepcijom. Percepcije koje su značajne za promet su: percepcija udaljenosti, percepcija brzine kretanja vozila (vlastitog i okolnih vozila), percepcija konfliktnih situacija, percepcija prometnog toka, percepcija prometnih znakova i oznaka na kolniku, percepcija okolnih objekata i dr. [4]. Proces percepcije započinje podražajem receptora osjetila. Svako osjetilo ima vlastitu memoriju velikog kapaciteta koja omogućava kratkotrajnu pohranu prikupljenih informacija koja određenom organu (primjerice organu vida – oku) omogućava integraciju slika u kontinuirani film. Informacije koje je osjetilo zaprimilo pohranjuju se u radnu memoriju relativno malog kapaciteta i kratkotrajnog pamćenja, a one se kognitivnim procesima povezuju s informacijama koje su pohranjene u trajnoj memoriji. Te dvije informacije se uspoređuju i tako čovjek prepoznaje značenje određenog predmeta ili stanja. Mozak kada prepozna informaciju dodjeljuje prioritete pojedinoj informaciji u ovisnosti o njezinoj važnosti i hitnosti. Nakon postavljanja prioriteta kreće u djelovanje odnosno akciju. Vrlo važne funkcije percepcije upravo u samom procesu su prepoznavanje (predmet ili situacija) i lokalizacija (udaljenost, brzina, položaj u prostoru i sl.) [9]. Na slici broj jedan prikazan je proces percepcije gdje su zelenom bojom označeni podražaji, narančastom procesi i plavom reakcije.



Slika 1. Proces percepcije

*Izvor: [9]*

Vrijeme reakcije od percepcije do reakcije je interval između pojave nekog objekta ili stanja u vozačevom vidnom polju i početka reakcije. Kako bi došlo do reakcije pojedinca mora postojati jasno definiran ulaz predmeta ili stanja u vidno polje vozača. Vrijeme koje je potrebno za dovršenje odabrane radnje nije uključeno u vrijeme od percepcije do reakcije. Ono se broji odvojeno, uzimajući u obzir varijable kao što su brzina, faktor kočenja i tip vozila. Razmak odluke percepcije je primjer kada se vrijeme radnje ubraja u vrijeme od percepcije do reakcije. To su situacije kada vozač treba prepoznati neku opasnost ili prepoznati veličinu te opasnosti kako bi prilagodio brzinu i putanju vozila te izveo potrebnu radnju sigurno i učinkovito [10]. Komponente vremena od percipiranja situacije do reakcije sudionika su [10]:

- detekcija – ulazak predmeta ili stanja u vozačevo vidno polje. Traje dok vozač ne postane svjestan da je „nešto“ prisutno u njegovom vidnom polju. U ovom segmentu oči se pomiču kako bi fokusirale predmet ili stanje.
- identifikacija – vozač dobiva dovoljan broj informacija o predmetu ili stanju da može odlučiti o radnji koju treba poduzeti. Identifikacija ne treba biti u potpunosti detaljna, nije potrebno raspoznati da li se ispred vozila nalazi drugo vozilo ili zid, potrebno je samo raspoznati da je ispred vozača nešto u što će on udariti. Identifikacija zahtjeva procjenu brzine i putanje kretanja predmeta ispred, ako je ono u pokretu.
- odluka – vozač se odlučuje za akciju koju će poduzeti te da li je ona zaista potrebna.
- reakcija – centar motorike u mozgu daje naredbe odgovarajućoj skupini mišića da izvedu određenu radnju.



Čimbenici koji utječu na vrijeme od percepcije do reakcije vozača vezani su uz čovjeka, cestu i njenu okolinu, atmosferske prilike kao i uvjete vidljivosti. Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima podražaje iz okoline vezane uz prilike na cesti i određuje način kretanja vozila (brzinu) sukladno tim podražajima. Upravo će vrijeme reakcije vozača ovisiti o njegovoj sposobnosti brze i kvalitetne obrade podražaja iz okoline [11]. Noću i u uvjetima smanjene vidljivosti vozačevo vidno polje se sužava i skraćuje zbog čega manje percipira i prima podražaje iz okoline [3]. Samim time na podražaj će reagirati kasnije nego što bi reagirao danju i u normalnim uvjetima vidljivosti. Atmosferske prilike utječu na smanjenje vidljivosti u uvjetima magle, kiše i sl. čime smanjuju mogućnost vozača na percipiranje okoline i na pravodobnu reakciju na podražaj. Cesta i njena okolina kao infrastrukturni element koji utječe na vrijeme od percepcije do reakcije do izražaja dolazi već pri oblikovanju i određivanju konstruktivnih elemenata ceste koji ukoliko su dobro konstruirani omogućuju vozaču pravodobnu percepciju i reakciju na podražaj. Elementi poput: trase ceste, tehničkih elemenata ceste, stanja kolnika, opreme i rasvjete ceste, duljine preglednosti i kvalitetnog održavanja ceste i njene okoline utječu na čovjekovo percipiranje okoline i mogućnost primanja podražaja [11].

### **3.3. Utjecaj brzine na vizualnu percepciju vozača**

Kako bi vozač percipirao predmet ili situaciju potrebno je da taj predmet ili situacija dođe u njegovo vidno polje. Pod vidnim poljem podrazumijeva se prostor u kojem čovjek uočava predmete, a da pritom ne pokreće glavu i oči, a dijeli se na horizontalno i vertikalno. Širina horizontalnog polja uglavnom je između  $40^\circ$  i  $140^\circ$ , a uvelike ovisi o brzini vozila. U mirovanju je ono oko  $140^\circ$ , pri brzini od  $25 \text{ km/h}$  je  $100^\circ$ , a pri brzini  $100 \text{ km/h}$  je oko  $40^\circ$ . Širina vertikalnog vidnog polja iznosi oko  $115^\circ$  [11]. Vidno polje može se podijeliti na: fokusirano, centralno i periferno. Fokusirano vidno polje se smatra ono koje se nalazi unutar  $3^\circ$  do  $5^\circ$  od točke fiksacije. Od  $30^\circ$  do  $35^\circ$  od točke fiksacije je centralno vidno polje unutar kojeg se moraju nalaziti prometni znakovi kako bi ih vozač percipirao. Sve preko  $35^\circ$  naziva se periferno vidno polje [8]. Na vidno polje vozača utječu isti čimbenici koji utječu i na vrijeme od percepcije do reakcije vozača. Oštro vidno polje iznimno je mali prostor posebice pri kretanju vozila većim brzinama. Povećanje brzine smanjuje vidno polje vozača, a samim time i količinu vizualnih informacija koje on može percipirati. Prilikom povećanja brzine osim smanjenja vidnog polja dolazi do povećanja dubine vidnog polja. Tako je pri brzini od  $65 \text{ km/h}$  širina vidnog polja oko  $70^\circ$ , a dubina je približno 350 metara. Pri brzini od  $100 \text{ km/h}$  širina vidnog polja smanjuje se na oko  $40^\circ$  dok je dubina porasla na približno 650 metara [4].

Pri većim brzinama dolazi do pojave fenomena tunelskog vida, koji je posljedica smanjenja vidnog polja vozača uslijed vožnje velikim brzinama. Ovakva pojava je iznimno opasna posebice u gradovima gdje postoji iznimno puno sudionika, objekata i situacija koje se nalaze u neposrednoj blizini vozača. Vozač u gradu mora usmjeriti svu svoju pažnju na ponašanje ostalih sudionika u prometu i tako percipirati okolinu na vrijeme te na vrijeme reagirati na moguće konflikte. Ako vozi znatno većom brzinom od one koja je prometnim znakom propisana, njegovo vidno polje se smanjuje i jednostavno neće uočiti neke sudionike i situacije koje bi pri manjim brzinama uočio. Iznimno velika količina vizualnih informacija koje je potrebno obraditi u vrlo kratkom vremenu gotovo je nemoguće učiniti pri većim brzinama, posebice u gradovima koji imaju velik broj objekata i stanja (sudionici, znakovi, reklame i sl.) [12]. Primjer promjene vidnog polja u ovisnosti o brzini kretanja vozila prikazan je na slici broj 2.



Slika 2. Prikaz suženja vidnog polja vozača u ovisnosti o povećanju brzine

Izvor: [12]

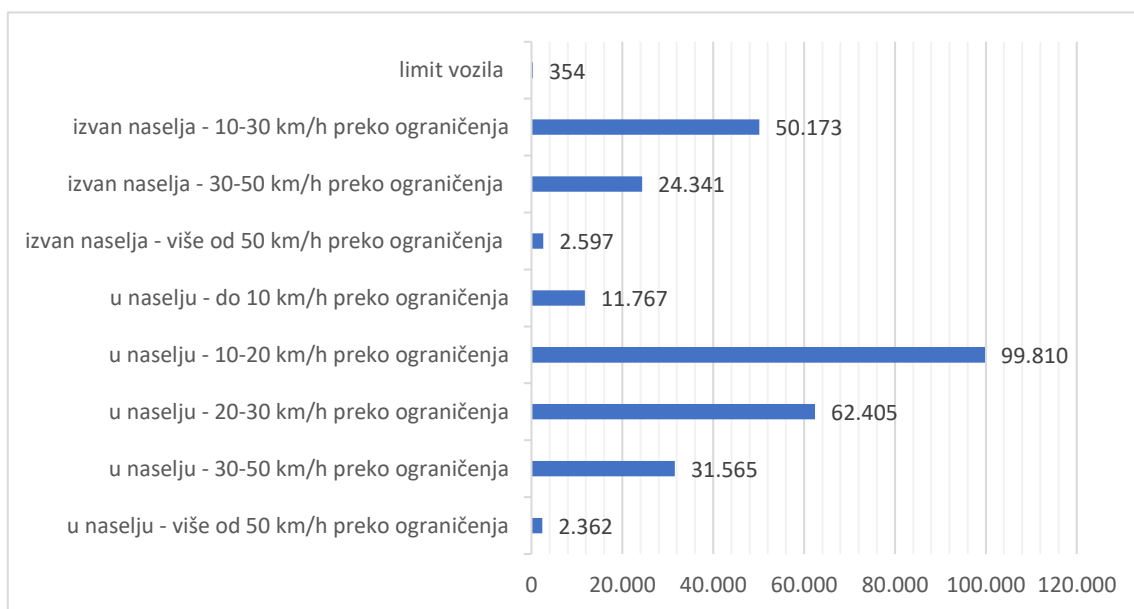
## **4. UTJECAJ BRZINE NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

Brzina vožnje ima iznimno veliki utjecaj na vizualnu percepciju vozača, a samim time i na količinu informacija koje njegova percepcija može uočiti. Povećanjem brzine vožnje vidno polje vozača se smanjuje i produbljuje te onemogućuje vozaču pravo poimanje okoline i detaljnih pojava u njoj. Posljedično tome povećava se vrijeme od percepcije do reakcije, a samim time i zaustavni put u slučajevima incidentnih situacija kada je potrebno naglo zaustaviti vozilo. Svi ti ranije elaborirani i objašnjeni čimbenici utječu izravno na sigurnost cestovnog prometa. Sporija vožnja ne znači nužno duže vrijeme putovanja, ali je svakako odraz sigurnije vožnje. Ograničenja brzine postavljena su s razlogom i nužno ih je poštivati na svim dionicama radi ostvarivanja maksimalne sigurnosti cestovnog prometa. Postupak određivanja ograničenja brzine na prometnicama predstavlja iznimno bitan čimbenik održavanja visoke razine sigurnosti cestovnog prometa. Sigurnost cestovnog prometa podrazumijeva stanje i svojstvo prometnog toka koji se odvija na prometnim površinama, odnosno sudjelovanje svih sudionika u prometu bez incidentnih situacija. Cilj sigurnosti cestovnog prometa kao djelatnosti je spriječiti nesreće i ublažiti posljedice ukoliko do nesreće ipak dođe. Cilj je i sanirati cestovne lokacije za koje se procjenjuje da su visokorizične, odnosno lokacije na kojima postoji povećana opasnost od nastanka prometne nesreće [4].

U svijetu godišnje u prosjeku 1,35 milijuna ljudi pogine u prometnim nesrećama od čega je oko dvije trećine (74 %) muškaraca i dječaka. U odnosu na 2000. godinu kada je poginulo oko milijun ljudi, u 2016. godini bilježi se porast broja poginulih za 40 %. Dodatno između 20 i 50 milijuna ljudi pati od posljedica prometnih nesreća od čega je invaliditet kao posljedica iznimno zastupljen. Razlozi ovako iznimno velikog broja poginulih osoba su mnogobrojni, kao na primjer: vožnja pod utjecajem droga i alkohola; distrakcije prilikom vožnje; nesigurna cestovna infrastruktura; nesigurna i stara vozila; neprimjereni prometni zakoni te u najvećem slučaju prekoračenje ograničenja brzine [13].

U 2018. godini u Europskoj Uniji najmanji broj poginulih osoba na milijun stanovnika imala je Norveška (21 poginula osoba na milijun stanovnika). Na drugom mjestu je Švicarska s 27 i Velika Britanija s 28 smrtnih slučajeva na milijun stanovnika [14]. U Republici Hrvatskoj godišnja stopa smrtnosti od prometnih nesreća iznosi 78 poginulih osoba na milijun stanovnika. Naporima Ministarstva unutarnjih poslova i Vlade Republike Hrvatske kroz provedbu Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa (2011. – 2020.) broj poginulih na hrvatskim cestama značajno se smanjio, no i dalje je iznimno velik. Problem recidivista

prometnih prekršaja pokušao se riješiti strožim Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 70/19) kojim su određene znatno strože kazne za prometne prekršaje i recidiviste istih. Problem neprilagođene i neprimjerene brzine u Republici Hrvatskoj je najčešća pogreška vozača zbog koje se događaju prometne nesreće sa smrtnim ishodom. U 2019. godini u Republici Hrvatskoj zabilježeno je 714.399 prometnih prekršaja od čega je 285.374 vezano uz nepropisnu brzinu što sa 39,95 % čini najveći udio u ukupnom broju prekršaja. U odnosu na 2018. godinu bilježi se rast od 0,8 %. Od ukupnog broja prekršitelja 2.362 vozača vozilo je u naselju brzinom većom od 50 km/h od dopuštene, 31.565 brzinom 30-50 km/h većom od dopuštene, 62.405 brzinom 20-30 km/h većom od dopuštene, 99.810 brzinom 10-20 km/h većom od dopuštene i 11.767 vozača vozilo je brzinom do 10 km/h većom od dopuštene. Izvan naselja 2.597 vozača vozilo je brzinom većom od 50 km/h od dopuštene, 24.341 brzinom 30-50 km/h većom od dopuštene i 50.173 brzinom 10-30 km/h većom od dopuštene. Limitom vozila vozilo je ukupno 354 vozača (0,12 %). U naselju udio prekršitelja čini čak 72,86 %, a izvan naselja 27,02 %. To je pokazatelj da su naseljena mjesta iznimno opasna u pogledu brzine vožnje te je potrebna intervencija Ministarstva unutarnjih poslova, Vlade Republike Hrvatske, ali i nezaobilazne prometne struke kako bi se pravno, infrastrukturno i na druge načine riješio problem neprilagođene brzine u naseljenim mjestima [1]. Podaci o prekršajima nepropisne brzine u prometu na cestama u RH za 2019. godinu prikazani su u grafikonu broj 1.



Grafikon 1. Prekršaji nepropisne brzine u prometu na cestama u RH za 2019. godinu

Izvor: [1]

U 2019. godini u RH poginulo je 297 osoba od posljedica prometnih nesreća što je pad od 6,3 % u odnosu na prethodnu godinu kada je poginulo 317 osoba. Teško je ozlijeđeno ukupno 2.492 osobe čime se također bilježi pad od 8,8 %. Lakše ozlijeđenih osoba bilo je ukupno 10.393 što je za 7,7% manje nego 2018. godine. Zbog nepropisne brzine poginulo je 19 osoba, a zbog brzine neprimjerene uvjetima na cesti 117 osoba što ukupno čini udio od 45,79 % svih okolnosti koje su prethodile prometnim nesrećama. Zbog nepropisne brzine teže i lakše ozlijeđenih osoba bilo je 509 (4,13 % ukupnog broja ozlijeđenih), a zbog neprimjerene brzine vožnje čak 3.623 osobe (29,41 % ukupnog broja ozlijeđenih). Nepoštivanje brzine ograničenja i vožnja neprilagođenom i/ili neprimjerenom brzinom direktno utječe na broj poginulih, a kada bi se ovaj utjecaj eliminirao Republika Hrvatska ostvarila bi pad broja poginulih od 50%. Ukupno je zabilježeno 6.712 prometnih nesreća (20,4 % od ukupnog broja prometnih nesreća) kojima je uzrok bio neprilagođena i/ili neprimjerena brzina. Iznimno veliki problem su i vozači pod utjecajem alkohola i droga kojih je ukupno bilo 32.397 osoba od kojih je 4.195 skrivilo prometnu nesreću pod utjecajem. Prema navedenim statističkim podacima brzina i vožnja pod utjecajem alkohola ili droga glavni su uzroci prometnih nesreća na hrvatskim cestama [1].

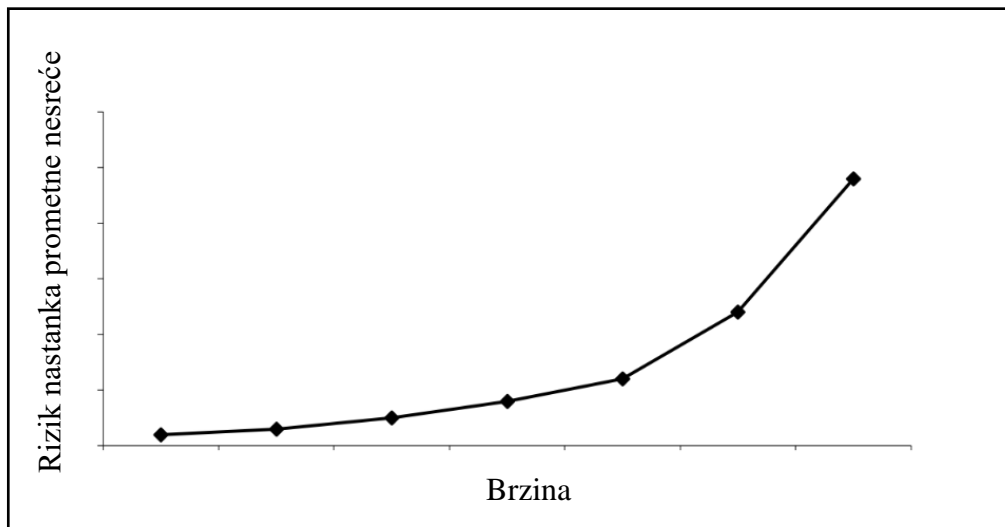
Kao što je ranije navedeno, s obzirom na činjenicu da brzina smanjuje vidno polje te onemogućuje potpunu percepciju svih elemenata ceste i okoline jasno je da neprilagođena i/ili nepropisna brzina ima značajan utjecaj na nastanak prometnih nesreća. Generalni odnos između brzine vožnje i učestalosti prometnih nesreća podjednak je za sve brzine i sve kategorije cesta, ali točan porast rizika ovisi o ograničenoj brzini i okolišnim uvjetima ceste. Velika razlika u postavljenim ograničenjima brzine na dionici ceste povećavaju vjerojatnost od nastanka nesreće. Radom znanstvenika u Švedskoj [15] dokazana je korelacija između brzine i njezinog utjecaja na sigurnost. Povećanjem prosječne brzine vožnje za svega 1 km/h povećava se vjerojatnost nesreće s teže ozlijeđenim osobama za 2 % pri brzini od 120 km/h i za oko 3 % pri brzini 50 km/h. Sličan odnos ustanovljen je i u Velikoj Britaniji gdje je za povećanje prosječne brzine vožnje za 1 km/h ustanovljeno povećanje prometnih nesreća za 1 % - 4 % za prometnice u gradovima i 2,5 % - 5,5 % za ruralne prometnice [16]. Veće brzine utječu na sposobnost reakcije vozača u nužnim uvjetima. Pri većim brzinama vozilo prelazi veći put što za posljedicu ima povećanje duljine zaustavnog puta. Proporcionalnost kvadrata brzine u zaustavnom putu posljedica je smanjenja mogućnosti izbjegavanja sudara pri većim brzinama. Upravo ovo posljedica je znatnog povećanja razine rizika od nastanka prometne nesreće pri većim brzinama [17]. Temeljem principa kinetičke energije i validacijom empirijskih podataka, znanstvenik G. Nilsson razvio je formulu (1) koja definira utjecaj povećanja brzine na broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama [17]:

$$A_2 = A_1 \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^2 \quad (1)$$

gdje oznake predstavljaju sljedeće:

- $A_2$  – broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama nakon promjene brzine
- $A_1$  – broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama prije promjene brzine
- $v_2$  – nova prosječna brzina
- $v_1$  – prijašnja prosječna brzina.

Grafički prikaz odnosa brzine i rizika od promete nesreće prikazan je na slici broj 3.



Slika 3. Odnos brzine i rizika od nastanka prometne nesreće

Izvor: [17]

Osim brzine, masa predstavlja važan čimbenik za posljedice prometnih nesreća i razinu ozlijeđenosti osoba. Pri sudaru jednog teškog vozila i jednog lakog vozila, putnici koji se nalaze u lakom vozilu imaju veći rizik od zadobivanja teških tjelesnih ozljeda od onih koji su u težem vozilu. Razlog toga je što lako vozilo apsorbira većinu energije koja je nastala prilikom sudara. Razlika masa modernih vozila može biti i do tri puta veća posebice zbog upotrebe SUV (Sport Utility Vehicles) vozila koja su unazad nekoliko godina sve popularnija. Opasnost ove razlike u masi još je veća i ozbiljnija u odnosu s motociklistima, biciklistima i pješacima. Ove skupine sudionika u prometu nemaju karoseriju, sigurnosni pojas, zračni jastuk ili konstrukciju koja ublažuje energiju sudara (zone gužvanja). Rizik smrtnosti pješaka u ovisnosti o brzini ima oblik funkcije arkus tangens, odnosno do brzine 60 km/h ima lagani rast, a zatim na intervalu od 60 km/h do 120 km/h rapidno raste do maksimalnog rizika od smrtnosti. Pri brzini od 40 km/h rizik smrtnosti je manji od 5 %, a pri brzini od 80 km/h rizik smrtnosti je preko 50 % [17].

Prvo značajnije istraživanje vezano uz odnos brzine i rizika od nastanka prometne nesreće proveo je David Solomon godine 1964. Radom je utvrdio da pri manjim i većim brzinama postoji povećan rizik od nastanka prometne nesreće, a krivulja koja ima oblik slova 'U' naziva se Solomonova krivulja. Ova studija predstavlja temelj za daljnja istraživanja koja su rađena i kojima je dokazana ova povezanost. Novijim istraživanjima dokazano je da krivulja poprima eksponencijalni oblik odnosno da pri manjim brzinama postoji manji rizik od prometnih nesreća nego što je to slučaj kod većih brzina. Godine 1990. Reason i dr. [18] predstavljaju Upitnik o ponašanju vozača (eng. *Driver Behaviour Questionnaire – DBQ*) koji se sastoji od 50 čimbenika opisujući raznolikost pogrešaka i prekršaja prilikom vožnje. Osnovni zadatak DBQ-a je mjerenje stila vožnje pojedinog vozača te odnos između stila vožnje i sudjelovanja u prometnim nesrećama [19].

Istraživanje znanstvenika u Italiji [19] krenulo je od ideje kako definirati stilove vožnje vozača temeljenih na njihovoj brzini kretanja u realnim uvjetima na određenoj dionici ceste. Istraživanje je dobra dopuna diplomskog rada jer daje odgovore na to kako karakteristike vozača utječu na sigurnost cestovnog prometa odnosno na rizik od nastanka prometne nesreće. Vozači su testirani tako da je na njihovim mobilnim uređajima (smart phone) instalirana aplikacija za geo-referenciranje i praćenje brzine te su upućeni na određenu dionicu ceste gdje će se provoditi ispitivanje. Testiranje je provedeno na državnoj cesti SS106 u južnom dijelu Italije, a radi se o cesti izvan naselja s dvije prometne trake, dužine 491 km. Ova dionica odabrana je od strane znanstvenika jer je proglašena „cestom smrti“ s najvećom stopom smrtnosti od bilo koje druge ceste u Italiji. Odabrana dionica za testiranje je 10 km duga neosvijetljena međugradska dionica s maksimalnim uzdužnim nagibom od 4 %, širine prometnih traka od 3,5 m te polumjera tlocrtnih zavoja od 120 do 520 m [19].

Vozači su uglavnom bili muškarci između 22 i 60 godina, a svega 9 od 27 vozača je upoznato s dionicom ceste koja se koristila u testiranju. Vozačima se prije testiranja ocijenilo vozačko iskustvo te prosječan godišnji prijeđenih put. Kriteriji ocjenjivanja vozačkog iskustva su sljedeći: 1 – manje od 5 godina posjedovanja vozačke dozvole; 2 – 6 do 10 godina posjedovanja vozačke dozvole; 3 – preko 10 godina posjedovanja vozačke dozvole. Kriteriji ocjenjivanja prosječnog godišnjeg prijeđenog puta su: 1 – manje od 10,000 km godišnje; 2 – 10,000 do 30,000 km godišnje; 3 – preko 30,000 km godišnje. Konačna ocjena vozačkog iskustva dobivena je sumom navedenih kriterija i to, ako je suma jednaka 2 – nisko; 3 ili 4 – srednje; 5 ili 6 – visoko. Minimalni prag brzine ( $V_{low}$ ) postavljen je kao vrijednost između 50-percentilne brzine i prosječne brzine testiranih vozača. U mnogim državama 85-percentilna brzina smatra se operativnom brzinom i služi za određivanje ograničenja brzine. Vožnja

brzinom većom od 85-percentilne brzine smatra se izuzetno opasnim. Problematika takvog određivanja ograničenja brzine je u tome što je uglavnom 85-percentilna brzina znatno veća od projektne brzine koja se definira kao brzina kod koje je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Zaključno maksimalni prag brzine ( $V_{high}$ ) uzima se kao minimalna vrijednost 85-percentilne brzine, projektne brzine i ograničene brzine za pojedini element dionice [19].

Metodologija istraživanja bazira se na analizi trenutne brzine vožnje pojedinog ispitanika u određenim tlocrtnim elementima testirane dionice ceste SS106. Oscilacije trenutne brzine vožnje u odnosu na definirane minimalne i maksimalne pragove brzina ( $V_{low}$  i  $V_{high}$ ) odražava vozačevo ponašanje. Ako ispitanik svojom brzinom prijeđe maksimalni prag ( $V_{high}$ ) on se klasificira kao opasan vozač, a ispitanik koji se vozi brzinom manjom od minimalnog praga ( $V_{low}$ ) klasificira se kao siguran, ali potencijalno opasan. Razlog potencijalne opasnosti je poticanje vozača iza sebe na pretjecanje zbog spore vožnje. U konačnici definirana je klasifikacija ponašanja vozača [19]:

1. siguran, ali potencijalno opasan – brzina manja ili jednaka  $V_{low}$
2. siguran – brzina između  $V_{low}$  i  $V_{high}$
3. opasan – brzina veća ili jednaka  $V_{high}$

Karakteristični vozači mogu se definirati kao ispitanici broj 1, 11 i 23. Ispitanik broj 1 s obzirom na ponašanje u vožnji klasificira se kao tipičan primjer opasnog vozača jer je gotovo u svim tlocrtnim elementima vozio opasnom brzinom (15/22). Suprotno njemu ispitanik 23 klasificira se kao siguran vozač jer je u 14 od 22 tlocrtna elementa vozio sigurnom brzinom. Na kraju ispitanik broj 11 može se klasificirati kao tipičan siguran, ali potencijalno opasan vozač s ukupnim brojem sigurnih, ali potencijalno opasnih elemenata 22 od 22 ukupnih tlocrtnih elemenata dionice. Zaključak istraživanja bio bi da povećanjem vozačkog iskustva vozači voze sigurnije, odnosno voze sporije što u konačnici može imati negativan efekt na sigurnost cestovnog prometa. Ako vozač nije upoznat s dionicom, odnosno prometuje cestom prvi put, tada ponašanje vozača postaje opasno. Mladi vozači s niskim stupnjem vozačkog iskustva imaju tendenciju opasnije vožnje u pogledu prekoračenja brzine vožnje [19].



## 5. MJERE POŠTIVANJA BRZINE OGRANIČENJA VOŽNJE

Određivanje ograničenja brzine i dalje se u velikoj mjeri određuje na temelju 85-percentilne brzine ( $V_{85}$ ) koju ne prelazi više od 85 % vozila, ali tako se ne određuje sigurno ograničenje brzine temeljeno na karakteristikama ceste i okoline već ograničenje brzine za koju vozači misle da je sigurna [17].

Iznimno je bitno u prometu na cestama pravilno odrediti brzinu ograničenja koja uvelike ovisi o urbanim i ruralnim područjima cestovne mreže. Ozbiljnost i posljedice prometnih nesreća kao i rizik nastanka razlikuje se u urbanim i ruralnim područjima. U ovom postupku važno je pravilno odrediti funkciju ceste koju ona ima u prometnom toku (daljinska – protok; sabirna – distribucija ili pristupna cesta – pristup/povezivanje) te tako rasporediti ograničenja prema funkciji ceste. Na ovaj način omogućuje se izdvajanje određenih dionica na kojima postoji potreba dodatno reducirati ograničenje brzine radi prisutnosti škola, vrtića, bolnica i sl. Prilikom klasifikacije prometnica prema funkciji bitno je voditi računa o: gustoći naseljenosti, gustoći prometnog toka, relativnom prometnom protoku vozila, sudionicima prometnog toka, mogućnostima izdvajanja sudionika te aktivnostima uz prometnicu. Određivanje funkcije prometnice, a ujedno i brzine ograničenja ne smije biti vođeno isključivo motornim prometom već se moraju uzeti u obzir svi sudionici prometnog toka. Osim klasifikacije cesta prema funkciji, postoje specifične zone unutar pojedine funkcije ceste. To su na primjer transmisijske zone koje usmjeravaju promet s daljinskih na pristupne ceste, gdje postoji potreba postepene redukcije brzine na onu koja je definirana na pristupnoj cesti. Zatim primjerice na pristupnim cestama koje prolaze pokraj škola, vrtića i sl. gdje su potrebna iznimno niska ograničenja brzine zbog iznimno velike aktivnosti djece. Upravo ovo navikavanje vozača da na određenim tipovima prometnica i u određenim zonama mora poštivati definirana ograničenja brzine vožnje utječe na razvijanje navika vozača. Vozeći se kroz određeno područje cestovne mreže vozač će vizualnom percepcijom prepoznati funkciju ceste ili zonu u kojoj se nalazi na temelju okoline te će sam prilagoditi brzinu vožnje prije nego je vidio ograničenje brzine. Tako se stvaraju „samo-objašnjavajuće“ prometnice, a vozači stvaraju naviku percipiranja takvih prometnica [20].

Određivanje ograničenja brzine može se definirati na tri načina [20]:

- općenita ograničenja brzine – definirana su zakonom i predstavljaju maksimalnu dopuštenu brzinu kretanja vozila na određenim kategorijama cesta kao što su autoceste, ceste izvan naselja i ceste u naselju
- određena prometnim znakom – na pojedinim cestama ili dionicama cesta

- ograničenja za pojedine skupine vozila ili sudionika – traktori, tegljači i kamioni, mladi vozači i sl.

Općenite preporuke prilikom određivanja ograničenja brzine vožnje su [20]:

- ako postoji veliki broj ranjivih sudionika u prometu oni ne bi trebali biti izloženi motornom prometu koji se kreće brže od 30 km/h
- putnici u vozilu ne bi trebali biti izloženi motornom prometu gdje postoji opasnost od bočnog sudara pri brzini većoj od 50 km/h
- putnici u vozilu ne bi trebali biti izloženi motornom prometu koji dolazi iz suprotnog smjera, a čije brzine vozila u smjeru i iz suprotnog smjera prelaze 70 km/h, ako cesta nije osigurana središnjim razdjelnim pojasom
- ako postoje duboki drenažni jarci uz cestu ili ostale opasnosti uz prometnicu brzina se mora ograničiti na 50 km/h ili manje.

Čimbenici koje treba uzeti prilikom određivanja ograničenja brzine su: sastav prometa – sudionici prometnog toka; statistika prometnih nesreća; širina rubnog traka ili zaustavnog traka; kvaliteta pločnika; vidljivost oznaka na kolniku; širina prometnih traka; razvoj okoliša uz kolnik; raskrižja; veličina prometnog toka (prosječni godišnji dnevni promet – PGDP); brzina slobodnog toka; tipovi vozila; sigurnost pri pretjecanju – pretjecajna preglednost. Problematiku određivanja adekvatnog ograničenja brzine može umanjiti uporaba posebnog računalnog programa koji na temelju unesenih parametra definira najpogodniju brzinu za tu dionicu ceste. Program se naziva „*X-Limits*“ i u velikoj mjeri se koristi u Australiji. Program uzima u obzir brojne parametre poput [20]:

- čimbenika ceste i cestovne okoline – funkcija ceste, broj prometnih traka, horizontalni i vertikalni zavoji, prisutnost središnjeg razdjelnog pojasa ili zaustavne trake
- razvoj cestovne okoline
- priroda i prisutnost sudionika u prometu – pješaci, biciklisti, teška teretna vozila
- statistika prometnih nesreća
- prekoračenja postavljene brzine ograničenja
- veličina prometnog toka – PGDP
- ograničenja brzine u okolici – prije i nakon promatrane dionice ceste.

Problematika u razlici između projektne i najveće dopuštene brzine je u tome što se s projektnom brzinom određuju geometrijske karakteristike ceste o kojima će ovisiti potpuna

sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku, a postavljeno ograničenje brzine je često znatno manje. Preporuka europskih dokumenata (European Commission, *Speed and Speed Management*, 2015.; *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Global Road Safety Partnership, 2008.) vezanih uz postavljanje ograničenja brzine je da projektna brzina ne bi smjela biti manja od brzine ograničenja, ali i da razlika između njih ne bi trebala biti značajna. Ako postoje velike razlike (razlika računске i projektne brzine ne smije biti veća od 20 km/h prema [5]) u projektnoj brzini i ograničenju brzine tada dolazi do pada vjerodostojnosti među vozačima i zanemarivanja ograničenja brzine. Primjerice, znak ograničenja brzine za naseljeno mjesto (50 km/h) koji je postavljen daleko prije naseljenog mjesta gdje se ne vide kuće i građevine nije logično ograničenje brzine većini vozača i oni će ga zanemariti. Isto tako nije logično postaviti isto ograničenje brzine na široku i ravnu cestu izvan naselja te na usku i zavojitu cestu u naselju. Zato je potrebno voditi računa osim o postavljanju logičnog i sigurnog ograničenja brzine i o usklađenosti ograničenja u prometnoj mreži, odnosno održati balans između sigurnosti, mobilnosti i uvjeta okoline [17].

Prema istraživanju finskih znanstvenika sigurna brzina vožnje je brzina manja od 85-percentilne brzine [21]. Na prometnicama izvan naselja gdje prije nije bilo postavljeno ograničenje brzine, znanstvenici su postavili različita ograničenja brzine i pratili utjecaj na prometni tok. Rezultati su pokazali da je postavljanje ograničenja brzine manje od prethodne 85-percentilne brzine rezultiralo smanjenjem srednje brzine vožnje, a postavljanje većeg ograničenja rezultiralo je porastom srednje brzine. Broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama smanjile su se samo kada je srednja brzina bila manja od prethodne 85-percentilne brzine. Upravo ovo istraživanje potvrđuje da postavljanje ograničenja brzine prema  $V_{85}$  nije sigurno za promet te da je potreban pristup širokog spektra kako bi se postavilo ograničenje brzine koje je adekvatno za pojedinu dionicu ceste [20].

U određivanju ograničenja brzine u Republici Hrvatskoj odgovorne su jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, a u skladu sa Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20). U Republici Hrvatskoj postoji problematika koja je vezana uz konstrukciju prometnica i određivanja geometrijskih elemenata ceste i postavljanja najveće dopuštene brzine vožnje. Cesta i njezini elementi dimenzioniraju se na veličine koje su prikladne znatno većim brzinama od onih koje će prometnim znakom biti ograničene na tom dijelu ceste. S time u vezi prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01) propisuju se vrijednosti elemenata ceste u ovisnosti o računskoj ili projektnoj brzini. Razlika između projektne ili računске brzine i brzine ograničenja često je iznimno velika. Primjerice, na nekoj dionici

prometnice izvan naselja temeljem karakteristika terena i razreda ceste određena je projektna brzina od 60 km/h, a računaska brzina jednaka je projektnoj. Temeljem projektne brzine određena je širina prometnog traka i ona iznosi 3,00 metra, širina rubnog traka je 20 cm, a širina bankine je 100 cm. Postavljeno ograničenje brzine na dionici ceste iznosi 60 km/h. Nepoštivajući kategoriju ceste i zanemarujući terenske karakteristike prilikom određivanja projektne brzine, konstrukcija iste dionice može izgledati znatno drugačije. Određena projektna brzina iznosi 90 km/h, a računaska 100 km/h. Temeljem projektne brzine određena je širina prometnog traka i ona iznosi 3,50 m, širina rubnog traka je 50 cm, a širina bankine je 150 cm. Postavljeno ograničenje brzine na dionici ceste je 60 km/h. Razlika u dimenzijama poprečnog presjeka kolnika je 2,60 metra za jednaku brzinu ograničenja, dok je razlika veličine prometne trake 50 cm [5]. Navedene razlike cestovnih elemenata prikazane su u tablici 3.

Tablica 3. Usporedba dimenzioniranja cestovnih elemenata u ovisnosti o projektnoj brzini

$V_p$	Širina prometnog traka	Širina rubnog traka	Širina bankine	$V_{dop}$
60 km/h	3,00	0,2	1,00	60 km/h
90 km/h	3,50	0,5	1,50	60 km/h

Izvor: [5]

Upravo navedena problematika povlači za sobom potrebu nadzora i ograničenja vozača da poštuju određenu brzinu ograničenja, ali i da brzina bude adekvatna i logična situaciji i uvjetima. Ovo je iznimno bitan čimbenik u cilju smanjenja broja poginulih posebice u RH gdje je, kao što je ranije navedeno, gotovo 50 % osoba poginulo u prometu kao posljedica nepropisne i/ili neprimjerene brzine. Ne postoji jedno rješenje koje bi vozače uputilo na poštivanje brzine ograničenja već je nužno koristiti niz preporuka, mjera i pothvata. Upotrebom građevinskih, prometno-tehnoloških i pravnih mjera (infrastruktura, vozila i utjecaj na vozače) uz nužni nadzor i kontrolu od strane policije može se smanjiti broj prekršitelja prekoračenja brzine vožnje što će u konačnici rezultirati smanjenjem broja smrtno stradalih osoba na hrvatskim prometnicama.

### 5.1. Infrastrukturni pothvati u pogledu ograničenja brzine

Osnovni cilj je stvoriti prometne površine po mjeri čovjeka uz smanjenje broja prometnih nesreća te stvaranje sigurne i ugodne okoline za sve sudionike u prometu, osobito za pješake i bicikliste. U tu svrhu koriste se brojne građevinske i prometno-tehnološke mjere kojima se nastoji ograničiti brzina kretanja vozila. Najraširenija mjera je upotreba umjetne izbočine (u žargonu poznatije kao „ležeći policajac“) čiji učinak utječe na smanjenje brzine kretanja vozila prilikom prolaska preko nje. Posebno je bitna primjena ovih mjera u naseljenim

područjima gdje se široke i prometno neopterećene ceste upotrebom različitih mjera (suženje prometnih traka, promjena materijala i boje kolnika, prometni otoci, raskrižja s kružnim tokom prometa i sl.) pretvaraju u sigurne prometnice za sve sudionike u prometu [4].

Neke od mjera koje će detaljnije biti prikazane u ovom poglavlju diplomskog rada su:

- prometni znakovi ograničenja brzine
- mjere kontrole brzine (optičke crte upozorenja, trake za zvučno upozorenje, vibracijske trake, umjetne izbočine i uzdignute plohe)
- mjere kontrole volumena (suženje ili zatvaranje ulica, uzdignuti otoci, ograničenja na raskrižjima, raskrižja s kružnim tokom prometa – RKT i sl.)
- znakovi i oznake na kolniku u funkciji smanjenja brzine
- izdvajanje rizičnih sudionika u prometu
- kamere za nadzor brzine.

Vozači se o ograničenju brzine u Republici Hrvatskoj informiraju uglavnom uz pomoć stalnih ili promjenjivih prometnih znakova. Stalni prometni znakovi prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) koji se odnose na brzinu spadaju u skupine prometnih znakova B – znakovi izričitih naredbi i C – znakovi obavijesti. Znakovi izričitih naredbi se postavljaju na mjestu na kojem počinje vrijediti naredba, a ako se postavljaju prije mjesta početka naredbe tada moraju biti upotpunjeni dopunskom pločom (naznaka udaljenosti). Znakovi se trebaju ponoviti nakon raskrižja, ako vrijede i dalje nakon raskrižja. Znak „ograničenje brzine“ (B30) naznačuje cestu ili dio ceste na kojem se vozila ne smiju kretati brzinom većom od brzine naznačene na prometnom znaku. Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti (o prestrojavanju, skretanju, smjeru kretanja) te da označe objekt, teren, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose. Znak „prestanak ograničenja brzine“ (C11) označava mjesto od kojeg prestaje vrijediti ograničenje brzine. Znakovi „zona u kojoj je ograničena brzina“ (C22) i „završetak zone u kojoj je ograničena brzina“ (C23) naznačuju početak i završetak zone u kojoj je ograničena brzina kretanja vozila na brzinu koja je naznačena na prometnom znaku. Prometni znak „područje smirenog prometa“ (C28) označava mjesto u naselju u kojem se ne smije kretati brzinom većom od brzine hoda pješaka, a prometni znak C29 označava završetak područja smirenog prometa. Uz stalne znakove postavljaju se i promjenjivi prometni znakovi (svjetlosni ili elektromehanički) koji se u pravilu postavljaju iza stalnih prometnih znakova kada se odnose na ograničenje brzine, a vozače informiraju o određenim incidentnim situacijama ili preporučenim brzinama kretanja. Ako je ograničenje brzine jednako onome koje definirano

stalnim prometnim znakom, promjenjivi prometni znakovi bi u pravilu trebali biti ugašeni. U slučajevima da je ograničena brzina vožnje smanjena zbog incidentne situacije ili zbog trenutnih uvjeta na cesti, tada promjenjivi prometni znakovi moraju upozoriti vozače na nadolazeću situaciju. Jedino uz poštivanje ovakvog načina rada promjenjivi prometni znakovi mogu imati utjecaj na vozače i pridobiti njihovo poštivanje trenutnog ograničenja brzine [22].

U gradskim sredinama postoji preporuka ponavljanja znaka „ograničenje brzine“ svakih 400 metara. Ovim načinom vozači bi konstantno bili upućeni u prometna ograničenja i restrikcije u gradskim sredinama. Kako bi ova praksa zaživjela u Republici Hrvatskoj postoji potreba da se zakonskom regulativom ograniči postavljanje reklamnih i drugih materijala uz područje prometnice, kako bi vozači dobivali vizualne informacije koje su bitne za promet, a ne za njihovo opće informiranje. Znakove ograničenja brzine treba razlikovati od ostalih znakova i informacija iz okoline. Iako su promjenjivi prometni znakovi znatno skuplji u odnosu na konvencionalne stalne prometne znakove, oni mogu doprinijeti iznimno velikom povećanju sigurnosti posebice u područjima velikog intenziteta prometa te u područjima gdje postoji puno pješaka i biciklista (područja vrtića i škola) [20].

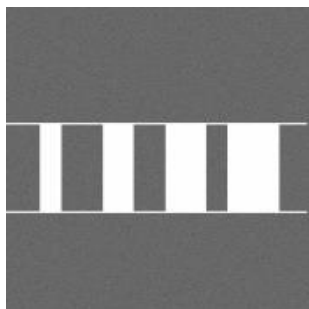
Prometni znak „ograničenje brzine“ (B30) s dopunskom pločom E19 postavljen u gradu prikazan je na slici broj 4.



Slika 4. Prometni znak "ograničenje brzine" (B30) s dopunskom pločom (E19)

Mjere kontrole brzine i volumena počele su se primjenjivati na prometnicama šezdesetih godina prošlog stoljeća u Velikoj Britaniji, SAD-u i Njemačkoj, a u RH devedesetih godina. Ciljevi i doprinosi ovih mjera su: povećanje temeljnih urbanih vrijednosti u gradskim naseljima, povećanje udobnosti pješaka, smanjenje štetnih utjecaja na okoliš, ostvarivanje komunikacije

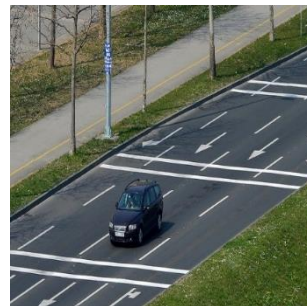
među pješačkim prostorima i stambenim područjima grada i sl. Glavne prednosti ovih mjera su smanjenje brzine, broja prometnih nesreća, buke i zagađenosti zraka. S druge strane buka i zagađenost zraka isključivo ovise o načinu vožnje vozača. Učestale promjene stupnja prijenosa i vožnja u nižim stupnjevima prijenosa s većim brojem okretaja ne doprinosi smanjenju buke i zagađenja. Osnovni nedostaci primjene ovih mjera su potencijalno smanjivanje brzine kretanja žurnih službi, usporavanje i nelagodnost pri korištenju javnog gradskog prijevoza te problemi za bicikliste i motocikliste [8]. Sve ove mjere u RH regulirane su Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 42/20), Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19) te tehničkim normama i standardima. *Optičke bijele crte upozorenja* upozoravaju vozača na potrebu smanjivanja brzine, a postavljaju se ispred raskrižja, pješačkih prijelaza, ispred opasnog dijela ceste, ispred naziva naseljenog mjesta i sl. Izvode se serijskim postavljanjem minimalno četiri bijele retroreflektirajuće crte poprečno na smjer vožnje preko cijele širine prometne trake, sve veće širine i na sve manjem razmaku (vidljivo na slici broj 5.a). *Zvučne trake upozorenja* zvučno upozoravaju vozača da smanji brzinu vožnje stvarajući tihe vibracije i zvučne efekte pri prolasku vozila. Mogu se postavljati ispred škola, vrtića, željezničkih i pješačkih prijelaza, opasnih zavoja i sl. Izvode se hrapavljenjem kolnika, glodanjem, nanošenjem eruptivne kamene granulacije ili izvođenjem oznaka plastičnim materijalom (8 do 12 mm). Za razliku od optičkih bijelih crta, zvučne trake upozorenja izvode se u paru na udaljenosti 1,8 m preko prometne trake (vidljivo na slici broj 5.b). *Vibracijske trake upozorenja* iste su izvedbe kao i zvučne trake upozorenja osim što se postavljaju preko cijele širine kolnika i zbog veće visine (18 do 25 mm) proizvode jače vibracije i zvučne efekte (vidljivo na slici broj 5.c). *Umjetne izbočine* su gotovi modularni proizvodi od gume i plastike koji se postavljaju prije zone smirivanja prometa preko polovine ili po cijeloj širini prometne trake (vidljivo na slici broj 5.d). *Uzdignute plohe* građevinski su izvedene površine za prisilno smanjenje brzine, a izvode se pojedinačno ili u nizu obično na mjestima gdje se nalazi obilježeni pješački prijelaz (vidljivo na slici broj 5.e). Umjetne izbočine i uzdignute plohe postavljaju se na lokalnim i nerazvrstanim cestama u naselju pored javnih objekata i prostora (škole, vrtići, igrališta i sl.) na kojima postoji potreba smanjenja brzine radi sigurnosti prometa. Upotreba ovih mjera smanjenja brzine nije dopuštena na cestama i ulicama kojima se učestalo kreću vozila hitne medicinske pomoći (prilazi bolnicama) [22].



a) bijele crte upozorenja



b) zvučne trake upozorenja



c) vibracijske trake upozorenja



d) umjetne izbočine



e) uzdignute plohe

Slika 5. Mjere kontrole brzine

Izvori: [23], [24], [25], [26]

Mjere kontrole volumena u funkciji smirivanja prometa podrazumijevaju primjenu građevinsko-arhitektonskih mjera i rješenja kojima se onemogućava dio slobode kretanja vozila, a samim time postiže se i smanjenje brzine. *Suženje ulica* iznimno je učinkovita mjera za smanjenje brzine kretanja vozila, a izvodi se primjenom središnjeg otoka u sredini kolnika, protezanjem dijela pješačkih prostora na dio kolnika te uvođenjem parkirališnog traka (za uzdužno parkiranje uz rub kolnika). Mjerom se smanjuje brzina, oslobađa se prostor za pješake te vozila u mirovanju, omogućuje se razvoj zelenih površina i smanjuje se izloženost pješaka (vidljivo na slici broj 6.a). *Potpuno fizičko zatvaranje ulica* koristi se u cilju stvaranja pješačkih zona i izvodi se tako da je onemogućen promet osobnim vozilima, a interventna i/ili dostavna vozila mogu ući po potrebi (vidljivo na slici 6.b). *Ograničenja na raskrižjima* podrazumijevaju onemogućavanje izvođenja pojedinih prometnih radnji i usmjeravanje prometnih tokova na određenu prometnu situaciju (npr. obilježeni pješački prijelaz). *Raskrižje s kružnim tokom prometa* izvodi se na raskrižjima gdje je u pogledu opterećenja prometnih tokova moguće izvesti takvo raskrižje (mali broj lijevih skretača, mali broj pješaka, jednaka distribucija opterećenja po privozima, nema redovnih linija javnog prijevoza i sl.) s ciljem smanjenja brzine vožnje (vidljivo na slici 6.c) [8].





a) suženje ulica



b) zatvaranje ulica



c) kružni tok

Slika 6. Mjere kontrole volumena u funkciji smanjenja brzine

Izvori: [27], [28], [29]

Oznake na kolniku i prometni znakovi uvelike doprinose smanjenju brzine vožnje ako su postavljeni na pravilan način i na pravim mjestima prometne mreže. Kao i svi ostali znakovi prometni znakovi ograničenja brzine moraju biti postavljeni na propisan način tako da su vidljivi vozačima. Nužno je vršiti redovito održavanje i čišćenje prometnih znakova te uređivanje okoliša kako znakovi ne bi bili zaklonjeni granjem i sl. Uz prometne znakove i oznake na kolniku predstavljaju značajan čimbenik u informiranju i poticanju vozača na poštivanje ograničenja brzine vožnje. S obzirom na to da se ograničenja brzine mogu ucrtati na kolnik to predstavlja značajno naglašavanje ograničenja uz postavljeni prometni znak. Mnoge zemlje nemaju postavljene prometne znakove za generalna ograničenja brzine (autoceste – 130 km/h, ceste izvan naselja – 90 km/h i sl.). U Nizozemskoj se prakticira upotreba malih ponavljajućih znakova kao podsjetnik na ograničenje brzine na tom dijelu ceste. Ovo se u najvećoj mjeri koristi na autocestama i državnim cestama, a postavljaju se iznad kilometarskih oznaka [20]. Primjer kilometarskih oznaka s ograničenjem brzine prikazano je na slici broj 7.



Slika 7. Kilometarska oznaka s ograničenjem brzine u Nizozemskoj

*Izvor: [30]*

Iznimno je bitno na cestama izvan naselja uz pomoć prometnih znakova i oznaka na kolniku naglasiti ulazak u naseljeno mjesto. Kombinacijom različitih znakova, oznaka na kolniku te mjera kontrole brzine i volumena prometa nastoji se vozačima skrenuti pažnja na poštivanje ograničenja brzine u naseljenom mjestu. To se postiže upotrebom velikih putokaznih ploča i oznaka mjesta; suženjem kolnika i upotrebom središnjeg razdjelnog otoka barem na kratkom dijelu; prometni znakovi ograničenja brzine većih dimenzija izvedeni na kontrastnim pločama najviše klase retrorefleksije; ostale oznake na kolniku namijenjene smirivanju prometa (zvučne ili vibracijske trake, optičke bijele crte upozorenja i sl.). Različiti slični pristupi mogu se koristiti pri naglašavanju nailaska na obilježeni pješački ili željeznički prijelaz ili raskrižje. Šire prometnice potiču vozače na veće brzine kretanja jer percipiraju veću površinu gdje imaju veću mogućnost manevarske pogreške. Upravo suženjem prometnih traka uz pomoć oznaka na kolniku smanjuje se brzina kojom se vozači kreću. Specijalno dizajnirane 3D oznake koje stvaraju privid suženja prometnih traka i tako utječu na vozače kako bi smanjili brzinu kretanja vozila, koriste se na prilazima opasnih zavoja u NR Kini i prikazane su na slici broj 8 [20].



Slika 8. Oznake na kolniku koje stvaraju privid suženja prometnih traka

*Izvor: [20]*

Jedna od infrastrukturnih mjera utjecaja na smanjenje rizika od prometne nesreće s ozbiljnim posljedicama je izdvajanje ranjivih skupina sudionika u prometu (pješaka i biciklista) od ostalog motornog prometa. Ako nije moguće ograničiti brzinu vožnje na brzinu koja je sigurna za kretanje biciklista i pješaka tada je nužno primijeniti mjeru izdvajanja rizičnih skupina sudionika. Pješačke ograde su korisne jer usmjeravaju protok pješaka na obilježene pješačke prijelaze i sprječavaju prelazak ceste na neobilježenom dijelu gdje bi pješaci mogli ugroziti sebe i ostale sudionike u prometu. Mnoge druge već spomenute mjere (suženje ulica, uzdignute plohe i dr.) osim u funkciji smanjenja brzine vožnje i iniciranja vozača na poštivanje ograničenja brzine, služe kao mjera zaštite pješaka. Istraživanja su pokazala (Ossenbruggen PJ) da pješaci imaju dvostruko veći rizik ozljeđivanja, ako nisu odvojeni od ostalog motornog prometa. U Badenu u Austriji su 1988. godine na 75 % prometnica uvedene zonske brzine od 30 km/h s integriranim sustavom javnog gradskog prijevoza s pješačkim i biciklističkim rutama i stazama. Time je smanjena smrtnost na cestama u Badenu za 60 %. Dokazano je da se dodavanjem biciklističkih staza ili traka uz ceste u naselju smanjuje smrtnost biciklista za 35 % [20].

Kamere za nadzor i kontrolu prometa te evidenciju i kažnjavanje prekršitelja čine kako infrastrukturni tako i pravni element utjecaja na poštivanje ograničenja brzine vožnje. Kamere za nadzor brzine izuzetno su kvalitetna mjera, no iznimno neučinkovita, ako se ne provodi u kombinaciji s mobilnim kamerama i nadzorom od strane policije. Fiksne kamere djeluju samo na jednom mjestu i vozači koji često prometuju tom dionicom ceste steknu naviku usporiti na tom dijelu i nakon što prođu kameru ponovo ubrzaju i prekoračuju brzinu ograničenja.

Povremenim postavljanjem mobilne kamere ili policijske patrole na određenoj udaljenosti iza fiksne kamere vozačima se daje jasna poruka potrebe poštivanja ograničenja brzine. Iako postoji jako malo statističkih podataka o utjecaju kamera na smanjenje rizika od prometne nesreće, one stvaraju sigurnosni efekt na tih nekoliko kilometara oko područja gdje su postavljene. Za sustav nadzora prometa uz pomoć kamera potrebno je imati kvalitetnu infrastrukturu od kamera i sustava napajanja do sustava prepoznavanja registarskih pločica vozila i sustava zaštite samih kamera [20]. Kamera za nadzor brzine prikazana je na slici broj 9.



Slika 9. Kamera za nadzor brzine u Republici Hrvatskoj

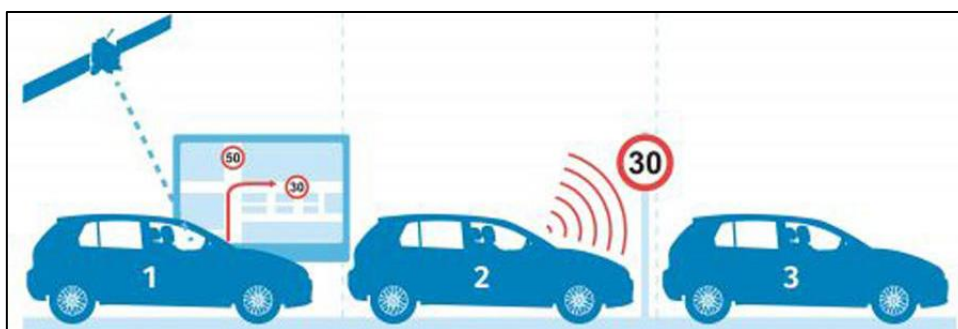
*Izvor: [31]*

Republika Hrvatska posljednjih nekoliko godina aktivno radi na opremanju cesta s kamerama za nadzor brzine, iako su još brojni dijelovi velikih gradova poput Zagreba u velikoj mjeri neopremljeni sustavima nadzora. Infrastrukturne pothvate nužno je provoditi u svim naseljenim mjestima, a posebice u velikim gradovima gdje dolazi do uplitanja različitih sudionika u prometu. Implementacija različitih mjera smirivanja prometa i utjecaja na brzinu nužna je kako bi se ostvario cilj poštivanja brzine ograničenja od strane vozača, a s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

## **5.2. Sustavi na vozilu u pogledu ograničenja brzine**

U suvremenom svijetu postoji niz sustava koji se počinju implementirati u svakodnevna vozila, a koja su u funkciji povećanja sigurnosti sudionika u prometu. Upotreba i testiranje ovih sustava predstavlja uvod u autonomna vozila koja se neće pojaviti još neko vrijeme. Postavljanje uređaja koji registriraju i informiraju vozače o prometnim znakovima, sustavi prilagodbe brzine vožnje, adaptivni tempomati i sl. mogu potaknuti vozače na poštivanje ograničenja brzine.

Inteligentno prilagođavanje brzine (eng. *Intelligent Speed Adaptation – ISA*) je uređaj u vozilu koji na temelju kamera i senzora bilježi prometne znakove ograničenja brzine i u kombinaciji s GPS (eng. *Global Positioning Satellite*) sustavom koji daje informacije o lokaciji vozila daje vozaču informaciju da li prekoračuje ograničenu brzinu na toj dionici ceste. Postoje tri osnovna tipa ovog sustava: informativni – daje informaciju vozaču; potporni – vozač može samostalno odrediti maksimalnu brzinu; reagirajući – sustav ne dopušta vozaču prekoračenje ograničene brzine (vozač i dalje može poništiti ograničenje). Iako postoje brojna ograničenja u pouzdanosti brzine koju je vozilo na temelju podataka iz okoline postavilo kao maksimalnu (ograničenu) brzinu, informativni tipovi ovog sustava u velikoj mjeri se implementiraju u nova vozila. Problem je što vozilo postavlja ograničenje na temelju lokacije vozila i informacije koje je dobilo iz okoline (prometni znakovi), a ne prilagođava to ograničenje uvjetima na cesti (kiša, poledica, magla i sl.) [20]. Istraživanjem u Nizozemskoj potvrđeno je da upotreba ovakvog sustava u vozilu smanjuje broj prekršitelja ograničene brzine i da vozači prometuju jednolikim brzinama prema ograničenju, ali i da su se vratili starim navikama prekoračenja brzine nakon što je sustav uklonjen iz njihovih vozila [17]. Postoje različite varijante sustava, ali je funkcionalno jednak, tako se implementiraju: Speed Limit Recognition and Recommendation (Citroen), Intelligent Speed Assist (Fiat/Ford), Active Speed Limit Assist (Mercedes), Automatic Speed Limiter (Volvo) i dr. [32]. Na slici broj 10 prikazan je sustav ISA u radu na osobnom automobilu. Pod brojem 1 uz pomoć GPS sustava vozilo registrira lokaciju i određuje ograničenje na temelju onog ograničenja koje je za tu dionicu ceste postavljeno. Pod brojem 2 vozilo registrira fizički prometni znak u okolini uz pomoć kamera čime potvrđuje prethodno određeno ograničenje na temelju GPS-a. Pod brojem 3 vozilo upozorava vozača da prilagodi brzinu novom ograničenju ili usporava samostalno.



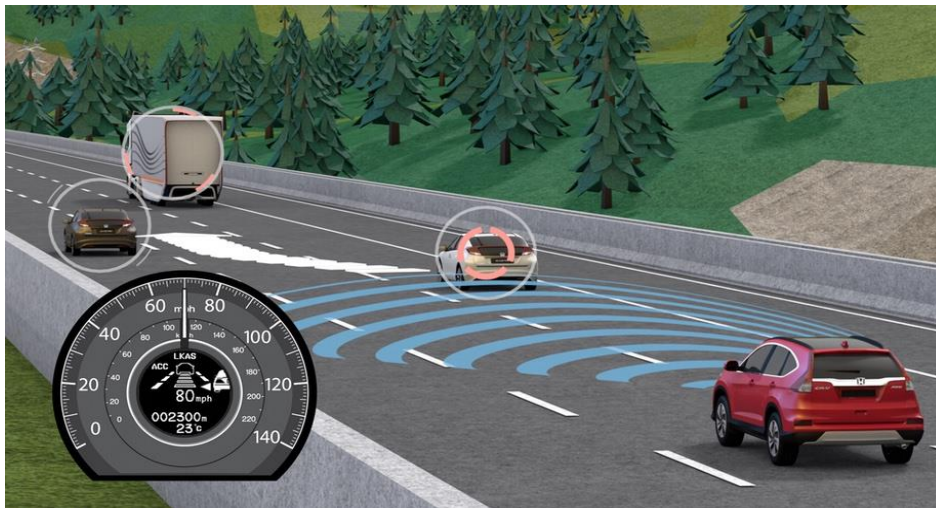
Slika 10. ISA sustav u osobnom automobilu

Izvor: [33]

Postoje još neki sustavi koji reguliraju brzinu kretanja vozila kao na primjer adaptivni tempomat (eng. *Adaptive Cruise Control – ACC*) koji održava postavljenu brzinu i u slučaju



promjene prometne situacije (naglo prestrojavanje vozila) sustav automatski usporava vozilo i prilagođava brzinu novim uvjetima na cesti. Upotrebljava se senzorska tehnologija u obliku radara, lasera ili kamera. U kombinaciji sa sustavom ISA može utjecati na ostvarivanje jednolikosti prometnog toka koji će se kretati brzinom koja je manja od brzine ograničenja. Time je zadovoljen ne samo sigurnosni čimbenik već i čimbenik mobilnosti i fluktuacije prometnog toka [34]. Ilustracija rada sustava ACC prikazana je na slici broj 11.



Slika 11. Adaptivni tempomat – ACC

Izvor: [35]

Danas postoje brojni sustavi koji mogu ispraviti pogreške vozača koje su posljedica prekoračenja ograničene brzine poput: sustava autonomnog kočenja u slučaju opasnosti (eng. *Auto Emergency Braking – AEB*), nadzor mrtvog kuta, nadzor prometnih traka (eng. *Lane Assist*), sustav nadzora umora vozača, itd. Svi ovi sustavi imaju cilj spriječiti ili smanjiti posljedice prometnih nesreća odnosno eliminirati pogreške vozača koje su u najvećoj mjeri posljedica prevelike brzine.

### 5.3. Psihološki i pravni utjecaj na ponašanje vozača u pogledu brzine vožnje

Iako prethodne mjere i pothvati utječu na psihologiju vozača i na njihovo ponašanje u prometu, postoje neke mjere koje utječu na karakter, stajališta i ličnost pojedinog vozača čime se može djelovati na poboljšanje kulture vožnje. Uz te mjere iznimno je bitan strogi pravni utjecaj koji će spriječiti vozače da prekoračuju brzinu vožnje te indirektno smanjiti broj prometnih nesreća i broj poginulih osoba na prometnicama. S obzirom na dokazanu povezanost brzine i rizika od prometne nesreće, poštivanje ograničenja brzine ima za posljedicu smanjenje broja stradalih u prometu. Na primjeru Norveške procjenjuje se da kada bi se vozači pridržavali brzina ograničenja, broj smrtno stradalih osoba u prometnim nesrećama pao bi za 22 %. Mnogi

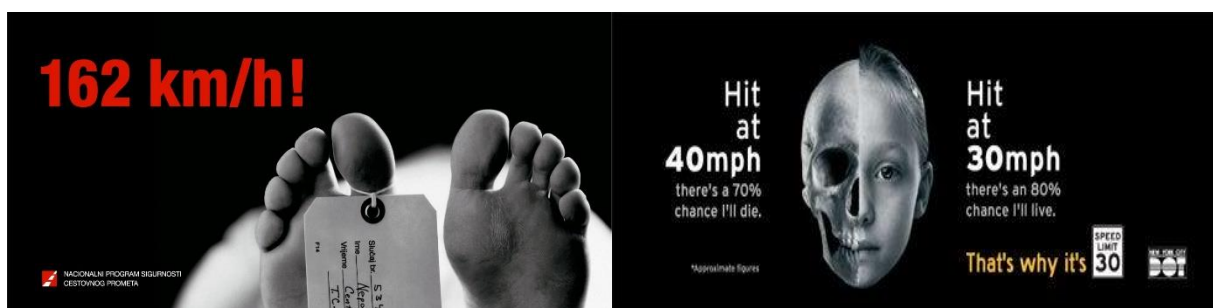
vozači imaju tendenciju voziti brže nego što to uvjeti dopuštaju, čak brže od one brzine koju smatraju sigurnom. Motivi prekoračenja brzine su racionalni i emocionalni te mogu ovisiti o trenutnom stanju vozača. Vozači koji voze većim brzinama uglavnom smatraju da su te brzine sigurnije za vožnju u prometnom toku, a gotovo svi žele voziti brzinama većim od onih koje oni smatraju sigurnima. Razlozi prekoračenja brzine kako navode vozači su: prilagodba vlastite brzine brzini prometnog toka, žurba, dosada te uživanje u brznoj vožnji. Jedan od čestih razloga prekoračenja je nesvjesnost ograničenja brzine iz razloga jer prometni znak nije bio postavljen ili ga vozač jednostavno nije percipirao. Iznimno je teško percipirati kojom se točno brzinom vozač kreće, posebice mladi vozači. Percepcija brzine subjektivan je doživljaj i većina vozača se oslanja na njega umjesto na objektivni uređaj koji nam govori kojom se brzinom krećemo – brzinomjer. Ljudska percepcija ne može s tolikom preciznošću odrediti brzinu kretanja i stoga je oslanjanje na subjektivni doživljaj brzine izuzetno opasan za sigurnost cestovnog prometa. Karakteristike ceste također mogu djelovati na vozače da voze brže nego bi trebali. Ceste koje imaju široke prometne trake, bez prisutnosti pješaka i biciklista te okolnih utjecaja, vozače potiču na vožnju većim brzinama iako je možda na toj dionici postavljeno znatno manje ograničenje brzine. Neujednačenost između karakteristika prometnice i ograničenja brzine može rezultirati prekoračenjem brzine ograničenja od strane vozača. Također, porast snage motora u cestovnim vozilima, porast komfora pri vožnji većim brzinama te porast broja SUV vozila može utjecati na povećanje broja vozača koji voze iznad ograničenja brzine [17].

### *5.3.1. Psihološki utjecaj*

Vozači mogu postati svjesni opasnosti neprilagođene i/ili neprimjerene brzine za sebe i druge sudionike u prometu kroz edukaciju, treninge, reklame i kampanje. Edukacija o funkcioniranju prometa nužna je već u osnovnim školama kroz redovita tjedna predavanja kako bi djeca shvatila važnost prometa. U tim godinama velika je mogućnost utjecaja na izgradnju karaktera i ličnosti djeteta kroz edukaciju kako bi kasnije u životu zauzelo stav da je sporija vožnja sigurna vožnja. Za mlade u srednjim školama treba postojati obavezna edukacija koja će ih pripremati na polaganje vozačkog ispita kako bi im se na vrijeme usmjerila pažnja na opasnost prebrze vožnje. Važno je naglašavati potrebu poštivanja ograničenja brzine i razloge zašto ono postoji, ali i educirati mlade ljude da svojom vizualnom percepcijom okoline sami mogu zaključiti koja brzina bi bila adekvatna za određenu dionicu ceste (preduvjet ovoga je kvalitetna infrastruktura – „samo-objašnjavajuće“ ceste). Ovim pristupom edukacije u osnovnim i srednjim školama stvaraju se kandidati za auto škole koji već imaju ugrađene određene stavove o vožnji, sigurnosti u prometu i utjecaju brzine na sigurnost. S obzirom da

većina mladih počinje polagati za vozačku dozvolu odmah kada postanu punoljetni, važno je da se ta edukacija nastavi i u auto školi. Postoji problem možebitnog narušavanja stava kandidata koji vozi prema ograničenju brzine, a ostali sudionici u prometu ga pretječu i time značajno prekoračuju brzinu, a za to ne budu sankcionirani (nesreća, kazna i sl.). Tako kandidat stvara dojam da je vožnja prema ograničenju prespora i to ga potiče na oblikovanje novog stava – ograničenja brzine su premala. Nužna je edukacija učenika osnovnih i srednjih škola te vozača koji već prometuju na cestama kako bi se stvorila određena vozačka kultura i generalni stav svih sudionika da ograničenje brzine treba poštivati i da je nužno prilagoditi brzinu vožnje uvjetima na cesti. Utjecaj na vozače recidiviste prometnih prekršaja vezanih uz prekoračenje brzine može se ostvariti uvođenjem obaveznog tečaja unaprjeđenja vožnje koji može biti obvezan ili volonterski. Ovakvi tečajevi uglavnom se organiziraju za vozače koji su vozili pod utjecajem alkohola, ali posljednjih godina u Austriji, Švicarskoj, Finskoj, Velikoj Britaniji i Belgiji organiziraju se tečajevi specijalizirani za prekršitelje ograničenja brzine. Zbog problema vezanih uz određivanje metodologije, ali i činjenice da se uglavnom radi o starijim vozačima s većim vozačkim iskustvom na čije je stavove i karakter izuzetno teško utjecati, tečajevi imaju izuzetno malu stopu uspješnosti u rješavanju problema prekoračenja brzine vožnje [17].

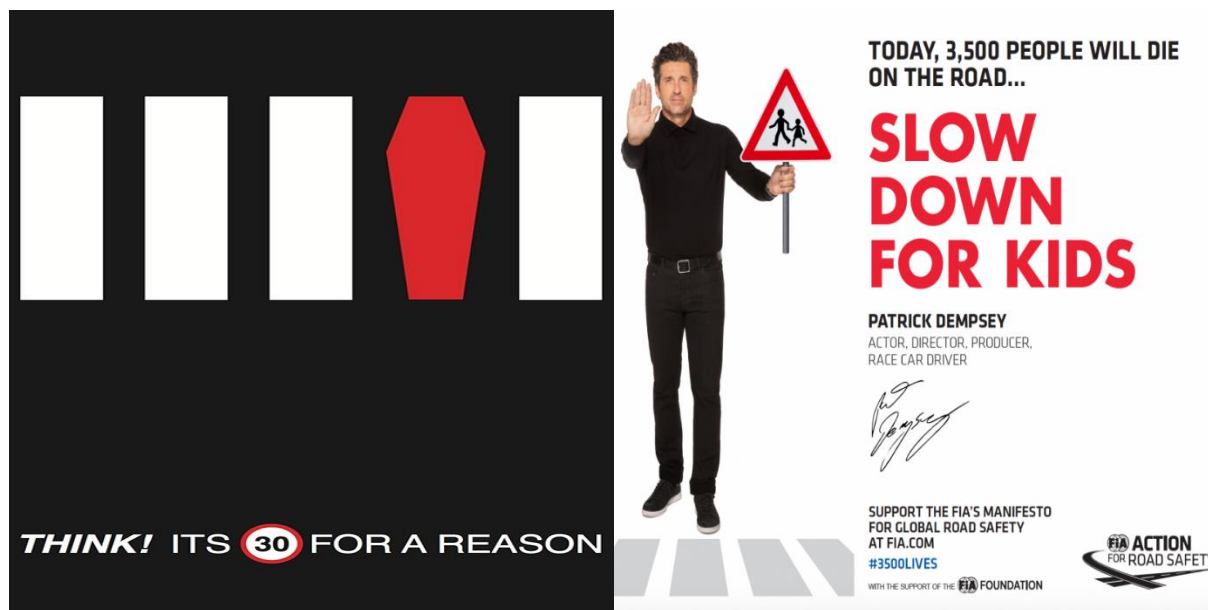
Promidžbene kampanje za širu javnost mogu imati iznimno veliki psihološki utjecaj na vozača, ako su kvalitetne i usmjerene na problem. Primjerom kampanja vezanih uz vožnju pod utjecajem alkohola u Velikoj Britaniji rezultiralo je socijalnim neprihvatanjem vozača koji su počinili takav prekršaj. Informiranje javnosti o problemu prekoračenja brzine može biti iznimno korisno jer se tako može objasniti cilj kampanje, potreba i efekti mjera koje su učinjene kako bi se smanjila brzina (npr. zone ograničene brzine od 30 km/h). U ovome znatno mogu doprinijeti poznate i slavne osobe koje često predstavljaju uzore posebice mladima. Njihovo sudjelovanje u reklamama, spotovima, na plakatima i sl. može ostaviti značajniji trag u ljudskoj podsvijesti [17]. Neki primjeri promidžbenih kampanja prikazani su na slikama broj 12 i 13.



Slika 12. Promidžbeni postereri vezani uz prekoračenje brzine vožnje

Izvori: [36], [37]





Slika 13. Promidžbeni posteri vezani uz prekoračenje brzine vožnje

Izvori: [38], [39]

### 5.3.2. Pravni utjecaj

Cestovna pravila i zakoni koji se tiču brzine vožnje moraju biti rigorozni i znatno stroži nego što trenutno jesu. Uz strože zakone nužna je primjena i provedba istih od strane policije. Opremanjem hrvatskih prometnica modernim kamerama za nadzor brzine smanjuje se granica dopuštene pogreške uređaja za mjerenje brzine ( $\pm 3$  km/h za brzine do 100 km/h i  $\pm 3$  % za brzine preko 100 km/h). Sigurnosna razlika kod mjerenja do 100 km/h je 10 km/h, a preko 100 km/h je 10 % [40]. Kako bi se riješio problem prekoračenja brzine nužno je da policija bude prisutna na prometnicama po principu bilo kad i bilo gdje. Jedino tako moguće je prethodno donesene strože zakone i mjere primijeniti na vozače motornih vozila. Iako ovo često predstavlja veliki problem zbog nedostatka policijskih službenika i obavljanja drugih poslova u policijskoj nadležnosti, nužno je od strane policijskih postaja i ministarstava u čijem je to sektoru osigurati dovoljan broj policijskih službenika za provedbu zakona. Fiksne kamere za nadzor brzine uvelike doprinose smanjenju prekršitelja u pogledu prekoračenja brzine vožnje, ali samo u kombinaciji s mobilnim jedinicama prometne policije. Nadzor je iznimno bitan za vikend te u noćnim satima kada zbog znatno manje gustoće prometnog toka vozači imaju tendenciju vožnje znatno većom brzinom od dopuštene. Osim što je bitno ovakve vozače zaustaviti, nužno ih je i strogo kazniti kako ne bi ponovili prekršaj. Primjer iz Finske gdje se visina kazne određuje na temelju primanja koje osoba ima, npr. ako osoba ima neto plaću 1000 eura tada kazna iznosi 100 eura, a ako ima plaću 2500 eura tada kazna iznosi 250 eura, i sl. Tako se podmiruje pravda i pravičnost svakog vozača koji je kažnjen za prekršaj prekoračenja brzine vožnje. Važno je

isto tako da visina kazni bude proporcionalna riziku koji ta brzina ima na ljudski život, primjerice prekoračenje za 10 km/h od ograničene brzine imat će manju kaznu nego prekoračenje za 50 km/h od ograničenja. Preporuka je, a i praksa u nekim zemljama, da mladi vozači koji su tek položili vozački ispit ne mogu dobiti stalnu vozačku dozvolu dok ne prođu određene faze samostalnog učenja. Najčešće je to jedna faza koja traje od trenutka polaganja vozačkog ispita pa do dobivanja stalne vozačke dozvole. U toj fazi mladi vozači smiju upravljati motornim vozilom samo uz pratnju starije osobe koja ima stalnu vozačku dozvolu. Ako počine prekršaj oni se kažnjavaju znatno rigoroznije nego ostali vozači upravo kako ne bi ponovili takav prekršaj. Odredbe su uređene zakonom i primjenjuju se u cilju edukacije i poticaja mladih vozača na poštivanje prometnih propisa i ograničenja brzine. U ovom pogledu preporuka trebalo bi razvijati i primjenjivati zakone vezane uz sigurnost cestovnog prometa [20].

## 6. KOMPARATIVNA ANALIZA PREKORAČENJA BRZINE VOŽNJE U DNEVNIM I NOĆNIM UVJETIMA

Kako bi se dobili podaci o opterećenju prometnih tokova na određenoj dionici ceste koriste se brojači prometa. Uz pomoć tih uređaja dobivaju se podaci o ukupnom broju vozila koja prolaze presjekom ceste tijekom zadanog vremenskog perioda, npr. vozila/satu. Na temelju dobivenih podataka o ukupnom broju vozila koja su prošla presjekom ceste tijekom godine dana može se izračunati prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) te ako postoje velike mjesečne oscilacije u prometnom opterećenju i prosječni ljetni dnevni promet (PLDP). Upravo ti podaci bitni su za provođenje prometne analize određenog dijela prometne mreže te su korišteni u diplomskom radu. Komparativna analiza diplomskog rada napravljena je na temelju podataka s brojača prometa dobivenih od strane Hrvatskih cesta d.o.o. te na temelju publikacije „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2018.“. Brojenje prometa vršeno je neprekidno uz pomoć automatiziranog sustava brojenja (indukcijska petlja) na brojačima tipa *QLD-6CX nano*. Podaci dobiveni za razdoblje od 01.07.2018. do 03.08.2018. godine pohranjeni su u obliku tekstualnih datoteka za svaku pojedinu lokaciju. Svaki stupac u datoteci predstavlja određeni podatak. Prvi stupac predstavlja indeks vozila za pojedini smjer, drugi stupac predstavlja datum, a treći vrijeme detekcije vozila. Četvrti i peti stupac definiraju poziciju vozila u trenutku prelaska preko indukcijske petlje (smjer pružanja ceste ili suprotni smjer). Šesti stupac prikazuje kategoriju vozila koja je detektirana (oznake kategorija prikazane su u tablici 4.). Sedmi stupac prikazuje brzinu vozila u trenutku prelaska preko brojača izraženu u km/h, a osmi stupac prikazuje duljinu vozila izraženu u cm.

Tablica 4. Oznake skupina vozila definirane u brojačima prometa *QLD-6CX nano*

OZNAKA	SKUPINA VOZILA
A0	Motocikl
A1	Osobno vozilo s ili bez prikolice
A2	Kombi-vozilo
B1	Manje teretno vozilo
B2	Srednje teretno vozilo
B3	Teško teretno vozilo
B4	Teško teretno vozilo s prikolicom
B5	Tegljač
C1	Autobus
C2	Zglobni autobus
XX	Nepoznata vozila

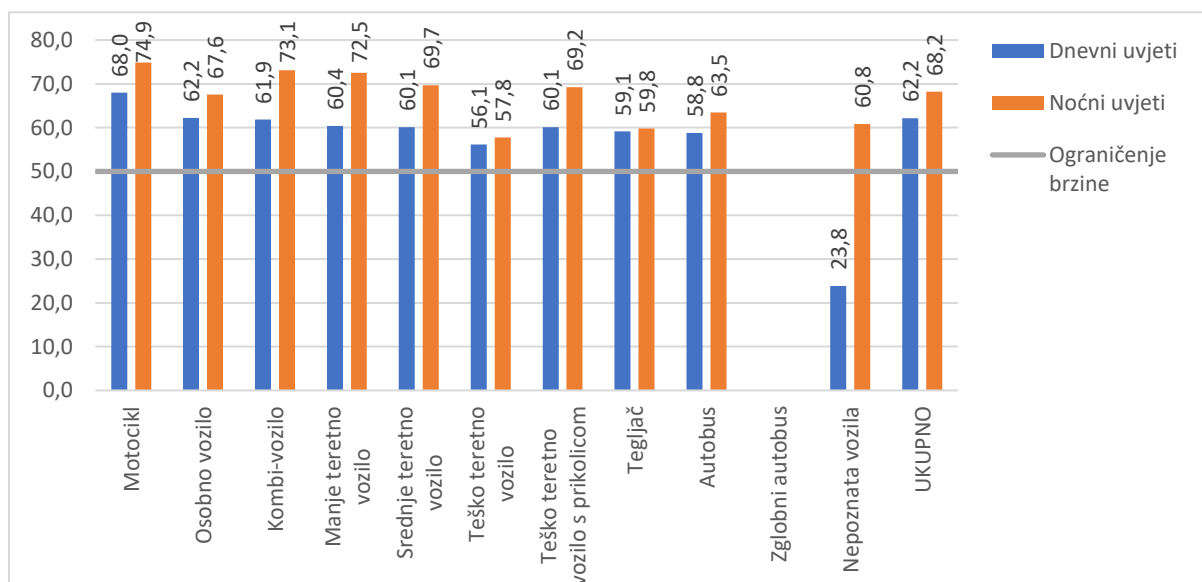
Za provođenje komparativne analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima korišten je programski alat Microsoft Office – Excel. Nakon što je izrađena tablica s formulama za izračunavanje statistike o brzini na temelju podataka iz brojača zapisanih u tekstualnom obliku, podaci su ubačeni u Excel gdje je svaki stupac formatiran na pravilan način. Nakon toga izvršeno je filtriranje podataka kako bi se dobili razdvojeni podaci za dnevne i noćne uvjete. S obzirom da se analiza provodi za ljetne mjesece pod dnevnim uvjetima smatra se razdoblje od 06:00 do 21:00, a pod noćnim uvjetima razdoblje od 21:00 do 06:00. Nakon filtriranja podaci su kopirani u zasebne listove kako bi se mogla provesti statistička obrada podataka posebno za dnevne i noćne uvjete. Tako su dobiveni podaci za pojedinu skupinu vozila o: broju vozila; minimalnoj, prosječnoj i maksimalnoj brzini te udjelu vozila iznad i ispod ograničenja na toj lokaciji. Isto tako dobiveni su podaci o ukupnom broju vozila koja su detektirana u analiziranom periodu, prosječnoj brzini svih vozila te udjelu svih vozila iznad i ispod ograničenja. Analizom je obuhvaćeno 15 lokacija u Republici Hrvatskoj koje se nalaze u različitim županijama, sedam izvan naselja i osam u naselju, a prikazane su u tablici broj 5.

Tablica 5. Popis lokacija na kojima je analizirana brzina vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima

<b>R.BR. LOKACIJE</b>	<b>NAZIV</b>	<b>OGRANIČENJE</b>	<b>ŽUPANIJA</b>
1.	Bale	50 km/h	Istarska
2.	Bednja	50 km/h	Varaždinska
3.	Bestovje	40/50 km/h	Zagrebačka
4.	Biograd	40 km/h	Zadarska
5.	Dugo Selo – zapad	80 km/h	Zagrebačka
6.	Gornje Jelenje	50 km/h	Primorsko-goranska
7.	Ilok	90 km/h	Vukovarsko-srijemska
8.	Ivanovec	90 km/h	Međimurska
9.	Križevci – Teslina ul.	50 km/h	Kopriivničko-križevačka
10.	Kupari	90 km/h	Dubrovačko-neretvanska
11.	Oblakovac	90 km/h	Požeško-slavonska
12.	Slavonski Brod 1	50 km/h	Brodsko-posavska
13.	Slavonski Brod	80 km/h	Brodsko-posavska
14.	Sveti Rok	50 km/h	Ličko-senjska
15.	Zlatar Bistrica	90 km/h	Krapinsko-zagorska

## LOKACIJA 1 – Bale (Istarska županija)

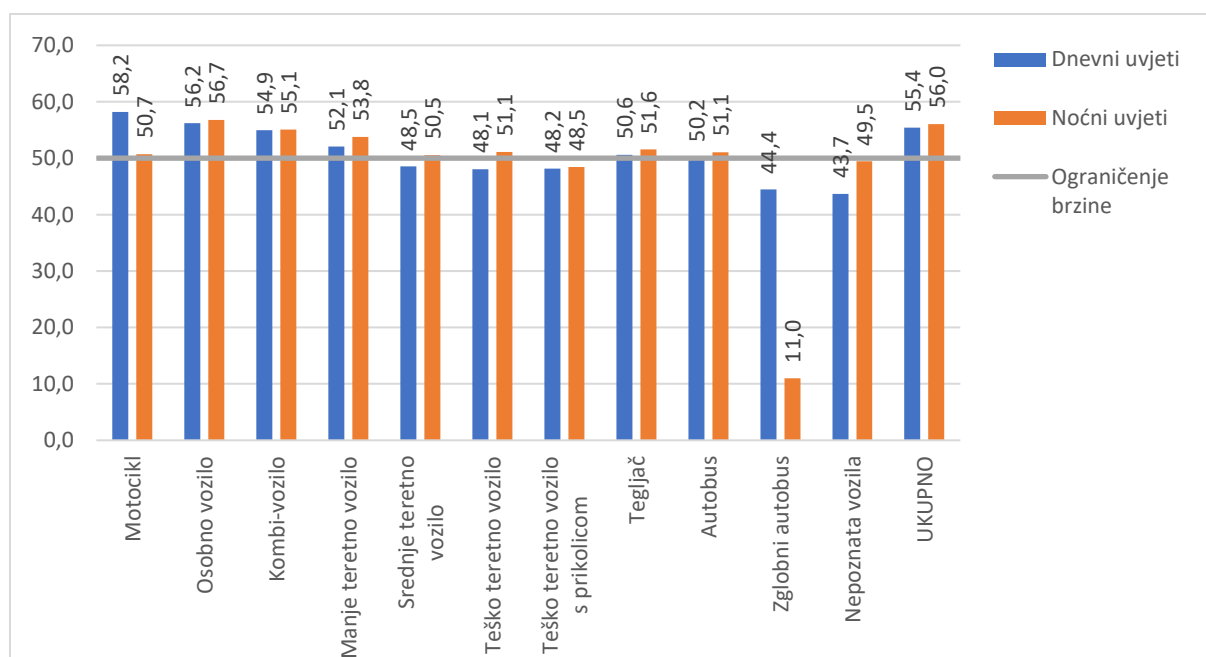
Brojač se nalazi u blizini grada Bale u Istarskoj županiji na državnoj cesti D75 (Plovanija–Pula), oznake – 2717. Brzina na lokaciji brojača prometa ograničena je na 50 km/h. U neposrednoj blizini brojača prometa nalazi se križanje državne ceste D75 sa županijskom cestom Ž5096. Raskrižje je izvedeno kao standardno trokrako raskrižje s izvoznim klinom za desne skretače te posebnom trakom za lijeve skretače s glavnog pravca (D75). Na sporednom privozu (Ž5096) nalazi se jedna prometna traka za lijevo i jedna prometna traka za desno skretanje obilježene horizontalnom i vertikalnom signalizacijom obveznog zaustavljanja – STOP. Prometni otok na sporednom privozu postavljen je u funkciji razdvajanja prometnih tokova iz suprotnog smjera s obzirom da na raskrižju nije dozvoljeno prometovanje pješaka i/ili biciklista. Na lokaciji je zabilježen PGDP od 2.433 vozila po danu dok je PLDP iznosio 3.816 vozila po danu. U dnevnim uvjetima u analiziranom periodu detektirano je 111.557 vozila od čega je njih 85,67b% prekoračilo brzinu ograničenja. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 62,2 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 138 km/h. Mod brzine (vrijednost koja se najčešće pojavljuje u statističkom nizu podataka) je 54 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 11.951 vozilo od čega je njih 89,42 % prekoračilo brzinu ograničenja. Prosječna brzina svih vozila porasla je na 68,2 km/h dok je najveća zabilježena brzina bila 128 km/h. Mod brzine u noćnim uvjetima je 75 km/h. Na grafikonu broj 2. prikazane su prosječne brzine vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima te ograničenje brzine na lokaciji Bale.



Grafikon 2. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Bale

## LOKACIJA 2 – Bednja (Varaždinska županija)

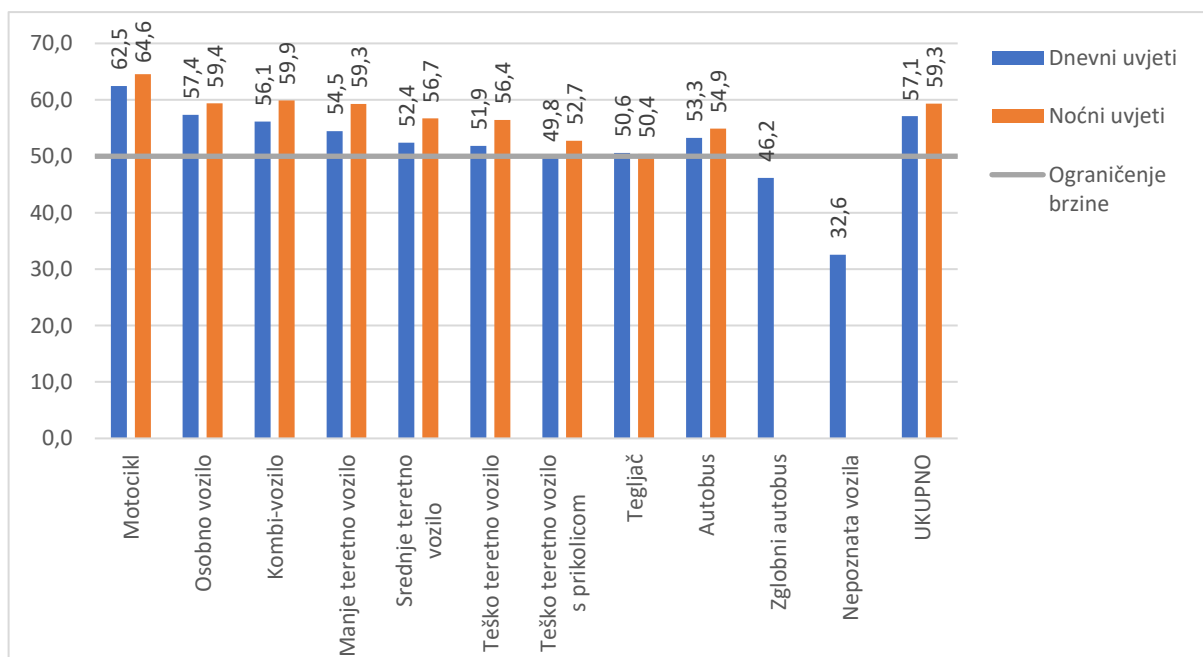
Brojač se nalazi na ulazu u naselje Bednja u Varaždinskoj županiji na državnoj cesti D74 (Đurmanec–Lepoglava), oznake – 1126. Brzina na lokaciji brojača prometa ograničena je na 50 km/h s time da je nakon brojača u smjeru Lepoglave ograničenje postavljeno na 40 km/h zbog uzastopnih zavoja na cesti. Prije i nakon lokacije brojača u oba smjera nalaze se višestruki zavoji između kojih je ravna cestovna dionica u duljini od oko 300 m. PGDP na lokaciji iznosi 2.380 vozila po danu dok je PLDP 2.440 vozila po danu. U analiziranom periodu u dnevnim uvjetima detektirano je 67.505 vozila od čega je njih 78,18 % prekoračilo ograničenu brzinu od 50 km/h. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 55,4 km/h dok je najveća zabilježena brzina bila 116 km/h. Mod brzine u dnevnim i noćnim uvjetima je jednak i iznosi 54 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 13.035 vozila od čega je 79,27 % prekoračilo brzinu ograničenja. Prosječna brzina svih detektiranih vozila iznosila je 56 km/h dok je najveća brzina bila 100 km/h. Na grafikonu broj 3. prikazani su rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Bednja. U noćnim uvjetima zabilježen je porast prekoračenja brzine za sve kategorije vozila osim za motocikle i zglobne autobuse.



Grafikon 3. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Bednja

### LOKACIJA 3 – Bestovje (Zagrebačka županija)

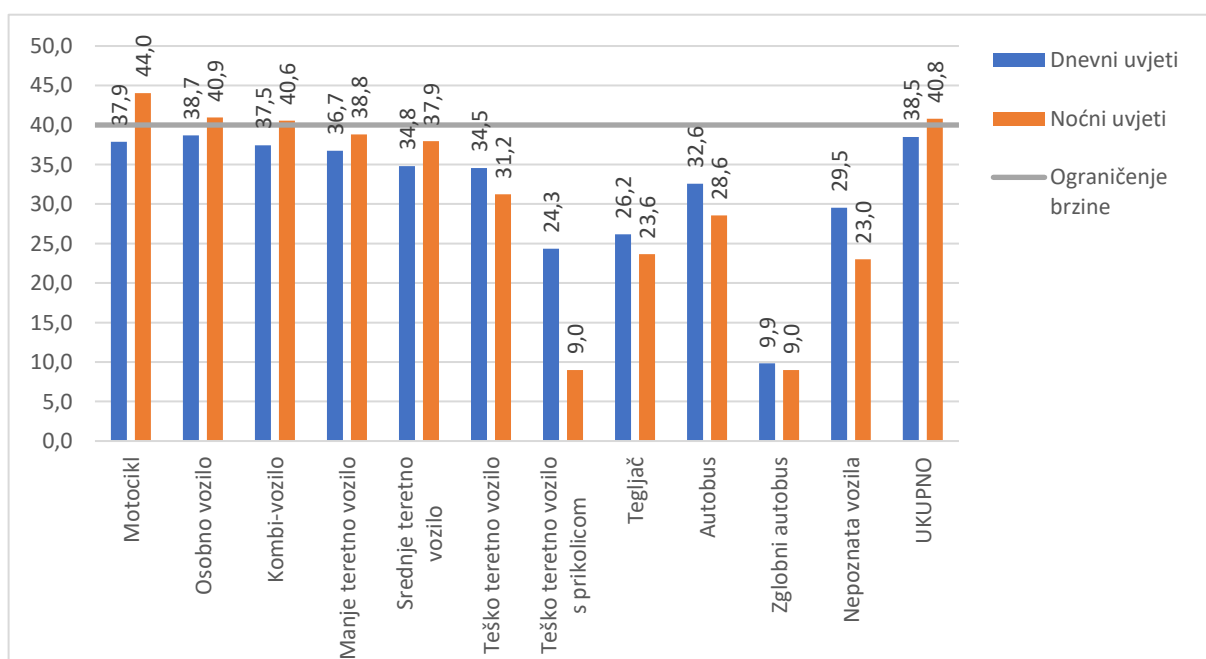
Brojač oznake – 1947 nalazi se na županijskoj cesti Ž3063 (čvor Sveta Nedjelja A3–Bestovje–Zagreb). Neposredno prije brojača u smjeru Svete Nedjelje postavljeni su prometni znakovi djeca na cesti i ograničenje brzine od 40 km/h (A22 i B30 prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN92/19) vidljivo na slici broj 17. U smjeru Zagreba nije postavljen nikakav znak ograničenja brzine pa se za taj smjer podrazumijeva ograničenje od 50 km/h jer se radi o naselju. S obzirom da je prometni znak ograničenja brzine od 40 km/h u smjeru Svete Nedjelje postavljen svega par metara prije brojača, za analizu prekoračenja brzine uzeti će se brzina od 50 km/h. PGDP na lokaciji u 2018. godini bio je 8.439 vozila po danu dok je PLDP iznosio 6.373 vozila dnevno. U dnevnim uvjetima u analiziranom periodu detektirano je 223.041 vozio od čega je njih 80,35 % prekoračilo ograničenje brzine od 50 km/h. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 57,1 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 157 km/h. Mod brzine u dnevnim i noćnim uvjetima je jednak i iznosi 54 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 23.746 vozila od čega je njih 85,51 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina iznosila je 59,3 km/h, a najveća detektirana brzina bila je 150 km/h. Analizom je utvrđen blagi porast prekoračenja brzine u noćnim uvjetima i iznimno veliki postotak nepoštivanja ograničenja brzine vožnje od strane vozača. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Bestovje vidljivi su na grafikonu broj 4.



Grafikon 4. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Bestovje

## LOKACIJA 4 – Biograd na moru (Zadarska županija)

Brojač oznake 5201 nalazi se u gradu Biogradu na moru u Zadarskoj županiji na lokalnoj cesti oznake L63176 (D503–Biograd na moru–Pakoštane). Ograničenje brzine postavljeno je na 40 km/h zbog srednje škole koja se nalazi uz cestu. U blizini brojača prometa u oba smjera oznakama na kolniku naglašena je blizina škole (H65-1 prema Pravilniku NN92/19). Uz to postavljene su i zvučne trake upozorenja prilazu pješačkog prijelaza koji je u blizini brojača. Općenito radi se o prometnici koja povezuje jugoistok i sjeverozapad grada te povezuje okolne kampove s centrom. Prometno opterećenje tijekom godine (PGDP) je 1.584 vozila po danu, a u ljetnim mjesecima (PLDP) je 3.847 vozila po danu. U dnevnim uvjetima za vrijeme analiziranog razdoblja detektirano je 111.889 vozila od čega je njih 38,86 % prekoračilo ograničenu brzinu. Prosječna brzina svih vozila iznosi 38,5 km/h dok je najveća zabilježena brzina iznosila 112 km/h. Mod brzine u dnevnim i noćnim uvjetima je jednak i iznosi 39 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 14.180 vozila od čega njih 47,87 % ne poštuje ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 40,8 km/h, a najveća detektirana brzina bila je 113 km/h. Unatoč relativno malom ograničenju brzine vožnje vozači uglavnom poštuju ograničenje. U noćnim uvjetima bilježi se značajniji porast prekoračenja brzine vožnje gotovo svih kategorija vozila. Razlog zbog kojeg je ograničenje brzine ispoštovano može biti primjena mjera kontrole brzine (zvučne trake upozorenja) te upotreba umjetnih izbočina ili uzdignutih ploha u neposrednoj blizini brojača. Na grafikonu broj 5. prikazani su rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Biograd na moru.

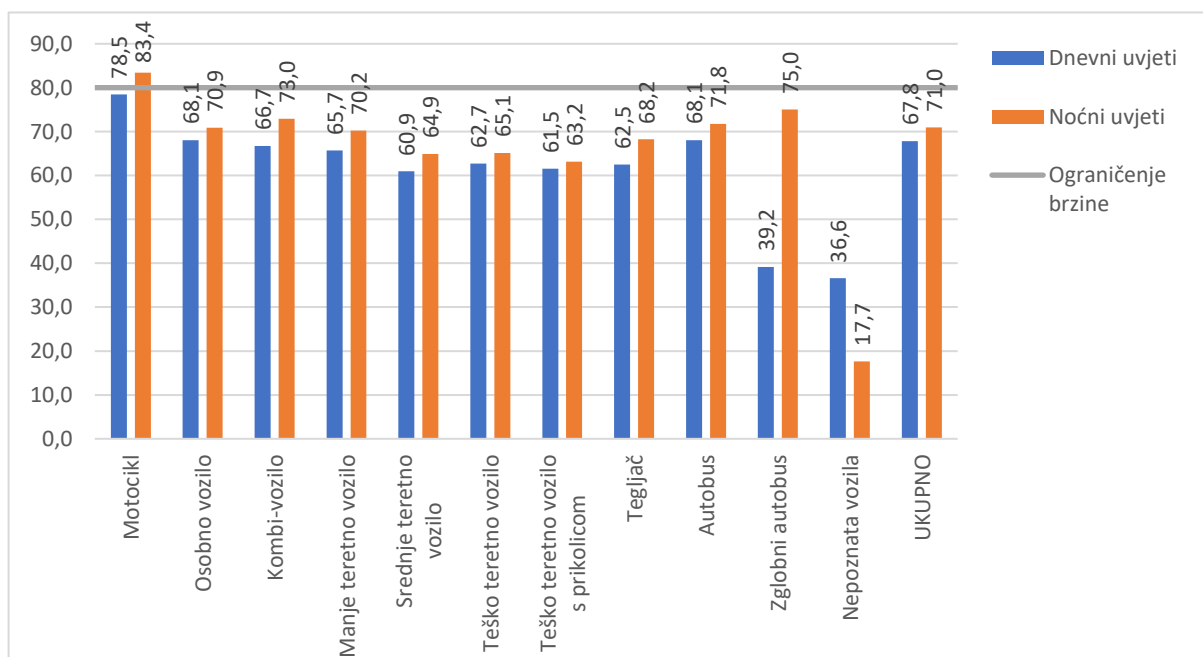


Grafikon 5. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Biograd na moru



## LOKACIJA 5 – Dugo Selo - zapad (Zagrebačka županija)

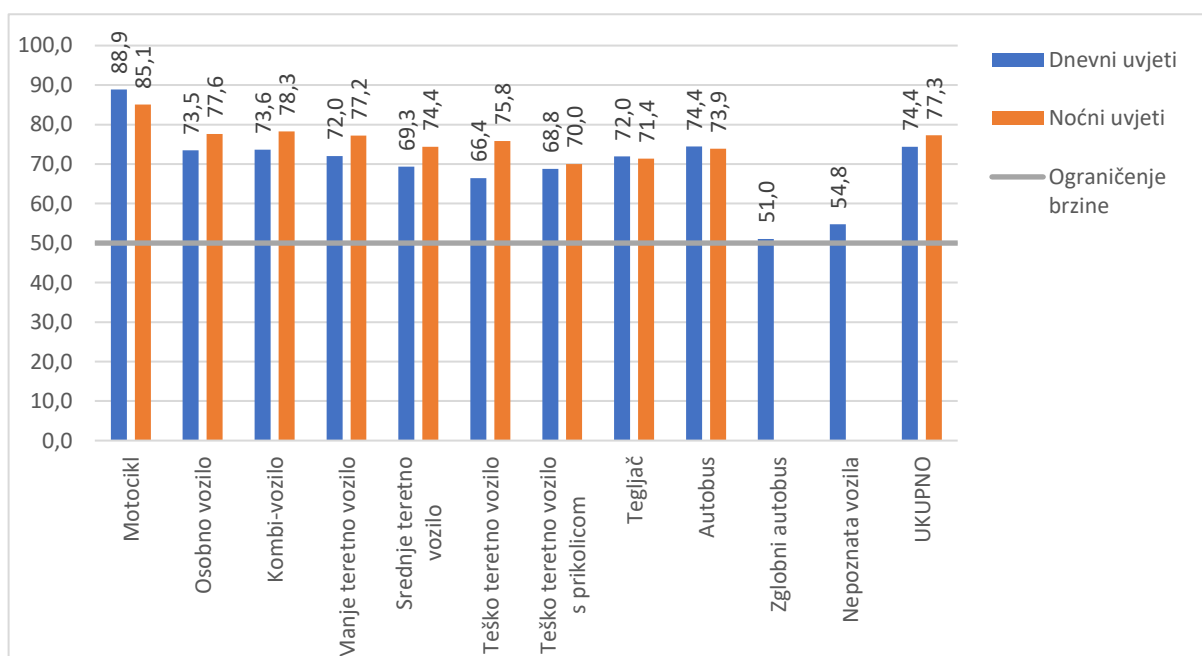
Brojač se nalazi na ulazu odnosno izlazu iz grada Dugog Sela na županijskoj cesti Ž3034 (Kraljevečki Novaki–Križevci), oznake – 2050. Ograničenje brzine u smjeru Kraljevečkih Novaka postavljeno je na 80 km/h dok se u smjeru Dugog Sela nakon brojača nalazi prometni znak naziva mjesta, ali bez prometnog znaka koji definira novo ograničenje brzine u naseljenom mjestu. Dionica je iznimno ravna sa širokim prometnim trakama pogodnim za razvijanje velikih brzina, a nije opremljena nikakvim infrastrukturnim pothvatima za ograničenje brzine koji bi naglasili ulazak u naseljeno područje. S lijeve i desne strane u blizini brojača prometa nalaze se benzinske postaje. PGDP ove lokacije iznosi 11.821 vozilo po danu dok je PLDP 11.410 vozila po danu. Zbog izrazito velikog prometnog opterećenja postavljeno ograničenje brzine poštuje se u velikoj mjeri. Od 257.613 detektiranih vozila u analiziranom razdoblju u dnevnim uvjetima svega 11,38 % je prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 67,8 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 212 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 69 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 42.507 vozila od kojih je njih 18,26 % prekoračilo ograničenu brzinu. Prosječna brzina vožnje svih vozila iznosila je 71 km/h dok je najveća zabilježena brzina bila 190 km/h. Mod brzine u noćnim uvjetima je 72 km/h. U noćnim uvjetima zabilježeno je značajno povećanje prekoračenja ograničene brzine kod svih kategorija vozila, ali su u prosjeku vozila poštivala ograničenje. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Dugo Selo - zapad vidljivi su na grafikonu broj 6.



Grafikon 6. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Dugo Selo - zapad

## LOKACIJA 6 – Gornje Jelenje (Primorsko-goranska županija)

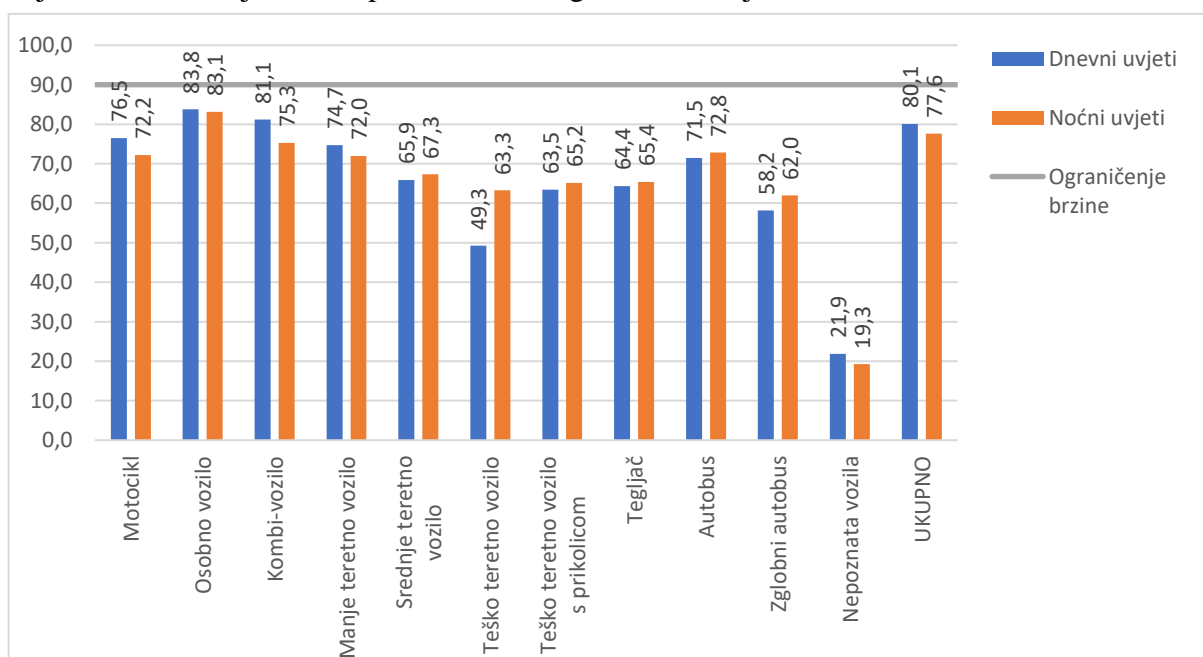
Brojač oznake 2935 nalazi se na državnoj cesti D3 (GP Goričan–Rijeka) u blizini naselja Gornje Jelenje. Brojač se nalazi na dionici državne ceste D3 između križanja s državnom cestom D501 i županijskom cestom Ž5062. Nalazi se na ravnoj cestovnoj dionici na planinskoj cesti u nenaseljenom okruženju gdje je ograničenje postavljeno na 50 km/h u smjeru Rijeke zbog T-raskrižja neposredno nakon brojača, a u smjeru Karlovca nema postavljenog ograničenja brzine nakon raskrižja. S obzirom da se radi o području naselja Gornje Jelenje za oba smjera vrijedi ograničenje od 50 km/h. Na brojaču prometa zabilježen je PGDP od 2.588 vozila po danu te PLDP od 3.436 vozila dnevno. U analiziranom periodu zabilježeno je 97.923 vozila u dnevnim uvjetima od čega je njih 95,33 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 74,4 km/h dok je najveća zabilježena brzina bila 190 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 77 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 9.306 vozila od čega je njih 96,23 % vozilo preko ograničenja. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 77,3 km/h, a najveća detektirana brzina bila je 151 km/h. Mod brzine u noćnim uvjetima znatno je veći nego u dnevnim i iznosi 84 km/h. Na lokaciji je zabilježeno značajno prekoračenje brzine, u prosjeku preko 20 km/h u dnevnim i u noćnim uvjetima. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima u Gornjem Jelenju prikazani su na grafikonu broj 7.



Grafikon 7. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Gornje Jelenje

## LOKACIJA 7 – Ilok (Vukovarsko-srijemska županija)

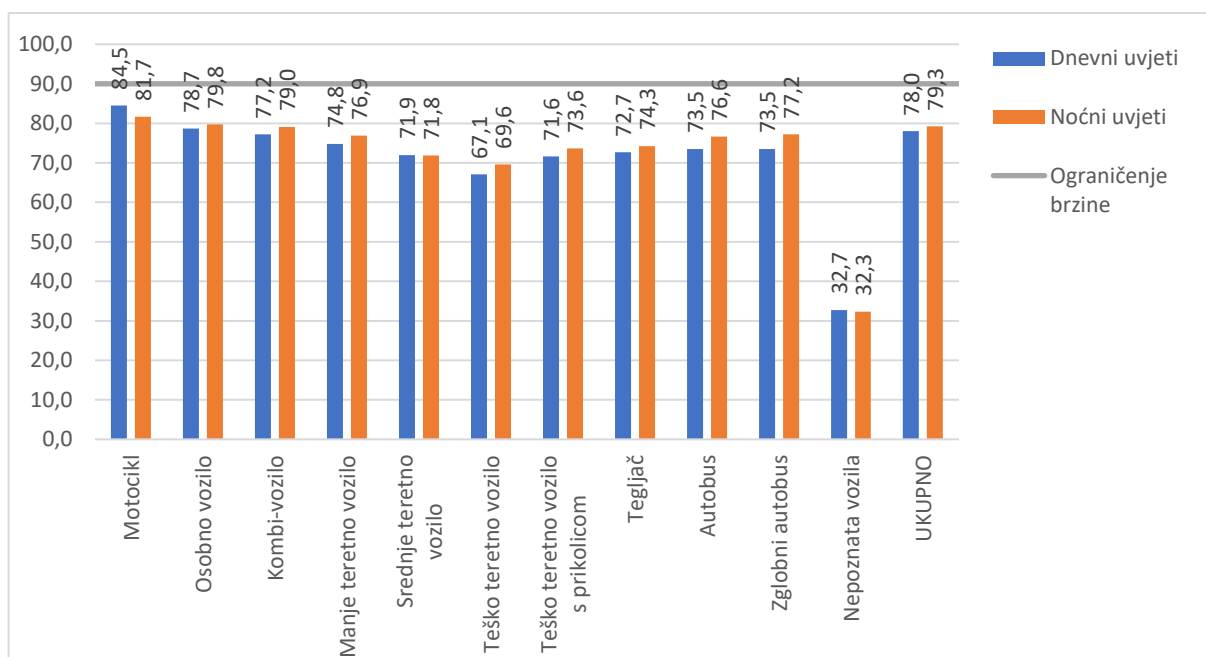
Brojač se nalazi na obilaznici grada Iloka na državnoj cesti D2 (GP Dubrava Križovljanska–GP Ilok) oznake – 3809. Nalazi se na ravnoj cestovnoj dionici, 50 m prije horizontalnog zavoja u smjeru GP Ilok odnosno nakon zavoja u smjeru GP Dubrava Križovljanska. Desetak metara nakon brojača u smjeru GP Ilok postavljen je prometni znak ograničenja brzine (B30 prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 92/19) od 60 km/h zbog nepreglednog zavoja u usjeku. U smjeru GP Dubrava Križovljanska desetak metara prije brojača postavljen je prometni znak prestanka ograničenja brzine (C11 prema Pravilniku NN 92/19) kojim se prekida ograničenje od 60 km/h i postavlja novo ograničenje od 90 km/h. Prosječni godišnji dnevni promet za 2018. godinu iznosi 1.315 vozila po danu, a PLDP je 1.551 vozilo po danu. U analiziranom periodu u dnevnim uvjetima detektirano je 41.758 vozila, a ograničenje brzine je prekoračilo njih 24,69 %. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 80,1 km/h dok je najveća brzina bila 180 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 86 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 8.545 vozila od čega je njih 19,46 % prekoračilo ograničenu brzinu. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 77,6 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 172 km/h. Mod brzine u noćnim uvjetima je 82 km/h. Prema analiziranim podacima može se zaključiti da u prosjeku vozači poštuju ograničenje brzine djelomično zato što ubrzavaju ili usporavaju zbog nepreglednog horizontalnog zavoja koji je u neposrednoj blizini brojača. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji u Iloku prikazani su na grafikonu broj 8.



Grafikon 8. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Ilok

## LOKACIJA 8 – Ivanovec (Međimurska županija)

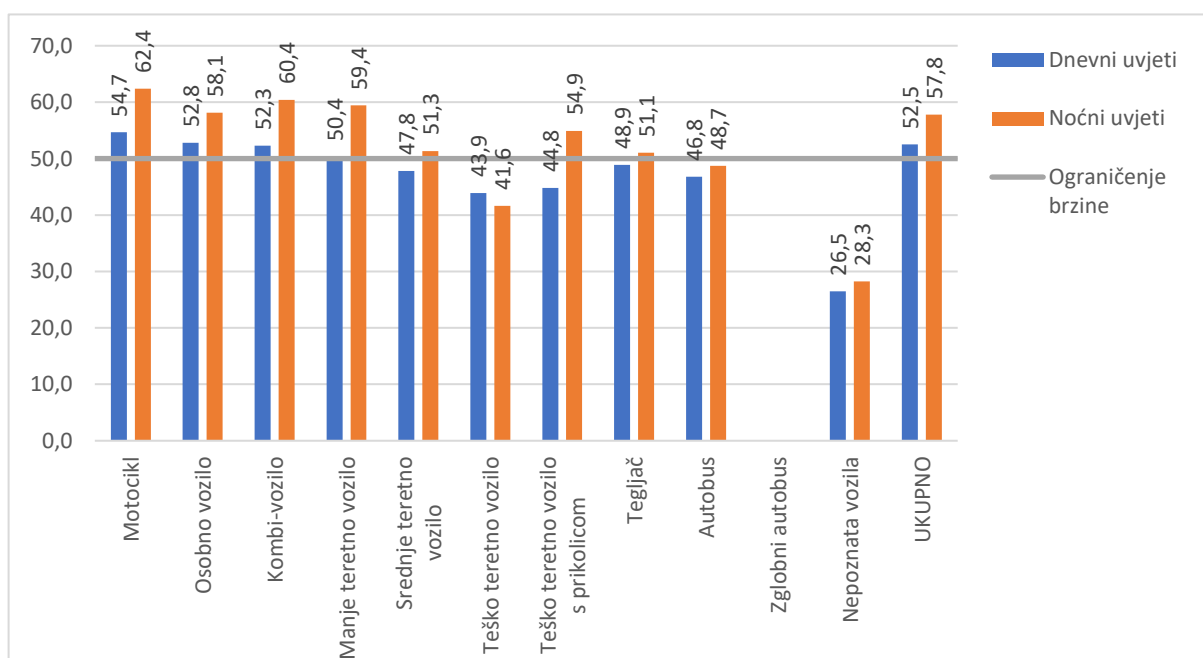
Brojač oznake 1319 nalazi se na državnoj cesti D3 (GP Goričan–Rijeka) na obilaznici grada Čakovca. U smjeru Čakovca na udaljenosti 300 m od brojača nalazi se raskrižje s kružnim tokom prometa (RKT), a 50 m nakon brojača postavljen je prometni znak ograničenje brzine od 60 km/h. U smjeru GP Goričan 100 m prije brojača postavljen je prometni znak ograničenja brzine od 90 km/h. Otprilike 100 m prije RKT-a nalazi se malo T-raskrižje kao pristup benzinskoj postaji. PGDP iznosi 7.468 vozila po danu dok je PLDP 7.865 vozila po danu. U analiziranom periodu u dnevnim uvjetima detektirano je 222.449 vozila te ih je svega 12,40 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 78,0 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 180 km/h. Mod brzine vožnje jednak je u dnevnim i noćnim uvjetima te iznosi 82 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 44.284 vozila od čega je svega 13,28 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 79,3 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 157 km/h. Rezultati analize prekoračenja ograničene brzine u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Ivanovec prikazani su na grafikonu broj 9.



Grafikon 9. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Ivanovec

## LOKACIJA 9 – Križevci – Teslina ul. (Koprivničko-križevačka županija)

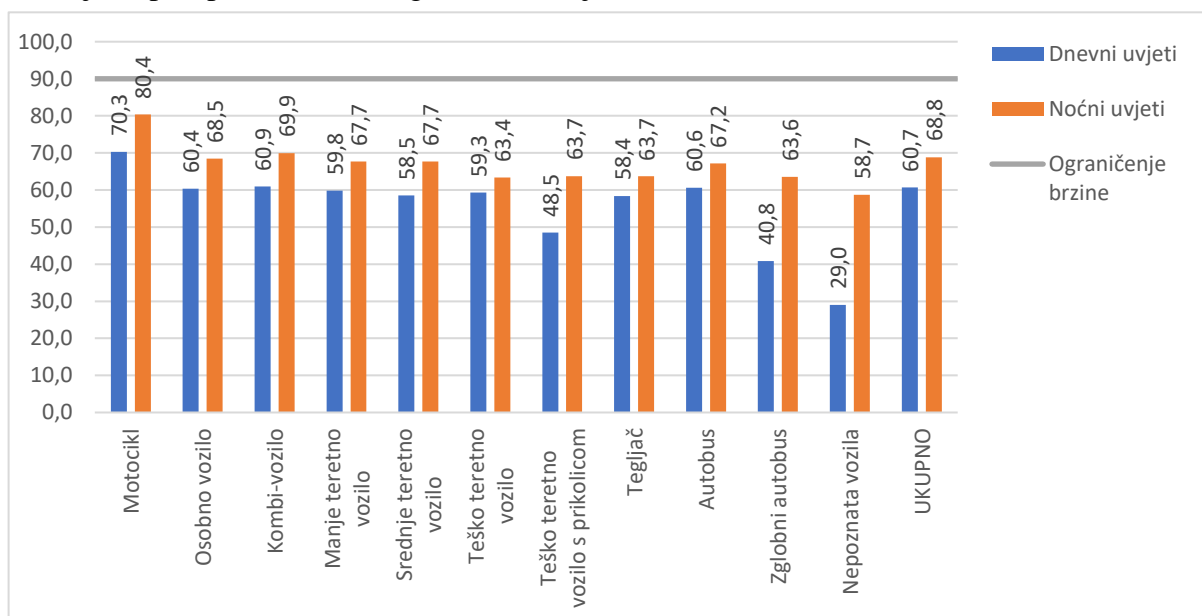
Brojač oznake 1327 se nalazi na županijskoj cesti Ž2209 (D22–ul. Nikole Tesle–Kralja Tomislava–D22) u ulici Nikole Tesle u Križevcima u pretežito industrijskoj zoni s brojnim dućanima, tvrtkama, benzinskom postajom i sl. Ulica povezuje željeznički kolodvor u Križevcima s križanjem D22 (Novi Marof–Križevci–Sv. Ivan Žabno), D41 (GP Gola–Križevci) i Ž3034 (Zagreb–Dugo Selo–Križevci). Izrazito prometna gradska ulica zbog brojnih trgovina i željezničkog kolodvora. PGDP za 2018. godinu iznosi 7.989 vozila po danu, a PLDP 7.575 vozila po danu. U analiziranom periodu u dnevnim uvjetima detektirano je 231.196 vozila od čega je njih 59,66 % vozilo iznad ograničenja brzine od 50 km/h. Prosječna brzina iznosila je 52,5 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 172 km/h. Mod brzine u dnevnim i noćnim uvjetima je jednak i iznosi 54 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 21.704 vozila od čega ih je 78,30 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosi 57,8 km/h, a najveća zabilježena brzina je 157 km/h. Analizom je utvrđen značajniji porast prekoračenja brzine vožnje svih kategorija vozila u noćnim uvjetima. Na grafikonu broj 10. vidljivi su rezultati analize prekoračenja ograničene brzine u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Križevci – Teslina ul.



Grafikon 10. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Križevci – Teslina ul.

## LOKACIJA 10 – Kupari (Dubrovačko-neretvanska županija)

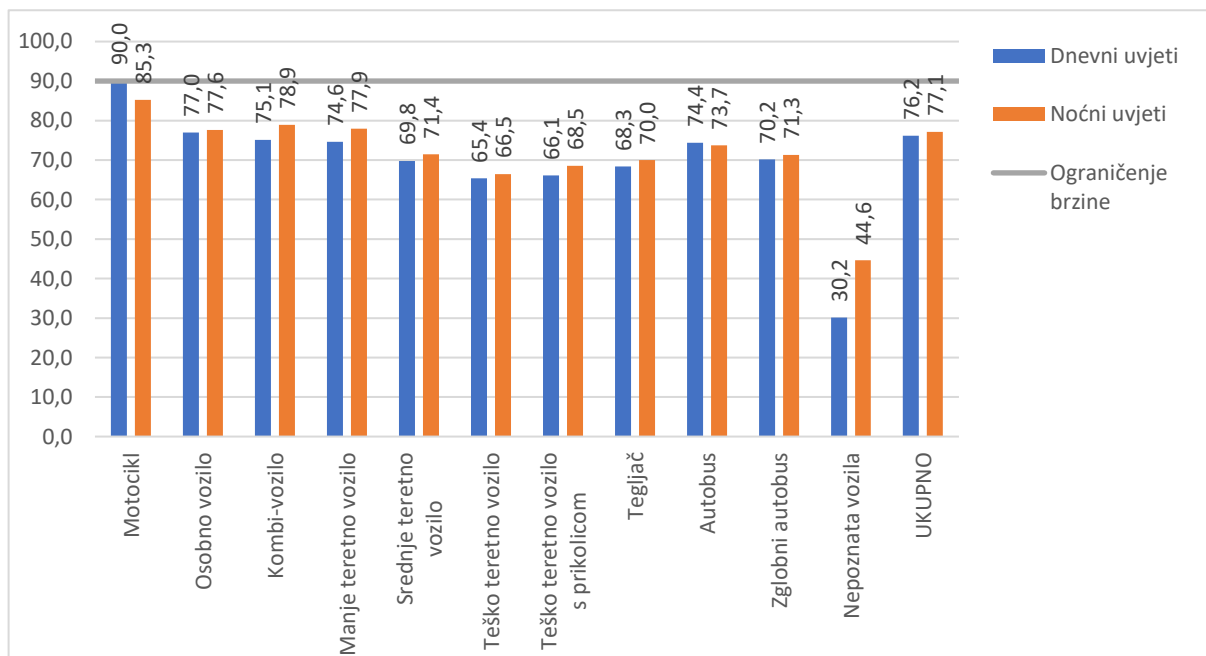
Brojač se nalazi na državnoj cesti D8 (GP Pasjak–GP Karasovići) na ulazu u Kupare, oznake – 6602. U smjeru Kupara (prema GP Karasovići) stotinjak metara nakon brojača postavljen je prometni znak naziva mjesta s ograničenjem brzine od 60 km/h, a u smjeru Dubrovnika (prema GP Pasjak) 150 metara prije brojača postavljen je prometni znak prestanak svih zabrana (C14 prema Pravilniku NN 92/19). Na lokaciji brojača brzina je ograničena na 90 km/h, a uz kolnik sa svake strane postavljena je zaštitna odbojna ograda. Prosječni godišnji dnevni promet je 16.537 vozila po danu dok je PLDP 24.066 vozila dnevno. Ova prometnica jedina je veza Međunarodne zračne luke Dubrovnik smještene u Čilipima i centra grada Dubrovnika te je zbog toga posebice u ljetnim mjesecima izuzetno frekventna. U dnevnim uvjetima u analiziranom periodu detektirano je 673.024 vozila dok je njih svega 1,15 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 60,7 km/h, a najveća detektirana brzina bila je 212 km/h dok je mod brzine 63 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 112.372 vozila od čega je njih 5,39 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina iznosila je 68,8 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 212 km/h. Mod brzine u noćnim uvjetima je 68 km/h. Razlog iznimno velikog poštivanja ograničenja brzine od strane vozača je svakako iznimno veliki protok vozila. Osim toga postavljena zaštitna odbojna ograda potiče vozače na smanjenje brzine vožnje zbog smanjenja percepcije širine kolnika, zbog čega su vozači primorani usporiti posebice ako iz suprotnog smjera nailazi vozilo. Rezultati analize prekoračenja ograničene brzine u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Kupari prikazani su na grafikonu broj 11.



Grafikon 11. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Kupari

## LOKACIJA 11 – Oblakovac (Požeško-slavonska županije)

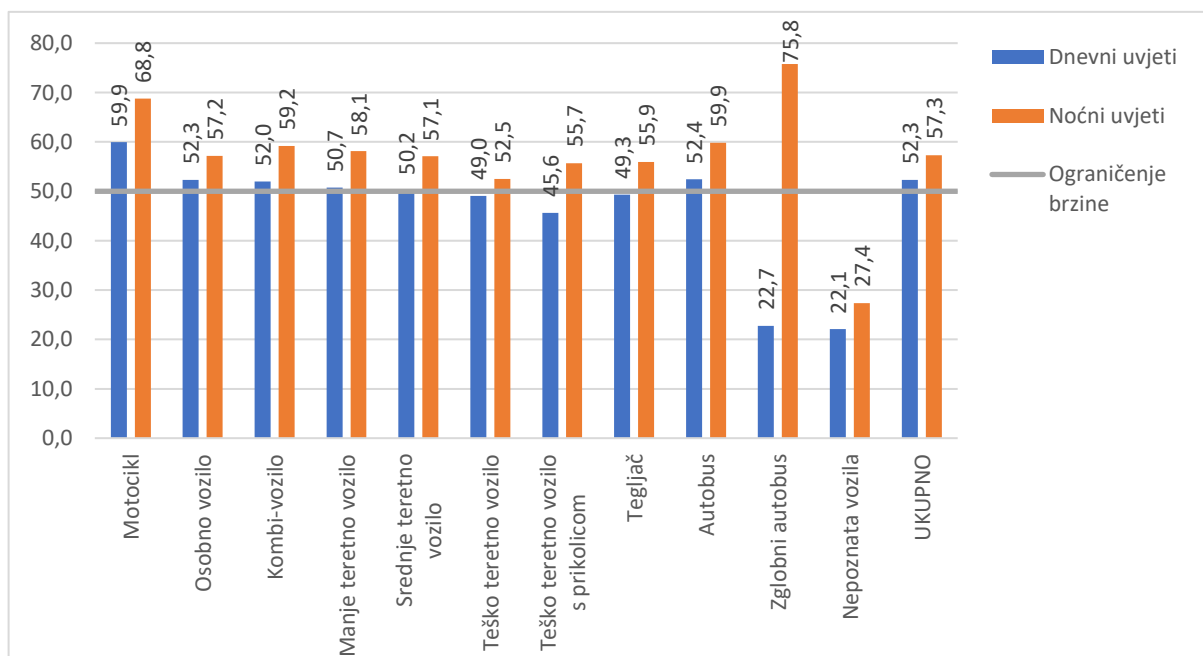
Brojač oznake 3515 nalazi se na državnoj cesti D51 (Gradište–Požega–čvor Nova Gradiška A3) neposredno nakon Oblakovca u smjeru Nove Gradiške. Karakteristika dionice ceste je da se radi o zavojitoj cesti u blagom nasipu bez posebnih obilježja i zaštitnih elemenata. S obzirom da se radio o dionici ceste izvan naselja brzina je ograničena na 90 km/h iako nema prometnih znakova koji to naglašavaju. Brojenjem prometa na lokaciji je utvrđen PGDP od 1.734 vozila po danu dok je PLDP 1.873 vozila po danu. U analiziranom razdoblju u dnevnim uvjetima detektirano je 50.725 vozila od čega je njih 11,44 % prekoračilo ograničenu brzinu od 90 km/h. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 76,2 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 200 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 78 km/h dok je u noćnim 77 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 9.519 vozila od čega ih je 13,15 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina iznosila je 77,1 km/h, a najveća zabilježena brzina bila je 150 km/h. Prema analiziranim podacima brzine moglo bi se zaključiti da cestovni uvjeti ne zadovoljavaju ograničenje brzine od 90 km/h s obzirom da su prosječne brzine kretanja vozila preko 10 km/h manje u odnosu na ograničenje, a nisu rezultat velikog protoka kao na nekim od ostalih lokacija. Na grafikonu broj 12. prikazani su rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Oblakovac.



Grafikon 12. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Oblakovac

## LOKACIJA 12 – Slavonski Brod 1 (Brodsko-posavska županija)

Brojač se nalazi na državnoj cesti D423 (Slavonski Brod spoj s D514–Slavonski Brod Luka) u Osječkoj ulici, oznake – 3625. Radi se o naseljenom mjestu s brojnim priključcima u dvorišta i sporedne ulice. Na prometnici koja ima dvije prometne trake sa svake strane uz rub iscrtana je i biciklistička traka. Uz to ulicom prolazi linija javnog gradskog prijevoza koja ima nekoliko ugibališta u oba smjera. S obzirom da se radi o jednoj od glavnih prometnica u gradu koja povezuje izlaz Slavonski Brod – istok na autocesti A3 s riječnom lukom Brod bilježi se vrlo veliki protok vozila, PGDP iznosi 13.218 vozila dnevno, a PLDP iznosi 13.230 vozila po danu. U dnevnim uvjetima u analiziranom periodu detektirano je 379.362 vozila od čega je njih 62,01 % prekoračilo ograničenu brzinu od 50 km/h. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 52,3 km/h dok je najveća zabilježena brzina bila 144 km/h. Mod brzine je 54 km/h i jednak je u dnevnim i noćnim uvjetima. U noćnim uvjetima detektirano je 47.782 vozila od čega ih je 80,43 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina iznosila je 57,3 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 164 km/h. Unatoč relativno malom odstupanju od ograničenja brzine ono može biti iznimno opasno na ovoj lokaciji zbog velike prisutnosti nemotoriziranog prometa. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila prikazani su na grafikonu broj 13.

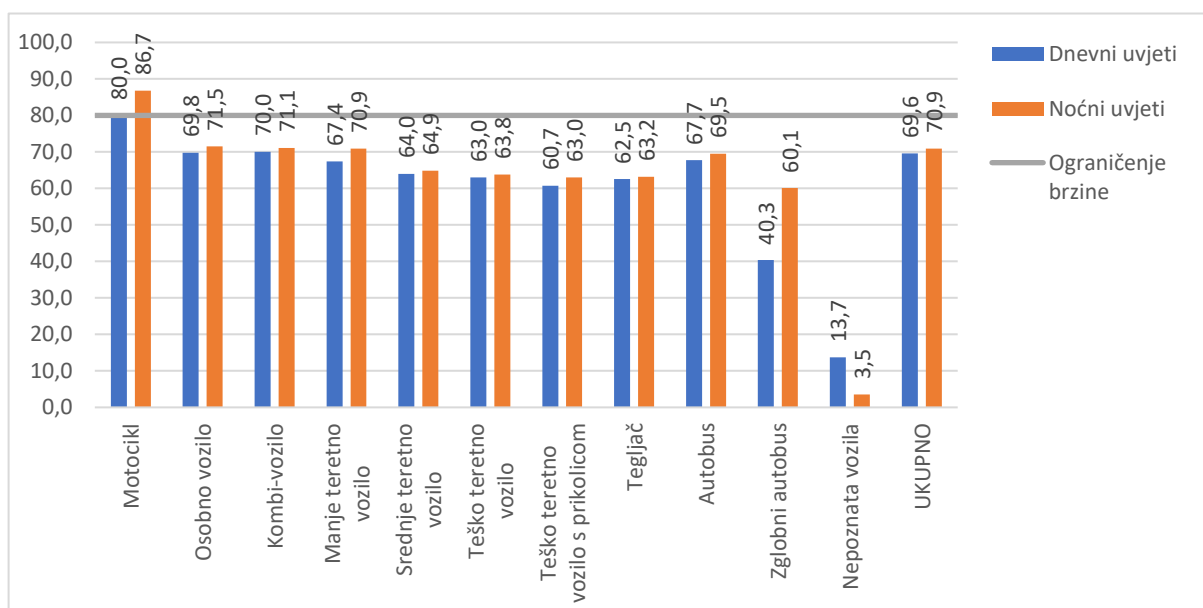


Grafikon 13. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Slavonski Brod 1



### LOKACIJA 13 – Slavonski Brod (Brodsko-posavska županija)

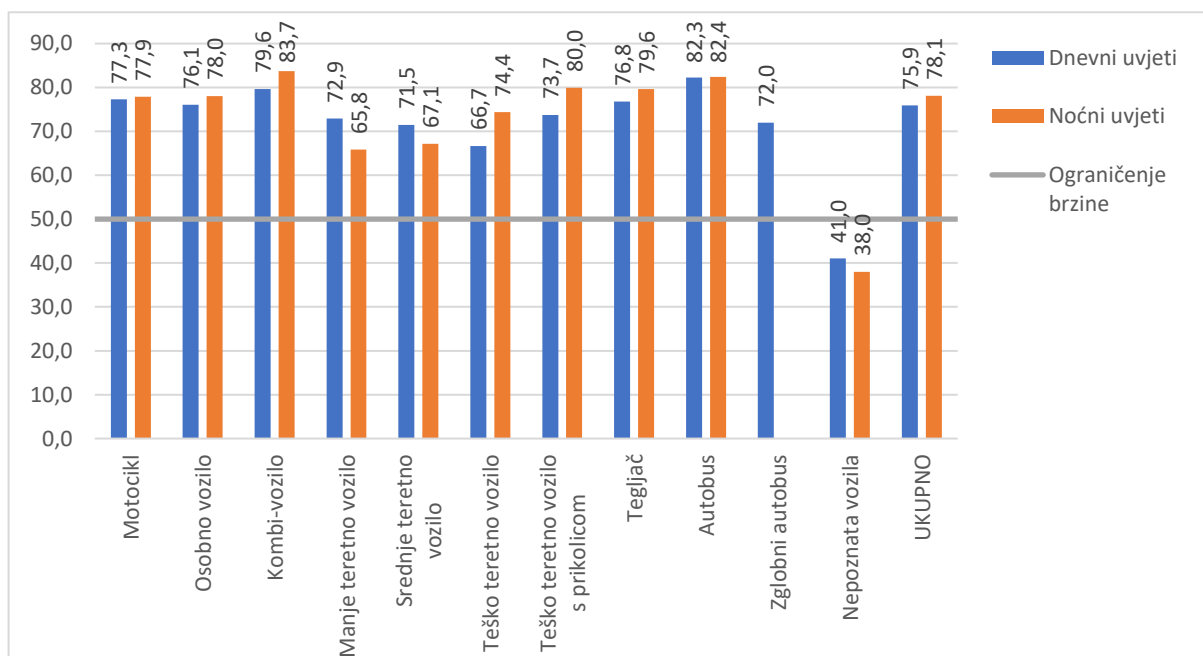
Brojač oznake 3516 nalazi se na državnoj cesti D53 (GP Gornji Miholjac–GP Slavonski Brod) na dionici između izlaza Slavonski Brod – zapad na autocesti A3 do GP Slavonski Brod. Brojač se nalazi na ravnoj cestovnoj dionici s vrlo blagim zavojima iznimno velikog polumjera te sa zaštitnom odbojnom ogradom s desne strane u smjeru vožnje prema GP Slavonski Brod i betonskom zaštitnom ogradom tip New Jersey s lijeve strane. Nakon brojača u smjeru GP Slavonski Brod nalazi se prometni znak ograničenja brzine od 50 km/h zbog semaforiziranog raskrižja koje slijedi, a u smjeru autoceste postavljeno je ograničenje od 80 km/h. Prometne i rubne trake su izuzetno široke tako da ograde nemaju toliku funkciju usporavanja prometa. Brojenjem je utvrđen PGDP od 7.914 vozila po danu te PLDP od 8.721 vozilo po danu. U analiziranom periodu u dnevnim uvjetima detektirano je 233.824 vozila od čega ih je svega 13,89 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 69,6 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 190 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 71 km/h, a u noćnim 72 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 47.622 vozila od čega je njih 16,71 % prekoračilo ograničenu brzinu vožnje. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 40,9 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 180 km/h. Razlog zbog kojeg se brzina na ovoj lokaciji uglavnom poštuje je blizina semaforiziranog raskrižja radi kojeg vozači koji dolaze iz smjera autoceste moraju usporiti, a s druge strane većina vozača koji idu prema autocesti ne mogu razviti brzinu preko 80 km/h od raskrižja do brojača. Rezultati analize prekoračenja ograničene brzine u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Slavonski Brod prikazani su na grafikonu broj 14.



Grafikon 14. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Slavonski Brod

## LOKACIJA 14 – Sveti Rok (Ličko-senjska županija)

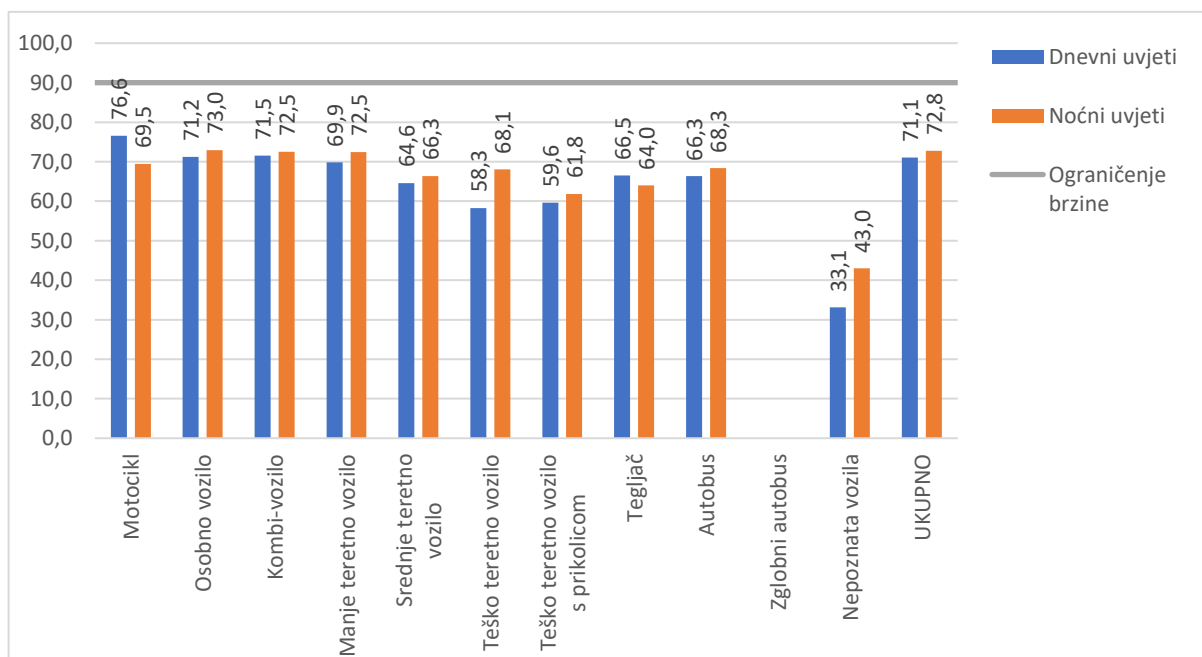
Brojač se nalazi na državnoj cesti D50 (Žuta Lokva–Otočac–Gračac) na ravnoj cestovnoj dionici, oznake – 4905. U blizini je križanje s državnom cestom D547 (Sveti Rok–Obrovac poznata kao „Majstorska cesta“) i županijskom cestom Ž5165 (Gospić–Lovinac). Radi se o nenaseljenom području na kojem je unatoč toga postavljeno ograničenje brzine od 50 km/h. Prosječni godišnji dnevni promet u 2018. godini bio je 1.306 vozila po danu dok je PLDP iznosio 1.634 vozila dnevno. U dnevnim uvjetima u analiziranom periodu detektirano je 43.031 vozilo od čega je njih 84,69 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila bila je 75,9 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 172 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 86 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 5.351 vozilo od čega je njih 84,56 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 78,1 km/h, a najveća detektirana brzina vožnje bila je 172 km/h. U noćnim uvjetima mod brzine je čak 90 km/h. Prema analiziranim podacima o brzini i o lokaciji brojača zaključuje se da je ograničenje brzine izuzetno malo u odnosu na okolinu koje vozačima ne daje dojam naseljenog mjesta pa iz tog razloga prekoračuju ograničenje za skoro 30 km/h. Na grafikonu broj 15. prikazani su rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Sveti Rok.



Grafikon 15. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Sveti Rok

## LOKACIJA 15 – Zlatar Bistrica (Krapinsko-zagorska županija)

Brojač oznake 1231 nalazi se na državnoj cesti D29 (Novi Golubovec–Zlatar Bistrica–Marija Bistrica–Soblinec). Nalazi se u blagom zavoju dionice u niskom nasipu na nenaseljenom području. Nakon brojača u smjeru Marije Bistrice nalazi se uzak most koji je u zavoju, a na samoj lokaciji brojača postavljen je znak zabrane pretjecanje (B31 prema Pravilniku NN92/19) dok je na suprotnoj strani postavljen znak prestanak zabrane pretjecanja (C09 prema Pravilniku NN92/19). S desne strane u smjeru Marije Bistrice postavljena je kratka zaštitna odbojna ograda koja štiti stup brojača. Radi se o relativno frekventnoj prometnici jer je u blizini spajanje s brzom cestom D14 (Zabok–Zlatar Bistrica). PGDP za analizirano razdoblje iznosi 4.030 vozila dnevno, a PLDP 4.524 vozila po danu. U analiziranom razdoblju detektirano je 122.923 vozila od čega je samo 5,83 % prekoračilo ograničenje brzine od 90 km/h. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 71,1 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 157 km/h. Mod brzine u dnevnim uvjetima je 71 km/h dok je u noćnim 75 km/h. U noćnim uvjetima detektirano je 22.791 vozilo od čega je njih 6,68 % prekoračilo ograničenje brzine. Prosječna brzina svih vozila iznosila je 72,8 km/h dok je najveća detektirana brzina bila 144 km/h. Vožnja brzinama u prosjeku do 20 km/h manjim od ograničenja rezultat je bočnih ograničenja (zaštitna odbojna ograda i most na kojem je postavljena ograda), ali i blagi zavoj pred kojim se brojač nalazi. Rezultati analize prekoračenja ograničene brzine u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Zlatar Bistrica prikazani su na grafikonu broj 16.



Grafikon 16. Prosječna brzina vožnje prema kategorijama vozila u dnevnim i noćnim uvjetima na lokaciji Zlatar Bistrica

Analizom prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima utvrđen je postotak vozača koji ne poštuju ograničenje brzine na određenim dionicama ceste. Sveukupni rezultati lokacija prikazani su u tablici 6. gdje je vidljivo ograničenje brzine na lokaciji, obilježja lokacije u blizini brojača te postotak vozila odnosno vozača koji su prekoračili ograničenu brzinu vožnje.

Tablica 6. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokacijama u Republici Hrvatskoj

NAZIV LOKACIJE	OGRANIČENJE BRZINE [km/h]	OBILJEŽJA LOKACIJE O – dionica osvijetljena sustavom javne rasvjete NO – dionica neosvijetljena sustavom javne rasvjete	PROSJEČNE BRZINE VOŽNJE (standardna devijacija SD) [km/h]		POSTOTAK PREKORAČENJA BRZINE VOŽNJE (porast/pad) [%]	
			Dnevni	Noćni	Dnevni	Noćni
BALE	50	Veliko T raskrižje u blizini brojača, nema pješaka; PGDP – 2.433/PLDP – 3.816; <b>NO</b>	62,2 (SD=11,9)	68,2 (SD=14,6)	85,67	89,42
					<b>+4,19</b>	
BEDNJA	50	Zavojita cesta, brojač na početku naselja, nema pješaka; PGDP – 2.380/PLDP – 2.440; <b>NO</b>	55,4 (SD=9,9)	56,0 (SD=9,7)	78,18	79,27
					<b>+1,38</b>	
BESTOVJE	40/50	Prisutnost pješaka i biciklista, urbano područje uz brojne obiteljske kuće; PGDP – 8.439/PLDP – 6.373; <b>O</b>	57,1 (SD=9,1)	59,3 (SD=10,1)	80,35	85,51
					<b>+6,03</b>	
BIOGRAD	40	Prisutnost djece, blizina škola, primjena mjera smanjenja brzine; PGDP – 1.584/PLDP – 3.847; <b>O</b>	38,5 (SD=9,3)	40,8 (SD=11,3)	38,86	47,87
					<b>+18,82</b>	
DUGO SELO	80	Široka i ravna cestovna dionica na izlazu odnosno ulazu u grad; PGDP – 11.821/PLDP – 11.410; <b>NO</b>	67,8 (SD=12,9)	71,0 (SD=13,3)	11,38	18,26
					<b>+37,68</b>	
GORNJE JELENJE	50	Nema karakterističnih obilježja naseljenog mjesta; PGDP – 2.588/PLDP – 3.436; <b>NO</b>	74,4 (SD=15,6)	77,3 (SD=15,0)	95,33	96,23
					<b>+0,94</b>	
ILOK	90	Obilaznica grada, nepregledan horizontalni zavoj u usjeku na 50m od brojača; PGDP – 1.315/PLDP – 1.551; <b>NO</b>	80,1 (SD=17,6)	77,6 (SD=16,9)	24,69	19,46
					<b>-28,66</b>	
IVANOVEC	90	Obilaznica Grada Čakovca, raskrižje s kružnim tokom prometa na 100m; PGDP – 7.468/PLDP – 7.865; <b>O</b>	78,0 (SD=12,5)	79,3 (SD=11,5)	12,40	13,28
					<b>+6,63</b>	

KRIŽEVCI – TESLINA UL.	50	Industrijska zona, glavna poveznica željezničkog kolodvora i centra; PGDP – 7.989/PLDP – 7.575; <b>O</b>	52,5 (SD=11,1)	57,8 (SD=11,1)	59,60	78,30
					<b>+23,88</b>	
KUPARI	90	Veliki prometni tok, prostorno ograničenje – zaštitne odbojne ograde; PGDP – 16.537/PLDP – 24.066; <b>NO</b>	60,7 (SD=55,1)	68,8 (SD=13,3)	1,15	5,39
					<b>+78,66</b>	
OBLAKOVAC	90	Nenaseljeno područje, ulaz u naselje, prometnica u blagom nasipu; PGDP – 1.734/PLDP – 1.873; <b>NO</b>	76,2 (SD=13,3)	77,1 (SD=13,0)	11,44	13,15
					<b>+13,00</b>	
SLAVONSKI BROD 1	50	Prisutnost pješaka i biciklista, iznimno naseljeno područje, javni prijevoz; PGDP – 13.218/PLDP – 13.230; <b>O</b>	52,3 (SD=8,7)	57,3 (SD=9,7)	62,01	80,43
					<b>+22,90</b>	
SLAVONSKI BROD	80	Nenaseljeno područje, na 50m od semaforiziranog raskrižja, široki kolnik; PGDP – 7.914/PLDP – 8.721; <b>O</b>	69,9 (SD=90,3)	70,9 (SD=12,1)	13,89	16,71
					<b>+16,88</b>	
SVETI ROK	50	Nema karakterističnih obilježja naseljenog mjesta; PGDP – 1.306/PLDP – 1.873; <b>NO</b>	75,9 (SD=21,4)	78,1 (SD=23,0)	84,69	84,56
					<b>-0,15</b>	
ZLATAR BISTRICA	90	Uske prometne trake, u blizini brojača uzak most u zavoju; PGDP – 4.030/PLDP – 4.524; <b>NO</b>	71,1 (SD=12,4)	72,8 (SD=11,9)	5,83	6,68
					<b>+12,72</b>	

Komparativnom analizom prekoračenja brzine vožnje na lokacijama koje su analizirane ustanovljene su određene spoznaje i preporuke u cilju smanjenja broja vozača koji ne poštuju ograničenje brzine. Prosječno odstupanje od ograničenja brzine u dnevnim i noćnim uvjetima iznosi približno 12,5 km/h. Minimalna odstupanja prosječne brzine vožnje od ograničenja zabilježena su na lokaciji 4 – Biograd na Moru, gdje je odstupanje u dnevnim uvjetima iznosilo svega 1,5 km/h ispod ograničenja brzine, a u noćnim uvjetima 0,8 km/h iznad ograničenja. Maksimalna odstupanja prosječne brzine od ograničenja evidentirana su u dnevnim uvjetima na lokaciji 10 – Kupari i iznose 29,3 km/h ispod ograničenja brzine, a u noćnim uvjetima na lokaciji 14 – Sveti Rok i iznose 28,1 km/h iznad ograničenja. Minimalna standardna devijacija (SD=8,7) zabilježena je na lokaciji 12 – Slavonski Brod 1 što znači da na toj lokaciji nema velikih odstupanja od prosječne brzine (prometni tok je ustaljen). Maksimalna standardna devijacija (SD=90,3) zabilježena je na lokaciji 13 – Slavonski Brod gdje je prosječno odstupanje od prosječne brzine vožnje iznimno veliko. Oba ekstrema zabilježena su u dnevnim uvjetima.

Analizom je utvrđeno da je znatno veći udio vozača koji ne poštuju ograničenje brzine u naseljenim mjestima. U prosjeku 80 % vozača prekoračuje ograničenje brzine u naselju. Prosječno prekoračenje brzine vožnje u naseljenim mjestima u dnevnim uvjetima iznosi približno 11,4 km/h dok u noćnim 13,1 km/h iznad ograničenja. Iako se radi o relativno malom

prekoračenju od svega desetak km/h ono može biti od velikog značaja, ako dođe do prometne nesreće, posebice u naseljenim mjestima gdje su prisutna djeca, pješaci i biciklisti. Izvan naselja ograničenu brzinu vožnje prekoračuje u prosjeku 15 % vozača što je znatno manje nego u naseljenom mjestu. Prvenstveno razlog tome je znatno veće ograničenje u odnosu na naselje, koje može biti i do 50 km/h veće. Izvan naseljenih mjesta u prosječnim brzinama nije zabilježeno prekoračenje od ograničenja brzine. Prosječne brzine u dnevnim uvjetima su 15,2 km/h manje od ograničenja, a u noćnim uvjetima 11,8 km/h manje od ograničenja brzine. Navedeni rezultati dovode u pitanje da li je postavljeno ograničenje brzine izvan naselja adekvatno uvjetima okoline, ceste i sl.

Isto tako se zaključuje da postotak vozača koji prekoračuju brzinu u određenoj mjeri ovisi i o prometnom toku odnosno prosječnom godišnjem ili ljetnom dnevnom prometu. Ova ovisnost može se potvrditi samo na lokacijama brojača izvan naselja. Na lokaciji na kojoj je zabilježen najveći PGDP i PLDP (Lokacija 10 – Kupari) bilježi se i najmanji postotak vozača koji su prekoračili ograničenje brzine, svega 1,15 % u dnevnim uvjetima i 5,39 % u noćnim uvjetima. S druge strane na lokaciji koja bilježi najmanji PGDP i PLDP (Lokacija 7 – Ilok) zabilježeno je najveće prekoračenje brzine od svih lokacija izvan naselja, 24,69 % u dnevnim i 19,46 % u noćnim uvjetima. Povezanost prometnog opterećenja i postotka prekoračenja brzine u naseljenim mjestima nije utvrđena analizom i nužno je provesti detaljniju analizu na većem uzorku kako bi se ispitala ova ovisnost.

Povezanost prometnog opterećenja i prekoračenja brzine vožnje može se očitovati i u razlici prekoračenja u dnevnim i noćnim uvjetima. Prosječna brzina vožnje u naseljenim mjestima je približno 3,5 km/h veća u noćnim uvjetima nego u dnevnim. Prosječna brzina izvan naselja povećala se za 4,4 km/h u noćnim uvjetima u odnosu na dnevne. Sve lokacije bilježe porast prosječne brzine u noćnim uvjetima osim lokacije 7 – Ilok koja bilježi pad od 2,8 km/h. Zbog manjeg prometnog opterećenja u noćnim satima u prosjeku 18,7 % više vozača prekoračuje ograničenje brzine. Posebice je to vidljivo na lokaciji 10 – Kupari gdje je porast prekoračenja u noćnim uvjetima u odnosu na dnevne čak 78,66 %. Jedino je na lokaciji 7 – Ilok zabilježen pad prekoračenja brzine u noćnim uvjetima za 26,88 %. Razlog tome vjerojatno je nepregledan zavoj u usjeku na dionici ceste koja noću nije osvijetljena. Lokacije koje su noću osvijetljene (Lokacija 3 – Bestovje, Lokacija 4 – Biograd, Lokacija 9 – Križevci) imaju značajniji porast prekoračenja ograničene brzine vožnje od lokacija koje nisu osvijetljene (Lokacija 1 – Bale, Lokacija 2 – Bednja) što je vidljivo u porastu prekoračenja brzine u tablici broj 6.

U naseljenim mjestima gdje nema primijenjenih infrastrukturnih mjera ograničenja brzine vožnje, oko 80 % vozača prekoračuje ograničenu brzinu. S druge strane na lokacijama koje imaju implementirane neke od mjera ograničenja brzine poput uzdignutih ploha ili umjetnih izbočina, vibracijskih ili zvučnih traka upozorenja i sl. (Lokacija 4 – Biograd), oko 40 % vozača prekoračuje ograničenu brzinu. U naseljenim mjestima primjenom samo infrastrukturnih mjera može se utjecati na vozače i tako smanjiti prekoračenje za 50 %. Uz to je nužna primjena i ostalih mjera kao što su psihološki i pravni utjecaj, ali i nezaobilazni čimbenik prometne policije.

Na nekoliko lokacija postavljeno ograničenje brzine od 50 km/h vozači ne smatraju logičnim jer nemaju dojam okoline da bi na toj dionici trebalo biti definirano ograničenje od 50 km/h. Primjerice Lokacija 6 – Gornje Jelenje i Lokacija 14 – Sveti Rok imaju postavljena ograničenja brzine od 50 km/h iako se radi o prometnicama koje prolaze kroz nenaseljena područja, gdje nema kuća i drugih karakteristika naselja. Ta su ograničenja postavljena radi raskrižja koja se nalaze u njihovoj blizini. Isto tako Lokacija 1 – Bale nalazi se u neposrednoj blizini velikog T raskrižja te iako ima obilježja naselja vozači u velikoj mjeri ne poštuju ograničenje brzine jer nema nikakvih mjera poštivanja ograničenja brzine. Na takvim lokacijama preporuka bi bila dodati prometne otoke na glavnom pravcu koji će kanalizirati promet, ali ujedno i smanjiti brzinu vozila. Uz to primjena mjera smanjenja brzine (zvučne ili vibracijske trake upozorenja) te naglašavanje prometnih znakova ograničenja brzine postavljanjem na kontrastne ploče najveće klase retrorefleksije.

Nužno je provjeriti da li je postavljeno ograničenje brzine adekvatno uvjetima koji su na dionici ceste. Ovu provjeru nužno je provesti ne samo kroz pravne akte Republike Hrvatske već i kroz preporuke od strane Europske Unije. Kako je u radu opisano, određivanje adekvatnog ograničenja brzine na određenoj dionici ceste predstavlja izuzetno složen proces koji ovisi o brojnim čimbenicima. Neke od lokacija (Lokacija 3 – Bestovje, Lokacija 4 – Biograd, Lokacija 12 – Slavonski Brod 1) koje se nalaze u naseljenim mjestima imaju postavljena ograničenja brzine od 50 ili 40 km/h, ali zbog iznimno velike prisutnosti nemotoriziranog prometa ta ograničenja bi možda trebala biti manja. Na Lokaciji 15 – Zlatar Bistrica postavljeno je ograničenje od 90 km/h iako se u blizini nalazi uzak most u zavoju koji nije posebno naglašen.

S obzirom da je najveći postotak vozača koji prekoračuju ograničenu brzinu vožnje zabilježen u naseljenim mjestima gdje postoji najveća opasnost od nastanka prometne nesreće, posebnu pažnju u opremanju ceste i reviziji ograničenja brzine treba usmjeriti na naseljena mjesta.

## 7. ZAKLJUČAK

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) prometne nesreće predstavljaju jedan od deset glavnih uzroka smrti u svijetu. U Republici Hrvatskoj u 2019. godini poginulo je 297 osoba od posljedica prometnih nesreća. Stopa smrtnosti je približno 75 osoba na milijun stanovnika što je u usporedbi s nekim razvijenijim članicama EU iznimno velika brojka. Gotovo pola (45,79 %) poginulih osoba u prometnim nesrećama nastradalo je zbog nepropisne ili neprilagođene brzine. Upravo je zato nužna promjena i postroženje pravnih akata, ali i učestalija primjena kako bi se smanjio broj smrti uzrokovanih prebrzom vožnjom.

Prilikom projektiranja ili rekonstrukcije ceste jedan od najvažnijih čimbenika je određivanje adekvatnog ograničenja brzine. Primjenom ne samo zakonske regulativne kojom je to definirano (Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN 42/20, Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa NN 110/01) već i preporuka drugih zemalja, može se na pravilan način definirati ograničenje brzine koje će mogućnost nastanka i posljedice prometne nesreće svesti na minimum. Prilikom određivanja ograničenja brzine uzimaju se u obzir brojni čimbenici, kao što su: geometrija ceste, funkcija ceste, okolina, statistika prometnih nesreća, prosječni godišnji dnevni promet i dr. Neki od tih čimbenika mijenjaju se tijekom godina pa sukladno tome treba mijenjati ograničenja brzine. Na mnogim prometnicama prilikom rekonstrukcije postavljaju se ograničenja koja su bila i prije rekonstrukcije, a ne provjerava se da li to ograničenje zadovoljava čimbenike rekonstruirane prometnice.

Odstupanja prosječne brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na analiziranim lokacijama u Republici Hrvatskoj iznose približno 12,5 km/h. Unatoč najmanjem ograničenju brzine (40 km/h) od svih koja su analizirana, minimalna odstupanja evidentirana su na lokaciji 4 – Biograd na moru gdje su implementirane neke od mjera smanjenja brzine vožnje. Utvrđena su dva značajna maksimalna odstupanja, a to su na lokaciji 10 – Kupari i lokaciji 14 – Sveti Rok. Na lokaciji 10 – Kupari u dnevnim uvjetima zabilježeno je maksimalno odstupanje prosječne brzine vožnje od 29,3 km/h ispod ograničenja. Razlog toga je iznimno veliko prometno opterećenje koje sprječava vozače da voze prema ograničenju. Na lokaciji 14 – Sveti Rok zabilježeno je maksimalno odstupanje prosječne brzine od 28,1 km/h iznad ograničenja.

Time se zaključuje da je značajnije prekoračenje brzine zabilježeno na lokacijama u naselju gdje je utvrđeno prosječno prekoračenje brzine od 11,4 km/h iznad ograničenja u dnevnim uvjetima te 13,1 km/h iznad ograničenja u noćnim uvjetima. U naseljenim mjestima



utvrđen je značajno veći udio vozača koji prekoračuju ograničenje brzine (približno 80 %) u odnosu na lokacije izvan naselja gdje je taj udio znatno manji (približno 15 %).

S obzirom na uvjete vidljivosti odnosno dnevne i noćne uvjete vožnje, utvrđeno je značajnije odstupanje prosječne brzine vožnje u noćnim uvjetima izvan naseljenih mjesta iako je prosječna brzina i dalje ispod ograničene.

Na temelju komparativne analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima zaključuje se da vozači u Republici Hrvatskoj voze prebrzo. To je posebice vidljivo na rezultatima analize brzine u naseljenim mjestima. Iako postoje lokacije na kojima su postavljena neadekvatna ograničenja brzine, vozači bi trebali percepcijom okoline sami pretpostaviti ograničenje. Tako nešto moguće je jedino dugotrajnom edukacijom i razvijanjem prometne kulture kod vozača. S druge strane cestovna infrastruktura omogućuje vozačima razvijanje velikih brzina, a da se pri tom osjećaju iznimno lagodno. Zato je nužno poboljšanje cestovne infrastrukture u pogledu postavljanja 3D oznaka na kolniku, prometnih znakova velike vidljivosti (fluorescentni prometni znakovi), promjenjivih prometnih znakova, uređaja za informiranje o trenutnoj brzini vožnje i sl. Nužna je primjena i ostalih mjera koje utječu na poštivanje ograničenja brzine (kamere za nadzor brzine, mjere kontrole brzine i mjere kontrole volumena). Ono što svakako treba unaprijediti je zakonska regulativa te oštrije kažnjavanje kao jedna od zakonskih mjera.

Posebnu pažnju treba posvetiti prometnicama u naselju koje posebice u noćnim uvjetima bilježe iznimno veliki postotak prekoračenja brzine. Naseljena mjesta koja u noćnim satima imaju manje prometno opterećenje, a uz to su osvijetljena, pružaju vozačima mogućnost razvijanja većih brzina jer nemaju nikakvih prepreka. Iznimno bitan čimbenik u ovom segmentu je edukacija vozača i utjecaj na njihovo razmišljanje i ponašanje prilikom vožnje. Educirani i kulturni vozači koji imaju percepciju drugih sudionika u prometu poštivati će ograničenja brzine dok god su im ona prihvatljiva i logična. Neuke i nekulturne vozače nikakve mjere neće spriječiti u naumu prekoračenja brzine. Potrebno je težiti stvaranju društva koje će percepcijom prometnice moći prepoznati ograničenje bez potrebe primjene prisilnih mjera poštivanja ograničenja brzine. Jedino tako moguće je djelovati na smanjenje broja poginulih u prometnim nesrećama.

## LITERATURA

[1] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2019.

[https://mup.gov.hr/UserDocsImages//statistika/2020/Pokazatelji%20javne%20sigurnosti//bilten\\_promet\\_2019.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages//statistika/2020/Pokazatelji%20javne%20sigurnosti//bilten_promet_2019.pdf) (Pristupljeno: 21.04.2020.)

[2] <https://etsc.eu/13th-annual-road-safety-performance-index-pin-report/> (Pristupljeno: 04.08.2020.)

[3] Darko Babić, Dario Babić, Hrvoje Cajner, Ana Sruk i Mario Fiolić: *Effect of Road Markings and Traffic Signs Presence on Young Driver Stress Level, Eye Movement and Behaviour in Night-Time Conditions: A Driving Simulator Study*, 2020.

[4] Divić, A.: *Leksikon cestovnog prometa*, Hrvatsko društvo za ceste - Via Vita, Zagreb, 2013.

[5] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001\\_12\\_110\\_1829.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001_12_110_1829.html) (Pristupljeno: 30.03.2020.)

[6] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_06\\_67\\_2224.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_67_2224.html) (Pristupljeno: 30.03.2020.)

[7] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=47529> (Pristupljeno: 01.04.2020.)

[8] Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, ak.god. 2019./2020.

[9] <https://www.nakladaslap.com/knjige/pregled/a82d7a8a3ab854ffab0215fe2624c9c1f> (Pristupljeno: 04.08.2020.)

[10] <https://www.prometna-zona.com/vizualna-percepcija-i-reakcija/> (Pristupljeno: 03.04.2020.)

[11] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.

[12] <https://www.wri.org/blog/2017/05/need-safe-speed-4-surprising-ways-slower-driving-creates-better-cities> (Pristupljeno: 12.04.2020.)

[13] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (Pristupljeno: 16.04.2020.)

[14] [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/864873/rrcgb-2018-print-ready-version.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/864873/rrcgb-2018-print-ready-version.pdf) (Pristupljeno: 21.04.2020.)

[15] Elvik, R.: *The Power Model of the relationship between speed and road safety: update and new analyses*. TØI Report; 1034/2009. Institute of Transport Economics TØI, 2009., Oslo

- [16] Taylor, M., Baruya, A., Kennedy, J.V.: *The relationship between speed and accidents on rural single carriageway roads*. TRL Report TRL511. Transport Research Laboratory, 2002., Crowthorne
- [17] European Commission, *Speed and Speed Management*, European Commission, Directorate General for Transport, rujan 2015. Preuzeto sa: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/ersosynthesis2015-speedspeedmanagement25\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/ersosynthesis2015-speedspeedmanagement25_en.pdf) (Pristupljeno: 03.04.2020.)
- [18] Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., Campbell, K.: *Errors and violations: a real distinction?*. Ergonomics, 1990.; 33:1315-1332
- [19] Eboli L., Guido G., Mazzulla G., Pungillo G., Pungillo R.: *Investigating car users' driving behaviour through speed analysis*. Promet – Traffic&Transportation, 2017.; 29(2): 193.-202.
- [20] *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Geneva, Global Road Safety Partnership, 2008. Preuzeto sa: <https://www.who.int/publications/i/item/speed-management-a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners> (Pristupljeno: 04.04.2020.)
- [21] Salusjärvi, M.: *The speed limit experiments on public roads in Finland*. Report No.7/1981. Espoo, VTT, Technical Research Centre of Finland, 1981.
- [22] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_92\\_1823.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_92_1823.html) (Pristupljeno: 12.04.2020.)
- [23] <http://autoskola-formula.hr/prometna-oprema-ceste/autoznakovi/k50-opticke-bijele-crte-upozorenja> (Pristupljeno: 28.04.2020.)
- [24] <https://ogulin.hr/old-site/10010-novosti/2606-rjesavaju-se-prometni-problemi-u-gradu> (Pristupljeno: 28.04.2020.)
- [25] <https://www.vecernji.hr/zagreb/kod-nsk-a-i-fontana-spustaju-tek-postavljene-lezece-policaice-996818/galerija-130978?page=3> (Pristupljeno: 28.04.2020.)
- [26] <https://epodravina.hr/postavljene-nove-uzdignute-plohe-s-pjesackim-prijelazima-kod-frekventnih-lokacija/> (Pristupljeno: 28.04.2020.)
- [27] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barmill\\_-\\_traffic\\_calming.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barmill_-_traffic_calming.JPG) (pristupljeno: 28.04.2020.)
- [28] <https://hrturizam.hr/dva-trga-u-rijeci-postala-pjesacke-zone/rijeka-trg-pjesacka-zona/> (pristupljeno: 28.04.2020.)
- [29] [https://automobili.klik.hr/novosti/savjeti/kruzni-tok-pravila-voznje\\_i\\_najcesce-greske](https://automobili.klik.hr/novosti/savjeti/kruzni-tok-pravila-voznje_i_najcesce-greske) (pristupljeno: 28.04.2020.)

- [30] <https://www.ed.nl/best-meerijstad-en-son/blackspot-op-a58-bij-oirschot-wordt-volgend-jaar-aangepakt~ae32bf49/101841159/?referrer=https://www.google.com/> (pristupljeno: 28.04.2020.)
- [31] <https://www.poslovni.hr/hrvatska/mup-dovrsio-popis-lokacija-ovo-su-122-mjesta-za-nove-fiksne-kamere-na-hrvatskim-cestama-351486> (pristupljeno: 28.04.2020.)
- [32] <https://etsc.eu/briefing-intelligent-speed-assistance-isa/> (Pristupljeno: 29.04.2020.)
- [33] <https://www.autocar.co.uk/car-news/features/intelligent-speed-assistance-everything-you-need-know> (pristupljeno: 29.04.2020.)
- [34] [https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive\\_cruise\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_cruise_control) (Pristupljeno: 29.04.2020.)
- [35] <http://www.honda.hr/automobili/cnd/8579/hondino-peto-uzastopno-pojavljivanje-na-listi-top-100-globalnih-inovatora> (pristupljeno: 29.04.2020.)
- [36] <https://www.svijetsigurnosti.com/mup-upozorava-jucer-u-tri-nesrece-poginulo-pet-osoba/> (pristupljeno: 30.04.2020.)
- [37] [https://www.reddit.com/r/nyc/comments/eb7v5/cool\\_new\\_nyc\\_billboard\\_the\\_difference\\_between/](https://www.reddit.com/r/nyc/comments/eb7v5/cool_new_nyc_billboard_the_difference_between/) (pristupljeno: 30.04.2020.)
- [38] <https://www.behance.net/gallery/6657023/THINK-Road-Safety-Poster> (pristupljeno: 30.04.2020.)
- [39] [https://www.fiaregion1.com/slowing-saves-lives/capture\\_decran\\_2018-06-01\\_a\\_21-11-40/](https://www.fiaregion1.com/slowing-saves-lives/capture_decran_2018-06-01_a_21-11-40/) (pristupljeno: 30.04.2020.)
- [40] <https://automobili.klik.hr/novosti/zanimljivosti/novi-pravilnik-o-mjerilima-brzine-nove-tolerancije-prometnih-kamera-i-pravila-za-presretace> (Pristupljeno: 06.08.2020.)

## POPIS KRATICA

A	autocesta
D	državna cesta
GP	granični prijelaz
L	lokalna cesta
NN	narodne novine
PGDP	prosječni godišnji dnevni promet
PLDP	prosječni ljetni dnevni promet
SD	standardna devijacija
$V_p$	projektna brzina
$V_r$	računska brzina
Ž	županijska cesta

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete .....	7
Tablica 2. Odnos projektne brzine, minimalnog polumjera horizontalnog zavoja i računske brzine .....	8
Tablica 3. Usporedba dimenzioniranja cestovnih elemenata u ovisnosti o projektnoj brzini ..	22
Tablica 4. Oznake skupina vozila definirane u brojačima prometa qld-6cx nano .....	37
Tablica 5. Popis lokacija na kojima je analizirana brzina vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima .....	38
Tablica 6. Rezultati analize prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima na lokacijama u republici hrvatskoj .....	54

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prekršaji nepropisne brzine u prometu na cestama u RH za 2019. godinu .....	14
Grafikon 2. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Bale .....	39
Grafikon 3. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Bednja .....	40
Grafikon 4. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Bestovje .....	41
Grafikon 5. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Biograd na moru .....	42
Grafikon 6. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Dugo Selo - zapad.....	43
Grafikon 7. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Gornje Jelenje .....	44
Grafikon 8. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Ilok .....	45
Grafikon 9. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Ivanovec.....	46
Grafikon 10. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Križevci – Teslina ul.....	47
Grafikon 11. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Kupari .....	48
Grafikon 12. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Oblakovac .....	49
Grafikon 13. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Slavonski Brod 1.....	50
Grafikon 14. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Slavonski Brod.....	51
Grafikon 15. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Sveti Rok.....	52
Grafikon 16. Postotak prekoračenja brzine vožnje u dnevnim i noćnim uvjetima prema kategorijama vozila na lokaciji Zlatar Bistrica .....	53

## POPIS SLIKA

Slika 1. Proces percepcije.....	10
Slika 2. Prikaz suženja vidnog polja vozača u ovisnosti o povećanju brzine .....	12
Slika 3. Odnos brzine i rizika od nastanka prometne nesreće .....	16
Slika 4. Prometni znak "ograničenje brzine" (B30) s dopunskom pločom (E19).....	24
Slika 5. Mjere kontrole brzine .....	26
Slika 6. Mjere kontrole volumena u funkciji smanjenja brzine .....	27
Slika 7. Kilometarska oznaka s ograničenjem brzine u Nizozemskoj .....	28
Slika 8. Oznake na kolniku koje stvaraju privid suženja prometnih traka .....	29
Slika 9. Kamera za nadzor brzine u Republici Hrvatskoj .....	30
Slika 10. ISA sustav u osobnom automobilu .....	31
Slika 11. Adaptivni tempomat – ACC .....	32
Slika 12. Promidžbeni postereri vezani uz prekoračenje brzine vožnje.....	34
Slika 13. Promidžbeni postereri vezani uz prekoračenje brzine vožnje.....	35





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

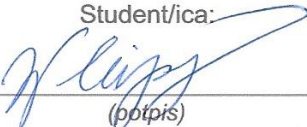
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom **KOMPARATIVNA ANALIZA PREKORAČENJA BRZINE VOŽNJE U  
DNEVNIM I NOĆNIM UVJETIMA**

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

U Zagrebu, 10.08.2020.

Student/ica: \_\_\_\_\_  
  
(potpis)